



ECO'HOM LIEGE

LIEU : Liège

TYPOLOGIE : Maison de maître divisée

DATE DE CONSTRUCTION : 1905

DATE DE RENOVATION : 2005 - ...

SURFACE CHAUFFEE : 297 m²

BESOIN DE CHAUFFAGE : 40 - 60 kwh/m².an
(voir consommations)

MAÎTRE D'OUVRAGE : Asbl Eco'Hom

ARCHITECTE : Yves Piron, Asbl Eco'Hom

BUREAU D'ETUDES : EcoRce

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

En 2005, Bernadette Leemans (éco-conseillère) et Yves Piron (architecte) décident de créer une asbl, baptisée Eco'Hom, afin de promouvoir l'éco-rénovation du patrimoine urbain ainsi que la mobilité douce. En parallèle, ils se lancent dans la rénovation d'un grand immeuble situé dans le quartier Saint-Léonard, à Liège, dans le but d'en faire leur bâtiment pilote, un lieu didactique de sensibilisation aux techniques de rénovation durable.

Le quartier Saint-Léonard est intégré dans un projet de rénovation urbaine depuis déjà plus de dix ans. Au début de cette année 2009, il a également été choisi par la Ville de Liège pour participer au projet européen SUN (Sustainable Urban Neighbourhoods) qui vise à améliorer la qualité de vie et la durabilité de 5 quartiers, situés dans le réseau de villes de l'Eurégio Meuse-Rhin. La Ville de Liège et l'asbl Eco'Hom sont les partenaires privilégiés de ce projet pour le quartier Saint-Léonard.

Le bâtiment rénové par l'asbl Eco'Hom consiste en une maison bourgeoise datant du début du XX^e siècle. Avant la rénovation, celle-ci était occupée par deux logements. La partie située au-dessus du porche et l'annexe semblent avoir été construite par après. La façade à rue est classée ; les techniques utilisées au niveau de l'isolation du bâtiment sont choisies en conséquence.



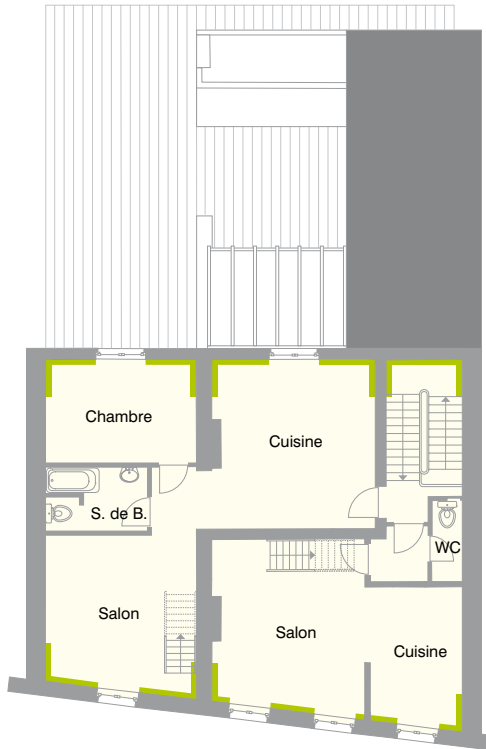
Le bâtiment pilote de l'asbl Eco'Hom s'inscrit dans le projet de rénovation urbaine du quartier Saint-Léonard à Liège.



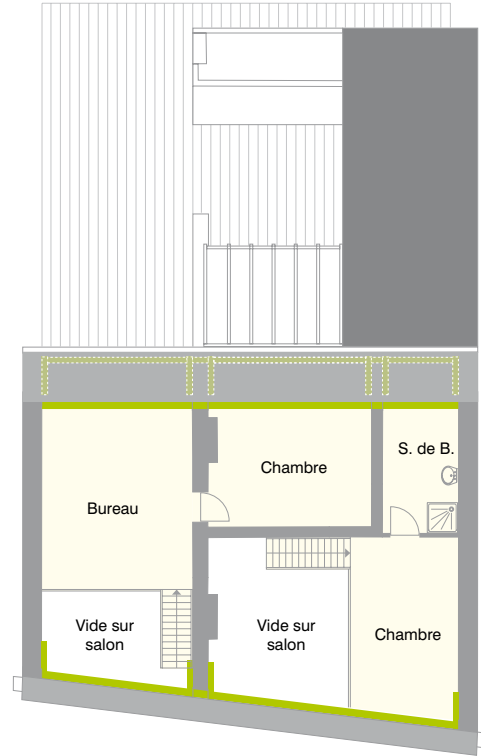
Façade avant et annexe avant rénovation.

1.2 PROGRAMME

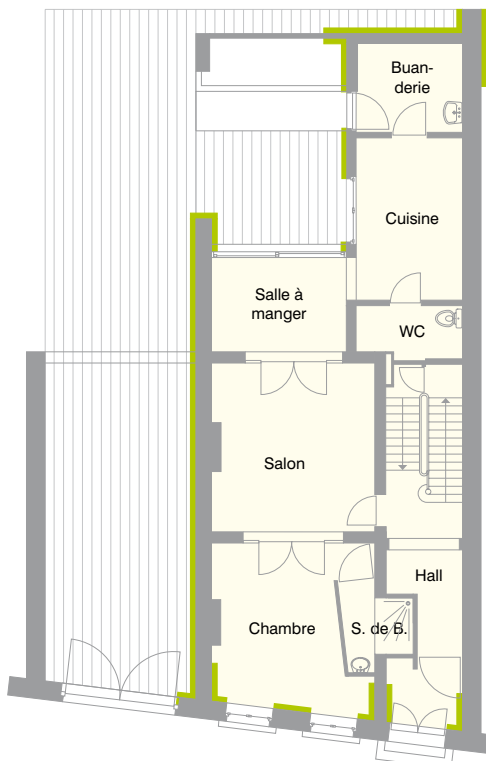
Le bâtiment compte aujourd'hui quatre logements et le bureau de l'association Eco'Hom. Situés dans un quartier d'une grande diversité culturelle et sociale, les propriétaires ont souhaité également proposer des logements favorisant la mixité. L'appartement au rez-de-chaussée est entièrement aménagé pour des personnes à mobilité réduite. A l'entresol, l'asbl Eco'Hom a installé ses bureaux. Au premier étage, se trouve un logement pour étudiants. Le deuxième étage et ses mezzanines sont occupés par un studio et un appartement deux chambres.



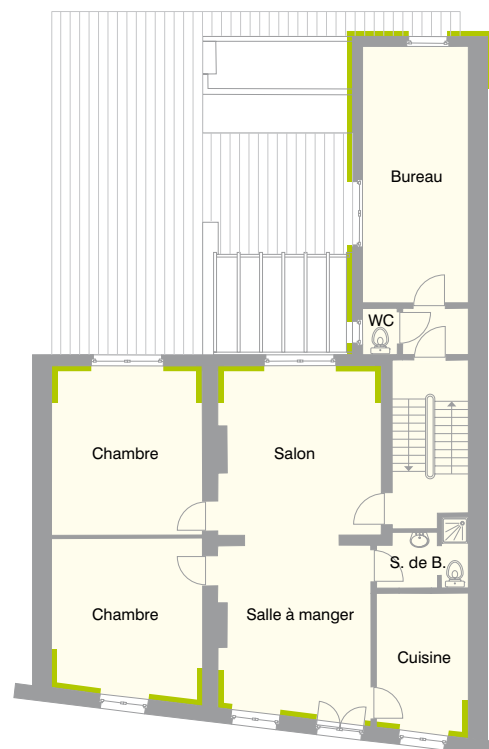
Plan deuxième étage



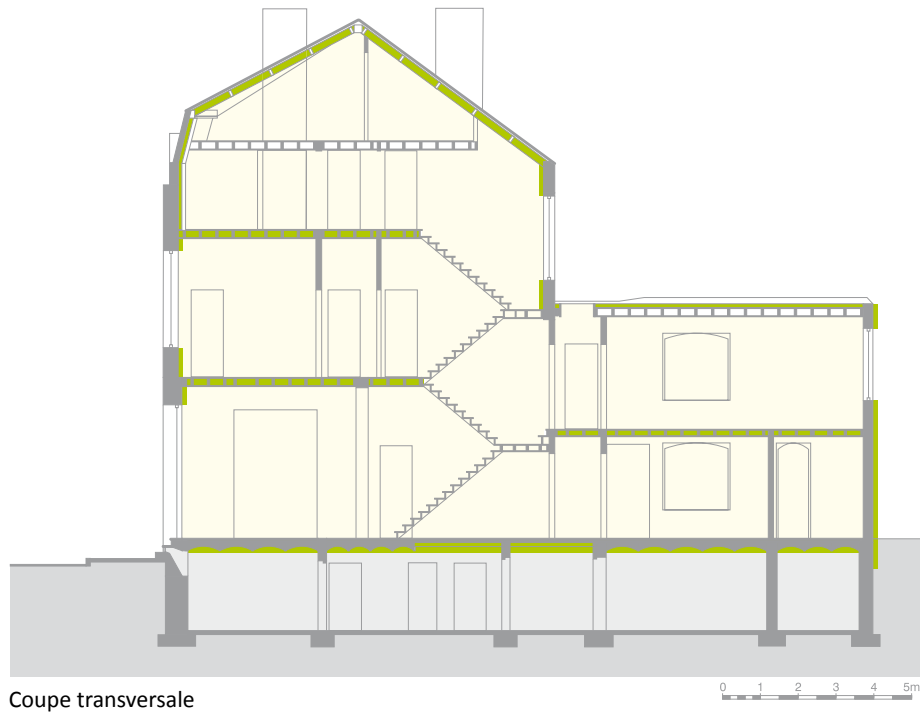
Plan mezzanine



Plan rez-de-chaussée



Plan entresol et premier étage



1.3 RESUME DE LA RENOVATION

- Rénovation de la toiture
- Isolation des façades du bâtiment principal par l'intérieur
- Isolation des façades de l'annexe par l'extérieur + bardage bois
- Isolation des planchers
- Remplacement des châssis par du double vitrage
- Ventilation double-flux + échangeur de chaleur
- Chaudière gaz à condensation + radiateurs
- Panneaux solaires thermiques
- Matériaux écologiques
- Récupération des eaux de pluie

1.4 ARCHITECTURE

L'objectif de l'architecte était de ne pas dénaturer la qualité architecturale du bâtiment. Le défi est réussi puisque le projet respecte l'existant autant que possible. Le bâtiment principal a été rénové pratiquement à l'identique. Davantage de libertés ont été prises au niveau de la rénovation de l'annexe.

Les baies du bâtiment principal ont été maintenues. Seuls quelques fenêtres de toit ont été ajoutées. Les baies de l'annexe ont subi quelques modifications.

Le système d'isolation a été choisi en fonction de chaque situation : par l'intérieur pour le bâtiment principal et par l'extérieur pour l'annexe. Toutes ces mesures ont permis de préserver l'esthétique du bâtiment ancien .



Façade avant après rénovation.



Façade arrière et annexe après rénovation.



Mezzanine en structure bois.



Toiture du bâtiment principal : étanchéité à l'extérieur et freine-vapeur à l'intérieur.



Isolation par l'intérieur du bâtiment principal - façade arrière.

2. CONSTRUCTION ET TECHNIQUES

2.1 STRUCTURE

Aucune intervention majeure n'a été réalisée au niveau de la structure du bâtiment.

Seules quelques baies ont été percées dans le mur de refend central.

Le plancher du grenier a été démolé et reconstruit plus bas de façon à créer des mezzanines dans l'espace sous toiture.

La structure de la toiture a été maintenue. Des planches ont été fixées aux chevrons de manière à les allonger et à pouvoir placer une épaisseur suffisante d'isolant.

2.2 ENVELOPPE

► Composition des parois et valeurs U (existant - neuf)

BÂTIMENT PRINCIPAL

Toiture à versants

Tuiles terre cuite	3 cm
Lame d'air + lattage	4 cm
Panneaux fibres de bois bitumé	2,2 cm
Isolation flochage cellulose (+ structure bois)	23 cm
Freine-vapeur intelligent	0,1 cm
Lame d'air ventilée	2 cm
Plaque fibro-plâtre	1 cm
Enduit plâtre	0,3 cm
U = 0,17 W/m²K	35,6 cm

Façade avant

Briques terre cuite	6 cm
Lame d'air non ventilée	4 cm
Briques terre cuite	29 cm
Plâtre	2 cm
Isolation matelas cellulose (+ structure métal)	10 cm
Freine-vapeur intelligent (façade arrière)	0,1 cm
Plaque fibro-plâtre	1,2 cm
Enduit plâtre	0,3 cm
U = 0,29 W/m²K	52,6 cm

Façade arrière

Briques terre cuite	39 cm
Plâtre	2 cm
Isolation matelas cellulose (+ structure métal)	10 cm
Freine-vapeur intelligent (façade arrière)	0,1 cm
Plaque fibro-plâtre	1 cm
Enduit plâtre	0,3 cm
U = 0,31 W/m²K	52,3 cm

En ce qui concerne les façades, les ponts thermiques au niveau des structures métalliques placées entre les isolants n'ont pas été pris en compte dans le calcul du U de la paroi. Ces éléments induisent une augmentation des déperditions de l'ordre de 50%. Une autre solution aurait donc été plus judicieuse, par exemple une structure bois.

Plancher rez (sur cave)

Plancher en bois	2 cm
Isolation flocage cellulose (+ structure bois)	12 cm
Briques voussettes (entre poutrelles acier)	16 cm
U = 0,32 W/m ² K	30 cm

ANNEXE

Toiture plate

Roofing	2 cm
Panneau de bois	2,5 cm
Lame d'air ventilée (+ structure bois)	30 cm
Laine de roche	16 cm
Plaque fibro-plâtre	1 cm
Enduit plâtre	0,3 cm
U = 0,20 W/m ² K	35,8 cm

Façades

Bardage bois	2,8 cm
Lame d'air ventilée	2 cm
Étanchéité	0,1 cm
Isolation laine de roche (+ structure bois)	8 cm
Briques terre cuite	26 cm
Enduit argile	4 cm
U = 0,33 W/m ² K	44,4 cm

Plancher rez annexe (sur cave)

Chape isolante	7 cm
Panneaux isolation mousse de polyuréthane	8 cm
Briques voussettes (entre poutrelles acier)	16 cm
U = 0,26 W/m ² K	31 cm

► Fenêtres

Les fenêtres ont toutes été remplacées par des châssis en bois afzélia avec double vitrage. Le coefficient de transmission thermique moyen des fenêtres est de 1,4 W/m²K.

- Châssis : U = 1,6 W/m²K
- Double vitrage : U = 1,1 W/m²K

► Traitement des ponts thermiques

L'isolation par l'intérieur demande certaines interventions particulières pour éviter les ponts thermiques.

Les murs de refend, accrochés aux murs de façades, ont été isolés sur une longueur d'un mètre pour que la chaleur ne puisse s'échapper à travers leur masse.

Les planchers ont tous été coupés à 5 cm des murs extérieurs afin d'obtenir une continuité au niveau de l'isolation de façade. De plus, pour obtenir une bonne isolation thermique et acoustique entre les espaces, les planchers entre les différents étages ont tous été isolés à l'aide de cellulose insufflée entre les structures.

► Étanchéité à l'air

Différentes mesures ont été prises pour rendre le bâtiment étanche à l'air. Les freine-vapeurs à diffusion variable placés en toiture et en façade arrière permettent de garantir une bonne étanchéité à l'air tout en s'ouvrant et en se fermant au passage de la vapeur d'eau présente dans la maison en fonction des conditions d'humidité.



Isolation par l'extérieur et étanchéité de l'annexe.



Isolation des planchers intermédiaires en cellulose.



Freine-vapeur et étanchéité à l'air.

Les raccords entre les lés ont été recouverts de bandes adhésives assurant la continuité du freine-vapeur. Les raccords au niveau des baies ont aussi été soignés.

Quelques lacunes subsistent au niveau de l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Au niveau de la façade avant, aucun freine-vapeur n'a été mis en place. Cela n'était pas indispensable car le risque de condensation est très faible vu que cette façade, orientée au Nord, n'est pas battue par la pluie et est constituée de briques peu poreuses. A posteriori, l'architecte regrette de ne pas y avoir également placé un freine-vapeur, vu que cela aurait nettement amélioré le niveau d'étanchéité à l'air global du bâtiment.

D'autre part, la porte d'entrée ancienne ayant été préservée, l'étanchéité à l'air est assez mauvaise à ce niveau. Un sas doit encore être créé pour remédier à ce problème. Le plancher de la cave et les parois séparant celle-ci du hall d'entrée doivent encore être isolés. L'architecte signale également que toutes les portes d'entrées des appartements sont coupe-feu, conformément à la norme, mais que ces portes ne sont pas étanches à l'air.



Ventilation double flux avec échangeur de chaleur.



Bouche d'arrivée d'air.



Chaudière gaz à condensation.



Radiateurs surdimensionnés, à basse température.

2.3 STRATEGIES THERMIQUES

► Stratégie d'hiver

L'architecte a estimé que 30% des besoins de chauffage peuvent être comblés à l'aide des panneaux solaires. Les 70% restants sont couverts par une chaudière gaz à condensation. Des radiateurs surdimensionnés fonctionnant à basse température permettent de distribuer cette chaleur.

L'air de ventilation entrant est préchauffé dans un échangeur grâce à l'air sortant.

► Stratégie d'été

L'inertie des murs de façade est fortement diminuée du fait de l'isolation par l'intérieur de ceux-ci. Cependant, l'inertie des murs intérieurs est préservée autant que possible. En effet, les murs de maçonnerie sont simplement peints ou recouverts d'enduits naturels à la chaux ou à l'argile.

Les fenêtres de toit disposent d'un film de protection extérieur pour éviter les surchauffes. Des casquettes seront peut-être réalisées plus tard au-dessus des grandes baies situées dans la façade sud.

2.4 ENERGIE

► Ventilation

Deux appareils de ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux ont été installés. L'air neuf est pulsé dans les séjours et les chambres et l'air vicié est extrait dans les salles de bain et les cuisines. L'air frais et sec venant de l'extérieur est réchauffé en croisant l'air extrait humide et chaud dans un échangeur.

Le premier appareil est destiné au rez-de-chaussée et au bureau de l'entresol ; il pulse 300 m³ d'air neuf par heure. Le deuxième appareil permet la ventilation du premier et du deuxième étage ; le débit pour celui-ci est de 400 m³ par heure.

Le système est réglé de manière à ce que les locataires ne doivent pas intervenir dans sa gestion. La régulation de la ventilation est opérée à l'aide de sondes hygrométriques au niveau de l'air extrait, de sondes de température extérieure et d'une programmation horaire. Dès que la température extérieure dépasse les 18°C, le débit de ventilation diminue. Si l'humidité de l'air extrait est élevée, la vitesse des ventilateurs augmente. Et la programmation horaire est établie de façon à ce que le débit d'air hygiénique pulsé soit plus important aux moments où le plus d'occupants sont présents.

► Chauffage

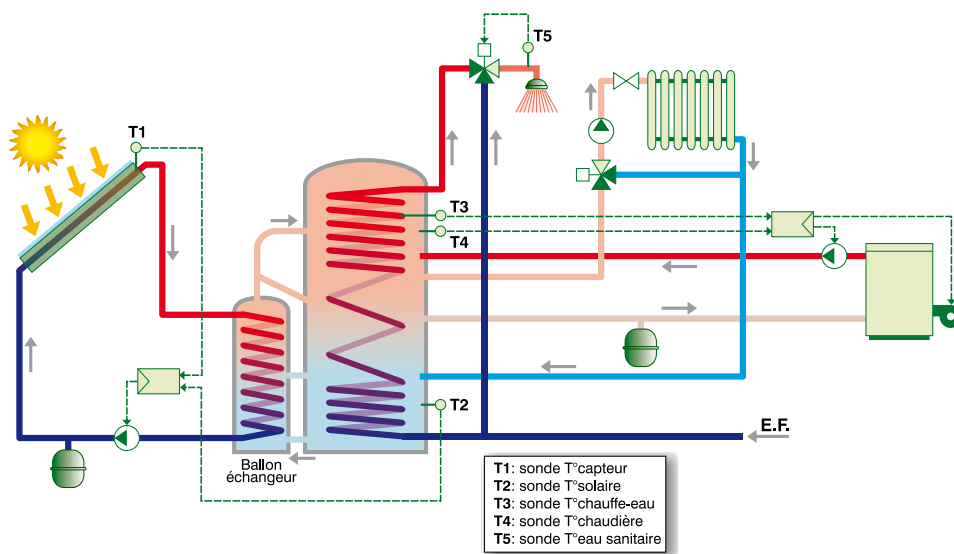
Le bâtiment étant relativement bien isolé, le besoin de chauffage n'est pas très élevé. 18 m² de capteurs solaires thermiques plans ont été installés en toiture. Un système de réservoir stratifié avec ballon échangeur permet une utilisation optimale de l'énergie solaire pour l'eau chaude et le chauffage. Le réservoir de 1 000 litres est rempli d'eau morte de chauffage. Dans un petit ballon échangeur, l'eau morte est chauffée par l'énergie captée au niveau des panneaux solaires thermiques. Quatre bouches situées à des hauteurs différentes relient le ballon échangeur au réservoir. La thermocirculation naturelle permet une bonne stratification des températures dans le ballon.

Si la température de l'eau dans le tiers supérieur du réservoir n'est pas suffisante, la chaudière gaz à condensation se met en route pour apporter l'appoint de chaleur nécessaire.

La chaleur est distribuée dans les différentes pièces via de l'eau à basse température (40°C) et des radiateurs surdimensionnés. Chaque logement dispose d'un compteur intégrateur et d'un thermostat et les radiateurs sont munis de vannes thermostatiques pour permettre aux occupants de régler la température intérieure selon leurs besoins.

► Eau chaude sanitaire

L'eau sanitaire est chauffée grâce à un serpentin ondulé en acier inoxydable situé dans le ballon de 1 000 litres et permettant le chauffage instantané de l'eau sanitaire, évitant les pertes de chaleur et la formation de bactéries. L'architecte a estimé que l'énergie solaire devrait permettre le chauffage de 60% de l'eau chaude sanitaire consommée dans le bâtiment, le reste étant fourni par la chaudière.



Panneaux solaires thermiques.



Ballons de préparation de l'eau chaude sanitaire.

2.5 COÛTS DES TRAVAUX

Les travaux de rénovation ont représenté un coût s'élevant entre 950 et 1000 € par m² de surface habitable, hors tva et architecte.

- Surface habitable : 297 m², dont 65 m² en mezzanine.
- Surface espaces communs non chauffés : 31 m²

Les maîtres d'ouvrage ont fait beaucoup de travaux eux-même afin de limiter les coûts. Le prix reste relativement élevé du fait que la création de quatre logements implique un nombre important d'équipements (salles de bain, cuisines, compteurs, ...).



Enduit à base d'argile.

3. ENVIRONNEMENT

3.1 MATERIAUX ET PROCÉDES CONSTRUCTIFS

L'architecte a été assez attentif au choix des matériaux mis en oeuvre. Pour des raisons financières, des matériaux écologiques n'ont pas pu être utilisés partout. Il a donc été décidé de privilégier les matériaux écologiques au moins à l'intérieur du bâtiment.

Les isolants utilisés dans la maison sont la cellulose et le chanvre. Ces matériaux écologiques présentent de nombreuses qualités par rapport aux matériaux traditionnels. Ils ont une plus grande capacité thermique, sont plus ouverts au passage de la vapeur d'eau et ont un impact plus faible sur la santé des occupants.



Enduit à base de coton.



Au niveau des finitions, une grande diversité de produits ont été mis en oeuvre mais il s'agit toujours de matériaux les plus écologiques et sains possibles : enduits à base d'argile, de chaux, de chaux et de chanvre, de plâtre naturel, de coton, peintures naturelles à la chaux, ...

D'autre part, Yves Piron ne cesse d'expérimenter. Il étudie avec le centre de recherche Architecture et Climat de l'UCL différents aspects : la migration de la vapeur d'eau des parois isolées par l'intérieur, les enduits chaux-chanvre, ... Des capteurs mesurant le degré d'hygrométrie et la température ont été placés en différents points des parois.

3.2 MOBILITE

Un parking de 24 places a été créé à l'arrière du bâtiment, cela étant obligatoire suite à la division de la maison en plusieurs appartements. Un parking vélos a aussi été créé.

La maison est assez proche du centre de Liège. Deux bus passent dans la rue et s'arrêtent juste devant la maison. L'un de ces bus permet d'aller dans le centre, à la gare TGV, ...



4. VEGU

4.1 CONFORT THERMIQUE

Les occupants du bâtiment sont très satisfaits du confort thermique intérieur, tant en hiver qu'en été.

L'isolation permet de réduire notablement les besoins de chauffage tandis que les efforts opérés au niveau des baies et de l'étanchéité à l'air permettent de supprimer toute sensation de courant d'air.

L'utilisation de matériaux naturels permet d'atteindre de très bonnes conditions hygrothermiques malgré le fait que l'isolation soit appliquée par l'intérieur.

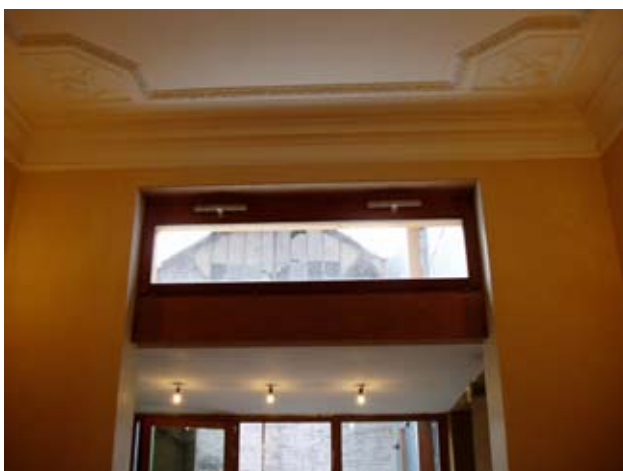
L'utilisation de la cellulose pour l'isolation de la toiture permet, en été, d'atténuer l'augmentation de la température intérieure au niveau des espaces en mezzanine.

4.2 UTILISATION

La maison étant occupée par différents locataires, il est important de les sensibiliser aux questions d'économie d'énergie pour arriver à des résultats intéressants.

Les fondateurs de l'asbl Eco'Hom ont créé un règlement d'ordre intérieur, reprenant les différents principes à respecter pour une bonne gestion et une utilisation rationnelle de l'énergie au niveau du chauffage, de la ventilation, de l'électricité, de l'eau, ... Une séance d'information a également lieu une fois par an afin d'intéresser les locataires à cette problématique.

La ventilation est réglée pour tout le bâtiment via des sondes et une programmation automatique mais, pour le



Finitions, textures et couleurs très variées d'une pièce à l'autre.
En haut : enduit coton.

Au centre à gauche : enduit à l'argile, mur en brique peint et finition plâtre pour le retour d'isolation sur le mur de refend.

Au centre à droite : enduit à l'argile et enduit à la chaux.

En bas : peinture naturelle à la chaux.



Compteurs d'électricité pour chaque logement.



Compteurs intégrateurs pour les consommations de chauffage de chaque logement.

chauffage, chaque logement dispose d'un thermostat que les locataires peuvent programmer comme ils le souhaitent. Bien sûr, certains occupants sont plus attentifs que d'autres. L'architecte nous explique aussi qu'il est assez difficile de faire comprendre aux locataires qu'il vaut mieux garder les fenêtres fermées vu qu'un système de ventilation mécanique est installé. En effet, l'ouverture des fenêtres peut déséquilibrer le système.

4.3 GESTION ET MAINTENANCE

La programmation de la chaudière, en relation avec les panneaux solaire, n'a pas été optimale dès la première configuration. Le réglage de la ventilation a également nécessité quelques ajustements.

Les filtres des appareils de ventilation sont nettoyés tous les deux mois et remplacés deux fois par an.

Dans le passage commun couvert au rez-de-chaussée, différents compteurs permettent de visualiser les consommations en électricité de chaque logement.

Des compteurs intégrateurs permettent de calculer la consommation de chauffage de chaque appartement.

Il aurait pu être intéressant de faciliter l'accès à ces compteurs de manière à sensibiliser davantage l'occupant à sa consommation.

4.4 CONSOMMATIONS

La surface chauffée est de 297 m² et les plafonds étant relativement hauts, le volume chauffé est assez important. Il s'élève à 977 m³.

La première année d'occupation après rénovation a demandé une consommation de chauffage de 18 297 kWh, soit 61,6 kWh par m² de surface habitable par an.

Les besoins de chauffage sont bien sûr plus importants vu qu'une partie de ceux-ci sont comblés par les panneaux solaires thermiques. Il a été estimé que ceux-ci pouvaient couvrir 30% des besoins de chauffage mais les réglages entre les panneaux solaires et la chaudière n'ont pas été optimaux dès leur mise en service et, pour le moment, les maîtres de l'ouvrage ne disposent pas encore de chiffres précis indiquant la part apportée par le solaire.

Les propriétaires prévoient que cette consommation baisse encore à l'avenir étant donné que des réglages plus fins ont été faits au niveau de la programmation du chauffage et de la ventilation.

Les espaces communs non chauffés doivent encore être isolés en certains points. Les parois séparant le hall d'entrée de la cave vont être isolées et un sas d'entrée va être créé. Ces mesures permettront de diminuer encore les déperditions et les besoins de chauffage.

D'autre part, il est important de souligner qu'environ 50% de la consommation de chauffage du bâtiment est liée à l'appartement situé au rez-de-chaussée. Celui-ci est occupé par un couple comprenant une personne à mobilité réduite. Celle-ci est très souvent présente dans l'appartement et nécessite une température intérieure supérieure à la moyenne demandée. Cela explique que les consommations soient aussi élevées.

Les maîtres de l'ouvrage pensent pouvoir arriver à une consommation de chauffage d'environ 40 kWh/m².an, soit à peu près l'équivalent de 1 200 litres de mazout par an pour l'entièreté de la maison.

Ils ont estimé que le bâtiment avant rénovation devait consommer environ l'équivalent de 10 000 litres de mazout par an.

Le résultat obtenu à l'heure actuelle est donc déjà très intéressant. Les derniers travaux à effectuer combinés au suivi poussé des réglages et des consommations permettront d'aller encore plus loin.

5. CONCLUSIONS

Ce projet montre qu'il est possible de réaliser une rénovation énergétique performante, même dans un bâtiment ayant une façade classée. Bien que des améliorations puissent encore être apportées, le résultat est déjà très bon.

L'asbl Eco'Hom a fait de cette maison son bâtiment témoin. Des visites guidées sont organisées régulièrement. Cette initiative permet d'informer concrètement le public sur l'éco-rénovation.

Dans la même optique, les démarches des maîtres de l'ouvrage pour sensibiliser les locataires aux économies d'énergie sont très intéressantes. Il apparaît clairement que, dans le cas de locations, ces interventions sont essentielles pour que le bâtiment soit utilisé de façon optimale et qu'une baisse conséquente des consommations d'énergie soit obtenue.



Cette fiche a été réalisée dans le cadre du projet LEHR - Low Energy Housing Retrofit, rassemblant trois équipes de recherches (PHP/PMP, Architecture et Climat - UCL, CSTC) pour le compte de l'Etat belge - SPP Politique Scientifique, en exécution du «Programme de stimulation au transfert de connaissance dans des domaines d'importance stratégique».

Source information projet : Yves Piron, Bernadette Leemans, Asbl Eco'Hom.

Auteurs photos : Yves Piron, Bernadette Leemans, Aline Branders.

Auteur publication : Aline Branders, Architecture et Climat.

