



## MAISON QUATRE FAÇADES BRUXELLES

LIEU : Woluwé-Saint-Lambert

TYPOLOGIE : Maison quatre façades

DATE DE CONSTRUCTION : 1945-1946

DATE DE RENOVATION : 2008 - ...

SURFACE CHAUFFEE : 147 m<sup>2</sup>

BESOIN DE CHAUFFAGE : 43 kWh/m<sup>2</sup>.an (PHPP)

MAÎTRE D'OUVRAGE : Steve Damman

ARCHITECTE : /

BUREAU D'ETUDES : Brouae - Gêrôme Forthomme

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1 CONTEXTE

Fin 2007, la famille Damman fait l'achat d'une maison quatre façades dans un quartier résidentiel de Bruxelles. La maison, construite juste après la guerre, est constituée de nombreuses petites pièces chauffées par différents poêles à bois. Une rénovation semble indispensable pour répondre aux exigences d'utilisation et de performance énergétique actuelles.

C'est lors d'une conférence de presse sur les primes basse énergie et passive que Steve Damman a l'idée d'améliorer la performance énergétique de sa maison de façon plus poussée. Un autre point déclencheur de sa démarche est de souhaiter que ces enfants grandissent dans une maison saine.

Sans expérience dans le domaine et avec un budget limité, le projet n'est pas simple à mettre en place. Steve Damman va enquêter sur chaque technique, sur chaque matériau, et la rénovation va prendre forme petit à petit.



Ci-dessus : situation à Woluwé-Saint-Lambert.

Ci-dessous : maison avant rénovation.

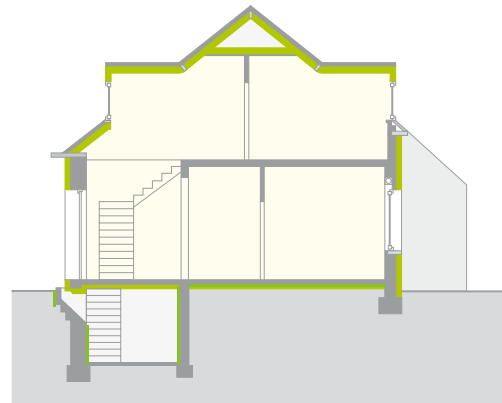


## 1.2 PROGRAMME

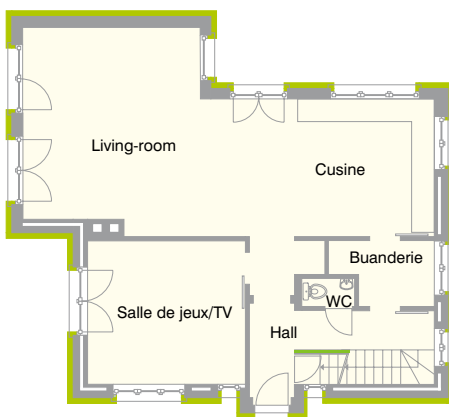
La maison est occupée par deux adultes et deux enfants. Un bureau a été installé dans le séjour puisque les parents travaillent parfois à la maison. Une salle de jeux ou d'études a été prévue pour les enfants.

## 1.3 RESUME DE LA RENOVATION

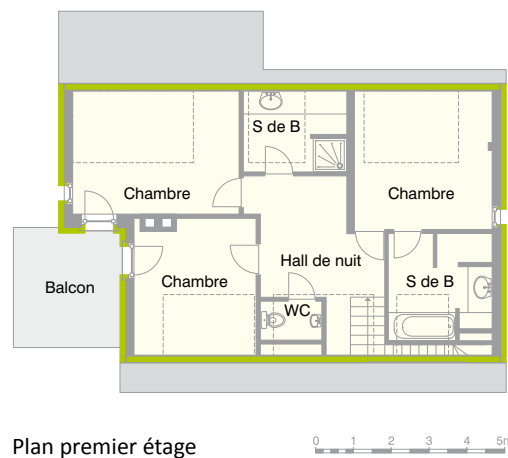
- Reconstruction et isolation de la toiture
- Isolation des façades par l'extérieur
- Isolation du plancher sur terre plein et sur cave
- Agrandissement de certaines baies
- Remplacement des châssis par du triple vitrage
- Ventilation double flux + échangeur de chaleur
- Chaudière gaz à condensation + radiateurs
- Installation électrique domotique
- Récupération des eaux de pluie



Coupe transversale



Plan rez-de-chaussée



Plan premier étage

## 1.4 ARCHITECTURE

Le front de rue est classé comme site historique, la maison étant située juste en face d'une église. Le bâtiment ne peut donc pas subir de changements trop importants, que ce soit au niveau de sa volumétrie ou de son architecture. Plusieurs changements ont toutefois pu être réalisés.

La toiture a été rehaussée de 50 cm et des lucarnes y ont été créées pour rendre le premier étage habitable. Plusieurs cloisons ont été démolies afin d'agrandir les pièces. Quelques fenêtres situées à l'arrière de la maison ont été transformées en porte-fenêtres de manière à profiter davantage de l'ensoleillement et de la lumière. Les espaces ont été agencés de manière à s'adapter au mieux au mode de vie de la famille.



Maison après rénovation.



## 2. CONSTRUCTION ET TECHNIQUES

### 2.1 STRUCTURE

Les murs extérieurs ont été rehaussés de 50 cm à l'aide de briques récupérées sur les cloisons démontées.

La charpente de la toiture a complètement été reconstruite.

Quelques baies ont été percées dans des murs porteurs.

### 2.2 ENVELOPPE

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

Toiture à versants

Tuiles terre cuite	2 cm
Lame d'air + lattage	4 cm
Panneaux fibres de bois bitumé	2,2 cm
Panneaux isolation fibres de bois (+ struct.)	22 cm
Freine-vapeur intelligent	0,1 cm
Plaques fibro-plâtre	1,3 cm
U = 0,29 W/m <sup>2</sup> K	31,6 cm

Sol grenier

Panneaux fibres de bois	2,2 cm
Panneaux isolation fibres de bois (+ struct.)	30 cm
Freine-vapeur intelligent	0,1 cm
Plaques fibro-plâtre	1,3 cm
U = 0,22 W/m <sup>2</sup> K	33,6 cm

L'isolation de la toiture à versants a été réalisée jusqu'au faite afin d'éviter les risques de condensation dans les combles (voir coupe).

Le freine-vapeur englobe tout l'espace chauffé. Il couvre donc l'ensemble de la toiture, à l'exception des combles perdus.

Les lucarnes ont également été isolées par 22 cm de panneaux de fibres de bois.

Les façades les plus exposées au vent ont été construites à l'origine avec un double mur tandis que les autres ne sont constituées que d'un simple mur.

Façades simple mur

Enduit	2 cm
Panneaux isolation polystyrène expansé	10 cm
Briques terre cuite	28 cm
Enduit plâtre	1,5 cm
U = 0,31 W/m <sup>2</sup> K	41,5 cm

Façades double mur

Enduit	2 cm
Panneaux isolation polystyrène expansé	10 cm
Briques terre cuite	20 cm
Vide	5 cm
Briques terre cuite	10 cm
Enduit plâtre	1,5 cm
U = 0,31 W/m <sup>2</sup> K	41,5 cm



Démolition de l'ancienne toiture, rehaussement des murs de façades et construction et isolation de la nouvelle toiture.



Isolation des façades en panneaux de polystyrène expansé. Isolation des soubassements en panneaux de verre cellulaire.



Réalisation de la nouvelle dalle en béton isolant : coulage sur étanchéité et armatures.



Mousse isolante entre les châssis et les murs et pose des seuils en pierre à ras des fenêtres et du mur.



Panneaux d'isolation posés devant châssis + crépis.



Isolation de la toiture et pose du freine-vapeur. Les différents éléments sont raccordés par des bandes adhésives étanches.

La dalle existante a été démolie et le sol a été creusé de façon à pouvoir couler une nouvelle dalle isolante sans modifier le niveau fini du plancher.

Plancher rez-de-chaussée sur sol

Carrelage	1 cm
Chape béton	7 cm
Dalle béton avec billes isolantes polystyrène	20 cm
Etanchéité	0,1 cm
U = 0,35 W/m <sup>2</sup> K	28,1 cm

Plancher rez-de-chaussée sur cave

Carrelage	1 cm
Chape béton	5 cm
Dalle béton	17 cm
Isolation panneaux polystyrène extrudé	5 cm
U = 0,49 W/m <sup>2</sup> K	28 cm

La chaudière se trouve dans la cave. Les murs de celle-ci ayant été isolés, l'espace aurait pu être considéré comme faisant partie du volume chauffé mais il a quand même été isolé du reste de la maison.

#### ► Fenêtres

Toutes les fenêtres ont été remplacées. Les châssis sont en PVC avec triple vitrage. Le coefficient de transmission thermique moyen des fenêtres est de 1 W/m<sup>2</sup>K.

- Châssis : U = 1 W/m<sup>2</sup>K
- Triple vitrage : U = 0,6 W/m<sup>2</sup>K

Le facteur solaire «g» du vitrage est de 0,56.

#### ► Traitement des ponts thermiques

L'isolation par l'extérieur permet de limiter efficacement les ponts thermiques. Souvent, les seuils de fenêtres représentent un point critique.

Ceux-ci ont tous été remplacés par de nouveaux seuils en pierre placés à fleur du châssis et des panneaux isolants. De la mousse isolante a été injectée du côté intérieur, sous le châssis. Les panneaux isolants des façades ont été posés de façon à recouvrir partiellement le châssis afin d'éviter tout pont thermique.

Le sol a été creusé autour de la maison afin de pouvoir isoler les fondations le plus profondément possible. Au niveau des soubassements des façades et des murs contre-terre, des panneaux de verre cellulaire ont été posés.

#### ► Etanchéité à l'air

Différentes mesures ont été prises pour améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Un freine-vapeur intelligent a été placé du côté intérieur de la toiture et des lucarnes. Aucun percement n'a été fait dans celui-ci pour placer un point lumineux ou autre.

Tous les murs extérieurs ont été recouverts du côté intérieur d'un enduit en plâtre garantissant l'étanchéité à l'air des murs.

L'étanchéité au niveau des fenêtres a été soignée.

Un test blower door a été réalisé et le niveau d'étanchéité n50 mesuré est de 1,86 h<sup>-1</sup>, ce qui est très bien pour une rénovation.



Réalisation du test blower door. Toutes les ouvertures sont fermées. La ventilation mécanique double flux est arrêtée et l'obturation du circuit est faite par des ballons gonflables placés dans les tubulures d'admission et d'évacuation au niveau des murs extérieurs.

## 2.3 STRATEGIES THERMIQUES

### ► Stratégie d'hiver

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

Les besoins de chaleur sont comblés grâce à une chaudière gaz à condensation. Des radiateurs surdimensionnés fonctionnant à basse température permettent de distribuer la chaleur produite.

Un poêle à bois apporte un petit complément de chaleur dans le séjour.

### ► Stratégie d'été

La maison offre une inertie assez importante grâce aux différents murs en briques et à la dalle de béton qui la composent.

Les grandes portes fenêtres sont orientées vers le jardin au Nord et ne risquent donc pas de poser de problèmes de surchauffe. Les autres fenêtres n'ont pas des dimensions très importantes. D'autre part, la maison est entourée de nombreux arbres qui créent un masque solaire en été.

En cas de surchauffe, une ventilation intensive transversale peut être réalisée la nuit en ouvrant les fenêtres de part et d'autre de la maison.



Ventilation double flux avec échangeur de chaleur.



Bouche de pulsion de l'air hygiénique.



Poêle à bois.



Arrivées d'air chauffé par le poêle.

## 2.4 ENERGIE

### ► Ventilation

Un appareil de ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux a été installé. L'air neuf est pulsé dans les séjours et les chambres et l'air vicié est extrait dans les sanitaires et la cuisine. L'air frais et sec venant de l'extérieur est réchauffé en croisant l'air extrait humide et chaud dans un échangeur.

### ► Chauffage

Une nouvelle chaudière gaz à condensation à ventouse a été installée à la cave. Seuls quatre radiateurs ont été placés dans la maison : un dans le séjour, un dans la salle de jeux et un dans chaque salle de bain. Le besoin de chauffage étant relativement faible, les espaces étant assez ouverts et l'air hygiénique étant chauffé avant d'être pulsé, ces quatre points de chauffe suffisent à maintenir une température agréable dans toute la maison.

Un poêle à bois a également été installé dans le séjour. Des arrivées d'air chaud sont également prévues dans la salle de jeux, à l'arrière du poêle.

L'eau du circuit est chauffée à 55° et les radiateurs sont surdimensionnés. La régulation du système est réalisée à l'aide d'un thermostat, d'une sonde de température extérieure et des vannes thermostatiques présentes sur les radiateurs. Cette optimisation des températures garantit un confort optimal tout en réduisant les pertes, celles-ci étant moins importantes à plus faible température.

#### ► Eau chaude sanitaire

L'eau sanitaire est chauffée instantanément par la chaudière. Les plans de la maison ont été pensés de façon à avoir les distances les plus courtes possibles entre la chaudière et les salles de bain.

Les propriétaires n'ont pas souhaité placer de panneaux solaires pour diverses raisons. Premièrement, les versants des toitures ont des surfaces limitées et sont mal orientés. Ensuite, le front de rue étant classé comme site historique, les panneaux solaires ne peuvent pas être placés n'importe où et ne peuvent pas être trop visibles.

Les propriétaires ont donc préféré réduire les besoins d'énergie plutôt que de produire des énergies renouvelables.

#### ► Electricité

Au niveau de l'électricité, les besoins ont été réduits en n'installant que des équipements ménagers A+, des ampoules à basse consommation et des leds.

D'autre part, un système domotique a été mis en place dans la maison. Au premier étage, le circuit électrique est équipé de biorupteurs. Ces appareils permettent de lutter contre la pollution électromagnétique causée par les installations électriques. Les biorupteurs coupent automatiquement l'alimentation d'un circuit électrique lorsque aucun appareil ne fonctionne sur ce circuit et la rétablissent instantanément dès la première demande de courant. De ce fait, lorsque aucune demande de courant n'est nécessaire sur le circuit, tous les champs électromagnétiques sont éliminés.

La pose de biorupteurs est conseillée principalement pour les réseaux de chambre à coucher. Les occupants d'une maison y passent un temps important et pendant la nuit, en général, aucune demande de courant n'y est vraiment nécessaire. C'est pourquoi les maîtres de l'ouvrage ont souhaité mettre en place ce système au premier étage.

## 2.5 COÛTS DES TRAVAUX

Les propriétaires n'ont pas été en mesure de donner une estimation des coûts de l'ensemble des travaux. Steve Damman a réalisé de nombreuses recherches pour chaque produit, en Belgique et à l'étranger, afin d'obtenir des prix intéressants.

Les maîtres de l'ouvrage peuvent bénéficier de la prime rénovation basse énergie de Bruxelles Environnement (100 € / m<sup>2</sup> de surface plancher jusque 150 m<sup>2</sup> et 50 € / m<sup>2</sup> de surface plancher au-delà de 150 m<sup>2</sup>) et des déductions fiscales pour l'isolation du bâtiment et le remplacement des châssis.

## 3. ENVIRONNEMENT

### 3.1 EAU

Une nouvelle citerne de 2 500 litres a été installée sous la cave. Celle-ci a été choisie en plastique afin de faciliter sa livraison et sa mise en oeuvre, le site étant difficilement accessible.

Cette citerne permet de récupérer les eaux de la toiture. Celles-ci sont filtrées et utilisées pour les toilettes et le linge.

Une citerne existante de 1 000 litres a été conservée dans le jardin. Elle permet également de récupérer une partie des eaux de toiture. Celles-ci ne sont pas filtrées et sont utilisées directement pour l'extérieur de la maison.

### 3.2 MATERIAUX ET PROCÉDES CONSTRUCTIFS

Les briques des murs démolis ont été récupérées et réutilisées. L'acheminement des matériaux étant assez difficile, vu que la parcelle est située en hauteur par rapport à la rue, les maîtres de l'ouvrage ont essayé de limiter au maximum les livraisons et les manutentions complexes.

La charpente de la toiture a été réalisée en résineux local. Le plancher du premier étage est en chêne labellisé FSC et ne comprend que des colles à l'eau.

Les propriétaires ont opté pour des châssis PVC plutôt que des châssis bois pour des raisons de coûts et d'entretien. Certains matériaux choisis, comme les isolants en fibres de bois et les produits de finition intérieurs, ont un impact relativement faible sur l'environnement et sur la santé mais dans l'ensemble, le choix de matériaux écologiques n'était pas la priorité des maîtres de l'ouvrage.

### 3.3 MOBILITE

Auparavant, les maîtres de l'ouvrage habitaient à la campagne. Ils ont choisi de venir s'installer à Bruxelles afin d'être plus proches de leurs lieux de travail et des commerces, services, lieux culturels, etc. Ils considèrent que le temps économisé dans les trajets augmente considérablement leur qualité de vie.

Depuis leur déménagement à Bruxelles, ils ont abandonné une de leurs voitures. Ils se déplacent principalement à vélo et en transports en commun. Le quartier est desservi par le métro et par plusieurs bus.

### 3.4 BIODIVERSITE

Dans un futur proche, Steve Damman voudrait installer une serre à étages contre la façade Sud-Est du séjour afin de cultiver différents légumes en cageots. Il privilégie la serre au potager afin de limiter la surface au sol et d'éviter les polluants. Il souhaite également installer une ruche domestique dans le jardin.

## 4. VEGU

### 4.1 CONFORT THERMIQUE

L'isolation des façades n'étant pas encore terminée, les occupants ne peuvent pas encore juger des qualités thermiques finales de leur maison rénovée. Cependant, ils sont déjà très satisfaits du système de ventilation double flux et apprécient fortement la qualité de l'air intérieur.

Au niveau des températures, malgré que seule la moitié des façades ait été isolée, la température intérieure est déjà agréable et assez stable, même en hiver. Des zones froides se font encore sentir là où l'isolation n'a pas encore été posée mais cela devrait cesser dès que les travaux seront complètement terminés.

En été, il n'y a pas eu non plus de problèmes de surchauffe, même au premier étage qui est situé juste sous la toiture.

### 4.2 GESTION ET MAINTENANCE

Le bâtiment ne disposant pas de technologies très sophistiquées, la maintenance devrait s'avérer légère. Les filtres du système de ventilation doivent être nettoyés régulièrement.

### 4.3 CONSOMMATIONS

Les travaux n'étant pas encore terminés, les consommations de la maison après rénovation ne sont pas encore connues.

A l'aide du logiciel PHPP, certaines estimations ont pu être réalisées.

- Volume chauffé : 480 m<sup>3</sup>
- Surface de déperditions : 439,3 m<sup>2</sup>
- Compacité : 1,09
- Surface de plancher chauffée : 147 m<sup>2</sup>

BESOINS SELON PHPP	kWh/m <sup>2</sup> an	kWh/an
Chauffage	43	6 321
Energie primaire	140	20 580

## 5. CONCLUSIONS

La maison quatre façades est une typologie de logement très répandue en Belgique. Malheureusement, elle est par nature très consommatrice d'énergie puisque ses surfaces de déperditions sont généralement élevées.

Ce projet nous montre qu'il est tout à fait possible d'arriver à un besoin de chauffage relativement bas en isolant correctement ce type de maison. Il convient toutefois de signaler que les coûts sont souvent plus élevés étant donné qu'en général les surfaces à isoler sont plus grandes et les châssis à remplacer plus nombreux.

Les maîtres de l'ouvrage n'avaient pas de grandes connaissances dans le domaine de la construction ou de la rénovation durable mais grâce à leur intérêt, leur persévérance et leurs enquêtes permanentes, ils ont réussi à mener ce projet à bout.

Une de leur priorité était d'offrir un environnement sain à leurs enfants, ce qui les a dirigés vers l'installation d'un système de ventilation mécanique contrôlée, la pose de biorupteurs supprimant la pollution électromagnétique et le choix de matériaux sains à l'intérieur de la maison.

Certains aspects auraient pu être poussés plus loin mais ce projet représente déjà un beau défi.



Le salon, la salle-à-manger et la cuisine font partie d'un même grand espace ouvert. La salle de jeux est proche du séjour et donne sur le jardin.

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 : Steve Damman, Gérôme Forthomme.

Auteurs photos : Steve Damman, Aline Branders.

Auteur publication : Aline Branders, Architecture et Climat.

