

# BRUXELLES PATRIMOINES

ON LINE

# ERFGOED BRUSSEL

**ACTES DE LA JOURNÉE D'ÉTUDE  
HANDELINGEN VAN DE STUDIEDAG**

---

**11/12/2014**

**L'avenir énergétique du bâti existant bruxellois:  
entre performance et préservation**

---

**De energietoekomst van de Brusselse  
gebouwen: tussen bewaren en presteren**

---



UNE PUBLICATION DE BRUXELLES DÉVELOPPEMENT URBAIN  
EEN PUBLICATIE VAN BRUSSEL STEDELIJKE ONTWIKKELING

2015

## Remerciements

La présente publication constitue les actes de la journée d'étude « L'avenir énergétique du bâti bruxellois : entre préservation et performance » qui s'est tenue à Bruxelles à la Bibliothèque royale, le 11 décembre 2014. Organisé par Bruxelles Développement urbain / Service public régional de Bruxelles, le comité de pilotage de ce projet était constitué de Grégoire Clerfayt, Sven De Bruycker, Caroline Mulkers, Benoît Perilleux, Marie-Laure Roggemans, Anne Van Loo, Manja Vanhaelen.

Nous remercions les personnes qui ont apporté leurs conseils, participation et expérience, et particulièrement : Boris D'or, Michael De Bouw, François Dewez, Céline Jeanmart, Benoît Priod, Claudine Houbart. Ainsi que toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à l'organisation et au bon déroulement de l'événement et de la publication de ces actes.

.....

## Met dank aan

Deze publicatie omvat de handelingen van de studiedag "De energietoekomst van de Brusselse gebouwen: tussen bewaren en presteren", die op 11 december 2014 in de Koninklijke Bibliotheek in Brussel werd gehouden. Het stuurcomité van dit project, dat werd georganiseerd door Brussel Stedelijke Ontwikkeling / Gewestelijke Overheidsdienst Brussel, bestond uit Grégoire Clerfayt, Sven De Bruycker, Caroline Mulkers, Benoît Perilleux, Marie-Laure Roggemans, Anne Van Loo, Manja Vanhaelen.

Onze erkentelijkheid gaat uit naar alle personen die ons hebben bijgestaan met hun advies, medewerking en ervaring, vooral: Boris D'or, Michael De Bouw, François Dewez, Céline Jeanmart, Benoît Priod, Claudine Houbart. Dank, ten slotte, aan iedereen die op welke manier ook heeft meegewerkt aan de organisatie en het goede verloop van de studiedag en de publicatie van de handelingen

.....

**BRUXELLES PATRIMOINES**

**ON LINE**

**ERFGOED BRUSSEL**



UNE PUBLICATION DE BRUXELLES DÉVELOPPEMENT URBAIN  
EEN PUBLICATIE VAN BRUSSEL STEDELIJKE ONTWIKKELING

2015



---

## SOMMAIRE / INHOUD



### **P.006** ÉDITORIAL / EDITO

---

**P.008**  
MOT D'ACCUEIL / WELKOMSTWOORD  
Arlette VERKRUYSSEN

---

**P.010**  
MOT D'INTRODUCTION / INLEIDENDE  
OPMERKINGEN  
Bety WAKNINE

---



**P.012**  
QUELLES EXIGENCES PEB  
EN RÉNOVATION ?  
Michaël GOVAERT

---

**P.018**  
BOUWKUNDIG ERFGOED EN  
ENERGIEPRESTATIE:  
VERZOENBARE UITDAGINGEN?  
Manja VANHAELEN

---

**P.026**  
FORMES URBAINES, TYPOLOGIE ET  
AMÉLIORATION DES PERFORMANCES  
ÉNERGÉTIQUES DU BÂTI ANCIEN  
BRUXELLOIS  
Julien BIGORGNE

---

**P.038**  
DE BESCHERMDE HUIZEN VAN DE  
TUINWIJK LE LOGIS - FLORÉAL  
AANPASSINGEN AAN DE HUIDIGE ENERGIE-  
EN COMFORTBEHOEFTE  
Guido STEGEN

---

**P.050**  
FINANCIËLE IMPACT VAN ENERGIE-  
BESPARENDE MAATREGELEN IN  
LE LOGIS - FLORÉAL  
Jonathan FRONHOFFS

---





**P.058**

ANALYSE DES INCERTITUDES SUR  
DES SIMULATIONS THERMIQUES  
DYNAMIQUES DE LOGEMENTS  
ANCIENS

CAS D'UN IMMEUBLE ET D'UNE MAISON  
EN RÉGION PARISIENNE

Julien BORDERON

---

**P.066**

RISICO-ANALYSE VAN DE TOEPASSING  
VAN BINNENISOLATIE IN HISTORISCHE  
GEBOUWEN: CASE STUDY, DE  
VOORMALIGE VEEARTSENIJSCHOOL  
TE ANDERLECHT

Roald HAYEN

---

**P.078**

IEDER ZIJN HUIS, RENOVATIE VAN  
EEN SOCIALE WOONTOREN

Charlotte NYS

---

**P.088**

LA TOUR BRUNFAUT  
PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DÉFINITION  
DES ENJEUX D'UNE RÉHABILITATION

Vincent DEGRUNE

---

**P.096**

PRÉSENTATION ET RÉSULTATS  
DES PROJETS PLAGE

PLAN LOCAL D'ACTION POUR  
LA GESTION ÉNERGÉTIQUE

Emmanuel HECQUET

---

**P.102**

LA CONTRIBUTION DU LABORATOIRE  
RÉNOVATION DU CSTC À L'ENTRETIEN  
DU PATRIMOINE

Sandrine HERINCKX

---

**P.108**

RÉNOVATION DURABLE DE  
LA MAISON BRUXELLOISE :  
UN DÉFI POUR LES ARTISANS DU BÂTIMENT

Jérôme BERTRAND

---

**P.120**

CONCLUSION / CONCLUSIE

Benoît PÉRILLEUX

---

**P.124**

COLOPHON / COLOFON

---

# ÉDITORIAL

*Bruxelles Patrimoines on line* est le premier numéro d'une déclinaison digitale de la revue éponyme. Consacré aux actes du colloque «L'avenir du bâti bruxellois : entre préservation et performance», il reprend les contributions présentées lors de la journée d'étude organisée par Bruxelles Développement urbain, qui s'est tenue à la Bibliothèque royale de Belgique le 11 décembre 2014.

Cette journée avait pour objectif de poser les jalons d'une réflexion commune à l'ensemble des administrations et acteurs des domaines du patrimoine et de l'énergie pour dégager, à long terme, des solutions visant à atteindre un meilleur équilibre entre la nécessaire préservation du bâti bruxellois et la non moins nécessaire recherche de performance énergétique de ce bâti. Afin de cerner les problèmes et dégager les lignes de force de projets futurs, nous avons sollicité des spécialistes bruxellois et étrangers, venant d'horizons différents : énergéticiens, architectes, historiens de l'art, ingénieurs... pour qu'ils nous fassent partager leurs expériences et réflexions et confrontent leur point de vue.

Partant d'une définition générale des enjeux, abordés successivement par Michael Govaert et Manja Vanhaelen, à travers les textes réglementaires et les questionnements des praticiens quant à leur application et leurs objectifs, le programme de la journée a fait une large place aux études de cas. La problématique de l'amélioration des performances énergétiques a d'abord été abordée à l'échelle du territoire régional car la diminution des consommations que nous visons doit être pensée en lien avec la forme urbaine, comme le souligne Julien Bigorgne, et non pas seulement au départ du bâtiment isolé. C'est cette dimension large que traduit le plan de gestion du Logis-Floréal, présenté par Guido Stegen et Jonathan Fronhoffs. Ce texte réglementaire innovant dans la gestion du patrimoine bruxellois fixe les grandes lignes de conservation du plus grand ensemble classé de la Région tout en définissant clairement les travaux autorisés. La Région a ainsi développé un cadre clair dans lequel les objectifs de conservation peuvent être rencontrés en intervenant au cas par cas sur les bâtiments et, ce, en prenant en compte les préoccupations énergétiques, économiques, d'entretien, de confort,...

Les questions pointues liées aux diagnostics préalables aux interventions sur le bâti ont également

été abordées à travers les interventions de Julien Borderon et de Roald Hayen, le premier analysant les incertitudes liées aux simulations thermiques appliquées au bâti ancien, le second faisant état des risques de pathologie inhérents à la mise en œuvre de l'isolation intérieure à partir du cas du bâtiment classé de l'école des vétérinaires.

La notion de patrimoine s'étant étendue au cours des années, nous avons choisi de présenter des exemples de rénovation de deux tours de logements sociaux. Ce fut l'occasion d'aborder l'avenir de ces bâtiments à la valeur patrimoniale souvent contestée et menacés de démolition alors qu'ils recèlent des atouts non négligeables dans le cadre d'une réhabilitation. À travers ces deux cas, les problématiques sous-jacentes de l'énergie grise, de la durabilité des équipements, de la valeur culturelle de ces architectures ont été formulées.

Enfin, les actions de terrain et projets liés à une meilleure gestion de l'énergie dans les bâtiments, la sensibilisation des habitants et la formation des corps de métiers ont été présentés. Cela fut l'occasion de prendre connaissance du bilan positif du Plan Local de gestion énergétique (PLAGE) piloté par Bruxelles Environnement, du projet de formation conjointe énergéticiens/architectes-restaurateurs du CSTC et enfin, de pointer les nouveaux défis auxquels sont confrontés les artisans dans la rénovation des maisons bruxelloises pour qu'elles puissent être performantes énergétiquement et conserver leurs caractéristiques architecturales et structurelles.

À travers l'ensemble de ces thématiques et les différentes grilles de lecture apportées aux problématiques soulevées, des convergences fortes sont apparues : la certitude qu'il n'existe pas de recette miracle, que les doutes sont nécessaires, que la complexité des objets sur lesquels nous travaillons est réelle et doit être mieux prise en compte, qu'il est essentiel de procéder à des expérimentations et à des évaluations et, surtout, que l'habitant doit être au centre des préoccupations de nos démarches. Ces constats ne peuvent que nous encourager à travailler ensemble pour répondre aux défis de la ville de demain.

**Thierry Wauters**  
*Directeur*

## EDITO

*Erfgoed Brussel on line* is het eerste digitale nummer van het gelijknamige tijdschrift. Het is gewijd aan het colloquium "De energietoekomst van de Brusselse gebouwen: tussen bewaren en presteren" en bevat de bijdragen van de studiedag die Brussel Stedelijke Ontwikkeling op 11 december 2014 in de Koninklijke Bibliotheek van België heeft georganiseerd.

Deze studiedag had tot doel een kader te bieden voor een gemeenschappelijke reflectie tussen alle besturen en actoren op erfgoed- en energiegebied om, op lange termijn, oplossingen uit te werken die een beter evenwicht moeten scheppen tussen het noodzakelijke behoud van de Brusselse gebouwen en het al even noodzakelijke streven naar betere energieprestaties. Om de problemen duidelijk af te bakenen en de krachtlijnen van toekomstige projecten uit te zetten, werden Brusselse en buitenlandse specialisten die op uiteenlopende terreinen actief zijn – energiedeskundigen, architecten, kunsthistorici, ingenieurs... – uitgenodigd om hun ervaringen, ideeën en standpunten met ons te komen delen.

Vertrekkend vanuit een algemene voorstelling van de problemen door Michael Govaert en Manja Vanhaelen, en doorheen de regelgevende teksten en de vragen die de professionals hebben rond hun toepassing en hun doelstellingen, liet het programma van de studiedag ook veel ruimte voor casestudy's. De problematiek van de verbetering van de energieprestaties werd in eerste instantie vanuit regionaal oogpunt benaderd, want de beoogde reductie van het energieverbruik dient van de hele stedelijke context uit te gaan, zoals Julien Bigorgne onderstreepte, en niet louter vanuit het individuele gebouw. Het is deze bredere dimensie die in praktijk wordt gebracht in het beheersplan van Le Logis-Floréal, die door Guido Stegen en Jonathan Fronhoffs werd voorgesteld. Deze vernieuwende regelgevende tekst inzake erfgoedbeheer in Brussel trekt de krijtlijnen voor de conservatie van het grootste beschermde geheel van het Gewest en bepaalt duidelijk welke interventies zijn toegestaan. Zo heeft het Gewest een welomlijnd kader ontwikkeld waarbinnen conservatiedoelstellingen kunnen worden verwezenlijkt door geval per geval in te grijpen op de gebouwen, rekening houdend met aspecten als energie, onderhoud, comfort, economie...

Specifieke vragen rond de diagnoses die aan de interventies op de gebouwen voorafgaan, kwamen aan bod

in de lezingen van Julien Borderon en Roald Hayen: eerstgenoemde analyseerde de problematiek van thermische simulaties die op oude gebouwen worden toegepast, laatstgenoemde besprak, op basis van het praktijkgeval van de Veeartsenijschool, het risico op pathologieën dat inherent is aan binnenisolatie.

Doordat het begrip "erfgoed" in de loop van de jaren sterk is verruimd, hebben we voor onze voorbeelden gekozen voor de renovatie van twee sociale woontorens. Zo konden we ook aandacht besteden aan de toekomst van deze gebouwen, waarvan de erfgoedwaarde vaak wordt betwist en die soms met sloop worden bedreigd terwijl ze over uitstekende troeven voor een mogelijke renovatie beschikken. Via deze twee praktijkgevallen werden ook de onderliggende problemen inzake grijze energie, de duurzaamheid van de voorzieningen en de culturele waarde van deze gebouwen belicht.

Tot slot werd ruime aandacht besteed aan de acties op het terrein en de projecten voor beter energiebeheer in de gebouwen, de sensibilisering van de bewoners en de opleiding van de professionals. Zo konden we kennis nemen van de positieve balans van het *Plan voor Lokale Actie voor het Gebruik van Energie* (PLAGE) van Leefmilieu Brussel en van de gezamenlijke opleidingsprojecten voor energiedeskundigen/architecten-restaurateurs van het WTCB; zo ook konden we de nieuwe uitdagingen belichten waarvoor de professionals bij de renovatie van de Brusselse gebouwen zullen komen te staan om hun energieprestaties te verbeteren zonder hun architecturale en structurele eigenschappen aan te tasten.

Doorheen al deze thema's en de diverse evaluatieschema's voor de behandelde problemen, zijn sterke punten van overeenkomst aan het licht gekomen: de zekerheid dat er geen wondermiddel bestaat, dat twijfel noodzakelijk is, dat de complexiteit van de objecten waarop we werken reëel is en beter in rekening moet worden gebracht, dat experimenten en evaluaties essentieel zijn en, vooral, dat de bewoner centraal moet staan in al onze interventies. Deze bevindingen kunnen ons alleen maar aansporen om samen de uitdagingen van de stad van morgen aan te gaan.

**Thierry Wauters**  
*Directeur*



# MOT D'ACCUEIL

Je suis heureuse de vous accueillir aujourd'hui au nom du Service public régional, et particulièrement de Bruxelles Développement urbain, à cette journée d'étude sur l'avenir énergétique du bâti bruxellois.

Cette journée d'étude est née d'un constat, que nous partageons avec beaucoup d'autres agglomérations et villes: les travaux d'amélioration de l'isolation thermique sont devenus l'un des enjeux majeurs des projets de rénovation et de réhabilitation du bâti existant.

Ces travaux sont souvent lourds, les dossiers complexes, hétérogènes, réalisés parfois sans le conseil de professionnels et le risque que ces interventions se fassent au détriment de la valeur architecturale des bâtiments et du paysage urbain, sans pour autant atteindre les résultats escomptés, existe réellement. Or, nous sommes en charge de la gestion d'une ville à caractère patrimonial et notre devoir est de préserver ce caractère, de préserver ce patrimoine dont nous sommes les héritiers, tout en s'assurant de ne pas transformer la ville en musée. Tout au contraire, nous devons nous assurer qu'elle sera capable de répondre aux défis et évolutions qui l'attendent – boom démographique, dépendance énergétique, mobilité... – sans se dénaturer. Le défi est d'ampleur...

L'avenir énergétique du bâti existant est donc un enjeu crucial qui concerne la gestion de la ville d'aujourd'hui et son développement futur. Cette journée est une étape dans la volonté de mener des réflexions conjointes sur cette problématique d'une part, au sein de BDU et, d'autre part, entre BDU et Bruxelles Environnement.

Nous sommes tous confrontés à ces problèmes et difficultés en tant que gestionnaires publics et nous devons apporter des réponses à nos concitoyens, les conseiller, dans ces matières complexes et coûteuses.

Ces réponses doivent viser à concilier les différents enjeux du développement durable: la performance énergétique, le maintien des valeurs patrimoniales du bâti et de l'urbain, les contraintes économiques et sociales... Ne nous voilons pas la face, cette démarche est difficile et les sujets sont complexes. C'est pourquoi, il devient urgent et essentiel de mener des réflexions conjointes plutôt que de réfléchir à ces problématiques séparément. Il est également important que ce travail de réflexion se fasse avec les experts, les opérateurs de terrains, venant des domaines de l'énergie, de l'environnement, de l'architecture, de la conservation du patrimoine, de la construction, de l'urbanisme, de la sociologie urbaine... C'est pourquoi je me réjouis de vous voir si nombreux aujourd'hui.

J'espère que tout au long de la journée les points de vue se confronteront, que s'échangeront des savoirs, des pratiques, des expériences, et que ce dialogue nourrira une réflexion commune pour que nous puissions, dans l'avenir, développer en concertation des politiques et des outils opérationnels.

Avant de passer la parole à Bety Waknine, du Cabinet du Ministre-Président, je souhaiterais remercier toutes les Directions de Bruxelles Développement urbain, et notamment la Direction des Monuments et des Sites qui a piloté ce projet, Bruxelles Environnement ainsi que la Commission royale des Monuments et des Sites qui ont participé à la préparation de cette journée. Je remercie également les orateurs d'avoir répondu à notre invitation.

Je vous souhaite une bonne journée d'études.

**Arlette Verkruyssen**

*Directeur général de Bruxelles Développement urbain*

# WELKOMSTWOORD

Het doet me plezier u vandaag in naam van de Gewestelijke Overheidsdienst Brussel, en in het bijzonder in naam van Brussel Stedelijke Ontwikkeling, te mogen verwelkomen op deze studiedag over de Brusselse bebouwing en haar toekomst op energetisch vlak.

Deze studiedag is voortgevloeid uit een vaststelling die we delen met tal van andere agglomeraties en steden: thermische isolatiewerken zijn een van de voornaamste uitdagingen geworden bij renovatie- en herstellingsprojecten van bestaande gebouwen.

Die werken zijn vaak ingrijpend, de dossiers complex en heterogeen, en ze worden soms uitgevoerd zonder het advies van professionals. Het risico is reëel dat deze wijzigingen worden uitgevoerd ten koste van de architecturale waarde van de gebouwen en van het stadsbeeld, zonder daarom de verhoopte resultaten te bereiken. Welnu, wij zijn belast met het beheer van een stad met een rijk erfgoed, en het is onze plicht om deze Brusselse eigenheid te vrijwaren, om dit erfgoed waarvan wij de erfgenamen zijn te beschermen terwijl we er tegelijk voor dienen te zorgen dat de stad niet verandert in een museum. Integendeel, we moeten ervoor zorgen dat de stad ertoe in staat is de uitdagingen en evoluties die eraan komen het hoofd te bieden – bevolkingsexplosie, energieafhankelijkheid, mobiliteit,... zonder daarbij haar eigenheid te verliezen. Dit is een opgave van formaat...

De toekomst van de bestaande Brusselse bebouwing op energievak vormt dus een cruciale uitdaging voor het huidige beheer en de toekomstige ontwikkeling van de stad. Met deze studiedag zetten we een stap in de richting van een aantal gezamenlijke denkoefeningen over deze problematiek, enerzijds binnen Brussel Stedelijke Ontwikkeling en anderzijds tussen Brussel Stedelijke Ontwikkeling en Leefmilieu Brussel. Als overheidsdiensten worden we allemaal met die problemen en moeilijkheden geconfronteerd, en moeten we onze medebur-

gers antwoorden kunnen bieden en hen advies geven over deze complexe en dure materies. Die antwoorden moeten erop gericht zijn de verschillende uitdagingen op het vlak van duurzame ontwikkeling met elkaar te verzoenen: energieprestaties, het behoud van de erfgoedwaarde van gebouwen en van het stadsweefsel, economische en sociale beperkingen,... Laat ons geen oogkleppen opzetten. Het wordt een moeilijke opgave en de onderwerpen zijn complex. Daarom is het hoog tijd en van cruciaal belang om samen na te denken over deze problemen in plaats van elk apart. Het is ook belangrijk dat er bij de denkoefening experts betrokken worden, mensen uit de praktijk, uit de wereld van energie, milieu, architectuur, erfgoedbehoud, de bouwsector, stedenbouw, sociologie van het stadsleven,... Daarom verheugt het me om u hier zo talrijk aanwezig te zien vandaag.

Ik hoop dat er vandaag standpunten zullen vergeleken worden, dat er kennis, praktijken en ervaring zullen worden uitgewisseld, en dat deze dialoog een gemeenschappelijk denkproces op gang mag brengen, zodat we in de toekomst samen beleidsinitiatieven en operationele tools kunnen ontwikkelen.

Vooraleer ik het woord geef aan mevrouw Bety Waknine, van het kabinet van de minister-president, wil ik alle directies van Brussel Stedelijke Ontwikkeling bedanken, en meer bepaald de Directie Monumenten en Landschappen, die dit project heeft aangestuurd, alsook Leefmilieu Brussel en de Koninklijke Commissie voor Monumenten en Landschappen, die deze studiedag hebben helpen voorbereiden. Ik dank ook de sprekers dat ze op onze uitnodiging zijn ingegaan.

Ik wens u een fijne studiedag toe.

**Arlette Verkrussen**

*Directeur-generaal van Brussel Stedelijke Ontwikkeling*

## MOT D'INTRODUCTION

Au nom du Ministre-Président je vous remercie de participer à cette journée et d'être aussi nombreux.

L'adoption par le Gouvernement du Code bruxellois Air Climat Énergie en mai 2013 a marqué son intention ferme d'agir pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants tout en garantissant un accès abordable à l'énergie pour les ménages de la Région. Ce code, basé sur le Plan Air Climat Énergie, comprend entre autres les mesures à mettre en œuvre pour améliorer l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics et atteindre les objectifs de réduction des consommations d'énergie, à savoir -30% d'émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2025, par rapport à 1990.

La question des économies d'énergie est généralement associée au bâti (résidentiel et non résidentiel), aux activités du tertiaire, aux transports. En ce qui concerne le bâti, le logement apparaît comme l'un des grands consommateurs d'énergie. Les raisons sont diverses évidemment : le manque d'entretien des bâtiments, des installations techniques obsolètes, des isolations déficientes, une occupation ou une utilisation des bâtiments inadéquates... La combinaison de ces paramètres peut aboutir à une précarité énergétique ayant des répercussions financières et sanitaires importantes, notamment sur des populations économiquement déjà fragilisées.

Cette question de l'économie d'énergie dans le bâti existant est fondamentale. La Région a déjà à sa disposition toute une série d'outils pour agir et améliorer la situation : plans quadriennaux de la Société du Logement de la Région de Bruxelles-Capitale, les Contrat de quartiers durables ou à la rénovation, primes à l'embellissement des façades, travaux subsidiés, plans de mobilité. Toutefois, la multiplication de ces dispositifs ne les rend pas toujours efficaces. La lourdeur des procédés, le temps d'attente, la complexité des dispositifs, le manque de suivi des résultats n'ont pas toujours permis d'atteindre les résultats escomptés. C'est pourquoi le Gouvernement a souhaité en ce début de législature «évaluer et modifier le système des primes à la rénovation afin qu'elles s'adressent principalement au public qui en a réellement besoin (...) et réévaluer le régime des primes rénovations et des primes éner-

gies (...), notamment en vue de regrouper ces deux dispositifs». Le Gouvernement a également souhaité que l'objet des primes énergétiques actuelles soit déplacé de la construction passive neuve et de faible énergie vers des travaux économiseurs d'énergie. Cette réévaluation devrait également permettre de prendre en compte et à sa juste valeur la qualité architecturale et patrimoniale de notre Ville-Région. L'équilibre entre conservation du patrimoine et énergie doit être atteint. Nos actions doivent tendre à trouver cet équilibre entre la performance et la préservation du bâti... et cet équilibre ne pourra se trouver que si nous prenons en compte les spécificités du tissu ancien pour intervenir de manière intelligente sur les bâtiments et diminuer les coûts d'énergie sans créer de désordres structurels qui mettraient en péril les objectifs poursuivis à long terme. En rénovant la ville, en valorisant notre patrimoine, en intervenant sur le tissu urbain, en améliorant les conditions de vie, nous nous inscrivons dans des politiques à long terme.

Évidemment, les efforts à fournir sont conséquents, le chantier est complexe, les intervenants sont nombreux et les moyens limités. Mais les enjeux patrimoniaux et énergétiques sont conciliables, les passerelles sont nombreuses. C'est en provoquant les discussions, en rassemblant les différents corps de métiers, en posant les problématiques, en débattant des enjeux que des lignes de réflexion communes pourront être tracées. Face à ces enjeux complexes, un effort de sensibilisation et de conseils transversaux auprès de nos concitoyens devra être réalisé. Les administrations et les relais, type associatif, auront un rôle essentiel à jouer.

Je vous remercie et vous souhaite une journée intense de débats et d'idées.

**Bety Waknine**

*Directrice de Cabinet adjointe*

*auprès du Ministre-Président Rudi Vervoort.*



# INLEIDENDE OPMERKINGEN

In naam van de minister-president heet ik u van harte welkom op deze studiedag en dank ik u voor uw talrijke aanwezigheid.

In mei 2013 keurde de Brusselse Regering het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing goed. Hiermee drukte ze de wens uit zich actief in te zetten om de uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen terug te dringen en tegelijkertijd alle gezinnen in het Gewest betaalbare toegang tot energie te waarborgen. Dit Wetboek, dat op het Gewestelijk Lucht-Klimaat-Energieplan is gebaseerd, bevat onder meer de maatregelen die noodzakelijk zijn om de energie-efficiëntie van de openbare gebouwen te verbeteren en onze doelstellingen inzake de daling van het energieverbruik te bereiken, namelijk -30% uitstoot van broeikasgassen tegen 2025 in vergelijking met 1990.

Energiebesparing wordt meestal in verband gebracht met de bebouwing (residentieel en niet-residentieel), met de activiteiten van de tertiaire sector, met het transport. Wat de bebouwing betreft, blijkt de huisvestingssector een van de grote energieverbruikers te zijn. Dat heeft uiteraard uiteenlopende redenen: slecht onderhoud van de gebouwen, verouderde technische installaties, gebrekkige isolatie, een te lage bezettings- of gebruiksgraad van de gebouwen... De combinatie van deze parameters kan een energiearmoede met een grote financiële en sanitaire impact veroorzaken, vooral voor bevolkingsgroepen die al economisch kwetsbaar zijn.

Het vraagstuk van de energiebesparing in de bestaande bebouwing is cruciaal. Het Gewest beschikt al over een hele batterij instrumenten om de toestand te verbeteren: de vierjarenplannen van de Brusselse Gewestelijke Huisvestingsmaatschappij, Duurzame Wijkcontracten, renovatiepremies, premies voor de verfraaiing van gevels, gesubsidieerde werken, mobiliteitsplannen. Maar talrijker betekent niet meteen doeltreffender: door de logge administratieve procedures, de lange wachttijden, de complexiteit van de maatregelen en het gebrek aan opvolging worden de verhoopte resultaten niet altijd bereikt. Daarom wenste de Regering bij het begin van haar regeerperiode "het stelsel van de renovatiepremies te evalueren en te wijzigen om deze

in hoofdzaak te richten op de doelgroep die hieraan werkelijk behoefte heeft [...], alsook het stelsel van de renovatie- en de energiepremies te herevalueren [...] om beide maatregelen vervolgens samen te brengen. Het voorwerp van de huidige energiepremies wordt verplaatst van de passief- en lage-energiebouw voor nieuwe woningen naar energiebesparende werken." Deze herevaluatie zou het ook mogelijk moeten maken om optimaal rekening te houden met de architecturale en patrimoniale kwaliteit van ons Hoofdstedelijk Gewest. Er moet een evenwicht komen tussen erfgoedbehoud en energiebesparing. Onze werking moet streven naar dit evenwicht tussen de energieprestaties en het behoud van de bebouwing, en zulk een evenwicht is pas mogelijk als we rekening houden met de eigenheid van het oude stadsweefsel. Zo kunnen we gebouwen op een intelligente manier aanpassen om de energiekosten te verlagen zonder structurele onevenwichtigheden te veroorzaken die onze langetermijndoelstellingen in gevaar brengen. Door de stad te renoveren, door ons erfgoed op te waarderen, door in het stedelijke weefsel in te grijpen, door de levensomstandigheden te verbeteren, kiezen we resoluut voor een langetermijnbeleid.

Uiteraard zullen we daartoe zware inspanningen moeten leveren; de opdracht is complex, er zijn tal van betrokken partijen en de middelen zijn beperkt. Maar erfgoedbehoud en energiebesparing zijn wel degelijk met elkaar te verzoenen, en er zijn talrijke bruggen tussen beide. We kunnen tot gemeenschappelijke denksporen komen door discussies op gang te brengen, door de verschillende stakeholders samen te brengen, door de problemen duidelijk te omschrijven, door het debat over de uitdagingen aan te gaan. Om aan deze complexe uitdagingen het hoofd te kunnen bieden, zullen we bij onze medeburgers een sensibiliseringscampagne en horizontaal overleg moeten voeren. De besturen en de verenigingen hebben daarin een essentiële rol te spelen.

Ik dank u voor uw aandacht en wens u nog een vruchtbare dag vol boeiende debatten en ideeën toe.

**Bety Waknine**

*Adjunct-kabinetschef,*

*Kabinet van Minister-President Rudi Vervoort*

# QUELLES EXIGENCES DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT EN RÉNOVATION ?

**MICHAËL GOVAERT**

DIRECTION ÉNERGIE, BRUXELLES ENVIRONNEMENT

*DEPUIS LE 2 JUILLET 2008, LES PROJETS DE RÉNOVATION SOUMIS À UN PERMIS D'URBANISME EN RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE SONT CONCERNÉS PAR LA RÉGLEMENTATION TRAVAUX PEB QUI IMPOSE DIFFÉRENTES EXIGENCES DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE.*

Cet exposé a pour but de présenter les exigences de performance énergétique auxquelles un projet de rénovation est soumis, mais aussi de démystifier cette réglementation. En effet, de nombreuses craintes circulent au sein du secteur qui sont souvent le fruit d'une mauvaise communication.

## LE CONTEXTE DE LA RÉGLEMENTATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT (PEB)

Vous n'êtes pas sans savoir que nous sommes confrontés à la double problématique du réchauffement climatique et de l'augmentation des prix de l'énergie. Les enjeux auxquels nous devons faire face sont donc environnementaux et sociaux. À Bruxelles, le bâti représente près de 70 % de la consommation énergétique. Il est ainsi le principal émetteur de gaz

à effet de serre et une des principales sources de pollution atmosphérique de la ville.

Depuis 2008, la Région de Bruxelles-Capitale dispose, avec l'Ordonnance relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments, d'un instrument légal pour améliorer les performances énergétiques du bâti. Il s'agit de la transposition dans le droit bruxellois de la directive européenne de 2002 sur la performance énergétique des bâtiments, dont les mesures ont été renforcées en 2010 au vu de la dégradation de la situation. À ce propos, la deuxième mouture de cette directive prévoit que les bâtiments neufs soient pratiquement zéro énergie à l'horizon 2021. Le Code bruxellois de l'air, du climat et de la maîtrise de l'énergie (COBRACE) a intégré ces nouvelles dispositions européennes dans son volet PEB. Elles entrent en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2015. Les objectifs sont multiples: il s'agit

de réduire les besoins en énergie primaire pour préserver les ressources naturelles, de diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> pour lutter contre les changements climatiques, d'améliorer la performance énergétique, le climat intérieur et les installations techniques des bâtiments ainsi que d'informer le futur propriétaire ou locataire du niveau énergétique du bien convoité via le certificat PEB.

Dans le cadre de la réécriture de l'Ordonnance en vue de son intégration dans le COBRACE, la procédure administrative «Travaux PEB» a été repensée et simplifiée. J'explicitierai donc aujourd'hui la réglementation «travaux PEB» telle que pratiquée à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2015. Je précise aussi que cette appellation désigne le volet de la réglementation PEB consacré aux exigences de performance énergétique imposées dans le cadre d'un projet de construction ou de rénovation.

## LES CHAMPS D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION « TRAVAUX PEB »

Il est avant tout important de préciser que la PEB ne s'applique pas à tous les bâtiments et à toutes les affectations. La Directive européenne spécifie les exceptions, à savoir : les lieux de culte, les ateliers industriels ou artisanaux, les constructions provisoires... Seuls les bâtiments occupés de manière continue et dans lesquels de l'énergie est utilisée pour le confort des personnes entrent dans les champs d'application de la PEB. Par ailleurs, la réglementation « travaux PEB » ne s'applique que dans le cadre d'une demande de permis d'urbanisme. Elle ne s'applique donc pas aux travaux qui visent uniquement des changements à l'identique. Elle concerne tous les bâtiments neufs et, en rénovation, seulement les bâtiments qui font l'objet de travaux effectués à l'enveloppe et de nature à influencer potentiellement la performance énergétique du bâtiment. L'entretien, la mise en peinture, la pose d'un crépi sans isolant... ne sont donc pas visés.

## L'UNITÉ PEB, NATURE DES TRAVAUX ET AFFECTATIONS

C'est la nature des travaux et l'affectation qui conditionnent les exigences PEB auxquelles un projet est soumis. Pour les connaître, on procède à la découpe du projet en bâtiments et en unités PEB. Si la signification de *bâtiment* est claire pour tout le monde, celle d'*unité* doit être explicitée, car elle est propre à la PEB. Une unité PEB est une partie d'un bâtiment ou l'ensemble d'un bâtiment. Elle est formée par un ensemble de locaux contigus qui répondent à une seule affectation et qui pourraient être vendus ou loués sépa-

rément. Il s'agit typiquement d'un appartement, d'une maison, d'un immeuble de bureaux, d'une école. C'est sur base de l'unité que la nature des travaux et l'affectation sont déterminées.

La réglementation PEB définit quatre natures de travaux (tableau 1) :

- 1° Les unités neuves (UN) qui correspondent aux projets de nouvelle construction. Par exemple, une maison construite sur un terrain vierge.
- 2° Les unités assimilées à du neuf (UAN). Ce sont celles qui ont fait couler le plus d'encre. Cela résulte d'un amalgame entre les unités rénovées lourdement et les unités assimilées à du neuf. Ces dernières se définissent par le fait d'opérer des travaux sur au moins 75 % de leur surface de déperdition thermique et par le remplacement de toutes les installations techniques. Ce genre de cas ne se rencontre que très rarement : il s'agit majoritairement des bâtiments qui sont totalement déshabillés

et pour lesquels seule la structure est conservée. Précisons que la surface de déperdition thermique correspond à l'ensemble de l'enveloppe thermique, c'est-à-dire les façades, le toit, la dalle de sol...

- 3° Les unités rénovées lourdement (URL) qui se définissent par le fait d'opérer des travaux sur au moins 50 % de leur surface de déperdition thermique et par des travaux à, au moins, une ou deux installations techniques, en fonction de l'affectation.
- 4° Enfin, les unités rénovées simplement (URS) qui se définissent par le fait d'opérer des travaux à la surface de déperdition thermique, et aux installations techniques, qui n'entrent pas dans les autres définitions.

Les unités rénovées lourdement et simplement se distinguent les unes des autres par des procédures différentes, mais, à l'heure actuelle, les exigences sont rigoureusement identiques.

Nature des travaux selon le Cobrace	UN	UAN	URL	URS
Pourcentage des travaux, à la surface de déperdition thermique, influençant la PEB	100 %	≥ 75 %	≥ 50 %	Travaux à la surface de déperdition thermique (et aux installations techniques) qui n'entrent pas dans les autres définitions.
Travaux aux installations techniques	Installations techniques neuves par définition.	Et remplacement de toutes les installations techniques.	Et travaux à au moins une ou deux installations techniques en fonction de l'affectation.	

Tableau 1

Récapitulatif des natures de travaux. Les exigences PEB de haute performance énergétique inspirée du standard passif ne concernent que les unités neuves et assimilées à du neuf et ceci seulement pour trois affectations : le logement, les bureaux et l'enseignement (source : BE).



## LES EXIGENCES PEB EN MATIÈRE D'ISOLATION ET DE VENTILATION

Pour toutes les unités PEB rénovées lourdement ou simplement, seules deux exigences sont à respecter: l'isolation et la ventilation. L'exigence d'isolation porte uniquement sur les parois de l'enveloppe modifiées, c'est-à-dire, le cas échéant, les murs, le sol, la toiture ou les fenêtres. En cas d'ajout ou de remplacement d'une fenêtre, une exigence de ventilation s'adjoint pour le local concerné. En effet, la PEB ne s'attache pas qu'à la consommation énergétique; elle vise aussi l'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Ces deux exigences, isolation et ventilation, sont présentes et identiques dans les trois Régions du pays. En ce qui concerne l'exigence d'isolation, les Régions ont, avec le soutien du Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC), fixé les valeurs de transmission thermique que tout projet, comprenant une modification de parois, doit respecter dans le cadre d'une demande de permis d'urbanisme, et ce depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014. Pour les murs et les toits, la valeur U maximale est de 0,24 W/m<sup>2</sup>K. Cette valeur donne les épaisseurs indicatives suivantes (tableaux 2 et 3), celles-ci varient en fonction de la nature de l'isolant. Ainsi, pour un mur, l'épaisseur de l'isolant variera de 9 à 17 cm. Ces épaisseurs peuvent paraître importantes, mais ces exigences sont cost optimum, comme nous l'impose la Directive européenne. Il faut évidemment garder à l'esprit que, lorsque l'on procède à des travaux, on ne les réitère pas avant une trentaine d'années et qu'il est, dès lors, important d'avoir une vision à long terme et de réfléchir à l'irrévocabilité des changements opérés et de leurs conséquences énergétiques dans la durée. Pour les fenêtres, les valeurs U maximales sont de 1,8 W/m<sup>2</sup>K, châssis inclus, et de 1,1 W/m<sup>2</sup>K pour le vitrage. C'est ce

qui se retrouve classiquement sur le marché.

La ventilation exigée lorsqu'une fenêtre est remplacée, ou ajoutée, permet de garantir un climat sain en évacuant l'air vicié (humidité, polluants domestiques, etc.). Il existe quatre systèmes de ventilation: le système naturel, le système méca-

nique et les deux systèmes mixtes. La PEB n'impose pas le système, mais des débits de ventilation qui, pour le logement, sont bien connus du secteur, car ce sont ceux de la norme NBN50001, en vigueur depuis 1991. À cette exigence de ventilation hygiénique se rajoute, pour le logement, celle d'une ventilation intensive qui permet d'apporter une solution

Élément de construction	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>min</sub> (m <sup>2</sup> K/W)
1. PAROIS DÉLIMITANT LE VOLUME PROTÉGÉ à l'exception des parois formant la séparation avec un volume protégé adjacent		
1.1. PAROIS TRANSPARENTES / TRANSLUCIDES à l'exception des portes et des portes de garage (voir 1.3), des murs-rideaux (voir 1.4) et des briques en verre (voir 1.5)	U <sub>w</sub> max = 1.8 Et U <sub>g</sub> max = 1.1	
1.2. PAROIS OPAQUES à l'exception des portes et portes de garage (voir 1.3) et des murs-rideaux (voir 1.4)		
1.2.1. toitures et plafonds	U <sub>max</sub> = 0.24	
1.2.2. murs non en contact avec le sol à l'exception des murs visés en 1.2.4.	U <sub>max</sub> = 0.24	
1.2.3. murs en contact avec le sol		R <sub>min</sub> = 1.5
1.2.4. parois verticales et en pente en contact avec un vide sanitaire ou avec une cave en dehors du volume protégé		R <sub>min</sub> = 1.4
1.2.5. planchers en contact avec l'environnement extérieur	U <sub>max</sub> = 0.3	
1.2.6. autres planchers	U <sub>max</sub> = 0.3 ou	R <sub>min</sub> = 1.75
1.3. PORTES ET PORTES DE GARAGE (cadre inclus)	U <sub>d</sub> max = 2.0	
1.4. MURS-RIDEAUX (suivant prEN 13947)	U <sub>cw</sub> max = 2.0 et U <sub>g</sub> max = 1.1	
1.5. PAROIS EN BRIQUES DE VERRE	U <sub>max</sub> = 2.0	
2. Parois entre deux volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes	U <sub>max</sub> = 1.0	
3. Parois opaques à l'intérieur du volume protégé ou adjacentes à un volume protégé sur la même parcelle à l'exception des portes et portes de garage	U <sub>max</sub> = 1.0	

**Tableau 2**  
Exigences d'isolation. Valeurs U/R (depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014) (source: BE).

Type de paroi	U <sub>max</sub> depuis 01/01/2014 (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur en cm d'isolant de type laine minérale (λ = 0,045 W/mK)	Épaisseur en cm d'isolant de type laine végétale (λ = 0,04 W/mK)	Épaisseur en cm d'isolant de type mousse synthétique (λ = 0,035 W/mK) (3)	Épaisseur en cm d'isolant de type mousse PIR (λ = 0,023 W/mK)
Valeur lambda de l'isolant		0,045	0,04	0,035	0,023
Toiture inclinée (ou plate), isolation entre chevrons 80 % / 20 %	0,24	26	25	24	20
Toiture plate (ou inclinée), isolation continue sur structure bois	0,24	16	15	13	9
Toiture plate (ou inclinée), isolation continue sur structure béton	0,24	17	15	13	9
Mur extérieur (briques 29 cm), isolation par l'extérieur	0,24	17	15	13	9
Mur extérieur (blocs 14 cm), isolation par l'extérieur	0,24	17	15	13	9
Mur extérieur ossature bois	0,24	20	19	17	14
Plancher lourd en contact avec l'extérieur		12	11	10	7
Plancher lourd sur sol		9	8	7	5
Plancher lourd sur cave avec porte et fenêtre		9	8	7	5

**Tableau 3**  
Exigences d'isolation. Valeurs U/R (depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014). Exemple d'épaisseurs indicatives d'isolant qui respectent la réglementation PEB (source: BE).

rapide à un problème de surchauffe ou à un excès de polluant. Il s'agit ici uniquement d'une obligation d'ouverture minimum.

## DES DÉROGATIONS POSSIBLES

Il est parfois impossible de respecter les exigences. C'est pourquoi le Gouvernement bruxellois a donné la possibilité d'introduire des demandes de dérogation, tant pour les rénovations que pour le neuf. Le maître d'ouvrage introduit avant le début du chantier cette demande à Bruxelles Environnement, ou à l'autorité délivrante s'il s'agit de rénovation simple, qui l'accorde ou non, après évaluation. Le maître d'ouvrage peut introduire un recours au Gouvernement s'il n'est pas satisfait de la décision.

Il existe deux types de dérogations. La première est appelée «patrimoine» puisqu'elle concerne les bâtiments classés ou inscrits sur la liste de sauvegarde. Elle est activée si le respect total, voire partiel, des exigences porte atteinte à la conservation du patrimoine architectural. Elle est octroyée directement par Bruxelles Développement urbain. Le deuxième cas concerne les bâtiments non classés neufs, assimilés à du neuf et/ou rénovés. La dérogation est possible si le respect total, voire partiel, des exigences est techniquement, fonctionnellement ou économiquement irréalisable.

Une dérogation sera accordée :

1° Pour des motifs techniques, si les travaux posent des problèmes relatifs à la stabilité, à la résistance au feu, à l'étanchéité à l'air ou à l'eau de la paroi ou du bâtiment, ou s'il n'existe aucun matériau ou produit permettant de satisfaire à l'exigence.

2° Pour des motifs fonctionnels, si les travaux d'isolation et de ventilation ou les travaux supplémentaires consécutifs à ces travaux mettent en péril l'utilisation du bâtiment, portent atteinte à l'architecture de façon disproportionnée, ou entraînent le non-respect de contraintes urbanistiques.

3° Pour des motifs économiques, si le coût des travaux d'isolation et de ventilation, y compris les éventuels travaux supplémentaires consécutifs aux travaux d'isolation et de ventilation, est trois fois supérieur au coût de travaux de même nature dans un autre bâtiment.

Entre 2008 et 2014, seules 37 demandes de dérogation ont été introduites auprès de Bruxelles Environnement et plus des deux tiers ont été acceptées. Celles basées sur des impositions tirées des règlements communaux ont été systématiquement acceptées. À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2015, les dérogations pour les rénovations simples ne sont plus traitées par Bruxelles Environnement mais directement par les autorités délivrantes du permis d'urbanisme. Enfin, je rappelle qu'il n'y a pas d'obligation de respect de ces exigences. Si un projet ne s'y conforme pas, le maître d'ouvrage sera contraint à payer une amende, mais le permis d'urbanisme ne sera pas refusé pour autant et aucune mise en conformité ne sera exigée.

## CONCLUSION

La réglementation PEB évolue. Elle se base pour cela sur le retour des professionnels, des architectes, des entrepreneurs, mais aussi des administrations, des communes qui nous aident à appliquer la réglementation. Nous sommes également soutenus par un consortium scientifique composé du CSTC, de bureaux d'études et d'universités. Nous vous invitons à participer à

cette boucle d'amélioration constante. Le respect du patrimoine et l'amélioration de la performance énergétique peuvent s'enrichir mutuellement, notamment par une concertation régulière entre les acteurs concernés. Bruxelles Environnement n'est pas qu'une réglementation; c'est aussi un soutien financier qui peut être activé via les «primes énergie» et le «prêt vert bruxellois». C'est aussi un soutien technique, une aide pour appliquer la réglementation, une aide à la conception technique. Beaucoup d'outils d'information sont accessibles sur le site Web de Bruxelles Environnement (les pages «travaux PEB», le guide Bâtiments durables...) Enfin, nous organisons toute une série de formations et de séminaires sur la construction durable qui visent la formation à l'excellence. Nous avons externalisé un service d'aide pour les professionnels, il s'appelle le service «Facilitateur Bâtiments durables». En ce qui concerne l'aide aux particuliers, chaque commune dispose d'un agent PEB qui les aide à comprendre la législation. Nous soutenons également les «guichets d'information régionaux» qui assurent un accompagnement personnalisé des problèmes énergétiques de nos citoyens.

# LES BÂTIMENTS EXEMPLAIRES

L'expérience accumulée par les bâtiments exemplaires (Batex) constitue une source d'information très intéressante. Ces projets ont été plus loin que la réglementation énergétique PEB ne le préconisait à l'époque. Ils ont été suivis par des experts et sont en voie de monitoring, ce qui nous permettra d'alimenter les futures discussions sur des bases bien concrètes. Chaque Batex est présenté de manière détaillée sur le site Internet de Bruxelles Environnement.



**Fig. 1**  
Rue Rubens 92 à Schaerbeek. Habitation unifamiliale, basse énergie, 39 kWh/m<sup>2</sup>/an. La façade avant a été conservée et les menuiseries, bien qu'à triple vitrage, reproduisent à l'identique la situation initiale. La façade avant a été isolée par l'intérieur et, par respect du patrimoine, certaines bandes ont été laissées sans isolation (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).



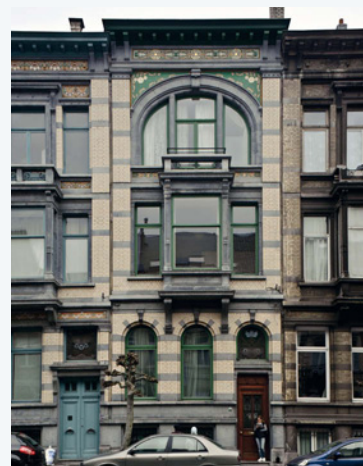
**Fig. 2**  
Avenue Besme 107-109 à Forest. Logements et bureaux. Bâtiment de style Art Déco dont la performance est basse énergie. Les châssis de façade avant ont été conservés et rénovés avec remplacement du simple vitrage par du double vitrage 1.1 (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).



**Fig. 3**  
Avenue Ducpétiaux 47 à Saint-Gilles. Maison individuelle, rénovée en basse énergie. La façade a été maintenue. Elle est isolée par l'intérieur sur les parties intérieures non classées, cela concerne trois des quatre étages. Les propriétaires ont opté pour la pose d'une deuxième fenêtre en retrait de la première afin de conserver la situation initiale (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).



**Fig. 4**  
Rue du Comte de Flandre 45-51 à Molenbeek-Saint-Jean. Ateliers Mommaerts, façade avant classée. Celle-ci n'a pas été isolée par l'intérieur, mais on arrive toutefois à une solution basse énergie (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).



**Fig. 5**  
Rue Royale-Sainte-Marie 237 à Schaerbeek. Logements collectifs. Exemple presque passif d'un bâtiment inscrit sur la liste de sauvegarde et dont la façade a été préservée (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).

## SITE INTERNET

- Tous les renseignements sur la PEB, les formations et séminaires sont disponibles sur le site : [www.environnement.brussels](http://www.environnement.brussels)

## SERVICES D'AIDE

### Professionnels :

- Facilitateur Bâtiment durable : [facilitateur@environnement.irisnet.be](mailto:facilitateur@environnement.irisnet.be)

### Particuliers :

- Agents PEB communaux
- Maison de l'énergie Huis : [www.maisonenergiehuis.be](http://www.maisonenergiehuis.be)

## What are the EPB requirements when renovating?

Since 2 July 2008, the Energy Performance of Buildings (EPB) Works Regulation, which sets out different requirements in terms of energy efficiency, has applied to renovation projects subject to planning permission in the Brussels-Capital Region. In most cases these requirements relate to the insulation of walls and ventilation. For larger scale renovations (over 75% of the work produced on the surface wall), involving a level of work comparable to a new construction, the project also has to comply with the new requirements inspired by the experience with exemplary buildings and the passive standard.

## Welke EPB-eisen bij renovatie?

Voor renovatieprojecten die onderworpen zijn aan een stedenbouwkundige vergunning in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In de meeste gevallen gaat het om eisen inzake isolatie van muren en ventilatie. Voor grootschalige renovaties (meer dan 75% van de uitgevoerde werkzaamheden aan de oppervlakten met warmteverliezen), waarbij de omvang van de werken vergelijkbaar is met nieuwbouw, zal het project eveneens moeten voldoen aan nieuwe eisen geïnspireerd op de ervaring met de voorbeeldgebouwen en de passieve standaard.

# BOUWKUNDIG ERFGOED EN ENERGIEPRESTATIE: VERZOENBARE UITDAGINGEN?

**MANJA VANHAELLEN**

DIRECTIE MONUMENTEN EN LANDSCHAPPEN,  
BRUSSEL STEDELIJKE ONTWIKKELING

*SCHETS VAN DE PROBLEMATIEK WAARMEE DE DIRECTIE MONUMENTEN EN LANDSCHAPPEN EN DE ERFGOEDSECTOR VANDAAG WORDEN GECONFRONTEERD IN DE TOEPASSING VAN DE WETGEVING MET BETREKKING TOT DE VERBETERING VAN DE ENERGIEPRESTATIE VAN GEBOUWEN.*

Sinds de opmars in de strijd om de vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot en de verbetering van de energieprestatie van gebouwen zoekt de erfgoedsector naar een manier om in die context om te gaan met het bouwkundig erfgoed. Misschien lijkt het een wat karikatuurale voorstelling dat erfgoed en energieprestatie vrijwel diametraal tegenover elkaar zouden staan. De toepassingen waarmee we in de praktijk worden geconfronteerd, benaderen in menig verbouwingdossier jammer genoeg deze scherpe voorstelling van twee kampen die op elkaars terrein contradictorische acties ondernemen.

## DE OPDRACHT VAN DE MONUMENTENZORGER

Laten we de opdracht van de monumentenzorger eerst nog eens van nabij bekijken. In essentie staat de monumentenzorger in voor het behoud van het erfgoed, hij/zij zorgt ervoor dat gebouwen, als uitdrukking van een architecturaal verleden, van cultuur en 'savoir faire', in goede condi-

tie worden bewaard. Behoud van het materiaal uit het verleden, de monumenten en hun waardevolle aspecten en deelaspecten: decoratie, details, materiaal, technieken, architectuur van verschillende bouwperiodes (van gotiek over renaissance en eclecticisme tot het late modernisme van de jaren 1950 en 1960), behoud van expressie, concept, stedenbouwkundige context.

Zo worden de monumenten overgedragen aan komende generaties, als getuigen van geschiedenis, cultuur, wetenschap en kennis.

Monumentenzorgers begeleiden monumenten naar hun toekomst en binden daarbij de strijd aan met de natuurlijke verwerking en veroudering van gebouwen, met schade door natuurrampen, oorlog of soms zelfs vroegere restauratie-interventies. Ze trachten de monumenten ook te begeleiden bij de vernieuwing van het patrimonium, via renovatie, nieuwe bestemmingen, aanpassingen aan stijlen, smaken, comfortvereisten en uiteraard ook aan de vereisten ter verbetering van de energieprestatie.

Wat waardevol is, is voor elk monument verschillend. Soms is het een unieke expressie, soms het materiaal dat oud is en een unieke historische getuigenis vormt, soms gaat het niet zozeer om het materiële maar om het concept of de idee die aan de basis van het gebouw liggen.

De opdracht van de monumentenzorger wordt ondersteund door een theoretisch kader aangereikt door het Charter van Venetië uit 1964. Ook de wetgeving die vandaag wordt gehanteerd en ontwikkeld gaat terug op dit charter.

De twee pijlers van deze restauratiefilosofie zijn de volgende:

Vooreerst is een goede kennis van het monument noodzakelijk; vandaar het belang van goed onderzoek voorafgaand aan elke interventie, zowel historisch als materiaaltechnisch of nog ander onderzoek. Op die manier wordt onderkend wat werkelijk waardevol is en wordt duidelijk hoe men al dan niet kan ingrijpen.

Een tweede pijler is het respecteren van een hiërarchie in de interventie.





Afb. 1 en 2

Typisch Brusselse gebouwen. Links: Brusselse woonhuizen van rond de vorige eeuwwisseling (Ch. Bastin & J. Evrard © GOB); rechts: neoclassicistische gevel tegenover het Pachecogodshuis, Fermerijstraat, arch. H. Partoes, ca. 1830 (© GOB). Geen van deze gebouwen kan langs de buitenzijde worden geïsoleerd zonder hun erfgoedwaarde aan te tasten.

Onderhoud moet steeds voorrang krijgen. Indien onderhoud niet volstaat, wordt overgegaan tot restauratie en herstel. Pas in laatste instantie en enkel indien echt nodig, kan een element worden vervangen. Reconstructie van een identiek model is eerder uitzondering dan regel. Op zich een heel duurzame aanpak.

In wat volgt schetsen we hoe, op basis van deze interventiefilosofie en vanuit de essentie van de opdracht van de monumentenzorger, de erfgoedsector in praktijk zowat steevast in de clinch gaat met de energiesector. En dat, ondanks de uitzonderingsregel op de energieprestatie die geldt voor beschermde monumenten. Die regel is nodig, maar illustreert tegelijkertijd de tegenstellingen die aldus niet worden opgelost. En uiteraard, of men nu al dan niet toestemming heeft om af te wijken van de norm, het uitgangspunt van de aanvrager blijft terecht het verbeteren van de situatie/ verhogen van het comfort.

De eisen van de EPB (Energieprestatie-regelgeving bij het bou-

wen en verbouwen) zijn pas van toepassing als er werken worden uitgevoerd en ook een stedenbouwkundige vergunning vereist is. In praktijk gebeurt echter het omgekeerde: een aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning wordt ingediend om werken te kunnen uitvoeren met het oog op het beantwoorden aan de EPB-norm.

## GEVELISOLATIE

Ik overloop de volledige enveloppe van het gebouw, de huid die de overgang vormt tussen beschermde en onbeschermde omgeving, het interventieonderwerp inzake de verbetering van de energieprestatie.

Starten we bij de historische gevel: bakstenen gevels sober of polychroom, met decoratief metselwerk, doorspekt met natuursteen, gevels volledig opgetrokken in natuursteen, met sculptuurwerk of een sobere neoclassicistische gevel in witte kalkpleister met eenvoudig lijstwerk, zijn erg representatief voor de Brusselse bebouwing (afb. 1 en 2).

Geen van allen kunnen ze langs de buitenzijde worden geïsoleerd zonder hun erfgoedwaarde te verliezen. Zeer eenvoudige gevels lenen zich eventueel nog wel tot buitenisolatie, maar toch rest bij een dergelijke interventie nog heel wat detailwerk. Wat met de aansluitingen met de bestaande ramen? Deze worden deels bedekt door de dikte van de isolatie, komen visueel dieper in het gevelvlak te liggen, de dorpels moeten worden aangepast teneinde het water buiten te leiden. Wat met de dakrandaansluitingen en overgangen met in- en uitsprongen? Dit soort interventies leidt vaak tot visueel onelegante of technisch halfslachtige oplossingen. Wat voor de isolatie van een nieuwbouwproject de ultieme oplossing is, blijkt in renovatie meer dan eens een omslachtige operatie en een verhaal zonder eind. Want doe ik de gevel, dan ook het raam, het dak, de goot, de zijbouw, de buur,...

Als de buitenzijde isoleren niet mogelijk is, dan maar langs de binnenzijde. Maar ook dat is vaak uitgesloten vanuit erfgoedkundig standpunt omwille van de decors



**Afb. 3**  
Eetkamer in de woning van architect V. Jamaer, 1876, Stalingradlaan 62 in Brussel. De rijke decors die niet alleen de Brusselse burgerhuizen maar ook bescheidener woningen versieren, maken binnenisolatie onmogelijk zonder de erfgoedelementen te verwijderen (© KIK-IRPA).



**Afb. 4**  
De ramen en deuren maken integraal deel uit van de architectuur van de gevel. Brugmannlaan 30 in Elsene, arch. Lesec en Quoilin, 1937 (© GOB).



**Afb. 5**  
Tuinwijk Diongre in Sint-Jans-Molenbeek, arch. J. Diongre, 1925. De vervanging van het historisch schrijnwerk heeft het karakter van de gevel ingrijpend gewijzigd (Ph. De Gobert © KCML).

van historische gebouwen. Op de afbeelding 3 zien we sierlijke moulures, kleuren, lambriseringen. Het is evident dat hier niet zomaar een isolatieplaat kan tegenaan gekleefd worden. Dit soort van decor komt trouwens niet alleen voor bij wat men topergoed zou kunnen noemen. Menige Brusselse burgerwoning presenteert zich langs de binnenzijde in min of meerdere mate zoals deze hier. Dit vormt mee de rijkdom van het Brussels patrimonium. Modernistische gebou-

wen, met hun betonstructuren en strakke look hebben hier minder last van, maar daar wordt het technische probleem van de koudebrug vaak moeilijk oplosbaar.

### HISTORISCH SCHRIJNWERK

Laten we vervolgens inzoomen op de gevel en op het historisch schrijnwerk, de ramen en deuren. Elke periode, typologie en architectuurstijl wordt gekenmerkt door

ander schrijnwerk. Het Brussels bouwkundig erfgoed vertoont dan ook een grote verscheidenheid. De ramen en deuren dragen als geen ander bij tot het coherente beeld van de gevel en de architectuur en zijn in sommige gevallen kleine kunstwerken op zich (afb. 4 en 5). Ze getuigen van de techniek en het vakmanschap van weleer. Maar ze kunnen evengoed beschouwd worden als elementen in waardevol en kostbaar materiaal: eikenhout van 150 jaar geleden bij-





**Afb. 6 en 7**

Dankzij zijn specifieke assemblage kan historisch schrijnwerk makkelijk plaatselijk worden gerestaureerd. Zo kunnen deze elementen een aanzienlijke levensduur bereiken. Restauratie van deuren, Vanderschrickstraat in Sint-Gillis (© GOB).

voorbeeld, is bijzonder duurzaam. Historisch schrijnwerk laat zich door zijn assemblage ook gemakkelijk plaatselijk herstellen (afb. 6 en 7). Daardoor kunnen deze elementen een aanzienlijke levensduur bereiken.

Een deel van dit historisch schrijnwerk kan perfect voorzien worden van dubbele beglazing mits aanpassing van de sponning om de dikere dubbele glasplaat te plaatsen. Maar in de meeste gevallen leidt de noodzakelijke plaatsing van een dikere glasplaat tot vervanging van het schrijnwerk. Niet alleen kan de sponning vaak niet groot genoeg gemaakt worden, maar is het oorspronkelijk schrijnwerk ook niet sterk genoeg om het extra gewicht van de glasplaten te dragen. Daarnaast is vaak ook extra luchtdichtheid een vereiste.



▲ Afb. 8



▲ Afb. 9

**Afb. 8 en 9**

Ook de kwaliteit van het glas bepaalt de keuze van de ingreep. Decoratieve beglazing en resten van glasproductie uit het verleden, zoals getrokken en geblazen glas of kristal, vereisen een andere aanpak (© GOB).

Men gaat dan over tot de remake van een quasi identiek model. Afhankelijk van de kwaliteit van het oorspronkelijke schrijnwerk is dit te tolereren, of niet. Want de remake mag dan een oplossing zijn voor weinig waardevol schrijnwerk, dat is het vanuit erfgoedstandpunt niet indien het schrijnwerk nog in goede staat is of een kwalitatief hoogstaande vormgeving heeft. Een ander aspect is ook de kwaliteit van de beglazing, want al is het raamkader stevig genoeg voor een isolerende glasplaat, decoratieve beglazing en ook voorbeelden van restanten van glasproductie uit het verleden zoals getrokken en geblazen glas, kristal,... nopen tot een andere aanpak (afb. 8 en 9).



◀ Afb. 10

Een dubbel raam of een voorzetraam kan in vele gevallen een doeltreffende en technisch verantwoorde oplossing bieden. Het is een oplossing die al lange tijd wordt toegepast. Huis Knuyt de Vosmaer, Congressstraat in Brussel (© GOB).

Een dubbel raam of een voorzetraam kan in vele gevallen een goede en technisch valabele oplossing zijn, en toch wordt dit maar weinig toegepast (afb. 10).

Ook bij de vervanging van een raam door een performant exemplaar gaat het vaak om een verhaal zon-

der eind. Want er moet geëvalueerd worden hoe die nieuwe performantie zich gaat verhouden tot de oorspronkelijke omgeving, die minder performant is. Plaatsing van performant glas in een niet geïsoleerde muur moet met voorzichtigheid gebeuren, omwille van het behoud van een gezond binnenklimaat. Doorgaans is het nodig ook de muren te isoleren (of althans gedeeltelijk) of een goed werkend ventilatiesysteem te voorzien. In vele gevallen kan een aanpassing van het isolatieniveau een oplossing bieden.

## DAKISOLATIE

Kijken we vervolgens naar het dak. Zolang een isolatiemat voorzien wordt tussen de dakkepers – dus binnen de materiële contouren – is er doorgaans geen probleem. Maar de norm die gehanteerd wordt voor elk bouwelement eist meer. Extra isoleren langs de buitenzijde is vaak een oplossing, maar wordt een erg ongelukkige ingreep in grotere gehelen, zoals in de tuinwijken van Le Logis & Floréal (afb. 11). In dat geval moet de ophoging van het dak, die noodzakelijk is voor de extra isolatie aan de buitenzijde, in samenspraak met de burenen worden uitgevoerd zodat de hele rij kan worden aangepakt, om trapvorming en vreemde aansluitingen in het dakvlak te vermijden. Zelfs dan is ook hier de aansluiting met de gevel niet zonder meer op te lossen. De soberheid en eenvoud van deze woningen verdragen maar weinig nieuwe elementen en details.

Bij een dak voorzien van dakkapellen wordt het nog wat moeilijker: al snel worden de architecturale verhoudingen verwrongen en verliezen de ornamenten hun elegantie door een wat opgepompt effect (afb. 12 en 13).



▲ Afb. 11



▲ Afb. 12

▼ Afb. 13



▲ Afb. 11, 12 en 13

Dakisolatie is ontegensprekelijk een energiebesparende oplossing. Toch dienen de problemen rond een ingreep op een dakkapel of op een verhoogd dak van aanpalende huizen grondig te worden geëvalueerd voordat deze ingreep wordt uitgevoerd (© GOB).





▲ **Afb. 14**  
Hôtel Dewez, Lakensestraat 73  
in Brussel. Zolder, zicht op de  
dakstoelen met portiek  
(© KIK-IRPA).

◀ **Afb. 15**  
Dakgebinte met zichtbaar  
dakbeschoot, overdekte  
speelplaats gemeenteschool  
nr. 6, Bordeauxstraat 14-16 in  
Sint-Gillis, 1891, gemeentearch.  
Ed. Quélin (© GOB).

Om de oorspronkelijke structuur te ontzien en om goede isolatie zonder onderbreking aan te brengen, wordt vaak geopteerd voor zelfdragende systemen. Doordat deze de fysieke ruimte binnen de oorspronkelijke dakstructuur ongemoeid laten, wordt de extra ophoging nog meer uitgesproken (makkelijk 15 cm).

Langs de binnenzijde isoleren is ook een mogelijkheid, maar uiteraard niet indien de binnenzijde van het dakvlak voorzien is van een esthetische afwerking, zoals bijvoorbeeld op de afbeelding 14.

Lichtkoepels die opgebouwd zijn uit klassieke T, L en I profielen

en die complexe, geraffineerde structuren vormen, kunnen in de meeste gevallen het gewicht van isolerende dubbele beglazing – en ook veiligheidsglas – niet dragen. In vele gevallen worden ze heropgebouwd in versterkte hedendaagse profielen (afb. 15 en 16).

Door de extra belasting veroorzaakt door het toegevoegde isolatiepakket doen zich ook vaak structurele problemen voor en voldoen de oorspronkelijke dakspanten structureel niet meer. Ze moeten versterkt of vervangen worden, soms met de vervanging van het volledige dak als gevolg.

## MONUMENTENZORG VERSUS ENERGIEPRESTATIE

De contradictie tussen monumentenzorg en energieprestatie manifesteert zich dus als een conflict met de twee pijlers van de restauratie-interventie.

Ten eerste: het doorgronden van de monumenten en hun bouwonderdelen, het evalueren van hun waarde wordt bedreigd door de prestatie-eisen, die zonder nuancering gesteld worden en primeren. Het onderzoek krijgt geen plaats meer. Niet alleen het onderzoek naar de waarde van de bestaande elementen ontbreekt, ook de evaluatie van de effecten en neveneffecten van de verbeteringen, die onvermijdelijk partieel zijn, worden zelden echt grondig onderzocht.

Ook de werkelijke performantie van oude gebouwen wordt niet terdege onderzocht. Echte kennis van de gebouwen met al hun karakteristieken is nog niet verworven. Het beperkte onderzoek toont alvast aan dat bijvoorbeeld de waarden van het reële energieverbruik sterk afwijken en meestal veel lager zijn dan de theoretische waarden.

Zelden zien we evaluaties van prioritair uit te voeren verbeteringen of wordt zorgvuldig nagegaan wat de meest rendabele interventie is. De interventie gebeurt vóór de verwerving van kennis en onderzoek.

Ten tweede: de ingrepen staan haaks op de duurzame interventiehiërarchie. De verschillende voorbeelden illustreren voldoende dat in de demarche om de energieprestatie van de elementen van bestaande gebouwen te verbeteren vervanging en reconstructie vaak voorrang krijgen en eerder regel worden dan uitzondering. Terwijl dit niet de doelstelling is van de monumentenzorg en zelfs aan de opdracht voorbijgaat.





Afb. 16

Kleuterschool, overdekte speelplaats na restauratie naar de oorspronkelijke toestand, Sint-Gisleinsstraat 15 in Brussel, arch. V. Horta, 1895 (Ch. Bastin & J. Evrard, 2000 © KCML – arch. V. Horta © Sofam, 2015).

De verschillende voorbeelden illustreren ook hoe een interventie op één element vaak om een noodzakelijk veel grotere interventie vraagt: het dak isoleren wordt al snel het volledige dak vervangen, ramen isoleren wordt ramen vervangen, gevels isoleren wordt gevels vervangen.

Voor de monumentenzorger valt het heropbouwen van monumenten met respect voor het uitzicht maar in een energieperformante versie principieel buiten zijn/haar opdracht. De reconstructie van het beeld en enkel het beeld – en daar leiden vele interventies ter verbetering van energieprestaties toe – valt samen met verlies van echtheid, authenticiteit. Het presenteert zich als een nieuw façadisme.

Het is ook geen duurzame interventie meer, niet in de zin van de opdracht van de monumentenzorg: zoveel mogelijk behoud, herstellen en hergebruiken, slechts vervangen indien nodig, rekening houdend met de waarde van de elementen en een zo lang mogelijke levensduur van de materialen.

De mate waarin interventies vereisen om de contouren van het bestaande gebouw ingrijpend te wijzigen, maakt het tot een dure onderneming. Deze kosten staan niet altijd in verhouding tot de baten. Gebouwen energievriendelijk maken met behoud van het erfgoedkundig uitzicht heeft zelfs een heel hoog prijskaartje. Interventies die op verschillende vlakken buiten proportie zijn.

Maar de energieprestatie van gebouwen verbeteren schrijft zich nochtans ook in het verhaal van duurzaamheid in.

Als we de focus van de performantie-eis voor elk individueel bouwonderdeel verlaten en meer afstand nemen, zodat een globaler beeld in zicht komt en een lange termijn gevisieerd wordt; als niet aan alle elementen een maximale performantie wordt opgelegd; als ook gekeken wordt naar de manier waarop energie geproduceerd wordt en naar de wijze waarop mensen hun gebouwen gebruiken en onderhouden; dan kunnen in die twee kampen die tegenover elkaar

staan – erfgoed en energie – wel dezelfde vragen gesteld worden en gemeenschappelijke antwoorden worden geformuleerd.

Want ook in en rond het verbeteren van de energieprestatie van bestaande gebouwen stelt zich de vraag naar de levensduur van de materialen, of de vraag of vervanging noodzakelijk is, of er wel op verantwoorde manier wordt vervangen, rekening houdend met de energie die nodig is voor afvalverwerking en productie van nieuw materiaal, of we materialen kunnen hergebruiken.

In dit gemeenschappelijk veld moet plaats zijn voor het onderzoeken van de specifieke waarde van de elementen (materieel, cultureel, financieel, historisch,...)

Daarnaast moet er plaats zijn om de intrinsieke kwaliteiten van de bestaande gebouwen te onderzoeken en te evalueren: of we ze kunnen uitbuiten of beter aanwenden binnen het energieverhaal. Denken we hier bijvoorbeeld aan inertie, compactheid, ventilatiemogelijkheden, ...

Er moet gezocht worden naar een goed evenwicht tussen de omvang van de operaties en de winsten (financieel, energetisch, materieel...). Is er sprake van een goede terugwintering van de investeringen?

En moet er ruimte zijn voor het evalueren van de reële impact van de interventies door het meten van resultaten met het oog op het bijstellen van berekeningen en modellen.

Er moet plaats zijn voor een grondige analyse van de risico's en neveneffecten die zich kunnen voordoen (condens, vorst, vocht,...).

Op naar een globale aanpak en een globaal verbeterde prestatie, een upgrade op schaal van het gebouw, op schaal van het bouwblok en op schaal van de stad. Op naar energetisch performante historische steden.

.....

### **Are architectural heritage and energy compatible?**

.....

There is a paradox in the approach to the conservation of architectural heritage and energy efficiency. Renovations for the purpose of energy efficiency are becoming increasingly common and now impact a large number of listed and unlisted historical buildings. While it seems clear that properties of a historical nature should contribute to efforts to reduce greenhouse gas emissions, it is just as obvious that any work carried out must take into account the architectural and structural characteristics of such buildings so that the process is not counter-productive.

Using concrete examples of work on both listed and unlisted buildings, this contribution will give an outline of the issue involved in this paradox and propose ways to promote uses of the EPB that are compatible with the protection of architectural heritage.

.....

### **Patrimoine architectural et énergie : des enjeux conciliables ?**

.....

Il existe un paradoxe dans la manière d'aborder la conservation du patrimoine architectural et l'économie d'énergie. Actuellement, les rénovations pour raisons d'économie d'énergie sont de plus en plus nombreuses et touchent un grand nombre de bâtiments historiques, classés ou non. S'il apparaît évident qu'un bien à caractère patrimonial doit participer à l'effort de réduction des gaz à effet de serre, il apparaît tout aussi évident que les interventions menées doivent prendre en compte les caractéristiques architecturales et constructives de ce bâti, pour que la démarche ne soit pas contre-productive.

À travers des cas concrets d'intervention sur du bâti classé et non classé, cette contribution brossera le cadre de la problématique de ce paradoxe et introduira les pistes pour promouvoir une application de la PEB compatible avec le patrimoine architectural.

# FORMES URBAINES, TYPOLOGIE ET AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DU BÂTI ANCIEN BRUXELLOIS

**JULIEN BIGORNE**

INGÉNIEUR, ATELIER PARISIEN D'URBANISME

*CETTE ÉTUDE, COMMANDÉE PAR LA RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE, SORT DES SENTIERS BATTUS DES ÉTUDES ÉNERGÉTIQUES CENTRÉES SUR LE BÂTI. S'INTÉRESSANT À L'ÉCHELLE DES SYSTÈMES, ELLE INTÈGRE DES PARAMÈTRES HABITUELLEMENT IGNORÉS PAR CE TYPE DE TRAVAUX ET QUESTIONNE LES PRATIQUES CENTRÉES SUR L'APPLICATION DES NORMES.*

Cette étude, menée à la demande de la Région bruxelloise, a été finalisée en 2013. La commande visait à appliquer une méthode que nous avions expérimentée à Paris pour évaluer les capacités thermiques du bâti ancien et à l'implémenter dans la réflexion en cours sur l'amélioration énergétique du patrimoine architectural bruxellois. Le rapport est présenté intégralement sur le site de la Direction des Monuments et des Sites.

Je présenterai ici un résumé de nos travaux. Je reviendrai d'abord sur la méthodologie de travail, ainsi que sur les trois échelles d'appréciation du problème que nous avons prises en compte : celle de la région, de la ville et du bâtiment. Je parlerai peu de la première, car il en a été question dans l'exposé consacré à la PEB (pp.12-17). Je me concentrerai ensuite sur les questions liées aux formes urbaines avant d'en arriver à celles des bâtiments.

## LES GRANDES LIGNES DE LA MÉTHODOLOGIE

Nous sommes confrontés à moyen terme à un double enjeu : d'une

part à celui de l'approvisionnement en énergie des systèmes urbains, dont il va falloir réduire la dépendance et, d'autre part, à celui du changement climatique qui implique de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'adapter le territoire à ce changement. Afin de répondre à ces enjeux, l'Europe propose un dispositif réglementaire à l'horizon 2020 du «3x20». L'application de ce dispositif transite généralement à partir de l'Union européenne vers le pays, ou la Région, qui l'appliquent directement au bâtiment. Cela signifie que la question énergétique est rarement pensée à l'échelle du quartier. Or, avant d'intervenir sur un bâtiment, il est important de se préoccuper de son environnement direct, de penser au rôle qu'il joue par rapport à ses voisins. C'est donc cette approche que nous avons favorisée dans notre démarche.

Notre travail a deux caractéristiques : il est exploratoire et illustratif.

Exploratoire d'une part, car il ouvre des pistes qui incluent des éléments liés à l'énergie, mais qui sont absents des réglementations.

Ainsi, nous cherchons à appliquer une méthode qui ne prend pas uniquement en compte les normes réglementaires et nous permet d'élargir les questionnements.

Illustrative d'autre part, car cette mission avait pour finalité de présenter une méthode permettant d'initier un travail plus large sur l'évolution des performances énergétiques du patrimoine bâti bruxellois. Une mission de six mois ne permet pas de travailler quantitativement. Toutefois, afin d'avoir un panel représentatif, nous avons choisi de l'architecture ordinaire, c'est-à-dire des bâtiments qui ont été répliqués à l'échelle de la ville sur des territoires assez grands. Ces constructions ne sont pas toujours l'œuvre d'architectes. Il s'agit de promotion immobilière, de lotissements, de maisons courantes, etc., à partir desquelles nous avons tenté d'identifier les problématiques de mise en œuvre de rénovation.

La matière première de notre travail a été constituée de 21 îlots «types» présélectionnés en accord avec la Direction des Monuments et Sites, de 11 bâtiments audités selon la méthode PAE par le Centre

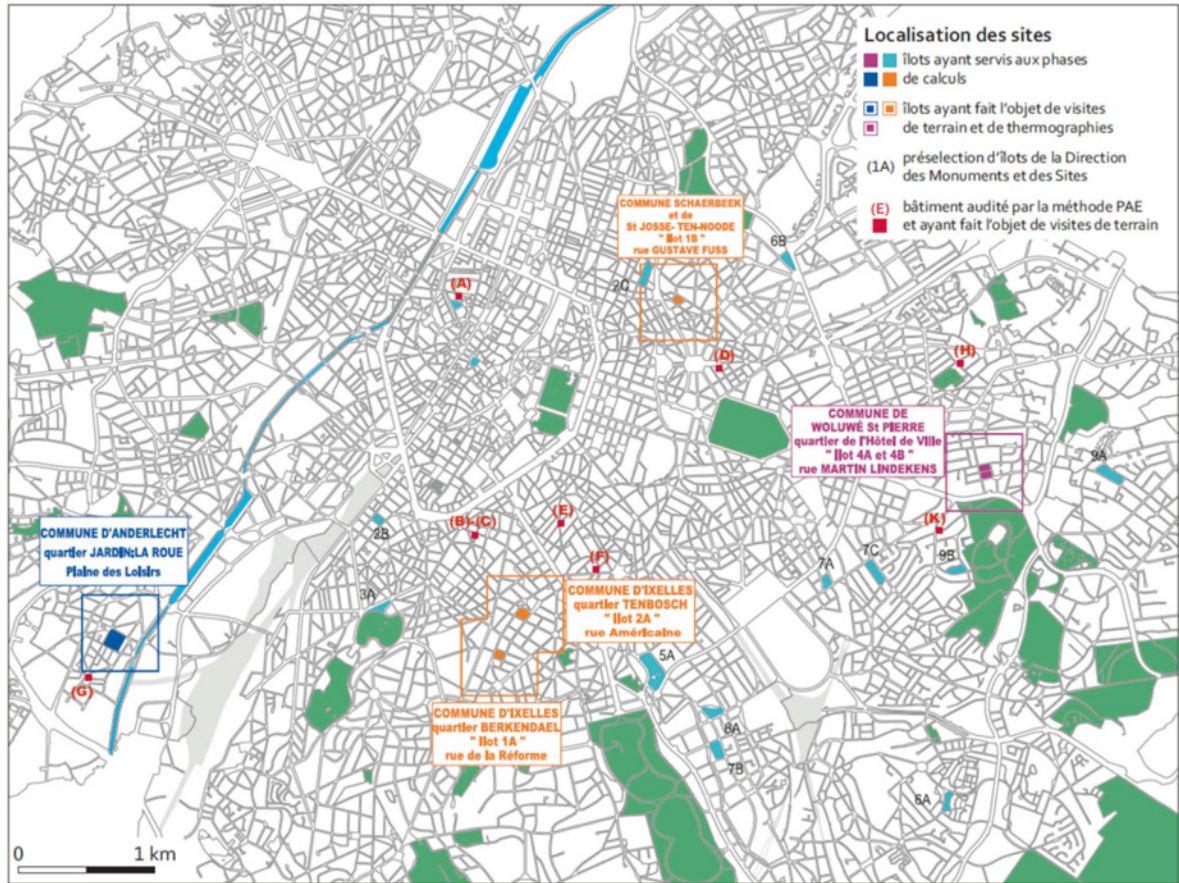


Fig. 1  
Localisation des sites étudiés [réalisé avec Brussels Urbis © CIRB].

Urbain, de campagnes de thermo-graphie «infrarouge» sur les sites sélectionnés, de recherches dans les archives communales concernées (fig. 1).

## CONSIDÉRATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

La question de l'énergie doit se penser comme un tuilage, ou un système, dans lequel de multiples paramètres interviennent. L'occupant d'un bâtiment n'utilise pas l'énergie uniquement pour se chauffer. Il se déplace également : c'est la question des transports ; il a des revenus plus ou moins importants : ce sont les questions socio-économiques. Quand le coût de l'énergie augmente, certains

postes sont comprimés et d'autres non. Il y a donc des inégalités territoriales vis-à-vis de l'énergie. Penser la dépendance énergétique comme facteur de vulnérabilité suppose de territorialiser les consommations d'énergie et donc de révéler les inégalités de la région... inégalités existantes ou en devenir. Or, la réglementation n'intègre pas cela puisque, en résumé, elle affirme que tous les bâtiments sont à considérer de la même manière et que, dès lors, il faut leur appliquer une même méthode et un même objectif, sans distinction. Il apparaît toutefois que ce n'est pas si simple. Les personnes en charge de planification, et particulièrement de planification énergétique, doivent faire le tuilage, relativement complexe,

des territoires.

## FORME URBAINE : LA RÉDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EST UNE QUESTION TERRITORIALE AVANT D'ÊTRE CELLE DU BÂTIMENT

Un bâtiment n'existe jamais en tant qu'entité indépendante. Il est toujours un élément d'une composition de plus grande échelle. Dès sa conception, il est envisagé dans et en relation avec son environnement (logiques de lotissement, logiques de végétalisation des espaces urbains, etc.). La forme urbaine nous permet de documenter facilement ces éléments relatifs à l'énergie et d'en



tirer des éléments d'analyse. L'étude de la mitoyenneté est à ce titre intéressante. Historiquement, afin de pallier l'absence de système de chauffage performant, les bâtiments étaient accolés les uns aux autres. Cette conception du regroupement des logements fait baisser les surfaces déperditives et, par conséquent, les consommations d'énergie de manière proportionnelle. Dans le bâti neuf, totalement isolé, ces données sont moins importantes. En revanche, dans le bâti ancien non isolé, la mitoyenneté est déjà une stratégie énergétique. L'évaluation des qualités intrinsèques d'un bâtiment, préalable à toute intervention, doit prendre en compte cette donnée essentielle.

La figure 2 schématise la densité de constructions à travers le temps sur un panel de sept îlots. On constate une dislocation de la mitoyenneté et une plus grande consommation de l'espace. L'une des raisons historiques de ce phé-

nomène est liée à la définition de la ville comme lieu d'échanges, où les distances devaient être courtes pour convenir à des déplacements à pied ou à cheval. La ville avait intérêt à être compacte. Ce schéma est également valable pour le bâtiment. Plus il est ramassé, plus il est «vivable». Au fil du temps, avec de meilleurs systèmes de chauffage, d'autres modes de déplacement, les villes s'étendent, consomment plus de territoire. Sur le schéma, cela se traduit par un inversement du rapport entre les vides et les pleins. Les conséquences de ces mutations sont importantes. Aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles, la trame végétale s'inverse. Cette donnée doit être prise en compte car, lorsqu'on parle d'îlots de chaleur, de microclimat urbain, de confort d'été, nous sommes dans la situation de la ville ancienne et dense. Cela signifie qu'en hiver, la consommation d'un bâtiment y est théoriquement moins importante que dans les zones périurbaines. Or, quand on

fait un diagnostic thermique, les données utilisées émanent souvent de stations météorologiques périurbaines, ce qui peut biaiser les calculs d'entrée de jeu. Par exemple, si le même fichier météo sert à faire des calculs sur une zone à Woluwe-Saint-Pierre et sur une autre dans le centre ancien, les erreurs seront plus importantes dans les calculs concernant le Pentagone du fait d'une densité plus grande. Les écarts peuvent aller jusqu'à 10 %.

L'analyse de la trame végétale révèle les disparités microclimatiques, autre forme d'inégalité territoriale. Chaque quartier possède une singularité climatique. Les îlots fermés de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, par exemple, sont des compositions urbaines pour lesquelles la ventilation nocturne est assurée naturellement en été. La figure 3 montre un îlot dont l'agencement génère un contraste thermique important entre l'intérieur végétalisé et l'espace public miné-

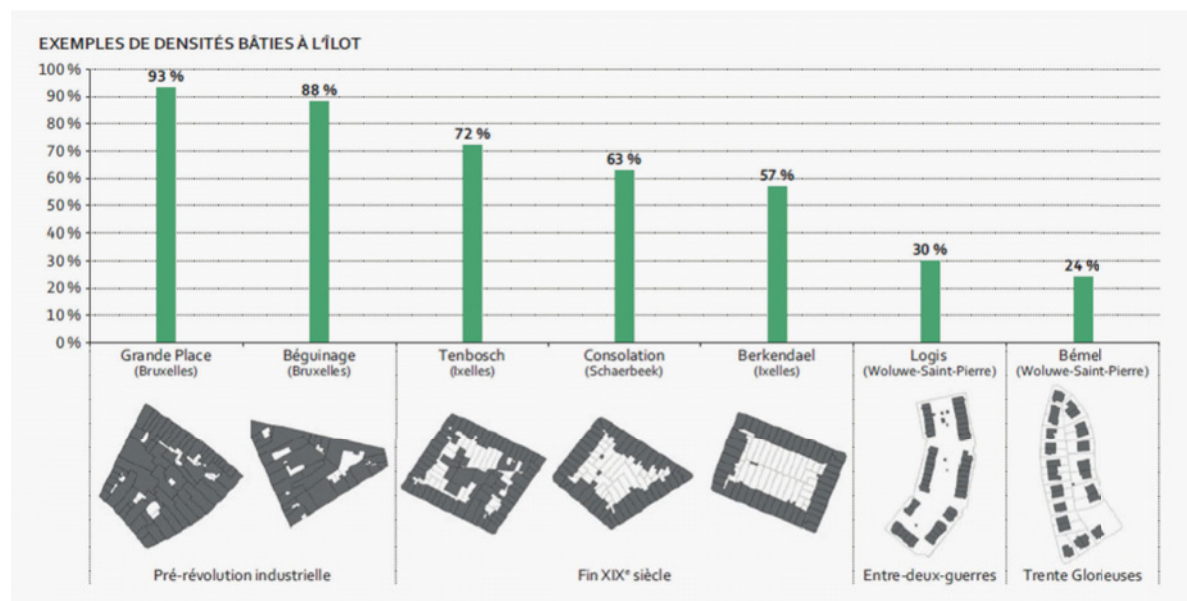


Fig. 2

Schéma de l'évolution historique de la densité de constructions. Au fil du temps, une inversion du rapport entre les pleins et les vides s'opère. On constate une accélération de la consommation de l'espace régional (© Apur).



ralisé. Cela a pour avantage la création d'un tirage thermique, excellente alternative à la climatisation. Inhérente au bâtiment, la ventilation naturelle est aidée par la présence des demi-paliers et le décalage de niveaux qu'ils induisent (fig. 4). Les caves jouent également un rôle dans ce phénomène tout comme les conduits de cheminées. Ceux-ci sont souvent condamnés lors des rénovations, pour y mettre une ventilation mécanique contrôlée (VMC), ce qui entraîne la perte du tirage thermique vertical de la cheminée et de ses ventouses. À terme, cela peut générer du désagrément car, si le bâtiment est calfeutré, étanchéifié, et qu'une VMC remplace la cheminée, les conditions d'émergence d'un problème en été sont réunies.

Le plan des typologies unifamiliales est flexible. On observe que la pression foncière fait muter ces espaces progressivement et que la maison unifamiliale se transforme

en appartements classiques. L'adaptabilité du plan est intéressante, car, en réalité, elle permet de réduire les consommations d'énergie par habitant. De fait si on peut passer d'une maison unifamiliale, hébergeant trois ou quatre personnes, à trois appartements, que l'intérêt financier de cette division existe et que, de surcroît, des économies d'énergie sont réalisées, alors toute la première couronne devient un point d'attention... Il en résulte dès lors une pression immobilière. Ces phénomènes sont naturels et se produisent du fait d'un marché propice. La densification s'appuie sur une mutation assez aisée du plan. La cage d'escalier, par exemple, intègre facilement les parties communes puisque, dès l'origine, cet espace a été pensé de cette manière. *A contrario*, cette mutation génère aussi des désagréments : trois appartements représentent potentiellement des pièces humides à tous les étages. Or, en rénovation, l'humidité est

une donnée fondamentale. Un diagnostic commence dans les salles de bain, car l'hydrométrie joue un rôle central.

## LA MODIFICATION DES SÉQUENCES

Notre travail nous a amenés à traiter du patrimoine architectural à l'échelle urbaine en traitant les grands ensembles, la qualité des espaces, etc. Nous partons du principe que, si la réhabilitation implique des réécritures partielles ou totales des ensembles bâtis, l'analyse urbaine donne des éléments d'appréciation du degré d'intervention possible. Nous avons comparé des secteurs et des séquences de bâtiments. La consultation des archives et des permis de construire a permis de dégager plusieurs éléments concernant ces séquences. Je vais m'attarder sur trois d'entre elles. La première se situe à Ixelles, dans le quartier de Berkendael

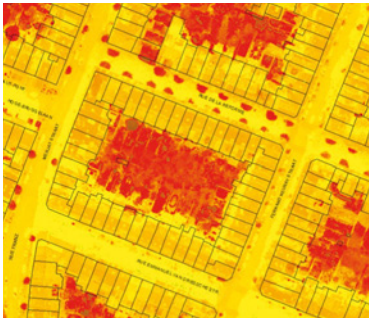


Fig. 3

Tirage thermique naturel en plan à l'échelle de l'îlot. La différence de traitement des sols entre le cœur d'îlot (100 % végétal) et l'espace public (100 % minéral) est de nature à créer un contraste thermique très prononcé qui permet d'amorcer une ventilation naturelle efficace (entre la rue et la cour). Les surfaces végétales possèdent des capacités de rétention d'eau, cette dernière est évaporée les jours de canicule [réalisé avec Brussels Urbis © CIRB].

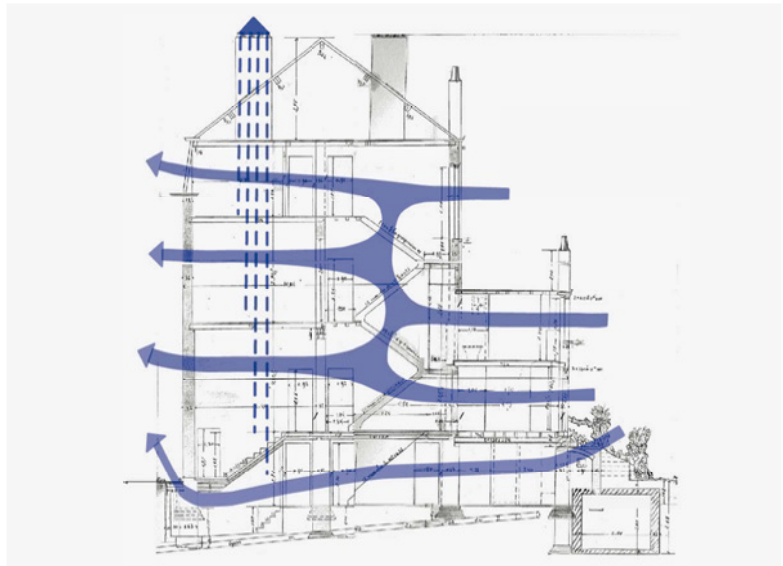


Fig. 4

Tirage thermique naturel en coupe à l'échelle du bâtiment représenté entre la cour et la rue. Le demi-palier ajoute une composante verticale au tirage thermique (© commune d'Ixelles).

(fig. 5). Ordonnée, symétrique, il s'agit de promotion immobilière. Vraisemblablement, le promoteur a eu recours à un catalogue dans lequel ses clients choisissaient ce qu'ils voulaient. Il s'est arrangé pour éviter que deux bâtiments similaires soient côte à côte et il a composé sa séquence. Il a joué relativement de la symétrie, a cherché une cohérence pour finalement créer un paysage urbain. On observe toujours une exception aux extrémités, où les bâtiments offrent une certaine singularité de manière à être des repères urbains. Ici, si l'on prend un des bâtiments et qu'on l'isole par l'extérieur, le paysage urbain s'en ressentira. Dans ce cas, la question patrimoniale n'est pas à l'échelle du bâtiment, mais bien à celle de la rue.

Notre deuxième exemple de séquence se situe rue Eeckelaers, à Saint-Josse-ten-Noode (fig. 6). Hétérogène, elle est probablement le résultat de modifications successives. Il est difficile de se prononcer sans regarder précisément les bâtiments. En revanche, on peut dire que l'isolation d'un de ces bâtiments ne modifiera pas fondamentalement la physionomie de la rue. Ce sont des typologies du XIX<sup>e</sup> siècle qui font sans doute l'objet de moins d'attention patrimoniale.

La troisième séquence est relative aux typologies des années 1950, qui offrent des éléments assez intéressants à mon sens. Leurs mises en œuvre sont encore assez artisanales tout en intégrant des éléments préfabriqués, comme les encadrements de fenêtres. À Woluwe-Saint-Pierre, ces typologies offrent une séquence cohérente au regard de l'hôtel de ville qui s'inscrit dans une perspective. Si les bâtiments pris indépendam-

ment les uns des autres ne suscitent guère de sympathie d'un point de vue patrimonial, il existe toutefois une séquence cohérente. Modifier un de ces bâtiments la remet en cause et ce, bien que l'hôtel de ville leur soit postérieur. En effet, sa construction marque l'aboutissement du quartier et de la séquence paysagère dans laquelle il s'inscrit parfaitement. Inversement, la séquence de la rue François Gay, composée de typologies plus anciennes et présentant des éléments patrimoniaux, est hétérogène. La mutation ponctuelle d'un bâtiment n'y pose pas particulièrement problème (fig. 7).

La forme urbaine permet donc de regarder le patrimoine sous l'angle des séquences, sans se focaliser sur le bâtiment et ses détails. Travailler à cette échelle revient aussi à interroger le rapport entre les bâtiments et leur environnement proche, à questionner leur durabilité, leur vulnérabilité, leur capacité à recevoir le changement climatique.

L'augmentation des prix de l'énergie et le phénomène de boom démographique tendront à conforter le mécanisme de densification de la ville existante, en particulier pour la première couronne dans laquelle les disponibilités foncières sont conséquentes. Dans quelle mesure, dès lors, les pouvoirs publics sont-ils amenés à agir ? Dans quelle mesure la densification doit-elle être encadrée ? La planification urbaine doit faciliter ce phénomène tout en se portant garante des qualités intrinsèques des tissus existants, ce qui implique de porter une attention particulière à la trame végétale existante (conservation, décloisonnement, renforcement, etc.), d'anticiper l'apparition des îlots

de chaleur, d'identifier les qualités paysagères des compositions architecturales et urbaines, etc.

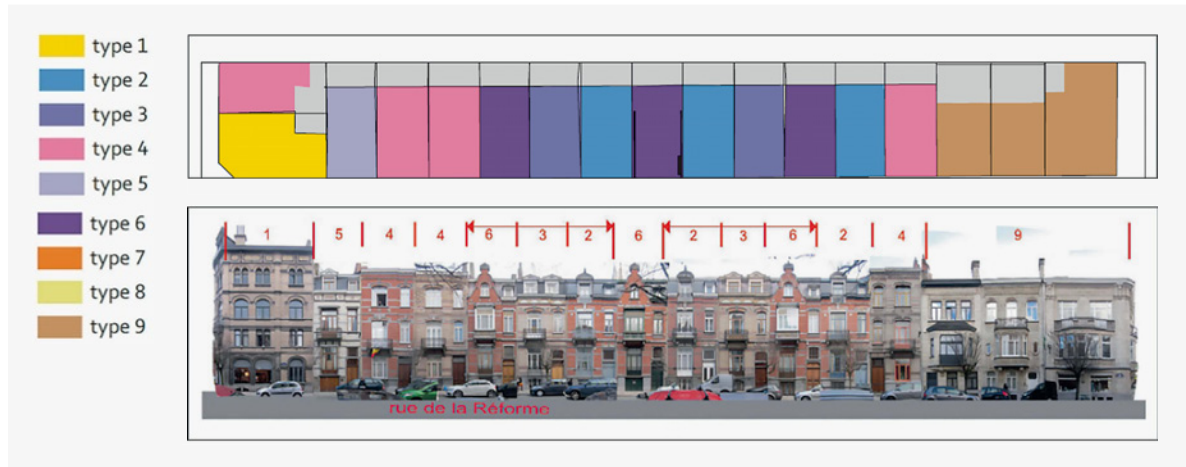
## L'APPLICATION DES MESURES D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LE BÂTI ANCIEN

La sélection offre un panel de typologie couvrant une période d'un siècle, de la première moitié du XIX<sup>e</sup> jusqu'à l'après-guerre. Il s'agit d'architecture ordinaire, la plus courante, ainsi que d'une cité jardin. J'aborderai ici quelques typologies, l'usage des matériaux et de leur conductivité thermique. L'usage systématique de la brique et sa persistance dans le temps nous a surpris tout autant que la présence tardive des planchers bois, qui posent certainement question dans les rénovations. Concernant la conductivité thermique des murs, l'objectif, peut-être pas assez ambitieux, a été mis à 0,4 (la barre est à 0,2 actuellement). De manière générale, les bâtiments étudiés ne sont pas isolés et nous positionnent dans un schéma classique d'analyse.

### L'évolution des bâtiments

La première évolution à noter est celle des matériaux. Tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle, la mise en œuvre constructive reste artisanale, mais la palette des matériaux, qui sont de plus en plus industriels, s'étoffe et permet à l'écriture architecturale de se diversifier. À cet égard, la différence entre le néoclassicisme – où la brique est enduite – et l'éclectisme – où les matériaux s'exposent – est parlante (p. 19). L'utilisation ponctuelle de matériaux denses, donc conducteurs, dans l'architecture éclectique traduit une chute des performances énergétiques des bâtiments (fig. 8).

On rencontre le même processus



**Fig. 5**  
 Quartier Berkendael, rues de la Réforme et Van Driessche, à Ixelles. La séquence est composée de types de bâti prédéfinis «sur catalogue». L'emploi de symétrie crée une impression de diversité. La modification ponctuelle de l'aspect d'un bâtiment remet en cause le paysage urbain (© Apur).



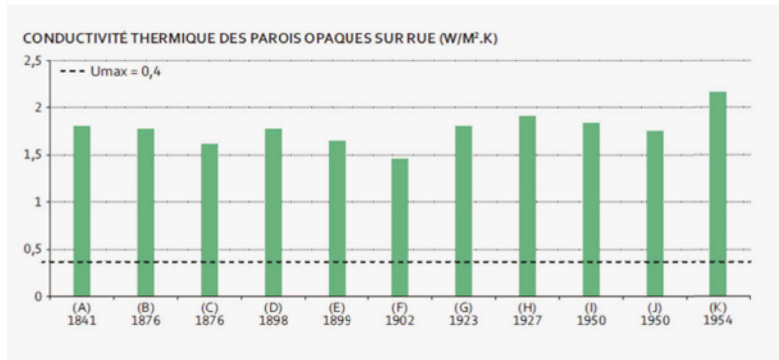
**Fig. 6**  
 Rue Eeckelaers à Saint-Josse-ten-Noode. Cette séquence est hétérogène, sans logique particulière de la composition à l'échelle de la rue. La modification ponctuelle de l'aspect d'un bâtiment ne remet pas en cause le paysage urbain (© Apur).



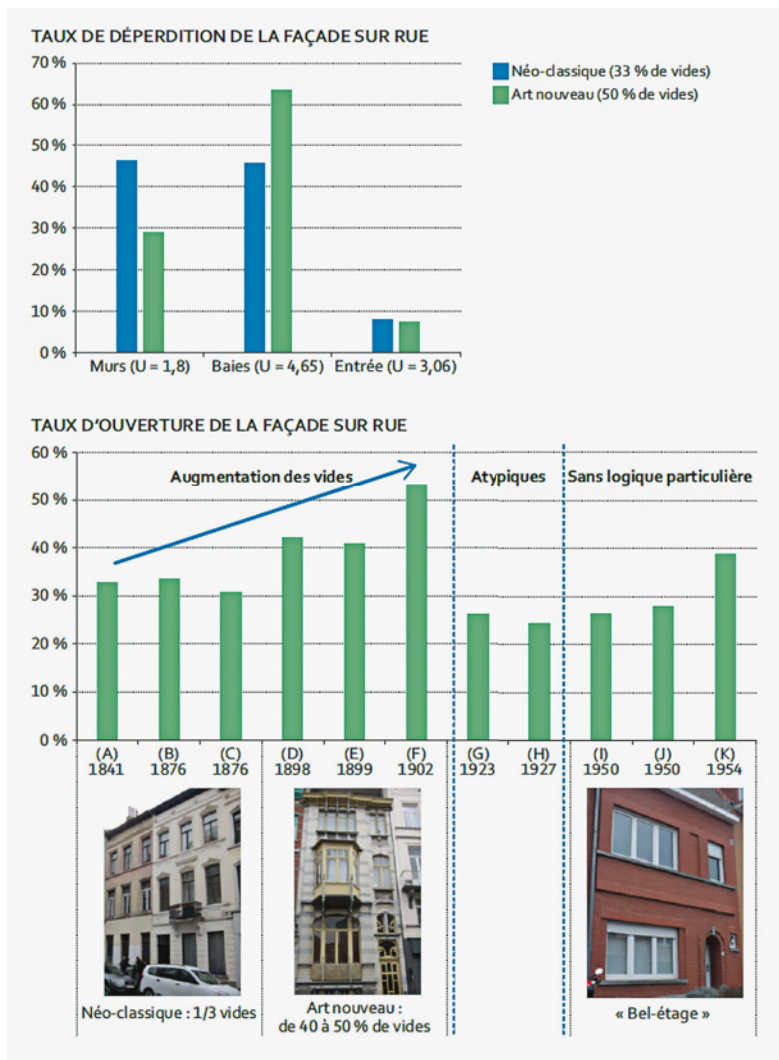
**Fig. 7**  
 Les tissus plus récents, comme ceux des années 1950 ou 1960, forment parfois des compositions paysagères abouties (réalisé avec Brussels Urbis © CIRB. Photos de l'auteur).

après les années 1950 : l'amélioration des systèmes de chauffage génère une plus grande ouverture des façades, la recherche d'un apport de lumière plus important. Dans les typologies néoclassiques, la proportion de vide et de plein est de 1/3 – 2/3. Dans le premier quart du XX<sup>e</sup> siècle, on arrive à du 50/50. Ensuite, avec les avancées techniques, tout devient possible : fenêtres en bande, parois vitrées, etc. L'étude de l'évolution des techniques constructives et de leur impact sur la consommation d'énergie montre un relâchement généralisé après-guerre (fig. 9).

La réhabilitation d'un bâtiment ancien se heurte à de nombreuses difficultés selon les techniques constructives en présence. Modifier des espaces est une opération complexe qui peut générer des pathologies, notamment en multipliant les ponts thermiques. Ce risque existe en intervenant sur le béton armé, sur les poutres, les appuis de fenêtres, les linteaux, etc. L'isolation partielle de zones peut être dangereuse. Les pathologies apparaissent aux endroits où la conductivité thermique est plus importante. Moins la façade est homogène – par exemple, lorsqu'il y a un double mur – plus les problèmes de pont thermique sont graves. Les pathologies inhérentes à ces typologies devront faire l'objet de solutions spécifiques en réhabilitation. À ce titre, les annexes en intérieur d'îlot représentent un problème spécifique. Ces excroissances, réalisées en matériau léger, posent de vrais problèmes de compacité. Élevées sans cohérence les unes par rapport aux autres, ces petites constructions génèrent des ponts thermiques dans tous les sens. Leur compacité est généralement moins bonne que le bâtiment principal. Intervenir sur les annexes représente un potentiel élevé d'économie d'énergie.



**Fig. 8** La conductivité thermique des parois opaques rend compte des techniques constructives. Ces dernières reposent sur une constante : le mur porteur en briques pleines, ce qui explique la relative homogénéité des résultats et leur fort éloignement de l'objectif de performance énoncé par la PEB (fixé à 0,4) (© Apur).



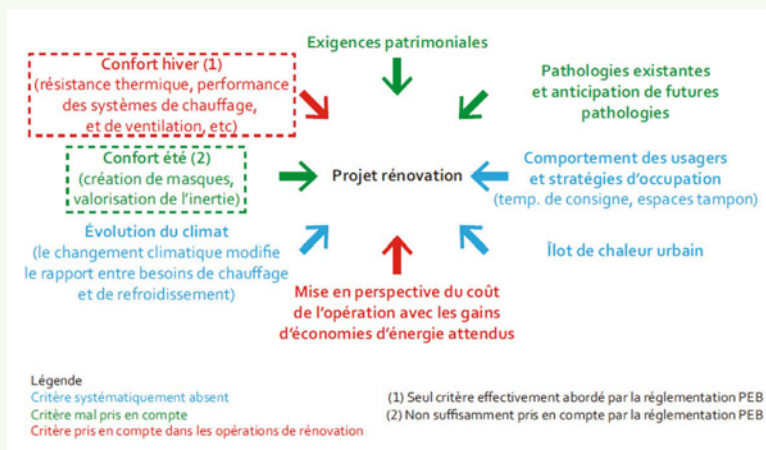
**Fig. 9** Au fil du temps, les qualités thermiques des édifices se dégradent (© Apur).



## DÉFINITION D'UN PROJET DE RÉHABILITATION OU LA RECHERCHE D'UN MEILLEUR COMPRIS

Le confort d'hiver est souvent l'alpha et l'oméga de la rénovation. C'est ce critère qui prime dans les calculs conventionnels. Mais les mesures prises pour le confort d'hiver ne doivent pas aller à l'encontre du confort d'été. Par exemple, l'isolation par l'intérieur des parois massives peut aller à l'encontre de leur plus-value estivale. Dans le même ordre d'idée, il faut anticiper les pathologies qui peuvent être générées par les gestes de réhabilitation.

Par ailleurs, il manque presque toujours un élément primordial dans



les raisonnements appliqués à la rénovation: le comportement des usagers. Cela implique de comprendre que le comportement des gens est imprévisible, ne correspond pas à un format. La sociolo-

gie du bâtiment doit être prise en compte lorsqu'on aborde une rénovation. Sans adhésion des habitants, les objectifs d'économie d'énergie recherchés resteront inatteignables.

## Les techniques de diagnostic

Le diagnostic des onze bâtiments a été fait par le centre urbain avec le logiciel PAE, couramment utilisé par les bureaux d'auditeurs. Il est intéressant de pouvoir analyser et critiquer cette méthode PAE et les résultats qu'elle offre. Le point principal réside dans le décalage entre la réalité d'occupation du bâtiment et ce que le calcul prend en considération. Un facteur 2, voire beaucoup plus, est

souvent diagnostiqué pour la maison unifamiliale. Le scénario d'occupation – l'utilisation réelle des pièces – est déterminant, d'autant plus si l'on vise une rentabilité de la solution de rénovation. En surestimant trop les coûts de rénovation, les temps de retour sont trop importants. Le logiciel PAE conclut, dans la plupart des cas étudiés, à un temps de retour excédant la durée de vie des solutions de rénovation, et ce, dans

le cadre d'hypothèses optimistes. Ces conclusions peuvent être interprétées de plusieurs manières:

- soit le niveau d'exigence (valeur U) est trop élevé;
- soit les solutions envisagées ne sont pas adaptées aux profils de consommation des bâtiments anciens;
- soit le logiciel n'est pas adapté au conseil énergétique pour les bâtiments anciens.

coût unitaire (€/m <sup>2</sup> )		prix du gaz (€/kWh)		prix du gaz (€/kWh)	
isolation (U=0,49)	double vitrage (U=1,63)	0,065	0,065	0,13	0,13
135	200	taux d'intrêrêt	3 %	taux d'intrêrêt	3 %
		inflation	2 %	inflation	2 %

	surface (m <sup>2</sup> )	investissement (€)	durée de vie de l'investissement (année)	temps de retour (année)	temps de retour actualisé (année)	temps de retour (année)	temps de retour actualisé (année)
façade avant	34,93	92,66	30	39	46	20	23
façade arrière	29,43	92,66	30	39	46	20	23
annexe	19,75	61,32	30	19	22	9	11
fenêtre SV	7,09	29,26	20	35	38	14	15

Fig. 10

Exemple d'un audit PAE, réalisé sur un bâtiment néoclassique. Les temps de retour calculés sont longs. Si les acteurs économiques ne trouvent pas d'intérêt financier à engager des travaux d'économie d'énergie, l'objectif global de -20 % ne semble pas atteignable. Les subsides ont des chances d'être détournés et d'alimenter des effets d'aubaine (© Centre Urbain)



Beaucoup de matériaux utilisés actuellement en rénovation ne sont pas pérennes et doivent être remplacés au bout de dix ou quinze ans. Sauf à utiliser les systèmes parfaitement, et continuellement, – ce qui est un comportement rare, car c'est une utilisation contraignante du bâtiment – les 50 kWh ne seront pas atteints dans le bâti ancien. Nous avons beaucoup d'exemples de bailleurs qui paient des provisions de charges pour 50 kWh et qui arrivent *in fine* à 150 kWh. Est-ce que l'argent a été investi au bon endroit ? Rien n'est moins sûr. Si le compteur indique 150 kWh à la place de 50, c'est qu'il y a un problème. On trouve toujours des situations exemplaires. Mais la question porte sur la situation du plus grand nombre et à ce qui se passe dans le bâti ordinaire.



Fig. 11 L'isolation extérieure sur cour est *a priori* non problématique (photo de l'auteur).

## L'ISOLATION EXTÉRIEURE : À UTILISER AVEC PRÉCAUTION

L'isolation thermique extérieure suppose une réécriture des façades existantes. Elle est possible, voire recommandée, sur les annexes et façades arrière des bâtiments où, *a priori*, ça ne pose pas de problème (fig. 11). Elle peut être appliquée sur les façades en rue dans certaines conditions : bâtiments fortement dégradés ou façades réécrites lors de ravalement peu scrupuleux. Les bâtiments insérés dans des tissus hétérogènes doivent être considérés au cas par cas. Certains pourront faire l'objet d'une isolation extérieure et d'autres non.

Le traitement de bâtiment s'inscrivant dans des séquences paysagères patrimoniales demande une approche fine, au cas par cas. L'exemple, très complexe, de la Cité de la Roue est intéressant à plus d'un titre (fig. 12) : c'est une cité qui a beaucoup évolué. Nous avons eu l'occasion de regarder

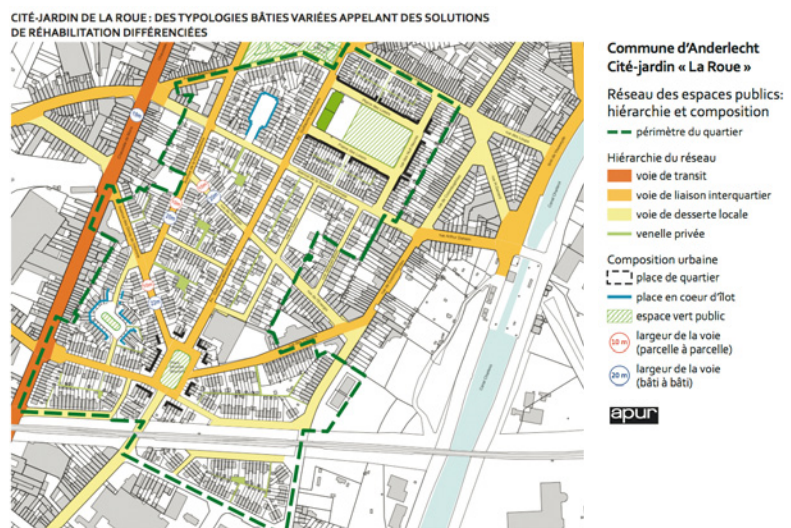


Fig. 12 La cité-jardin de la Roue à Anderlecht. Les séquences historiques les plus anciennes (1907) encore préservées appellent une conservation des façades en l'état. La « plaine des loisirs », qui a fait l'objet de modifications vernaculaires (polychromies des enduits, etc.), possède une dimension symbolique particulière. Les futures solutions de réhabilitation devront prendre en compte ce type de patrimoine. Des études sont à mener pour qualifier les évolutions possibles (réalisé avec Brussels Urbis © CIRB. Photos de l'auteur).

quelques séquences de cette cité. Certaines d'entre elles sont historiques et l'isolation extérieure y est à proscrire. En revanche, certaines typologies s'y prêtent, car elles ont beaucoup évolué. Il conviendrait de se pencher dans le détail sur ces évolutions, de voir comment les gens se sont appropriés les espaces, ce qui est acceptable dans ces évolutions, la manière dont il conviendrait de les encadrer... Les enduits isolants pourraient offrir là des solutions; en revanche, il n'existe pas une solution technique type applicable partout, toujours. Certaines zones comme «le chantier expérimental» de la Roue, ancienne vitrine technologique, pourraient retrouver leur vocation première par la mise en œuvre de solutions de réhabilitations innovantes. Évidemment, cette démarche demande de pouvoir sortir du cadre réglementaire.

### ..... **L'ISOLATION INTÉRIEURE: UNE SOLUTION QUI PEUT GÉNÉRER DES PATHOLOGIES**

L'isolation intérieure ne nécessite pas de permis. Cette absence d'autorisation donne l'impression que cette technique relève du simple bricolage. En réalité, il s'agit de l'isolation la plus complexe, car elle peut générer beaucoup de pathologies, surtout dans le bâti ancien. Cela ne signifie pas qu'elle ne doit pas être mise en œuvre, mais seulement de manière très précautionneuse.

Nous avons une bonne expérience à Paris de l'usage de la brique, de son isolation et des pathologies inhérentes. Nous avons constaté les méfaits de l'isolation par l'intérieur sur de nombreux pans de bois. Quand les structures sont atteintes, que le bâtiment est devenu insalubre, la seule solution

est une démolition/reconstruction. L'avantage et l'inconvénient de l'usage de la brique sont qu'elle stocke bien l'humidité. Les pathologies peuvent mettre cinq ou dix ans, voire plus, avant de se déclarer. Isoler par l'intérieur empêche souvent l'humidité emmagasinée par les briques de sécher. Ce sont des cas que l'on rencontre souvent sur des murs exposés ouest/sud-ouest, frappés par la pluie, ou sur des murs revêtus de briques émaillées, très perméables à l'humidité.

Si l'on souhaite atteindre la norme  $U=0,4$  ou  $0,2$ , il faut recourir à des matériaux fortement isolants de type polystyrène ou laine de roche. Or, ces solutions peuvent être contre-productives sur le long terme. En admettant de ne pas chercher à atteindre la norme, on s'octroie la possibilité de mettre en œuvre des matériaux compatibles avec des structures anciennes comme les bétons de chanvre, les bétons cellulaires, les enduits de chaux, de liège... dont les performances thermiques sont aujourd'hui quasi de l'ordre du polystyrène.

Nous avons fait l'expérience sur certains chantiers de viser une performance de  $0,8$  et non  $0,4$ . Les relevés de compteur indiquent un bâtiment consommant maintenant  $80$  kWh. La paroi froide a été coupée et les habitants ne ressentent plus d'inconfort. Par conséquent, ils chauffent moins. À nouveau, il s'agit de réfléchir en fonction d'une situation réelle et du comportement réel des habitants. Il existe aujourd'hui d'autres matériaux que le polystyrène qui ont, certes, des performances moindres sur le plan théorique, mais avec lesquels on arrive, en pratique, à des choses très intéressantes.

### ..... **CONCLUSION**

Pour conclure, je reviendrai sur quelques points clés de l'étude. Tout d'abord, il serait intéressant de procéder à une territorialisation de la dépendance énergétique de manière à pouvoir prioriser à l'échelle de la région les ambitions énergétiques. Il est impossible d'être performant partout; des choix s'imposent donc, d'autant plus que les budgets sont en général limités.

Un autre sujet à investir est celui du règlement urbain, qui a son rôle à jouer dans l'accompagnement du phénomène de densification. Cela passe entre autres par la préservation de certains espaces verts intérieurs afin de prévenir l'apparition d'îlots urbains de chaleur.

Concernant le bâti à proprement parler, l'amélioration de la connaissance du parc existant et de ses spécificités passe par la collecte d'un grand nombre de données statistiques de consommation d'énergie. Cette première démarche permettra aussi d'aider à recadrer le niveau des aides publiques au regard de la performance exigée dans l'ancien et valider l'efficacité des interventions en réalisant des comparatifs avant/après.

Enfin se pose la question de la capitalisation des retours d'expériences. Savoir ce qu'on a fait, ce qui marche, ce qui ne fonctionne pas, etc. et ce, sur le long terme, est essentiel pour évaluer les gestes posés, les décisions prises. L'idée dogmatique qui consiste à dire «un bon bâtiment, c'est un bâtiment étanche à l'air, aux calories» n'est pas valable. Il faut plus de finesse. Il faut laisser la place à l'observation et à l'expérimentation, aider à améliorer la qualification des maîtres d'œuvre, favoriser l'approche intelligente des bâtiments et des opérations de réhabilitation.

.....

**Urban forms, typology and improving the energy efficiency of old buildings in Brussels**

.....

At the request of the Brussels-Capital Region, APUR conducted a study into the energy efficiency of old residential buildings. This study addressed the potential for energy savings in old Brussels buildings based on a sample of audited buildings. Apart from commenting on the buildings themselves, the approach also proposes considering the question of urban form and examining how it impacts the energy consumption of buildings. Finally, the question of the energy vulnerability of the regional territory will be addressed, as well as an analysis of the need for consistency between the “levers” controlled by the regional territory on the one hand, and the neighbourhoods and buildings on the other.

.....

**Stadsvormen, typologie en verbetering van de energieprestaties van oude Brusselse gebouwen**

.....

Op verzoek van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest realiseerde APUR een studie over de energieprestatie van oude woningen. Deze studie buigt zich over de energiebesparingsvooruitzichten voor oude Brusselse gebouwen op basis van een audit van een staal van de gebouwen. Naast opmerkingen over de gebouwen stelt de studie voor om de vorm van het stadsweefsel in aanmerking te nemen en na te gaan hoe die ook een impact heeft op het energieverbruik van de gebouwen. Tot slot wordt aandacht besteed aan de energiekwetsbaarheid van het gewestelijk grondgebied en worden vragen gesteld over de noodzakelijke coherentie tussen de hefboomen die enerzijds afhankelijk zijn van het gewestelijk grondgebied en anderzijds van de wijken en ten slotte van het gebouw zelf.

**L'étude complète est disponible sur le site de la Direction des Monuments et des Sites et de l'Apur :**

<http://bit.ly/1CMqiqM>

<http://www.apur.org/etude/amelioration-performances-energetiques-bati-ancien-region-bruxelles-capitale>





# DE BESCHERMDE HUIZEN VAN DE TUINWIJK LE LOGIS - FLORÉAL

## AANPASSINGEN AAN DE HUIDIGE ENERGIE- EN COMFORTBEHOEFTE

**GUIDO STEGEN**

ARCHITECT, ARCHITECTENVENNOOTSCHAP ARSIS BVBA

*LE LOGIS - FLORÉAL IS EEN TUINWIJK DIE ONS EEN INTERESSANT INSTRUMENT TOONT OM DE CULTURELE WAARDEN EN DE ENERGETISCHE NODEN TE COMBINEREN. TWEE ASPECTEN ZULLEN HIER AAN BOD KOMEN: ENERZIJD HET BEHEERSPLAN, ANDERZIJD HET FINANCIËLE ASPECT VAN DE ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN.*

### HET OPTIMALISEREN VAN ENERGIEPRESTATIE VAN BESCHERMD ERFGOED: EEN OEFENING MET IMPACT

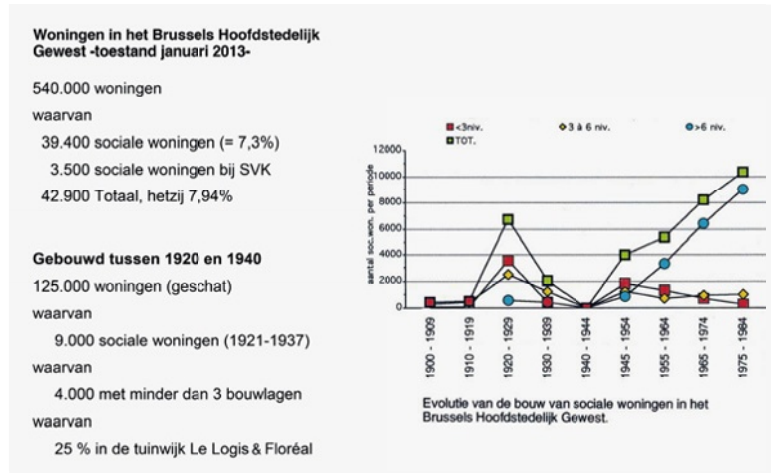
De titel van deze uiteenzetting of interventie luidt: 'Aanpassing aan de huidige energie- en comfortbehoeften'. Het woord 'behoeften' is bewust gekozen, en niet 'normen'. Door middel van erfgoedconforme energiemaatregelen, tracht het Beheersplan voor Erfgoed van de tuinwijk Le Logis - Floréal optimaal te voldoen aan de behoefte aan zuinig energieverbruik. 'Optimaliseren' is hier op zijn plaats: het is een evenwichtsoefening tussen erfgoedbelang, kostprijs en prestatie. Om ervoor te zorgen dat binnen een beperkte tijdshorizon (20 à 25 jaar) een maximale energiebesparing wordt gerealiseerd, speelt de verhouding tussen investering en energieprestatie een sleutelrol. Binnen een beperkte tijd moeten

de financiële middelen gevonden en geïnvesteerd worden om de energieprestatie van de meeste huizen te verbeteren. Alleen dan kan binnen die termijn de grootste globale energiebesparing worden gerealiseerd.

De tuinwijk Le Logis - Floréal is groot. Het is één geheel van twee tuinwijken, gelegen in de Brusselse 20ste-eeuwse gordel, op zes à zeven kilometer van het centrum van de stad. In het Brusselse Gewest zijn er vandaag ongeveer 540.000 woningen, waarvan (slechts) ± 8% sociale huisvesting (afb. 1). Tussen 1920 en 1940 werden er in de Brusselse gemeenten ongeveer 125.000 woningen gebouwd, waarvan 9.000 sociale woningen. 4.000 daarvan zijn van het type van minder dan drie bouwlagen, zoals de 1.060 beschermde huizen van Le Logis - Floréal. Ik wil met deze cijfers een idee

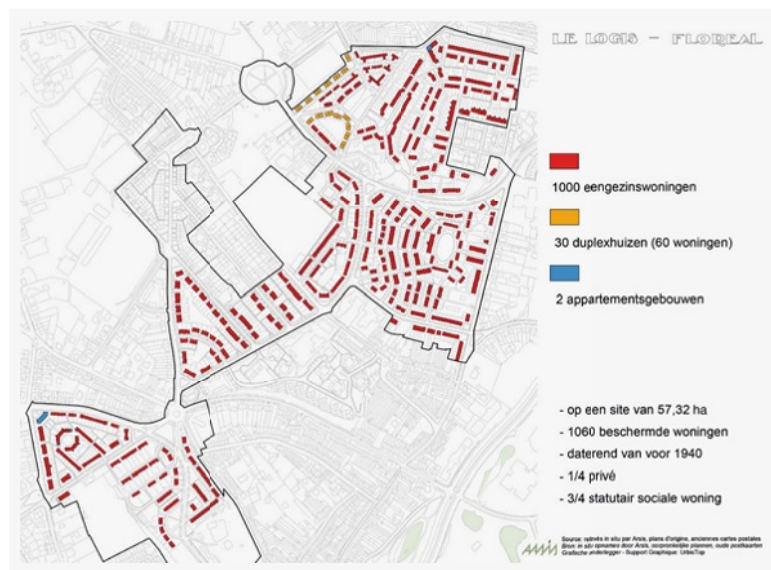
geven van de draagwijdte die de conclusies van het beheersplan kunnen hebben. Ongeveer 4.000 sociale woningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn morfologisch en technisch vergelijkbaar met de beschermde huizen van Le Logis en Floréal, zonder te spreken van alle niet-sociale woningen van hetzelfde type (ongeveer 40.000).

Afbeelding 2 toont de huizen die in de regeringsbesluiten van 15/02/2001 en 06/12/2007<sup>1</sup> zijn beschermd als deel van de tuinwijken 'als geheel'. Van deze huizen is alleen de zogenaamde buitenschil beschermd: gevels, daken, buitenschrijnwerk... Kortom, alles wat van buitenaf zichtbaar is. De eengezinswoningen zijn op die afbeelding 2 in het rood aangeduid, de duplexwoningen in het oranje, en de lage appartementsgebouwen in het blauw. Binnen de site, afgebakend met een zwarte lijn, zijn er nog vele



Afb. 1

Woningen in het Brussels Hoofdstedelijke Gewest. (Guido Stegen, op basis van de "Inventaris van de Volkswoningen te Brussel", Sint-Lukaswerkgezelschap, Lagrou E., sept. 1985).



Afb. 2

De tuinwijken zijn beschermd als geheel door het Regeringsbesluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Gewestregering van 15 februari 2001 en 6 december 2007 (© ARSIS).

andere gebouwen, waaronder twee woontorens die beschermd zijn als monument maar niet behoren tot het beheersplan. Hoewel ze op dezelfde manier zijn gebouwd, worden niet alle beschermde huizen beheerd als sociale huisvesting<sup>2</sup>; een vierde is privé en drie vierde is in beheer van sociale huisvestingsmaatschappijen.

## LE LOGIS - FLORÉAL: EEN KWESTIE VAN SAMENHANG

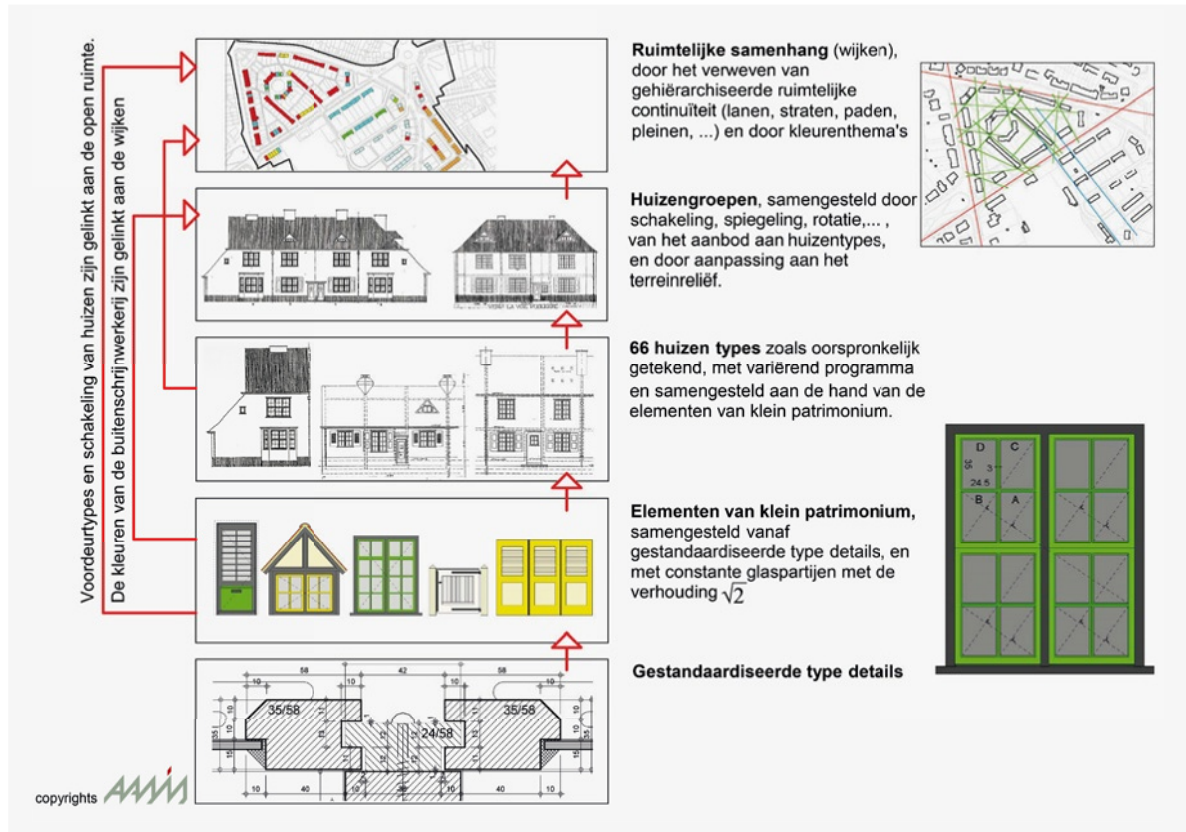
Het geheel bestond uit twee coöperatieven, Le Logis en Floréal, die elk een centrum hadden, gekenmerkt door hoogbouw en centrumfuncties: kantoren, winkeltjes, en in Le Logis zelfs een theaterzaal. Het geheel omvat vier entiteiten,

gekenmerkt door de kleur van de buitenschrijnwerkerij. Dat is geel voor Floréal. In Le Logis zijn er drie entiteiten: groen/wit, gebroken wit, en groen/zwart.

De tuinwijken zijn gebouwd volgens de ontwerpen van vier auteurs: Louis Van der Swaelmen, die de ruimtelijke structuur van de wijken, het aanlegplan getekend heeft, en drie architecten: Jean-Jules Eggericx, Raymond Moenaert en Lucien François. Meer dan 90% van de huizen was gebouwd volgens de plannen van Eggericx; Moenaert en François hebben een kleine honderdtal huizen getekend, alle gelegen in Floréal.

De 1.060 woningen zijn tot stand gekomen in zes werven en in 16 tekenfasen (of dossiers). De werf-fasen brengen door de wisseling van aanbestedingen, prijzen en aannemers een diversiteit mee in de technieken en details. Bij het opmaken van het beheersplan stuit men op die diversiteit en moet de vraag gesteld worden of dit een toevallige diversiteit is, zonder belang voor de verdere conservering, of een conceptuele diversiteit, die moet bestuurd en bewaard worden?

De tuinwijken zijn een groot samenhangend geheel. Sinds enkele decennia poogt men te duiden wat precies het cement is van een samenhangend geheel. De gewone manier om grote gehelen te vormen is 'bottom up'. Dat betekent dat men met gestandaardiseerde details naar een volgend niveau werkt, bijvoorbeeld bouwelementen (deuren, ramen, dakvormen...). Vervolgens worden deze samengebracht in een nog hoger schaalniveau, zoals gevels, huizen... Die groepeerd men dan in combinaties van huizen, of huizengroepen. Het effect van zuiver bottom-up samenbrengen is dat er vele huizen identiek zijn, en dat er



**Afb. 3**  
De compositie van een groot geheel (© ARSIS).

een gebrek is aan verscheidenheid en herkenbaarheid.

In het geval van Le Logis - Floréal zorgen verschillende spitsvondigheden voor:

- verscheidenheid zonder willekeur of chaos;
- eenheid zonder gelijkheid of verval.

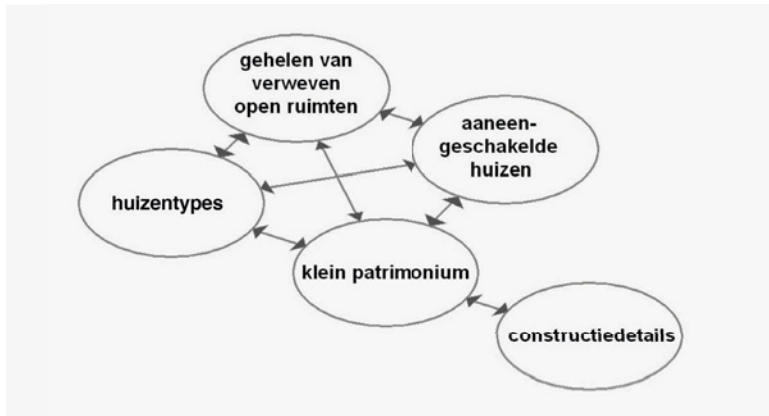
Samenhang ontstaat uit complexiteit, wat in essentie neerkomt op 'verbanden leggen'. Zo zijn er in deze tuinvijk niet alleen verbanden tussen opeenvolgende schaalniveaus (detail → elementen → huistype → huizengroep → wijkniveau) maar ook tussen niet opeenvolgende schaalniveaus (bijvoorbeeld: elementen → huizengroepen, of huistype → wijkniveau (afb. 3)). Aangezien de ontwerpers elementen niet louter gekoppeld

hebben aan huizentypes, voorziet het beheersplan een onderscheid in de beschrijving van de compositielogica tussen huizentype-gebonden elementen en niet-huizentype-gebonden elementen. Dit alles wordt toegelicht in één van de boekdelen van het beheersplan, namelijk 'T04. Eenheid in verscheidenheid'. Het feit dat sommige elementen niet eenvoudig (1/1) konden gelinkt worden aan een huizentype, is de bestaansreden in het beheersplan van de tabellen van de huizen (T01), de thematische kaarten (P03), en de globale inplantingsplannen (P11, P12, P13 en P21). Deze documenten lokaliseren niet-huizentypegebonden elementen. De hechte, complexe samenhang heeft tot gevolg dat men het gevoel krijgt dat dit alles het resultaat is van één groot uniek ontwerp, niettegenstaande het bou-

wen van 1.000 huizen op 15 jaar tijd. Standaardisatie in het productie- en ontwerpproces was absoluut nodig. Slechts een beperkt aantal basiselementen werd gebruikt om één groot samenhangend organisch geheel te doen ontstaan, zonder dat herhaling, saaiheid of onpersoonlijkheid ontstaat. Deze eigenschap noemden de modernisten: 'unité dans la diversité, diversité dans l'unité' of 'eenheid in verscheidenheid, verscheidenheid in eenheid'.

## HET BEHEERSPLAN

De Brusselse wetgeving met betrekking tot stedenbouw voorziet sinds kort dat grote gehelen toebehorend aan meerdere eigenaars kunnen worden beheerd door middel van beheersplannen



Afb. 4

De samenhang in het grote geheel van de tuinwijk ontstaat uit de complexiteit van de compositie, namelijk het schikken van de elementen en huizen op verschillende schaalniveaus (© ARSIS).

voor erfgoed. Dankzij het bestaan van een beheersplan zijn de meeste werken vrijgesteld van een stedenbouwkundige vergunning en verkrijgt men gemakkelijker subsidies. Het beheersplan voor Le Logis - Floréal was het eerste dat kaderde in het nieuwe wettelijke stedenbouwkundige kader in Brussel; het plan werd goedgekeurd door de Brusselse Regering op 23/05/2014, en gepubliceerd in het Staatsblad op 1/9/2014. De eerste stappen naar het beheersplan werden reeds in 1999 gezet, nog voor de wettelijke bescherming bestond. De compositieprincipes ('eenheid in verscheidenheid, verscheidenheid in eenheid') moesten ontrafeld worden, de technische details moesten worden opgemeten, de diversiteit van het kleine patrimonium moest in kaart gebracht worden. Ook de vorm en de inhoud van een beheersplan als instrument moesten nog worden uitgevonden en verfijnd.

In 2000 werd een inventaris gemaakt van de 1.060 nu beschermde huizen. In een inventaris wordt de toestand van de huizen vastgesteld en vastgelegd, met het oog op de toepassing van de beschermingswet. Aan de hand van de inventaris kunnen de aard van de werken en de sub-

sidiëring worden bepaald en kunnen inbreuken tegen de beschermingswet worden vastgesteld. In 2001 werden de huizen samen met het geheel van de omgevingsaanleg beschermd. In de periode 2006-2008 werden de eerste-generatiedocumenten van 2000-2002 aangevuld met nieuwe thema's en met gebouwde elementen van de omgevingsaanleg. In mei 2014 tenslotte was het officiële beheersplan een feit. Het beheersplan beschrijft met tekst en tekeningen welke werken toegelaten zijn:

- aan de buitenschil van de woningen: de gevels, de buitenschrijnwerkerij, de daken en de garages;
- in de omgeving: de tuinhuisjes, de borstweringen en handgrepen, de keermuren, de technische installaties (energie, water, telefoon, ...).

Het beheersplan heeft tot doel:

- de 'eenheid in verscheidenheid, verscheidenheid in eenheid' te bewaren, en waar nodig te herstellen;
- tegemoet te komen aan de huidige behoeften (thermisch, akoestisch, hygiëne) zonder het patrimonium te schaden;
- de gebruikelijke lange vergunningsprocedure te vermijden voor de bovengenoemde werken.

Er blijven twee uitzonderingen die

nog aan een toelating zijn onderworpen: het isoleren van de gevels en het behandelen van vocht in muren en gevels. Voor deze werken moet er voorafgaandelijk een audit worden gemaakt die aantoonde dat de bedoelde werken ook effectief zijn, prioritair, en zonder nadelige bijeffecten voor het gebouw en de bewoners. De vorige interventie tijdens de studiedag (pp. 27-35) heeft al de aandacht getrokken op het feit dat, als men vochtigheidsproblemen verkeerd aanpakt, ze alleen maar erger worden.

De overheid houdt zich bezig met het coachen van het beheersplan. Dit betekent concreet:

- het informeren, documenteren en sensibiliseren met betrekking tot het patrimonium;
- het aanbieden van bestudeerde oplossingen;
- toekenning van de subsidies.

Het beheersplan functioneert in relatie tot twee andere begrippen, en onderscheidt zich daarvan:

- De **referentiesituatie** beschrijft de technische, historische en artistieke eigenheid en de samenhang van het patrimonium, inbegrepen de aanpassingen aan de hedendaagse noden.
- Het **beheersplan** voor erfgoed beschrijft alle manieren die zijn toegelaten om te komen tot de referentiesituatie.
- De **projecten** zijn de beschrijvingen van de concrete werken die door de eigenaars worden uitgevoerd aan hun eigendom.

Het beheersplan, zoals het is uitgewerkt voor de tuinwijken Le Logis en Floréal, en goedgekeurd door de Brusselse Regering, omvat 13 boekdelen: zeven tekstboeken (T00 tem T06), zes boeken met tekeningen (P01 tem P20), en vier grote overzichtplannen van de wijken.

T00: Vademecum van het Beheersplan



- T01: Tabel van de beschermde huizen  
 T02: Technische voorschriften  
 T03: Onderzoeksrapporten  
 T04: Eenheid in verscheidenheid  
 T05: Aanpassingen aan de huidige behoeften  
 T06: Inventaris –  
 gebruiksaanwijzing  
 P01: Catalogus van het klein patrimonium  
 P02: Constructiedetails  
 P03: Themakaarten  
 P04: A4-uittreksels uit de plannen P11, P12, P13, P21  
 P10: Huizentypes, Le Logis  
 P20: Huizentypes, Floréal  
 P11, P12, P13, P21: Inplantingsplannen van de huizen in de wijken.

Deze documenten vormen één geheel, zoals de tuinvijken zelf. Ze verwijzen naar mekaar en beschrijven zodoende de 'eenheid in verscheidenheid, verscheidenheid in eenheid'. Het boekdeel met huizentypes (P10 en P20) toont bijvoorbeeld welke ramen er in een bepaald huizentype aanwezig zijn. De catalogus voor klein patrimonium (P01) toont die ramen en verwijst naar de details waaruit de ramen zijn opgebouwd. De constructiedetails (P02) tonen die details. Etc. De teksten en tekeningen beschrijven wat de oorspronkelijke en bestaande toestand was, en welke aanpassingen zijn toegelaten. Zo werkt het beheersplan: een samenwerking tussen de verschillende boekdelen zodat men, vertrekkend van de lastenboeken en detailplannen, weet welke concrete werken zijn toegelaten op elke specifieke plaats (huis, element, detail).

## AANPASSING AAN DE HUIDIGE BEHOEFTE MET BETREKKING TOT BINNENKLIMAAT EN ENERGIE

In boekdeel T05 wordt toegelicht hoe de toegelaten werken tegemoet

komen aan de huidige behoeften op het vlak van energie, comfort, akoestiek en veiligheid. Het legt de verbanden uit tussen die thema's. Het wijst de eigenaars ook op bepaalde tegenstrijdigheden die bestaan tussen de doelstellingen van deze verschillende thema's. In dit boek T05 wordt de relativiteit van bepaalde werkzaamheden uiteengezet. Het beheersplan verwacht en vraagt:

- de prioriteiten bepalen in functie van de beschikbare financiële middelen;
- de werken in de goede volgorde uit te voeren;
- te beseffen dat winst op een bepaald gebied verlies op een ander gebied kan inhouden;
- keuzes te maken die aangepast zijn aan de specifieke woning waarin men woont en aan de woning zoals ze zal zijn na de werken;
- niet te onderschatten hoe groot de energiebesparing kan zijn van eenvoudige en kleine gewoonten en ingrepen in vergelijking met deze die grote investeringen vergen.

### Het ontstaan van het energieluik in het beheersplan

De maatregelen in het beheersplan met betrekking tot comfort in het binnenklimaat en energieprestatie zijn niet los te koppelen van een ontwikkeling van regelgeving en van studies die de uiteindelijke goedkeuring van het beheersplan zijn voorafgegaan.

- Energieprestatie en Binnenklimaat (EPB) 12/12/2002: Europese Richtlijn
- 21/12/2007: Regeringsbesluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest m.b.t. EPB
- 19/05/2010: Aanpassing Europese Richtlijn
- 21/02/2013: Wijzigingsbesluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest m.b.t. EPB
- *Centre d'Étude et de Recherche et d'Action en Architecture (CERAA) 2009-2011: Audit énergétique des*

*maisons classées des cités jardins Le Logis et Floréal*

- *Atelierparisien d'urbanisme (APUR) 2013: Amélioration des performances énergétiques du bâti ancien de la Région Bruxelles-Capitale. Studie uitgevoerd op vraag van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*
- CENERGIE

April-mei 2014: Energieaudit van twee huizen van Le Logis, zoals beschreven in het beheersplan, met inachtnaam van de energie- en comfortmaatregelen die voorzien zijn in het Beheersplan voor Erfgoed

De energiestudie en -audit van CERAA uit 2009-2011 vertrok van de EPB-norm, om dan te zien of die te verzoenen is met het patrimonium en met een globale<sup>3</sup> budgetplanning. Dat was niet het geval en de moeilijkheid bleef bestaan om te bepalen welke maatregelen de voorkeur moesten krijgen bij een patrimonium- en energiebeleid dat voor de hele tuinvijk kon worden volgehouden, zowel technisch als financieel (financiering en subsidiëring).

Omwille van de erfgoedwaarde is het niet mogelijk om het aspect energiebesparing louter te behandelen op basis van prestaties noch om standaardoplossingen te gebruiken op het vlak van energiebesparing. Het ontwerp van de tuinvijk, de bewoning, de geschiedenis en de bekendheid ervan zijn aspecten van duurzaamheid. Voor de energietransitie in Le Logis - Floréal moeten de voorgestelde oplossingen rekening houden met alle criteria in verband met het behoud van het erfgoed. Deze woningen zijn oorspronkelijk uitgerust met talrijke middelen en spitsvondigheden die een zeker comfortniveau bieden en beschermen tegen koude (sassen en indeling van de ruimtes), en oververhitting (luiken, inertie), enzovoort.

Echter, door het oplopen van de energiekosten bestaat het risico dat de woningen op een verkeerde manier worden verwarmd, gebruikt en aangepast. De problemen die zich in de woningen dan kunnen voordoen, kunnen zowel voor het behoud van het erfgoed als voor de gezondheid en het comfort van de bewoners nadelig zijn.

De energiestudie en -audit van Cenergie is uitgevoerd zoals het beheersplan voorschrijft om in aanmerking te kunnen komen voor gewestelijke subsidie. Die aanpak vertrekt van de verbeteringen op vlak van energie en binnenklimaat die in het beheersplan zijn voorzien, om vervolgens te onderzoeken welke de energieprestatie ervan is in elk specifiek geval<sup>4</sup>, en op basis daarvan de meest efficiënte maatregelen voor te stellen. Over deze studie vertelt Jonathan Fronhoffs van Cenergie meer in zijn bijdrage (pp. 51-55).

### **De beperking van de energievraag met accent op de verbetering van comfort**

In de Trias Energetica gaat men ervan uit dat een duurzaam gebouw in de eerste plaats de energievraag beperkt en vervolgens duurzame energiebronnen gebruikt en geen fossiele brandstoffen verspilt. De eerste maatregel wordt gewoonlijk gerealiseerd door de buitenschil te isoleren. Niet alle isoleringswerken van de buitenschil zijn even besparingsefficiënt; het beheersplan vraagt om met deze efficiëntie –qua financiën en energie– rekening te houden om subsidies te kunnen genieten.

Maar het beperken van de vraag kan ook via een andere weg dan het isoleren van de buitenschil, namelijk door ervoor te zorgen dat de bewoners bij een lagere binnentemperatuur een comfortgevoel hebben. Het is immers bekend dat niet alleen de

binnenluchttemperatuur het comfortgevoel beïnvloedt, maar ook tocht, vochtigheid en luchtkwaliteit. Dat noemt men het binnenklimaat. Door het vermijden van tocht, vochtigheid en koude vlakken, is het mogelijk om een comfortgevoel te geven bij een lagere binnenluchttemperatuur. Daardoor gaat er minder energie verloren doorheen de buitenschil, zowel door geleiding, door straling als door luchtlekken. In de typeaudits van Cenergie wordt aangenomen dat na herstel van het comfort de gemiddelde (dag en nacht) binnentemperatuur met 1°C kan dalen. Dit levert al een aanzienlijke besparing op, zonder aan comfort in te boeten. Iedereen kent immers de voorbeelden van de stralingskachels, die bij koude een aangename warmte geven, of het behaaglijke gevoel bij een zonnige koude dag.

Maatregelen ten behoeve van comfort en gezondheid zijn gunstig voor de energiebesparing, maar energiebesparing is niet noodzakelijk gunstig voor comfort en gezondheid. Het isoleren van de buitenschil levert algemeen aanvaarde becijferbare energiebesparingen op. Het oplossen van comfortgebreken heeft een onrechtstreekse invloed op de energierekening; het energieverlies daalt omdat het temperatuurverschil tussen binnen- en buitenlucht vermindert. De luchttemperatuur is een doorslaggevende factor voor de invloed van de thermische weerstand van de buitenschil op de rekening. Als de binnenluchttemperatuur kan worden verlaagd, vermindert de efficiëntie van het isoleren van de buitenschil.

Isolatie van de buitenschil en binnenklimaatcomfort zijn zeer nauw verweven maar toch duidelijk te onderscheiden. Ze beïnvloeden mekaar, maar eisen andere

acties. De eerste zijn meestal minder erfgoedvriendelijk dan de tweede; daarom karakteriseert het beheersplan de maatregelen volgens dat onderscheid.

Samengevat, voorziet het beheersplan de volgende maatregelen om de energievraag te beperken, in afnemende mate van prioriteit, door:

- verbeteren van het comfort (interne microklimaten, vochtigheid, ...);
  - luchtdichtheid van de buitenschil;
  - isoleren van de buitenschil (daken, vloeren boven niet verwarmde lokalen, gevels);
  - verbeteren van de prestaties van de uitrustingen (verlichting, verwarming, sanitair, warm water).
- Deze maatregelen zijn verfijnd naar een 12-tal specifieke maatregelen, die in de tabel (afb. 5a en 5b) vermeld staan bovenaan de kolommen.
- van 1.1 tot 1.5: comfort en hygiëne
  - van 2.1 tot 2.6: isoleren van de buitenschil
  - 5.1: energie-efficiëntie van de technieken

Deze bijlage somt ook alle werken op uit de technische voorschriften (T02) die bijdragen tot één of meerdere van de voornoemde maatregelen, en toont de verbanden. In afbeelding 6 ten slotte, wordt aan de hand van gevels en plannen van één huizentype (LLw\_D) getoond waar de verschillende maatregelen zich bevinden.

### **Het energieresultaat van de erfgoedconforme maatregelen**

Hoe energieperformant die maatregelen zijn, werd op twee concrete huizen bij wijze van voorbeeld en onderzoek onderzocht in de energieaudit (zie bijdrage van Cenergie). Twee huizen is voorlopig een zeer beperkt staal om nauwkeurige conclusies te trekken, maar het geeft een beeld van de

Artikelen voorzien in de technische voorschriften (boek T02)		Huidige behoeften											
		1. Hygrothermische maatregelen voor comfort en gezondheid					2. Energiebesparing door werken aan de buitenschil					5. Andere	
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	5.1
B1.1	Herstellen van afgebrokkelde sierpleister												
B1.2	Herstellen van barsten in de sierpleister												
B1.3	Aanbrengen van een nieuwe speciale eindlaag van de sierpleister												
B1.4	Thermische isolatie van de bepleisterde gevels												
B1.5	Thermische isolatie aan de binnenzijde van de dagkanten van de gevelopeningen												
B2	Zwarte bescherm laag aan de basis van de gevels - Onderhoud & herstelling												
B4	Druiplijsten op bepleisterde gevels - Restitutie & Restauratie												
B5.1.1	Herstellen van een bestaande schouw type A												
B5.2.1	Herstellen van een bestaande schouw type B												
B5.5.1	Herstellen van een bestaande schouw type E												
B6.1	Herstelling van deurdorpels												
B6.2	Herstellen van vensterbanken												
B7.1.3	Thermische isolatie aan de binnenkant van de koudebruggen aan betonnen luifels.												
B7.2.3	Thermische isolatie aan de binnenkant van de koudebruggen aan betonnen kroonlijsten.												
B7.3.2	Thermische isolatie van de koudebruggen aan de binnenkant van de bow-windows (loggia's).												
B7.3.3	Thermische isolatie van de buitenzijde van de bow-windows (loggia's).												
B7.3.4	Thermische isolatie van de binnenzijde van de muren onder de vensters van de bow-windows.												
C2.1	Pannenbedekking van daken - Alle dichtingswerken												
C2.2	Zinken dakbedekking - Alle dichtingswerken												
C2.3	Bitumineuse dakdichting op beton - Alle dichtingswerken.												
C2.4	Kroonlijsten en dakgoten - alle dichtingswerken												
C1.4.1	Isolatiwerken van hellende daken, ter gelegenheid van werken langs de buitenkant.												
C1.4.2	Isolatiwerken van hellende daken, ter gelegenheid van werken langs de binnenkant.												
C3.2.4	Plaatsen van een geïsoleerd dakvlakvenster - met zonnewering												
C4.6	Isolatie van de zijkanten en de daken van de dakkapellen												
D1.2.2	Plaatsen of vervangen van beglazing door gelaagde beglazing.												
D1.2.3	Plaatsen of vervangen van beglazing met gelaagd isolerend glas, type A (U=+/-3,4)												
D1.2.4	Plaatsen of vervangen van de beglazing met dun dubbel glas, type B (U=+/- 1,9)												
D1.2.5	Toevoegen van veiligheidslaag aan oorspronkelijk glas.												
D1.3.3	Opkitten aan de buitenzijde tussen de buitenschrijnwerkerij en de ruwbouw.												
D1.3.4	Opkitten aan de binnenzijde tussen de buitenschrijnwerkerij en de binnenafwerking												

Artikelen voorzien in de technische voorschriften (boek T02)		Huidige behoeften											
		1. Hygrothermische maatregelen voor comfort en gezondheid					2. Energiebesparing door werken aan de buitenschil					5. Andere	
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	5.1
D1.4.1	Lucht dichtheid van opengaande vleugels – restauratiewerken												
D1.4.2	Lucht dichtheid van opengaande vleugels – restitutiewerken												
D1.4.3	Thermische isolatie van buitenschrijnwerkerij – restauratiewerken												
D1.4.4	Thermische isolatie van buitenschrijnwerkerij – restitutiewerken												
D2.3.2-2	Guillotineramen - toevoegen van tegengewicht												
D3.1-5	Voordeuren - driepuntsluiting												
D3.1-6	Voordeuren - Tochtwering in de onderlijst van het deurblad												
D3.1-7	Voordeuren - Inbraakwerend glas												
D3.1-8	Voordeuren - Thermische isolatie van deuren met dunne vulpanelen												
D3.1-9	Voordeuren - lucht- en geluidsdichte profielen tussen kozijnen en vleugels												
D4.1	Restitutie van klapluiken												
D4.2.21	Restauratie van rolluiken, met betere aansluiting van de onderdelen.												
D4.2.23	Restitutie van rolluiken												
D4.2.24	Energiebesparende maatregelen voor de rolluiken.												
D7.1.2	Aanpassingswerken aan de oorspronkelijke houten garagepoorten.												
D7.2.3	Aanpassingswerken aan de oorspronkelijke metalen garagepoorten (inbraakwerend glas)												
D8.1	Portaal, type 1 - Wijzigingen en werken aan de geklasseerde bestaande toestand.												
D8.2	Portaal, type 2 - Wijzigingen en werken aan de geklasseerde bestaande toestand.												
D8.3	Portaal, type 3 - Wijzigingen en werken aan de geklasseerde bestaande toestand.												
D8.4	Portaal, type 4 - Wijzigingen en werken aan de geklasseerde bestaande toestand.												
D8.5	Portaal, type 5 - Wijzigingen en werken aan de geklasseerde bestaande toestand.												
E4.1.3	Niet oorspronkelijke borstweringen en handgrepen.												
G1.11	Thermische isolatie van houten dragende vloeren boven toegankelijke ruimtes												
G1.12	Isolatie van dragende vloeren uit beton of holle welfsels boven toegankelijke ruimtes												
G1.21	Thermische isolatie van dragende vloeren boven droge ontoegankelijke ruimtes												
G1.22	Thermische isolatie van dragende vloeren boven vochtige ontoegankelijke ruimtes												
G1.31.1	Verwijdering van de bestaande vloer voor de behandeling van vochtige niet-dragende vloeren												
G1.31.2	Aanleg van een drainerende ondervloer onder vochtige niet-dragende vloeren												
G2.10	Behandeling tegen opstijgend vocht van muren van ruimtes boven zelfdragende vloeren												
G2.20	Behandeling tegen opstijgend vocht van muren van ruimtes boven vloeren op volle grond												

Afb. 5a en 5 b

Technische voorschriften - Beheersplan voor het erfgoed van Le Logis - Floréal (© ARSIS).





Afb. 6

Verschillende maatregelen worden gepresenteerd op de plannen van één huizentype.

ordegrootte van wat men kan verwachten op vlak van energie-efficiëntie en kostprijs. Dit zal door latere bijkomende audits verfijnd worden, zodat een steeds scherper beeld ontstaat van de eigenschappen van de huizen en van de nodige financiële middelen om het energiebeleid van deze sociale woningen te realiseren. De terugverdientijd (return of investment, ROI) speelt een belangrijke rol bij de beslissingen op korte en middellange termijn. Met 'middellange termijn' wordt een termijn bedoeld die te verzoeven is met de energiedoelstellingen van 2040-2050. Bij het berekenen van de terugverdientijd wordt enerzijds rekening gehouden met de geschatte kostprijs van de werken zoals ze in detail zijn beschreven in

het beheersplan. Anderzijds speelt ook de verkregen energiebesparing een rol in de terugverdientijd en de energiekostprijs. De energiebesparing is het verschil tussen het huidige verbruik en het geschatte toekomstige verbruik. De laatste jaren werd het steeds duidelijker dat de huidige rekenmodules van energieverbruik ver kunnen afwijken van het werkelijke verbruik. Oude, niet geïsoleerde gebouwen, blijken hun energieprestatie uit andere, niet in rekening gebrachte, eigenschappen te halen. Ze verbruiken veel minder (tot 3 à 4 maal minder) dan wat men op basis van de berekening kan verwachten. Dat werd in het verleden ook al vastgesteld voor de huizen van de tuinstreken Le Logis en Floréal. Voor de uitvoering van

de energieaudits van de twee voornoemde huizen, werd in dat verband voorzichtig gesteld dat de huizen 2,5 maal minder verbruiken dan de berekening weergeeft<sup>5</sup>. Dit verschil tussen het werkelijke en berekende verbruik doet ook een verschil ontstaan tussen een terugverdientijd op basis van het werkelijke verbruik en deze op basis van het theoretisch berekende verbruik.

Met de tijdshorizon van 2040-2050 voor ogen mogen de volgende voorzichtige conclusies getrokken worden uit een eerste evaluatie van de energie-efficiëntie van de maatregelen voorzien in het beheersplan:

- Een **reductie van 50% van het energieverbruik** met een selectie van maatregelen:

- a) waarvan de terugverdientijd (ROI) kleiner is dan 50 jaar, berekend op basis van het werkelijke gemeten verbruik van de woningen;
- b) waarvan de terugverdientijd (ROI) kleiner is dan 20 jaar, berekend op basis van het theoretisch berekende verbruik van de woningen.

De maatregelen die in aanmerking komen om dit te realiseren zijn deze met de kortste terugverdientijd, namelijk:

1. isoleren van daken en dakvensters;
2. het luchtdicht maken van de buitenschil;
3. efficiëntere verlichting;
4. efficiëntere verwarming.

De gezamenlijke kostprijs van deze maatregelen mag geschat worden op 75 à 150€/m<sup>2</sup> verwarmd vloeroppervlak.

- Een **reductie van 75% van het energieverbruik** is mogelijk met alle in het beheersplan voorziene maatregelen.

De gezamenlijke kostprijs van deze maatregelen mag geschat worden op 400 à 700€/m<sup>2</sup> verwarmd vloeroppervlak. Hierin zijn ook de maatregelen aanwezig waarvan de terugverdientijd 100 à 150 jaar bedraagt, zoals het isoleren van de gevels. Deze erg lange terugverdientijd is, samen met het grote impact op het erfgoed, de verklaring waarom dergelijke werken onderworpen zijn aan een verplichte audit vooraleer het Brussels Gewest daarvoor subsidies kan toekennen.

Bij wijze van informatie en correctie moet worden opgemerkt:

- dat deze berekeningen gelden voor een constant blijvende energiekostprijs en dat bij duurder wordende energie de terugverdientijd zal dalen;
- dat deze berekeningen geen rekening houden met toekomstige

onderhoudskosten, die er zeker zullen zijn, gezien de terugverdientijden vrij lang zijn. De onderhoudskosten zullen de terugverdientijden doen toenemen.

## CONCLUSIE

Het Beheersplan voor Erfgoed voor de tuinvijken Le Logis en Floréal werd in 2014 operationeel binnen het stedenbouwkundig wettelijke kader dat sinds kort in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bestaat. Het instrument kwam tot stand in een tijdsspanne van 15 jaar in verschillende fazen en versies; het energieluik heeft in de laatste versie een volwaardige plaats gekregen. Dankzij een grondige studie van de oorspronkelijke toestand van de huizen, van de compositieprincipes, van de sterktes en zwaktes van de 1.060 woningen, werden erfgoedvriendelijke maatregelen voorzien om energie te besparen en de energierekening voor de bewoners zo laag mogelijk te houden. Het standpunt dat daarbij werd ingenomen is ervoor te zorgen dat in de eerste plaats wordt geïnvesteerd in maatregelen die, met een minimum aan kosten, een maximale reductie van de energiefactuur opleveren. Dankzij een eerste becijferde evaluatie (audit) kan men voorzichtig besluiten dat het mogelijk is de energiefactuur van een woning met 50% te reduceren, met betaalbare energiebesparende en erfgoedvriendelijke maatregelen waarvan de terugverdientijd lager is dan 20 jaar of 50 jaar, naargelang men de berekening baseert op het berekende verbruik, dan wel op het werkelijke verbruik.

Dit grote verschil toont nogmaals aan:

- dat er belangrijke, betaalbare energiebesparingen mogelijk zijn die ook in aanmerking komen voor een grootschalige implementatie;

- dat een betere kennis van het hygro-thermische gedrag van historisch patrimonium nodig is om te verklaren waarom de huidige berekeningswijze van energieverbruik aanzienlijk afwijkt van de werkelijkheid, en om te begrijpen dat de standaardoplossingen voor energiebesparing toegepast in nieuwbouw niet het verhoopte resultaat hebben, of zelfs problemen doen ontstaan.

**Het volledige Beheersplan van Le Logis - Floréal kan geraadpleegd worden op:**  
<http://bit.ly/1LFh32P>

## NOTEN

1. In 2007 werden twee huizen van Floréal aan de bescherming toegevoegd, waarvan was gebleken dat ze ook voor 1940 waren gebouwd.
2. Reeds van in het begin werden huizen verkocht aan private eigenaars.
3. Voor een eventuele energie-upgrade van alle huizen van Le Logis - Floréal.
4. De audit houdt rekening met de specifieke eigenschappen van elk huis, in de toestand waarin het zich bevindt met betrekking tot verbouwingen, energie-maatregelen, technische installaties, ...
5. De werkelijke verbruikscijfers van de twee huizen waren onvolledig, maar met wat voorhanden was mocht men aannemen dat ze meer dan 2,5 maal minder energie verbruikten dan het berekende verbruik.

.....

**Listed houses of the garden city of Le Logis and Floréal : adaptations to current needs in terms of energy and comfort**

.....

The garden cities of Le Logis and Floréal form a coherent set of streets, squares, paths and buildings. The overall balance relies on the maxim “unity in diversity; diversity in unity” which, moreover, governs all design aspects. However, needs and expectations change, and energy efficiency and comfort are no exception. At present the management plan - the first of its kind in the Brussels region, adopted after a genesis of fifteen years - only concerns the exterior envelope of the houses and prioritises maintaining the consistency of the overall development while enabling an effective reduction in energy requirements. The management plan enables the original situation to evolve in different ways, depending on the performance improvement being sought, and in a manner compatible with other measures. The solutions must also maintain a balance in terms of both the technical and financial aspects. The management plan focuses on this in particular by distinguishing between comfort measures, in order to enhance

comfort while reducing energy requirements, and insulation. In fact, a great deal of work relating to the internal comfort and atmosphere of buildings is aimed at repairing structural damage. In this case, the heritage characteristics of the building are barely, if indeed at all, impacted. However, insulation-related measures, which seek to slow down conduction of energy via the exterior envelope, are more intrusive and can impact the heritage value of the building. These measures must therefore be subject to efficiency criteria, which need to be accurately assessed.

.....

**Les maisons classées des cités-jardins Le Logis et Floréal : adaptations aux besoins actuels en énergie et en confort**

.....

Les cités-jardins Le Logis et Floréal forment un ensemble cohérent de rues, de places, de chemins et de bâtiments. L'équilibre général s'appuie sur le leitmotiv « l'unité dans la diversité, la diversité dans l'unité », qui préside par ailleurs à toute composition. Mais les besoins et les attentes changent; la performance énergétique et le confort n'y échappent pas. Au stade actuel, le plan de

gestion – adopté après quinze ans d'évolution et premier de ce type en Région bruxelloise – concerne seulement l'enveloppe extérieure des maisons et vise prioritairement le maintien de la cohérence de l'ensemble, tout en permettant une réduction effective des besoins en énergie. Il permet de faire évoluer la situation d'origine, de différentes manières, en fonction de la performance recherchée et de manière compatible avec d'autres mesures. Les solutions doivent également rester équilibrées tant sur le plan technique que financier. Le plan de gestion s'est notamment attaché à cela en opérant une distinction entre les mesures de confort, pour l'augmenter tout en diminuant la demande en énergie, et d'isolation. En effet, beaucoup d'interventions liées au confort et au climat intérieur des bâtiments visent à réparer des dégradations constructives. Dans ce cas, les qualités patrimoniales du bâti sont peu, voire pas, concernées. En revanche, les mesures d'isolation, qui doivent freiner la conduction de l'énergie à travers l'enveloppe extérieure, sont plus intrusives et ont un impact sur la valeur patrimoniale du bâtiment. Ces mesures doivent donc être subordonnées à des critères d'efficacité, à évaluer précisément.





# FINANCIËLE IMPACT VAN ENERGIEBESPARENDE MAATREGELLEN IN LE LOGIS-FLORÉAL

**JONATHAN FRONHOFFS**  
CENERGIE CVBA

*TWEE HUIZEN VAN DE TUINWIJK LE LOGIS-FLORÉAL WERDEN DOORGELICHT. DE GEGEVENS DIE HIERBIJ AAN HET LICHT KWAMEN, WERDEN GEËXTRAPOLEERD EN IN EEN MODEL GEGOTEN OM ZE OP ANDERE GEBOUWEN VAN DE TUINWIJK TE KUNNEN TOEPASSEN. ER WERD EEN HIËRARCHIE VAN INGREPEN OPGESTELD IN FUNCTIE VAN HUN IMPACT OP HET ENERGIEVERBRUIK EN VAN HUN TERUGVERDIENTIJD.*

Voor die studie werden twee gebouwen geauditeerd: een driegevelwoning in de Kruisbooglaan en een tweegevelwoning in de Ibissenstraat, om nadien maatregelen te extrapoleren naar het geheel van de tuinwijk. De maatregelen passen uiteraard in het beheersplan; de link wordt dus gelegd tussen audit en beheersplan. Het traject van de ventilatiebuis, bijvoorbeeld, staat duidelijk aangeduid: door het dak of eventueel door de zijgevels, in bepaalde kleuren.

Eerst worden alle verliezen doorheen de gebouwschil en de eigenschappen van elke woning geanalyseerd (afb. 1 en 2).

Het dak van de woning in de Ibissenstraat is niet geïsoleerd, 75% van het energieverlies gebeurt door het dak. In de Kruisbooglaan is het omgekeerde het geval: het dak is er wél geïsoleerd en daar stellen we vast dat een groot aandeel van de verliezen door de gevels gaat. Het gaat hier over een driegevelwoning; het is dus logisch dat er proportioneel meer verlies door de gevel gaat (afb. 3, 4 en 5).



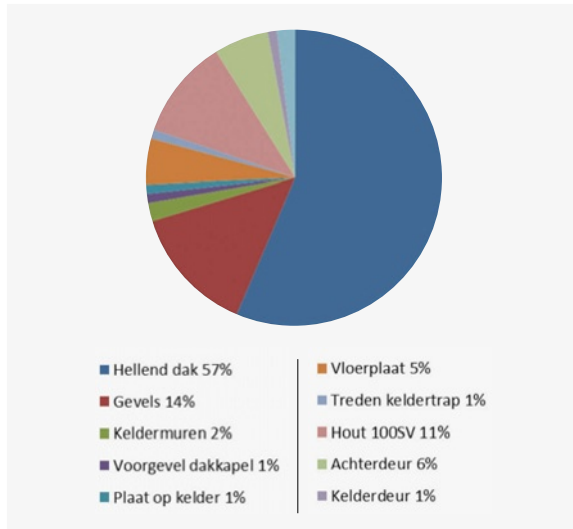
**Afb. 1**  
Ibissenstraat 5 in Watermaal-Bosvoorde  
(A. de Ville de Goyet, 2015 © GOB).



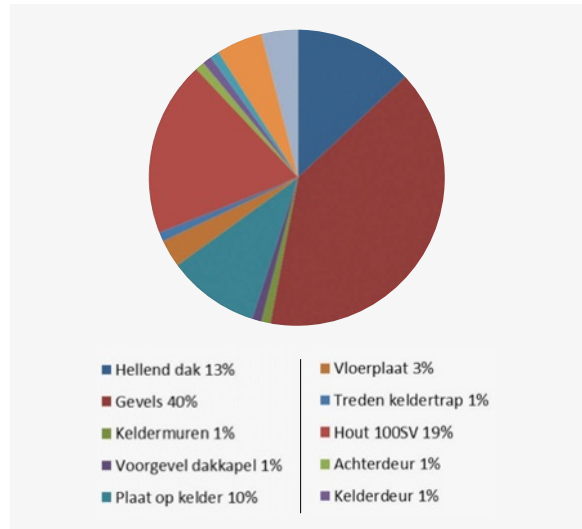
**Afb. 2**  
Kruisbooglaan 34 in Watermaal-Bosvoorde  
(A. de Ville de Goyet, 2015 © GOB).

	Ibissenstraat 5	Kruisbooglaan 34
<b>Verwarmde</b>	190 m <sup>2</sup>	137 m <sup>2</sup>
<b>Volume</b>	338 m <sup>3</sup>	475 m <sup>3</sup>
<b>Bouwjaar</b>	circa 1930	circa 1930
<b>Laatste grondige renovatie</b>	/	/

**Afb. 3**  
Bestudeerde woningen (© Cenergie).

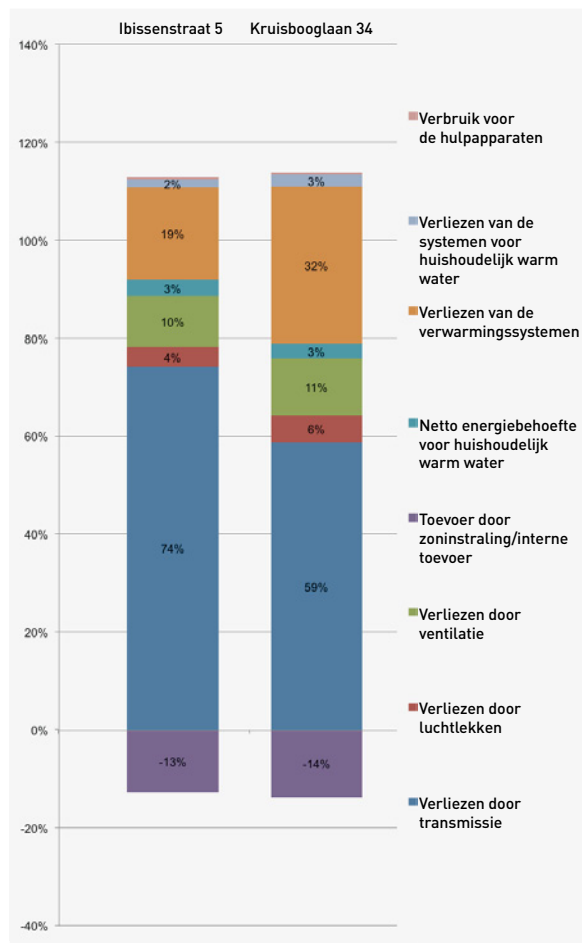


**Afb. 4**  
Ibisstraat 5: uitsplitsing van de verliezen door transmissie per type wand (© Cenergie).



**Afb. 5**  
Kruisbooglaan 34: uitsplitsing van de verliezen door transmissie per type wand (© Cenergie).

Vooraleer maatregelen worden getroffen, begint men altijd door het huidig energieverbruik van het gebouw na te gaan. Dit doen we sowsieso, onafhankelijk van het feit dat het om een beschermd of een gewoon gebouw gaat. Op basis van de facturen was er een factor van 3,4 tot 3,8 tussen de reële waarde en wat als een normaal verbruik beschouwd kan worden voor dit type gebouw. We stellen hier al meteen een grote discrepantie vast. Als dat puur op theoretische basis gebeurt, bijvoorbeeld met een factor van 3,5 tot 4 erboven, merk je dat dat niet echt realistisch is. We zijn dus in de literatuur gedoken om een realistischer cijfer te gebruiken, en zo zijn we uitgekomen op een factor van ongeveer 2,5 ten opzichte van het werkelijk verbruik dat in deze twee huizen is gemeten. Het verbruik op basis van de gasfacturen is laag; maar misschien wordt ook elektrische bijverwarming door de inwoners gebruikt – wat niet meetbaar is. Vandaar waarschijnlijk dat het verschil zo groot is (afb. 6).



**Afb. 6**  
Finaal energieverbruik van de twee huizen (© Cenergie).

Als het globale verbruik – dus verwarming inbegrepen – tussen de twee huizen wordt vergeleken, stellen we vast dat er in de Ibissenstraat een groter gedeelte van het verlies door de gevels gaat en in de Kruisbooglaan door het dak. Dat wordt gecompenseerd omdat in de ene woning een oude atmosferische ketel staat en in de andere een meer recente ketel. Dat balanceert zich een beetje uit, zoals men kan zien in het verschil tussen de blauwe zone hier en de oranje zone in de Kruisbooglaan.

Er werd onderzocht wat alle mogelijke maatregelen zijn op het vlak van energie die in het gebouw kunnen toegepast worden. Hier volgt de volledige lijst, met de situatie vóór en na. Wanneer energiematregelen worden toegepast, gaat één maatregel een effect hebben op de volgende maatregel, in termen van terugverdientijd en van besparing. Als eerst de gevel geïsoleerd wordt en daarna de ketel vervangen, zal de ketel minder verbruiken door de gevelisolatie en zal de terugverdientijd van de ketel dus naar boven gaan.

Dit is het resultaat als het gehele pakket van maatregelen wordt toegepast. De tabellen geven de situatie vóór en na het toepassen van de maatregelen. We merken dat beide woningen ongeveer dezelfde situatie vertonen. Welke prioriteiten werden gehanteerd? Er zijn natuurlijk meerdere klasseringen mogelijk. In ons geval werd voornamelijk de terugverdientijd weerhouden.

Betrokken verbeteringen	Prestaties vóór verbetering [W/m <sup>2</sup> .K]	Verbetering	Prestaties na verbetering [W/m <sup>2</sup> .K]
Hellend dak	5,00	Isolatie binnen	0,33
Gevels	1,60	Isolatie buiten	0,58
Voorzijde dakkapel	5,62	Isolatie buiten	0,31
Plaat op kelder	1,36	Isolatie onder	0,54
Houte, raam, enkel glas	5,24	Versie A: vervanging door gelaagd glas (U <sub>g</sub> =3,4 W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	3,16
		Versie B: vervanging door dubbele beglazing (U <sub>g</sub> =1,9 W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	1,99
Achterdeur	4,80	Versie A: vervanging door gelaagd glas (U <sub>g</sub> =3,4 W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	2,81
		Versie B: vervanging door dubbele beglazing (U <sub>g</sub> =1,9 W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	2,05
Voordeur	4,46	Versie A: vervanging door gelaagd glas (U <sub>g</sub> =3,4 W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	2,77
		Versie B: vervanging door dubbele beglazing (U <sub>g</sub> =1,9 W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	2,06
Luchtdichtheid	Slecht v50 = 12m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	De luchtdichtheid verbeteren	Goed <sup>5</sup> v50 = 3m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
Verwarming	Rendement: 80%	Geen verbetering gerealiseerd	Rendement: 80%
Verlichting	Enkele gloeilampen	De gloeilampen vervangen door LED's	Uitsluitend spaarlampen
Ventilatie	Geen ventilatiesysteem	Natuurlijke luchttoevoer en afvoer via de natte ruimten	+/- Systeem C

Tabel 1  
Maatregelen Ibissenstraat 5 (© Cenergie).

Betrokken verbeteringen	Prestaties vóór verbetering [W/m <sup>2</sup> .K]	Verbetering	Prestaties na verbetering [W/m <sup>2</sup> .K]
Hellend dak	1,03	Isolatie binnen	0,33
Gevels	1,60	Isolatie buiten	0,58
Voorzijde dakkapel	2,45	Isolatie buiten	0,78
Plaat op kelder	1,97	Isolatie onder	0,40
Hout enkel glas	5,24	Versie A: vervanging door gelaagd glas (U <sub>g</sub> =3,4W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	3,16
		Versie B: vervanging door dubbele beglazing (U <sub>g</sub> =1,9W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	1,99
Achterdeur	4,23	Versie A: vervanging door gelaagd glas (U <sub>g</sub> =3,4W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	2,81
		Versie B: vervanging door dubbele beglazing (U <sub>g</sub> =1,9W/m <sup>2</sup> .K) / paneel	2,38
Dak loggia	2,26	Warmdaksysteem	0,58
Dak zolder	1,92	Isolatie van de plankenvloer van de zolder	0,81
Gevels loggia	2,84	Isolatie buiten	0,70
Luchtdichtheid	Slecht v50=12m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	De luchtdichtheid verbeteren	Goed <sup>5</sup> v50 = 3m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
Verwarming	Rendement: 65,40%	Geen verbetering gerealiseerd	Rendement: 83,02%
Verlichting	Enkele gloeilampen	De gloeilampen vervangen door LED's	Enkel spaarlampen
Ventilatie	Geen ventilatiesysteem	Natuurlijke luchtinlaten en afvoer via de natte ruimten	+/- Systeem C

Tabel 2  
Maatregelen Kruisbooglaan 34 (© Cenergie).



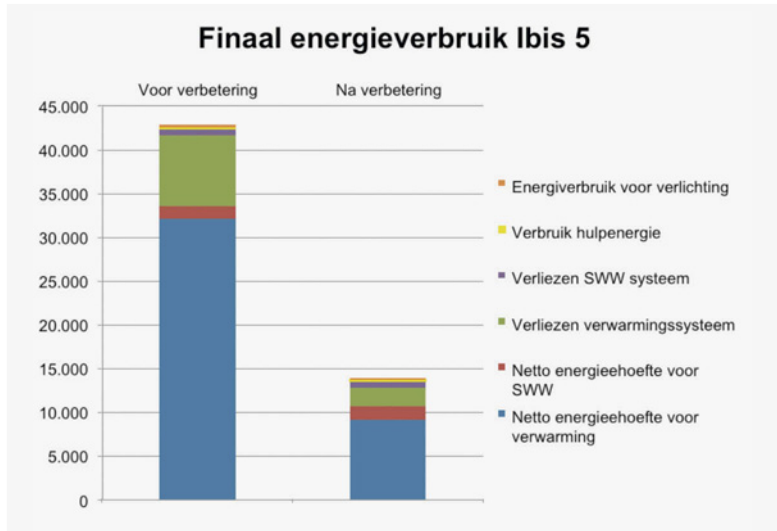
Een belangrijk verschil is dat ten opzichte van een oud gebouw de interventies een stuk duurder zullen zijn dan in een 'normaal' gebouw. Een voorbeeld: in één van beide woningen beloopt de isolatie van de gevels 400 à 500 €/m<sup>2</sup>, terwijl dat bij een klassiek gebouw rond 100, 150 € schommelt.

Verschillende prioriteiten werden toegepast per gebouw, en ook nog per scenario: scenario 1 was de puur theoretische waarde, scenario 2 was de gecorrigeerde theoretische waarde, die dichterbij de werkelijke waarde voor energieverbruik zit.

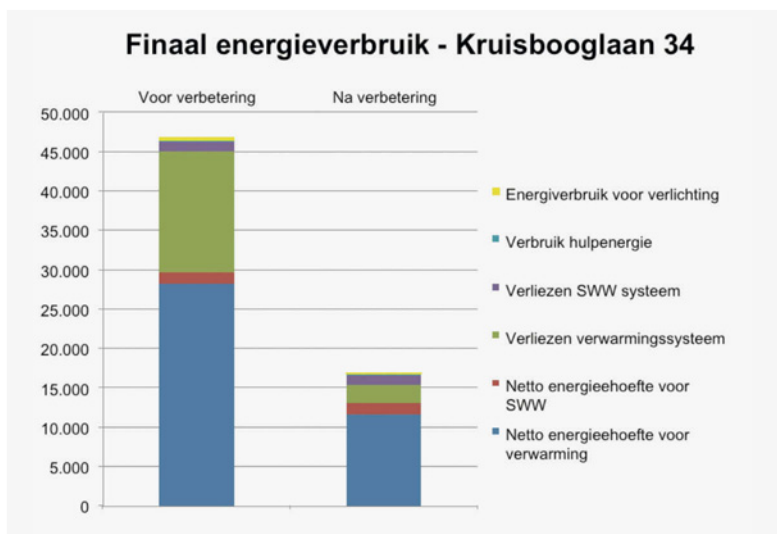
Voor de woning in de Ibissenstraat was de laatste prioriteit de verwarming, omdat die een goede verwarmingsketel had, maar het dak was niet geïsoleerd. De prioriteiten zijn dus de dakisolatie, dan de gebouwschil, en ergens in het midden de ramen. De terugverdientijden in scenario 1 zijn drie jaar voor het dak en 90 jaar voor de gevels. Maar scenario 2 geeft voor de gevels 300 jaar terugverdientijd; dat zal dus niet direct worden toegepast.

Voor de woning van de Kruisbooglaan zien we de omgekeerde situatie: verwarming is de prioriteit – het gaat om een oude ketel die buiten het beschermd volume in de kelder staat. Die kan dus best eerst vervangen worden. Daarna volgt ongeveer dezelfde lijst, met opnieuw de gevels helemaal vanachter. Scenario 1: 60 jaar als we de langste terugverdientijd nemen; dat wordt 166 jaar als een realistischer, bestaand energieverbruik wordt toegepast.

**De studie is beschikbaar op :**  
<http://bit.ly/1GPWL0X>



**Afb. 7**  
Besparingen Ibissenstraat 5. Primair energieverbruik (© Cenergie).



**Afb. 8**  
Besparingen Kruisbooglaan 34. Primair energieverbruik (© Cenergie).

IBISSENSTRAAT 5: TERUGVERDIEN TIJD - SCENARIO I		
Prioriteit in functie van de terugverdiens tijd van de investering		
Prioriteit	Verbeteringen	TVT (jaren)
1	Hellend dak	3
2	Voorgevel dakkapel	3
3	Luchtdichtheid	13
4	Plaat op kelder	15
5	Hout Enkel glas	Versie A: 38 Versie B: 42
6	Achterdeur	Versie A: 39 Versie B: 45
7	Voordeur	Versie A: 46 Versie B: 51
8	Gevels	91
9	Verwarming	0

IBISSENSTRAAT 5: TERUGVERDIEN TIJD - SCENARIO II		
Prioriteit in functie van de terugverdiens tijd van de investering		
Prioriteit	Verbeteringen	TVT (jaren)
1	Verwarming	5
2	Plaat op kelder	6
3	Voorgevel dakkapel	6
4	Luchtdichtheid	7
5	Bedaking zolder	8
6	Hellend dak	18
7	Gevels loggia	20
8	Hout Enkel glas	Versie A: 36 Versie B: 39
9	Achterdeur	Versie A: 39 Versie B: 48
10	Gevels	60

KRUISBOOGLAAN 34: TERUGVERDIEN TIJD - SCENARIO I		
Prioriteit in functie van de terugverdiens tijd van de investering		
Prioriteit	Verbeteringen	TVT (jaren)
1	Verwarming	5
2	Plaat op kelder	6
3	Voorgevel dakkapel	6
4	Luchtdichtheid	7
5	Bedaking zolder	8
6	Hellend dak	18
7	Gevels loggia	20
8	Hout 100SV	Versie A: 36 Versie B: 39
9	Achterdeur	Versie A: 39 Versie B: 48
10	Gevels	60

KRUISBOOGLAAN 34: TERUGVERDIEN TIJD - SCENARIO II		
Prioriteit in functie van de terugverdiens tijd van de investering		
Prioriteit	Verbeteringen	TVT (jaren)
1	Verlichting	6
2	Verwarming	13
3	Voorgevel dakkapel	17
4	Plaat op kelder	18
5	Luchtdichtheid	20
6	Bedaking zolder	21
7	Bedaking loggia	28
8	Hellend dak	50
9	Gevels loggia	56
10	Hout 100SV	Versie A: 100 Versie B: 106
11	Achterdeur	Versie A: 108 Versie B: 133
12	Gevels	166

.....

### **Financial impacts of energy efficiency measures in Le Logis-Floréal**

.....

In order to develop a hierarchy of priority energy efficiency measures, two extensive energy audits were carried out. Two buildings were firstly examined from the perspective of their installations (heating, ventilation, lighting, etc.) and energy consumption. This analysis showed that such consumption was particularly low compared to theoretical consumption levels. This actual consumption data was therefore extrapolated and modelled in order to be applicable to other buildings in Le Logis-Floréal. The intervention measures developed based on the audit of these two buildings were ranked according to four levels of priority depending on the impact on energy consumption and the payback period. They were then compared with the heritage management plan for Le Logis-Floréal, in order to be incorporated into it.

.....

### **Impact financier des mesures d'économie d'énergie dans Le Logis-Floréal**

.....

Afin d'élaborer les mesures prioritaires, deux audits énergétiques détaillés ont été réalisés. Les deux immeubles ont tout d'abord été analysés sous l'angle de leurs installations (le chauffage, la ventilation, l'éclairage...) et de leurs consommations d'énergie. L'analyse de ces dernières a montré qu'elles étaient particulièrement basses par rapport aux valeurs de consommation théoriques. Ces données de consommation réelles ont donc été extrapolées et modélisées pour pouvoir travailler sur d'autres bâtiments du Logis-Floréal. Les mesures d'intervention établies sur la base de l'audit de ces deux immeubles ont été classées selon quatre niveaux de priorité en fonction de l'impact sur la consommation d'énergie et du délai de retour sur investissement. Elles ont ensuite été confrontées au plan de gestion patrimonial du Logis-Floréal, pour y être intégrées.



# ANALYSE DES INCERTITUDES SUR DES SIMULATIONS THERMIQUES DYNAMIQUES DE LOGEMENTS ANCIENS :

## CAS D'UN IMMEUBLE ET D'UNE MAISON EN RÉGION PARISIENNE

**JULIEN BORDERON**

CENTRE D'ÉTUDES ET D'EXPERTISE SUR LES RISQUES, L'ENVIRONNEMENT, LA MOBILITÉ ET L'AMÉNAGEMENT  
(CEREMA) – LABORATOIRE RÉGIONAL DE STRASBOURG (FRANCE)

*LES OUTILS D'ÉVALUATION DES BÂTIMENTS EXISTANTS ET LES INCERTITUDES  
DONT SONT GREVÉES LES ENTRÉES DES SIMULATIONS THERMIQUES DYNAMIQUES  
SERONT EXPOSÉS. UNE MANIÈRE DE QUESTIONNER LES LIMITES DE LA MODÉLISA-  
TION LORSQU'ELLE S'APPLIQUE AU BÂTI EXISTANT.*

Je vais vous présenter la méthode que nous avons appliquée sur un certain nombre de bâtiments et que nous utilisons toujours. En effet, elle a été jugée suffisamment intéressante par le ministère français de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie pour nous demander d'aller plus loin. J'illustrerai mon propos par des études menées sur un appartement, situé dans un immeuble du XVI<sup>e</sup> arrondissement de Paris, et une maison de la proche banlieue parisienne (fig. 1 et 2).

### **LA SIMULATION THERMIQUE APPLIQUÉE AU BÂTI ANCIEN**

La simulation thermique dynamique est un des outils du diagnostic global du bâti et donc aussi du logement ancien. En effet, pour réaliser ce diagnostic global, plusieurs aspects sont travaillés : l'état sanitaire du bâtiment, son

état fonctionnel, son adéquation aux usages, le confort des usagers... Ses points forts, ses points faibles, l'état patrimonial, les éléments à préserver sont évalués. L'état énergétique est également traité à travers les consommations, les performances thermiques, les performances des systèmes, la gestion et l'usage. C'est à ce moment qu'il est possible de faire appel à des outils de simulation si l'enjeu est suffisant pour comparer ou tester différents bouquets de solutions. On cherche à connaître à travers ce diagnostic énergétique les consommations types et leur répartition par usage afin d'obtenir des diagrammes de répartition des déperditions thermiques par poste. L'objectif final est l'établissement de priorités. Cela permet aussi de simuler le comportement du bâtiment selon un autre usage souhaité et/ou indépendamment des pratiques de l'occupant. Je m'explique : la fac-

ture énergétique d'une personne chauffant à 26°C un appartement est plus élevée que celle d'une personne chauffant à 20°C le même lieu. La simulation thermique d'un bâtiment permet d'établir quelle serait la consommation propre à un logement dans un scénario d'utilisation classique. En France, on parle des scénarii conventionnels d'usage de la réglementation thermique. On peut donc obtenir l'état de référence avant travaux et l'utiliser pour modéliser différentes simulations de bouquets de travaux. Pour que nos simulations soient solides et permettent de prévoir les temps de retour sur investissement, il est nécessaire d'avoir des données précises et réalistes. Si notre objectif est, par exemple, de 80 kWh/m<sup>2</sup>/an et que notre situation initiale nous indique 200 kWh/m<sup>2</sup>/an alors qu'en réalité, notre bâtiment est à 150, l'économie générée par les travaux sera beaucoup plus faible que ce qui





**Fig. 1**  
Maison bi-famille à Noisiel (France). Début XX<sup>e</sup> siècle.  
La façade à rue est orientée à l'ouest (© Cerema).



**Fig. 2**  
Appartement parisien.  
Fin XIX<sup>e</sup> – début XX<sup>e</sup> siècle (© Cerema).

était escompté. Par conséquent, les investissements seront amortis moins facilement et on peut aller jusqu'à se trouver dans une situation qui n'offre pas de rentabilité économique. La simulation permet également d'appréhender le comportement d'un bâtiment, dans la configuration du confort d'été, notamment dans une situation de réchauffement climatique et de canicule estivale de plus en plus fréquente.

Pour utiliser cet outil qu'est la simulation thermique pour le bâti ancien ou le bâti existant, il est nécessaire de connaître les données d'entrée à disposition. Sont-elles suffisamment fiables ? Est-ce qu'on ne génère pas des erreurs trop importantes en utilisant des valeurs par défaut ?

La première étape de la méthode a consisté à récolter de l'information sur les deux logements que je vais

Sources d'incertitudes hypothèses de calcul	Issus de mesure ou dire d'expert	Incertitude type	
Coefficients U parois opaques	E	15	%
Coefficients U parois vitrées	E	10	%
Facteurs solaires parois vitrées	E	20	%
Masques proches	M	5	%
Masques lointains	M	30	%
Ponts thermiques linéiques (valeur psi)	E	30-50	%
Coefficients b, parois en contact avec local non-chauffé	E	15	%
Débit de ventilation mécanique salle de bain / cuisine	E, CF	100	%
Débit d'air ventilation naturelle par ouverture fenêtre	CF	100	%
Scénario d'ouverture des fenêtres	E, M	100	%
Scénario de fermeture des protections solaires	E, M	Extrême : tout ouvert tout fermé	
Scénario de présence dans le logement	E, M	30	%
Processeur solaire pour les radiations sur les surfaces verticales	M, calcul	Voir rapport	%
Apports internes électrique	M, calcul	10	%
Apports internes cuisson	E	50	%
Apports internes ECS	M, E	50	%
Température de consigne moyenne des températures mesurées dans le logement	M, calcul	0,7 k	%
Classe d'inertie	E, CF	1 classe	
Orientation du bâtiment	M, E	0%, vérif	
<b>Sources d'incertitudes hypothèses de mesures</b>			
Répartition énergie ECS / cuisson / chauffage	E, M	20/50	%
Précision capteurs énergies	M	5	%
Précision mesure température	E, M	7	%
Rendement chaudière	calcul	5	%
Précision données météo			
Précision mesure perméabilité à l'air I4	M	7	%
Répartition des consommations électriques sur l'année	M, E	20	%

#### LÉGENDES

- Transmission par les parois
- Apports solaires
- Apports internes
- Renouvellement d'air
- Autres

**Fig. 3**  
Les incertitudes d'entrée types (source Cerema).

vous présenter. Certaines informations s'obtiennent plus facilement que d'autres. On réalise que dans le cas courant où les modélisateurs ne sont ni un bureau d'étude spécialisé ni un cabinet d'architectes spécialisés sur le sujet, l'accès aux données s'avère vite compliqué. Notre travail consiste à préparer des modèles avec ces données d'entrée nécessaires et d'estimer les incertitudes associées, que celles-ci soient dues à la fiabilité de l'information récoltée ou à l'intervalle de confiance des valeurs types utilisées. Ensuite, on procède à un certain nombre de simulations d'étude de sensibilités locales et globales pour évaluer l'impact de ces incertitudes sur le résultat en termes de bilan énergétique. Nous utilisons un outil logiciel proche de celui utilisé par la réglementation thermique française sur les bâtiments existants en version recherche. C'est-à-dire que nous ne sommes pas tenus par les conventions de calcul qui imposent les scénarii de référence. Nous avons un fichier météo mesuré localement au pas de temps horaire<sup>1</sup>, des scénarii de présence, des apports internes au pas de temps horaire, de la ventilation par ouverture de fenêtre au pas de temps horaire – avec un débit fixe, pour avoir une hypothèse de travail. La perméabilité à l'air a ici été mesurée avec une porte soufflante. On répertorie une trentaine d'entrées (fig. 3). Certaines d'entre elles sont connues dans le détail et d'autres le sont beaucoup moins. Par exemple, on estime avoir une marge d'erreur de seulement 10% sur les coefficients U des parois vitrées. En revanche, on a du mal à estimer les masques lointains, c'est-à-dire l'ombrage sur le bâtiment. Les apports internes sont aussi mal connus (évaluation à 50% près), puisque l'usage des appareils de la maison

est variable... On a donc des incertitudes sur ces données d'entrée dont il s'agit d'évaluer la propagation jusqu'à la sortie.

### PREMIER CAS D'ÉTUDE : LA MAISON OUVRIÈRE À NOISIEL

C'est une maison ouvrière en briques, séculaire, bi-famille, en banlieue parisienne (fig. 1). C'est un bâtiment classique de ce secteur géographique. De deux niveaux sous combles occupés, elle est symétrique. Les briques appareillées en deux épaisseurs sont enduites à l'extérieur. Il y a également un enduit plâtre intérieur. Certaines fenêtres ont été changées pour du double vitrage des années 1985/1990. D'autres fenêtres sont en simple vitrage. La ventilation est naturelle à l'exception d'une ventilation mécanique ajoutée récemment dans une buanderie. C'est un bâtiment de classe d'inertie plutôt lourde avec des dalles importantes, notamment celle sur cave en briques avec des voûtains et des murs en briques doubles. La maison est occupée au total par trois adultes, qui travaillent.

Le suivi annuel de la consommation a été mesuré par mon service avec des compteurs énergétiques de manière à faire les comparaisons mesure/calcul. Le tout est synthétisé en un graphique (fig. 4). La consommation totale de cette maison de 106 m<sup>2</sup> équivaut à 241 kWh/m<sup>2</sup>/an, soit environ la moyenne française. Le gaz représente 194 kWh/m<sup>2</sup>/an, notamment pour le chauffage (l'eau chaude sanitaire est aussi gérée par la chaudière). Je commenterai particulièrement ce poste.

La première étape consiste à propager les incertitudes simples. Pour ce faire, nous prenons l'incer-

titude sur chaque donnée d'entrée, séparément les unes des autres. Il y en a 29 qui sont fixes et une qui bouge. On regarde ensuite l'impact sur les résultats en se plaçant sur les bornes maximales et minimales. Les résultats sont repris dans le graphique de propagation des incertitudes simples (fig. 5).

Regardons quelques-uns de ces résultats. Si on prend les valeurs U des parois opaques, donc les murs en briques et la toiture, on voit qu'en augmentant de 15% les valeurs déterminées après notre visite sur le terrain, le besoin de chauffage de cette maison augmente de 14%. On est par conséquent quasiment à du 1 pour 1. De même dans l'autre sens : si on diminue de 15%, on réduit d'un peu moins de 14% le besoin de chauffage. La température est également une variable importante : les températures de l'air dans le logement ont été mesurées. Une moyenne pour le logement est calculée à partir de ces mesures dans les pièces. Une variation de 0,7°C des températures de consignes dans la modélisation, correspondant à la fourchette haute de l'incertitude sur les températures intérieures réelles mesurées, implique un écart de besoin en chauffage de 10%. Le métré a aussi de l'importance et elle est souvent sous-estimée. En effet, si on se trompe de 7% sur l'estimation des surfaces déperditives, on atteint facilement 7, 8 ou 9% d'écart en besoin de chauffage en scénario hiver (l'étude ne s'est pas intéressée à ce qui se passe en été). Or, on sait que la marge d'erreur des mesures au laser est de 3 ou 4% et tous les diagnostiqueurs ne réalisent pas les métrés au laser, certains travaillent sur les plans de conception... Les imprécisions à l'entrée de notre modèle de simulation ont donc

tout de suite une incidence sur les résultats et il est important de le connaître pour cibler les entrées très impactantes.

La deuxième étape est l'étude globale de l'ensemble des incertitudes propagées selon une méthode statistique, à savoir la méthode de Monte-Carlo. 1.000 simulations avec des tirages sur l'ensemble des données d'entrée sont réalisées. En résultent des courbes (fig. 6) qui représentent l'intervalle de confiance à 95% de la consommation de chauffage de la maison. Le premier constat: les courbes ne se recoupent pas parfaitement. Cela est dû à la différence mesure/calcul, ce qui signifie que ma simulation n'est pas forcément proche de la réalité. Il y a de multiples explications à cela: certains phénomènes physiques ne sont pas modélisés par le moteur de calcul comme l'inertie hygroscopique, par exemple. Nos scénarii de comportement sont moins complexes que la vie réelle d'une famille. On observe toutefois que les courbes en pointillé qui encadrent les courbes fortes forment une plage d'épaisseur non négligeable qui représente les incertitudes sur les données d'entrée du modèle. Ceci illustre bien toute l'importance de l'attention à porter à celles-ci lorsqu'on fait des simulations. De fait, il faut avoir conscience des écarts et de l'éventail des réponses qu'on peut obtenir.

Fig. 6

Maison à Noisiel. Étape 3, semaine par semaine. Courbes annuelles sur l'intervalle de confiance en kWh/sem./m<sup>2</sup>. La mesure, en bleu, comprend aussi une incertitude puisque nos capteurs ne sont pas fiables à 100%. En outre, la répartition entre eau chaude et chauffage n'est pas évidente (source Cerema).

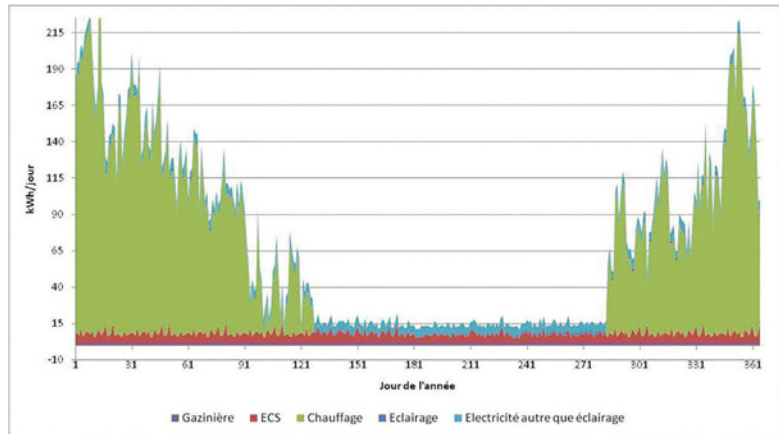


Fig. 4

Suivi annuel de la consommation de la maison à Noisiel (source Cerema).

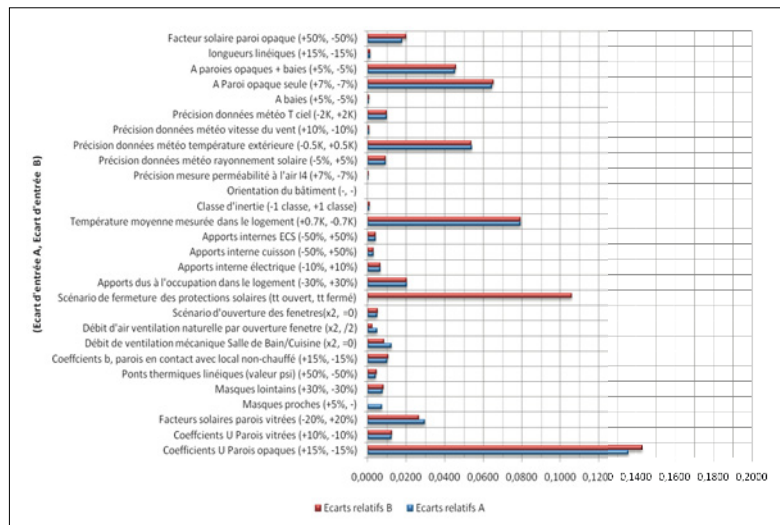
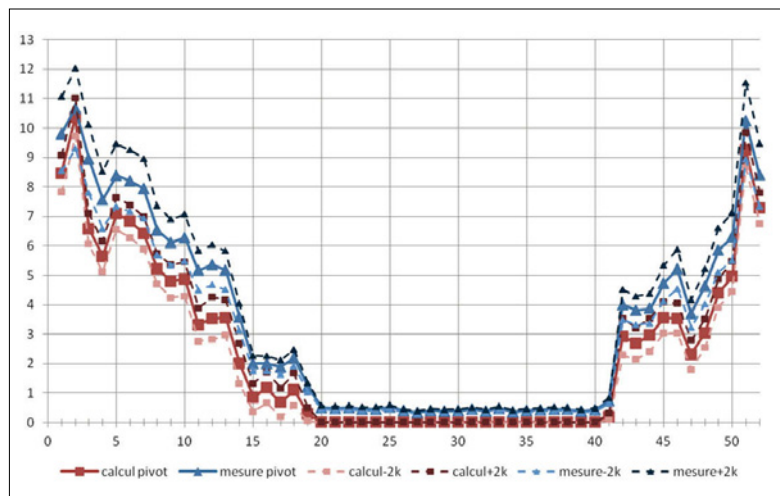


Fig. 5

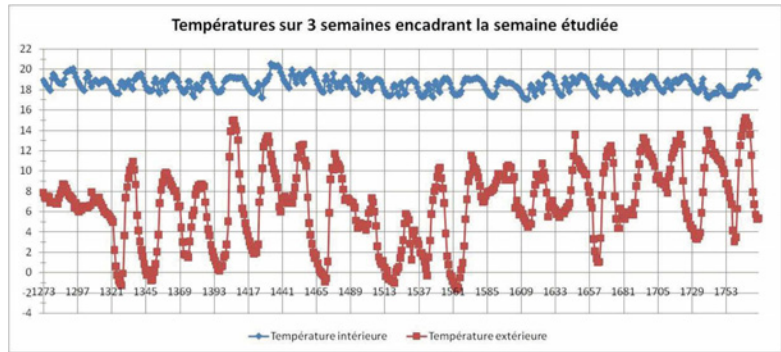
Maison à Noisiel. Étape 2, statique. Propagation des incertitudes simples (source Cerema).



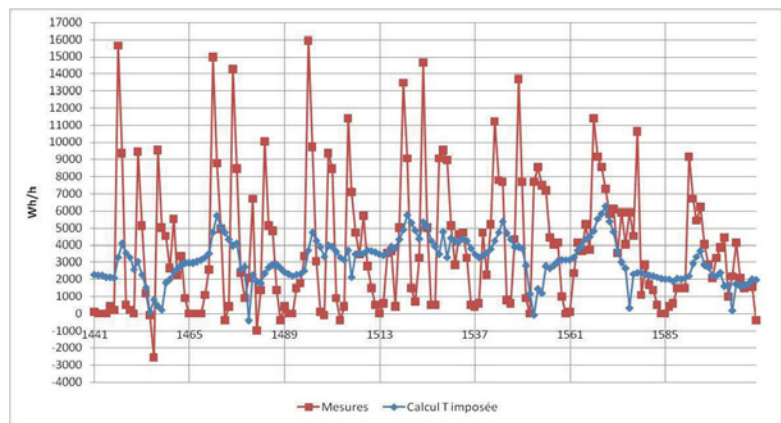
Nous allons faire quelques focus sur une semaine d'hiver pour observer dans le détail ce qui se passe (fig. 7). La température de la maison est stable, l'effet d'inertie est faible. La température extérieure est fraîche et varie. On constate que la courbe correspondant à la mesure marque des variations plus fortes que la courbe de la simulation alors que les températures de consigne de la simulation sont celles qui ont été mesurées (fig. 8). Du point de vue de la consommation, cela signifie que la chaudière, dans la réalité, s'arrête, repart, s'arrête, repart, ... phénomène qui n'est pas pris en compte par la simulation. Cela illustre typiquement une différence provenant de la manière dont le moteur de calcul prend en compte la réalité. Concrètement, le calcul lisse quelque peu le système de chauffage alors que, en vérité, le fonctionnement d'une chaudière ancienne l'est beaucoup moins. À l'inverse, quand on impose le flux de chauffage au modèle et qu'on observe l'évolution des températures, on constate que ces évolutions marquent beaucoup plus le calcul. Dans ce cas, l'inertie du système de chauffage n'est pas prise en compte dans le calcul, ce qui constitue encore un biais de mon outil mathématique. Ce phénomène n'est pas très important sur une moyenne. En revanche, cela l'est quand on regarde précisément ce qui se passe au pas de temps horaire.

**DEUXIÈME CAS D'ÉTUDE : L'APPARTEMENT PARISIEN**

L'appartement date de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, début XX<sup>e</sup> siècle (fig. 2). D'une surface de 108 m<sup>2</sup>, accueillant trois chambres, il se situe au 5<sup>e</sup> étage d'un bel immeuble. Les façades sont en pierres calcaires



**Fig. 7**  
Étude dynamique sur une semaine (source Cerema).



**Fig. 8**  
Évolution des puissances de chauffage calculée et mesurée. La température intérieure est imposée (source Cerema).

dures (dites pierres de Paris) avec, côté rue, une belle pierre de taille et un enduit plâtre intérieur et côté cour, des moellons moins travaillés et moins épais, couverts d'un enduit. La pierre de Paris, très dure, offre une conductivité thermique peu favorable pour du calcaire. Tous les vitrages sont simples et d'origine. Ils sont thermiquement peu performants. L'appartement est occupé par une famille composée de deux adultes et deux adolescents. Les membres de la famille sont tous occupés en journée. Il n'y a pas de ventilation mécanique, à part un extracteur simple dans la salle de bain, ajouté *a posteriori*. La famille ouvre quotidiennement les fenêtres.

La même méthode que précédemment a été appliquée. En résulte un graphique des consommations annuelles (fig. 9). La consommation d'énergie est un peu plus faible que dans la maison à Noisiel, avec 165 kWh/m<sup>2</sup>/an, chiffre correct pour un immeuble à simple vitrage. La forte mitoyenneté joue un rôle positif ici. Les occupants, plutôt aisés, n'hésitent pas à chauffer; nous ne sommes pas dans un scénario de précarité énergétique qui voudrait qu'on baisse les températures de consigne. Au contraire, l'appartement est confortable et pourtant, il ne consomme pas particulièrement. Cet exemple illustre le fait que certains bâtiments anciens



peuvent ne pas consommer autant que des immeubles des années 1960 ou 1970.

La propagation d'incertitudes simples est relativement similaire à celles de la maison. Toutefois, on note que les parois vitrées sont, dans ce cas, plus présentes et, dès lors, que l'incertitude est plus grande sur ce poste. Les parois opaques jouent, ici aussi, un rôle important, même si moins que précédemment, avec 15% de différence en entrée qui impliquent 10% de différence en sortie sur le chauffage. Une des raisons peut être le facteur solaire des parois opaques, que l'on connaît assez mal. Il peut générer jusqu'à 1,5% de différence sur la consommation. Toutes ces petites erreurs cumulées produisent finalement des erreurs importantes en sortie. Les courbes annuelles représentant les incertitudes globales témoignent, dans ce cas également, des mêmes difficultés à faire coïncider le calcul et les mesures de terrain. Pour l'immeuble, le biais provient du manque d'informations que nous avons sur les appartements mitoyens, qui se résument aux mesures de températures.

Je voudrais mentionner un biais intéressant lié au moteur de calcul. L'appartement est orienté sud-est. La première version du moteur de calcul que l'on a utilisée prenait en compte l'orientation soit plein nord, plein sud, plein est ou plein ouest. Or, en utilisant une seconde version améliorée de ce moteur de calcul qui permettait une prise en compte exacte de l'orientation, des divergences de résultats sont apparues. En étant plein sud, la consommation diminuait de 8%; en étant plein est, elle augmentait de 5%. Cela a démontré une fois de plus qu'il était essentiel de rentrer

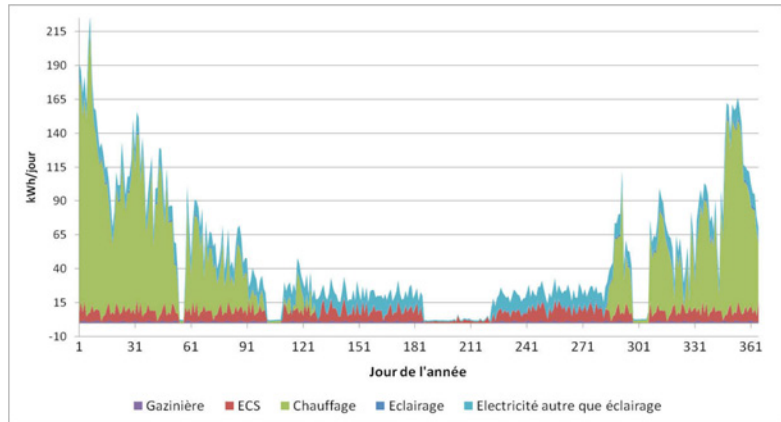


Fig. 9  
Suivi annuel de la consommation de l'appartement [source Cerema].

dans les moteurs de calcul les données précises, dont l'orientation.

## CONCLUSION

En conclusion, pour nos deux bâtiments, les paramètres d'entrée les plus influents sur les résultats de ces simulations dynamiques sont le coefficient U des parois opaques, la température moyenne mesurée dans le logement –un écart de moins d'un degré sur la température de consigne se répercute de manière significative sur la consommation – le métré. Cette donnée est souvent négligée, surtout sur ces bâtiments. Or, ne pas avoir de plans d'architecte, les réaliser *in situ*, ou faire des estimations sur base de documents imprécis, peut avoir des répercussions importantes sur les calculs. Enfin, le scénario de fermeture des protections solaires tient son rôle, notamment dans les cas extrêmes de fermetures en journée ou de non-utilisation.

Les graphiques de projection annuelle de chauffage (fig. 10 et 11)

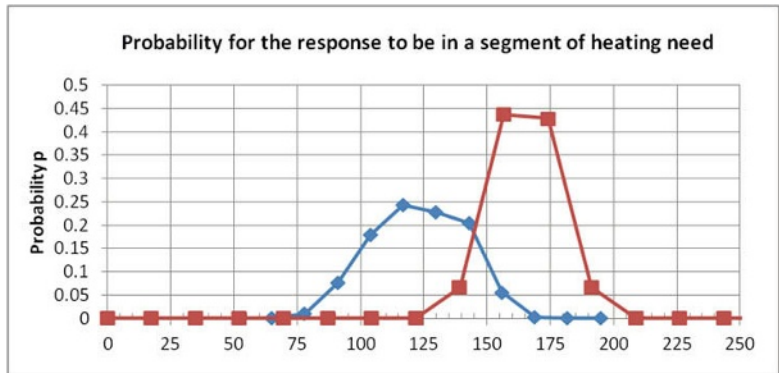
ont été réalisés avec des données de simulation très défavorables puisqu'ont été prises les extrêmes des incertitudes d'entrée ce qui, statistiquement, a bien peu de chance d'arriver. Les cloches bleues, qui sont les sorties obtenues avec les simulations, sont très larges. Cela signifie que la mesure moyenne, qui d'après mes simulations, devrait être pour l'appartement parisien de 125 kWh/m<sup>2</sup>/an pour le chauffage, peut passer, au maximum, à 175 kWh/m<sup>2</sup>/an et, au minimum, à 75 kWh/m<sup>2</sup>/an.

À nouveau, il est très compliqué de « caler » la mesure avec le calcul. Évidemment, les données utilisées pourraient être affinées. Mais nous nous sommes placés volontairement dans une situation que les bureaux d'études rencontrent fréquemment, à savoir le manque de temps et la difficulté de récolter des informations. Un bureau d'étude qui travaille sur des simulations thermiques dynamiques ne passera pas trois semaines à récupérer les données d'entrée. Il y aura un manque de précisions dans son résultat.

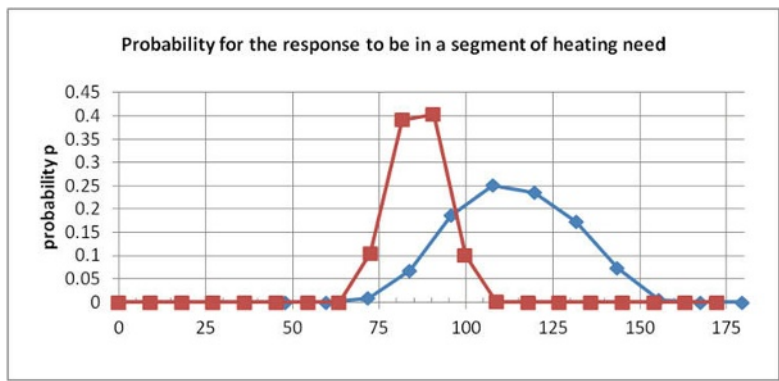


Nous avons donc travaillé avec cette contrainte réaliste.

Cela ne veut pas dire qu'il ne faut pas utiliser ces outils. Simplement, il faut être conscient que les incertitudes existent et qu'elles se propagent. Ces moteurs de calculs sont puissants pour comparer différentes solutions. En revanche pour faire de l'absolu, il faut travailler avec une plage de valeurs possibles avec une largeur réaliste (et non pas une valeur à 2 kWh/m<sup>2</sup>/an près). Après intervention, la connaissance plus fine du bouquet de travaux appliqué peut permettre de simuler correctement la future consommation mais le gain, soit la différence entre avant et après travaux, sera toujours imprécis pour toutes les raisons énoncées précédemment, notamment celle liée à l'état initial du bâtiment.



Appartement parisien



Maison à Noisiel.

**LÉGENDES**

- La mesure (avec les incertitudes liées aux capteurs et à la répartition des consommations suivant les postes)
- ◆ Modèle

**Fig. 10 et 11**

Courbes de probabilités de besoin en chauffage en kWh/m<sup>2</sup>/an. Si l'on n'y prend pas garde les besoins de chauffage peuvent varier de manière significative avec de grandes incertitudes sur les entrées (source Cerema).

---

## NOTE

1. Champ de variables calculées toutes les heures (en fonction de la station météo et des simulations).

---

### Analysis of uncertainties regarding dynamic thermal simulations for old housing: a case study of one building and one house in the Paris region

---

Dynamic thermal simulations (DTS) of housing are being increasingly used within the context of restoration projects. The difficulties in obtaining certain input data coupled with the difficulty in ensuring accuracy when using stochastic scenarios for certain parameters relating to the occupation or use of the building lead to a high degree of uncertainty about the inputs for simulation models.

To investigate the exact “cost” associated with this uncertainty, two examples of old housing were studied: an apartment in a post-Hausmann building and a worker’s house from the early 20th century. For this housing, monitoring of consumption and atmosphere was available as part of a more extensive research project. Simulations were carried out using a DTS tool incorporating uncertainty propagation.

Comparisons of measurements/with uncertainty bands highlight the limits of the tool compared to model inputs. Uncertainties regarding some specific inputs are particularly significant for old buildings.

---

### Analyse van de onzekerheden over de dynamische thermische simulaties van oude woningen: geval van een gebouw en een huis in de Parijse regio

---

Er worden steeds meer dynamische thermische simulaties (DTS) van woningen uitgevoerd in het kader van herwaarderingprojecten.

De moeilijkheid om bepaalde inputgegevens te verkrijgen en om nauwkeurig te zijn in het gebruik van stochastische scenario’s voor parameters gelinkt aan de bezetting of het gebruik van het gebouw leidt tot grote onzekerheid over de inputgegevens van de simulatiemodellen.

De impact van al deze variabele gegevens wordt geïllustreerd aan de hand van twee cases van oude woningen: een appartement in een gebouw in post-Hausmannstijl en een arbeiderswoning van het begin van de 20ste eeuw.

Voor deze woningen werden het verbruik en het effect van de omgevingsfactoren gemonitord in het kader van een ruimer onderzoekproject. Er worden simulaties met de DTS-tool uitgevoerd waarin gekeken wordt naar het effect van deze variabele gegevens om aan de hand van vergelijkingen (metingen/berekeningen) met onzekerheidsmarges de beperkingen van deze tool aan te tonen. In oude gebouwen spelen deze variabelen in de inputgegevens immers een bijzonder belangrijke rol.

# RISICO-ANALYSE VAN DE TOEPASSING VAN BINNENISOLATIE IN HISTORISCHE GEBOUWEN: CASE STUDY, DE VOORMALIGE VEEARTSENIJSCHOOL TE ANDERLECHT

**ROALD HAYEN**

KONINKLIJK INSTITUUT VOOR HET KUNSTPATRIMONIUM (KIK-IRPA)

*DE HERWAARDERING VAN HISTORISCHE GEBOUWEN VEREIST NIET ZELDEN DE ISOLATIE VAN HUN BUITENSCHIL. DERGELIJKE INGREPEN ZIJN ECHTER NIET ALTIJD VERENIGBAAR MET DE ERFGOEDKENMERKEN VAN DE GEBOUWEN. DE STUDIES DIE IN DE VEEARTSENIJSCHOOL ROND BINNENISOLATIE ZIJN VERRICHT, HEBBEN DE RISICO'S DIE INHERENT ZIJN AAN DERGELIJKE INGREPEN AAN HET LICHT GEBRACHT, EVENALS HUN POTENTIËLE IMPACT OP DE BESCHERMING VAN DE MONUMENTALE GEVELS IN BAKSTEEN, EUVILLESTEEN EN HARDSTEEN VAN HET GEBOUW.*

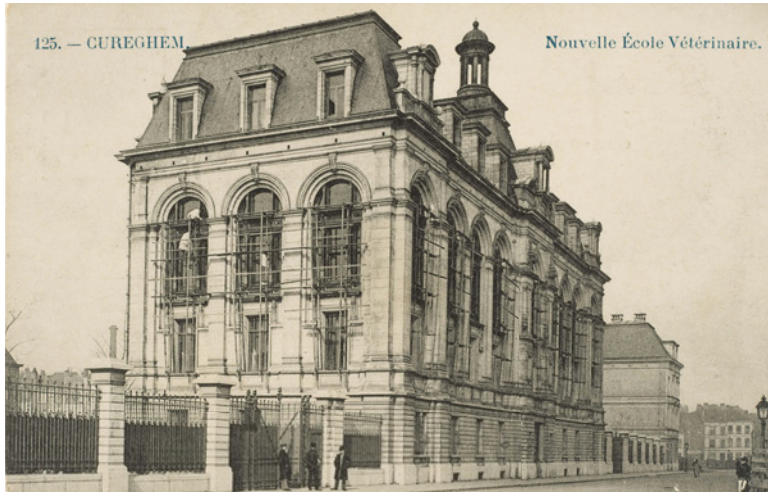
## ONTSTAANSGESCHIEDENIS VAN DE VEEARTSENIJSCHOOL TE ANDERLECHT

Rond 1761 ontstond in Lyon met Claude Bourgelat de allereerste opleiding dierengeneeskunde ter wereld in een zoektocht naar een remedie voor de runderpest, die op dat ogenblik Frankrijk teisterde (Wikipedia, 2015). Dit initiatief vond eind 18de, begin 19de eeuw navolging over heel Europa. De eerste veeartsenijscholen richtten zich aanvankelijk vooral op (leger) paarden. Ook in de Verenigde Nederlanden werd in deze periode een veeartsenijschool opgericht, met name in Utrecht (1821). Wanneer enkele jaren later België zich afscheidt van Nederland, wordt al gauw duidelijk dat de ontstane leemte snel moet worden ingevuld. Er is immers een dringende nood aan een dierengeneeskundige opleiding, enerzijds ten dienste van het leger, maar anderzijds ook ter verbetering van

de inheemse runder- en paardenrassen. Bovenal lopen echter de kosten voor het verplicht en tegen vergoeding slachten van ziek vee voor de overheid te sterk op, waardoor men de aandacht wil verleggen naar het genezen van de dieren. Reeds in 1832 ontstaan twee privé-initiatieven: een beperkte dierengeneeskundige opleiding in Luik, onder impuls van Pierre-Antoine Pétry, en de 'École d'Économie Rurale et Vétérinaire', door toedoen van André-Joseph Brogniez in Binche (Bogaerts, 2015). Al gauw verhuist Brogniez zijn school naar een oude manège in het centrum van Brussel, op de plaats van het huidige Museum voor Schone Kunsten. In mei 1836 wordt deze Brusselse school door de staat overgenomen en omgevormd tot de 'École de Médecine Vétérinaire et d'Agriculture de l'État'. De school verhuist naar het grondgebied van Kuregem, vlakbij het platteland en het slachthuis van Anderlecht, maar niet te ver

van Brussel. De stadsontwikkeling van Brussel beperkte zich in de eerste helft van de 19de eeuw immers nog tot de zone binnen de tweede middeleeuwse stadsomwalling, waarvan de huidige kleine ring het tracé volgt.

In oorsprong nestelt de school zich langs de huidige Poincarélaan, langs weerszijden van de Kleine Zenne. Regelmatig weerkerende overstromingen van de Zenne veroorzaken echter ernstige overlast. Na verloop van tijd stond de school bovendien de stedelijke uitbreiding van Brussel in de weg, zodat aan het eind van de 19de eeuw besloten wordt om de school te verhuizen naar de site aan de huidige Veeartsenstraat. Het huidige gebouwencomplex wordt vervolgens in de periode 1903-1909 onder toezicht van architect Seroen gerealiseerd en ter gelegenheid van de Universele Tentoonstelling van Brussel op 14 augustus 1910 plechtig ingewijd (ARTER, 2012).



**Afb. 1**

Zicht op het administratief hoofdgebouw, volgens een postkaart daterend van het begin van de 20ste eeuw (verzameling Belfius Bank-Académie royale de Belgique © ARB-GOB).



**Afb. 2**

Zicht op de achtergevel na meer dan 20 jaar van verwaarlozing (foto auteur).

In 1969 sluit de veeartsenijschool zich aan bij de universiteit van Luik. Met de jaren verhuizen diverse onderdelen van de school langzamerhand naar de campus in Luik, tot uiteindelijk in 1991 de site geheel wordt verlaten. In 1999 werd de gemeente Anderlecht eigenaar van het administratieve gebouw aan de straatzijde. Ondertussen waren, op 22 februari 1990, de gevels en bedakingen van de oorspronkelijke gebouwen als monument en het

geheel gevormd door deze gebouwen en het park waarin ze gelegen zijn als landschap beschermd. Deze bescherming verhinderde evenwel niet de decennialange verwaarlozing die zou volgen.

De veeartsenijschool vormt een uitgebreid paviljoencomplex met in totaal een 19-tal gebouwen in Vlaamse neorenaissance stijl, met tussenin veel groen. Architect Seroen inspireerde zich voor het

paviljoencomplex op de veeartsenijschool van Hannover (ARTER, 2012). Bij aanvang van deze studie waren verschillende paviljoenen reeds gerestaureerd. De studie beperkte zich dan ook tot het voormalige administratief hoofdgebouw, gelegen aan de Veeartsenstraat (afb. 1). De monumentale voorgevel en de zijgevels zijn hoofdzakelijk uitgewerkt in Euville natuursteen met delen in blauwe hardsteen. De zuidwestelijk georiënteerde achtergevel is evenwel grotendeels in baksteen uitgevoerd. De gevolgen van meer dan 20 jaar verval laten zich duidelijk herkennen (afb. 2): het voegwerk is op verschillende plaatsen geheel verdwenen, de natuurstenen elementen vertonen vaak een aanzienlijk materiaalverlies en barstvorming en de biologische aantasting tiert welig, gaande van lichens en mosgroei tot kleine bomen die bovenaan de gevel aan het metselwerk ontspruiten.

## TOEKOMSTPLANNEN

Bij ontstentenis van het hergebruik van een monument in zijn oorspronkelijke functie, is een gepaste herbestemming essentieel voor een duurzaam behoud. Hier werd gekozen om het hoofdgebouw in te richten tot een centrum voor jonge ondernemingen. Het architectuurproject, dat aan ARTER werd toevertrouwd (voor het interieur is het een andere architect: HASA Architecten bvba), streeft het samengaan van oud en nieuw na: nieuwe vloerniveaus worden toegevoegd om de bruikbare vloeroppervlakte te vergroten, tegelijkertijd echter met een maximaal behoud van bestaande interieurelementen (eikenhouten vloeren, marmeren mozaïeken, historisch schrijnwerk,...). Dit alles evenwel met de bedoeling het gebouw na transformatie tot een laag-energiekantoorgebouw om te vormen.

Volgens een studie van het energieverbruik door het bouwfysisch studie bureau Daidalos Peutz, wordt het primair energieverbruik in de 'actuele' toestand geschat op 400 kW/m<sup>2</sup>a – wat een 'actueel' E-peil oplevert van 180 en een K-peil van 110 voor de gebouwschil (Daidalos, 2011). Om tot deze schatting te komen werd rekening gehouden met de huidige gebouwschil, maar met een nieuwe technische installatie voor verwarming, koeling, verlichting en sanitair. Daar de oorspronkelijke installaties ontbreken – en allicht niet volgens de bestaande rekenmodules naar behoren gesimuleerd kunnen worden – levert deze schatting een ondergrens op met betrekking tot het oorspronkelijke verbruik. Dit resultaat geeft echter het te verwachten reële verbruik aan wanneer geen bouwkundige ingrepen aan de constructie zouden voorzien worden. Daar dit energieverbruik niet aan de actuele energienorm voor nieuwbouwkantoren in de Brusselse agglomeratie beantwoordt, is, hoewel dergelijke monumenten principieel buiten deze regelgeving vallen, een verlaging van het energieverbruik wenselijk.

Omdat in de huidige toestand verwarming naar schatting ongeveer drie kwart van het totale energieverbruik inneemt, zal een verbetering van de isolatiewaarde van de gebouwschil onmiddellijk leiden tot een gevoelige daling van het primair energieverbruik. Vooral het niet-geïsoleerde dak is daarbij een belangrijke bron van warmteverlies: 44% van het totale warmteverlies verdwijnt via het dak. Maar ook de gevels (20%) en de ramen (28%) zijn belangrijke verliesposten. De huidige transmissieverliezen (U-waarden) voor de verschillende delen van de gebouwschil liggen immers ver boven de maximale normwaarden voor nieuwbouw (tabel 1).

Gebouwdeel	Actuele waarde (W/m <sup>2</sup> K)	Voorstel A (W/m <sup>2</sup> K)	Voorstel B (W/m <sup>2</sup> K)	Maximale U-waarde (W/m <sup>2</sup> K)
dak	3.8	0.26	0.26	0.30
gevel	1.0	0.27	0.62	0.40
vloer (in contact met volle grond of kelder)	0.7	0.32	0.32	0.40
vloer (in contact met buitenomgeving)	-	-	-	0.60
raam	5.1	1.8	1.8	2.50
glas	-	-	-	1.60

**Tabel 1**

Overzicht van de transmissieverliezen voor de verschillende delen van de gebouwschil voor de initiële toestand en de opgemaakte voorstellen voor verbetering van de isolatie. Tevens zijn de maximaal toegelaten U-waarden voor de individuele bouwdelen volgens de huidige normering aan de tabel toegevoegd (© KIK-IRPA).

Vanuit deze gegevens werd een voorstel uitgewerkt om de isolatiewaarden van de verschillende bouwdelen te verbeteren door i) de gevels langs de binnenzijde te isoleren, ii) het dak en de vloeren te isoleren en iii) voorzetzamen te plaatsen met een mobiele zonwering in de spouw tussen de beschermde en de nieuwe ramen. In eerste instantie werd een voorstel uitgewerkt (voorstel A), waarbij de buitenmuren aan de binnenzijde worden geïsoleerd met een 12 cm dikke calciumsilicaatplaat, afgewerkt met een bepleistering. Dit levert een U-waarde op van 0.26 W/m<sup>2</sup>K. Na aanpassing beantwoorden daardoor de verschillende gebouwdelen aan de huidige normwaarden (tabel 1). In een tweede fase (voorstel B) werd een alternatieve oplossing voorgesteld voor de uitvoering van de binnenisolatie op basis van een 3 cm dikke isolerende bepleistering, waarmee een U-waarde van 0.62 W/m<sup>2</sup>K kan worden gerealiseerd. Ten overstaan van de oorspronkelijke situatie levert een dergelijke binnenisolatie een meerwaarde op, hoewel deze vol-

gens de energieprestatieregelgeving niet meer aan de huidige vereisten voldoet.

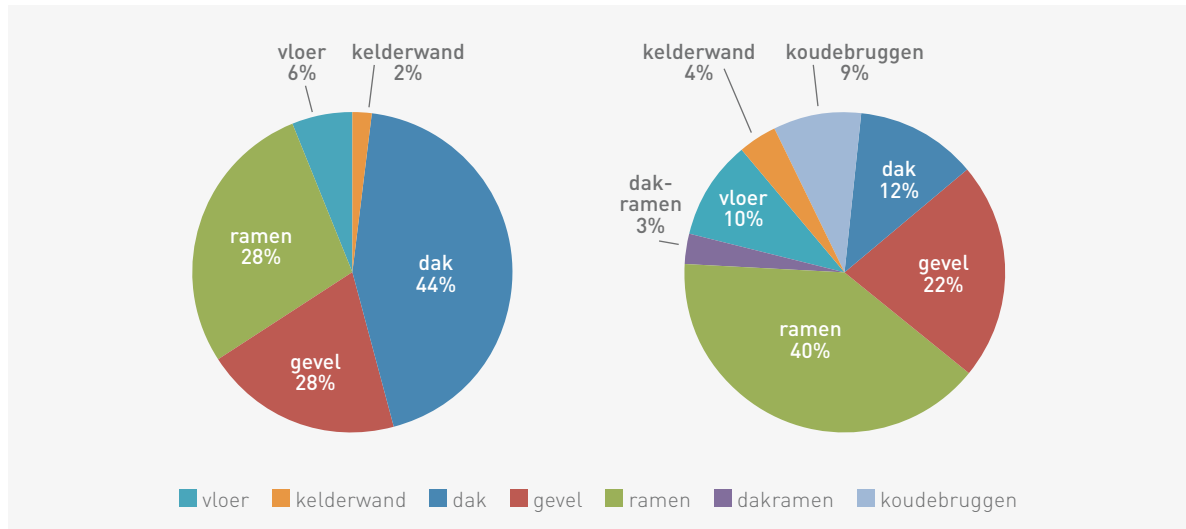
Het primair energieverbruik op jaarbasis daalt hierdoor van 400 kW/m<sup>2</sup> naar 188 kW/m<sup>2</sup>. De nieuwe K- en E-peilen worden respectievelijk 27 en 81: een sterke verbetering, maar voor wat het E-peil betreft nog steeds een te hoog energieverbruik om te spreken van een bijna-energie neutraal kantoorgebouw (K-peil lager of gelijk aan K40 en E-peil lager of gelijk aan E40).

## MOGELIJKHEDEN EN RISICO'S VERBONDEN AAN DE VERBETERING VAN DE ISOLATIE VAN MONUMENTENGEVELS

Principieel zijn er drie mogelijke scenario's voor de verbetering van de thermische isolatie van gevels: buitenisolatie, naspouwisolatie en binnenisolatie.

Wat betreft de kwaliteit en de prestatie is buitenisolatie zonder meer de beste keuze: koudebruggen worden vermeden en de dragende structuur wordt beschermd tegen





Afb. 3

Verdeling van de warmteverliezen naar gebouwdeel volgens de initiële toestand (links) en de toestand na verbetering van de isolatie volgens voorstel A (rechts) [© Daidalos, 2011].

veranderingen in temperatuur en vochtgehalte. Voor beschermde monumenten is dit vaak echter geen optie, omdat hierdoor het oorspronkelijk gevelvlak verloren gaat. Indien echter de gevel een dergelijke ingreep toelaat, biedt deze oplossing wel een betere bescherming voor waardevolle interieurelementen omdat het binnenvolume beter beschermd wordt.

Gebouwen met een niet geïsoleerde spouwmuur kunnen nageïsoleerd worden. Omdat het gebruik van een spouwmuur slechts voorkomt vanaf de Tweede Wereldoorlog, is ook deze benadering voor monumenten vaak niet van toepassing.

De meest voorkomende praktijk voor het verbeteren van de isolatiewaarde van monumentengevels is daarom het aanbrengen van binnenisolatie. Binnenisolatie versterkt evenwel de invloed van bestaande koudebruggen, is bijgevolg minder efficiënt en leidt uiteraard tot een verlies van de originele interieurdecoratie. Derhalve is ook deze oplossing niet altijd toepasbaar in historisch erfgoed.

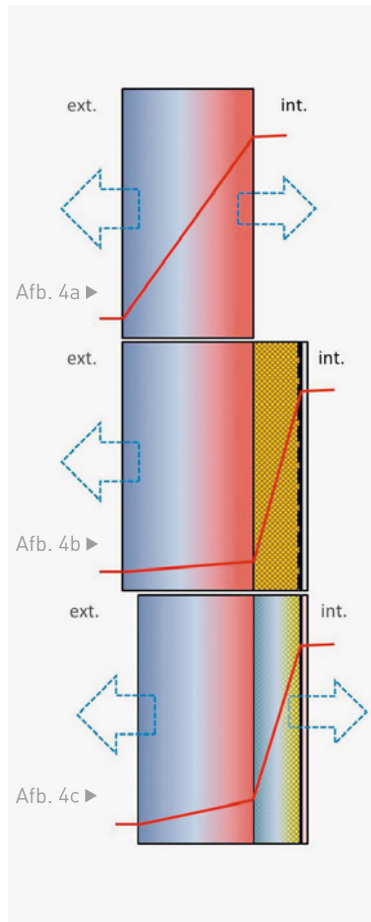
De toepassing van binnenisolatie aan monumentengevels houdt evenwel ook risico's in voor het behoud van de buitengevel. De (binnen) isolatie heeft immers een invloed op de temperatuurverdeling en de vochtbalans in de geveldoorsnede, zeker wanneer, bij afwezigheid van een spouwmuur, de gevel de rechtstreekse scheiding vormt tussen de binnen- en buitenomgeving.

Oorspronkelijk varieert de temperatuur in enkelvoudig metselwerk eerder gelijkmatig van het binnentot het buitenoppervlak (afb. 4a). Na het aanbrengen van de binnenisolatie zal echter een groot temperatuursverschil optreden over de isolatielaag, waardoor enerzijds het binnenoppervlak van de gevel warmer wordt en anderzijds de mureldelen aan de buitenzijde van de isolatielaag gevoelig kouder worden (afb. 4b en 4c). De invloedsdiepte van vorst aan het buitenoppervlak van de gevel neemt bijgevolg toe.

De vochtbalans daarentegen wordt bepaald door het evenwicht tussen de berekening aan het gevelvlak, eventuele condensvorming in de muur en de verdamping aan zowel het binnen- als het buitenop-

pervlak. De droging wordt daarbij beïnvloed door de temperatuurverdeling in de geveldoorsnede. De hogere temperatuur in de gevel bij het ontbreken van een thermische isolatie zal droging bevorderen. Na het aanbrengen van de binnenisolatie zal omgekeerd het vochtgehalte in de muur toenemen, zodat de risico's op vorstschade – versterkt door de afnemende temperatuur nabij het buitenoppervlak – en biologische aantasting aan het buitenoppervlak zullen toenemen.

Voor de uitvoering van de binnenisolatie zijn twee benaderingen mogelijk: systemen die een water- en waterdampdichte laag vormen aan het binnenoppervlak en zo het vocht buitenhouden, en systemen waarbij gebruik gemaakt wordt van capillair actieve materialen. Systemen die een water- en waterdampdichte laag vormen, maken gebruik van waterdichte en waterbestendige isolatiematerialen zoals rotswol, polyurethaan, enzovoort, waarbij aan het binnenoppervlak tevens een dampdichte folie wordt aangebracht om problemen met condensvorming te voorkomen. Bij een dergelijke oplossing is vocht-



**Afb. 4a, 4b en 4c**

Overzicht van het temperatuurverloop (rode curve) en de mogelijkheid tot uitwisseling van vocht met de binnen- en buitenomgeving (blauwe pijl) voor niet geïsoleerd massief metselwerk (a) en een aan de binnenzijde geïsoleerde constructie met toepassing van een water- en waterdampdicht isolatiemateriaal (b) en een capillair actief isolatiemateriaal (c) [© KIK-IRPA].

transport tussen de muur en de binnenomgeving uitgesloten (afb. 4b). Droging van de metselwerkconstructie is bijgevolg enkel mogelijk naar buiten toe, zodat het gemiddeld vochtgehalte toeneemt. De isolatiematerialen zijn echter steeds droog en behouden daarom hun isolerende eigenschappen. Isolatietechnisch gezien is een dergelijke oplossing bijgevolg kwalitatief beter. Het toenemende vochtgehalte nabij het buitenoppervlak van de muur heeft evenwel een

negatieve invloed op het risico op vorstschade en biologische aantasting. Wanneer daarentegen capillair actieve isolatiematerialen worden gebruikt, zoals calciumsilicaatplaten of een isolerende bepleistering, blijft het vochttransport doorheen de constructie van binnen naar buiten behouden (afb. 4c). Gemiddeld genomen neemt daardoor het vochtgehalte in de metselwerkconstructie af, waardoor de schaderisico's aan de historische gevelelementen eveneens dalen. Naar het behoud van het erfgoed toe is deze oplossing bijgevolg te verkiezen. Er moet echter rekening gehouden worden met het feit dat de isolatiematerialen (tijdelijk) vocht kunnen opnemen en daardoor een deel van hun isolatiewaarde (tijdelijk) zullen verliezen.

De toepassing van binnenisolatie bij historische gebouwen met gevels in vol metselwerk is bijgevolg niet zonder risico. Door langs de binnenzijde te isoleren, neemt het warmteverlies af, waardoor het vochtgehalte in het gevelmetselwerk gemiddeld toeneemt en tegelijkertijd kouder wordt. De combinatie van deze twee elementen verhoogt de risico's op vorstschade en biologische aantasting aan de gevelpartijen. Zeker wanneer in de historische gevels materialen voorkomen die een risico vertonen op het ontwikkelen van vorstschade, is een afweging van de voor- en nadelen aangewezen.

#### RISICO-EVALUATIE VAN VORSTSCHADE BIJ TOEPASSING VAN BINNEN-ISOLATIE IN HET GEVAL VAN DE VEEARTSENIJSCHOOL

Teneinde het risico op vorstschade te kunnen evalueren werd de evolutie van de temperatuur en het

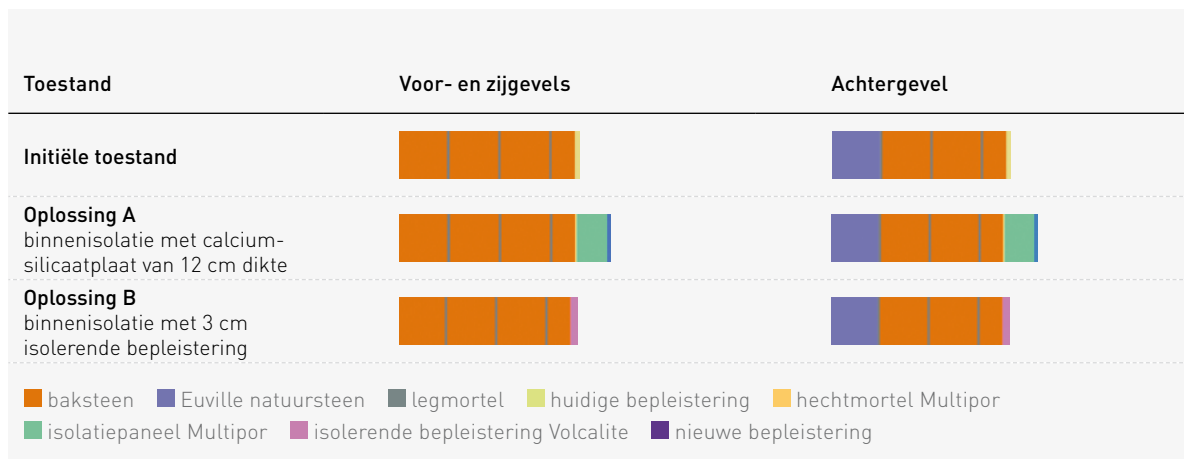
vochtgehalte in de gevelpartijen van de veeartsenijschool bestudeerd in functie van de keuze van de binnenisolatie. Deze benadering is gebaseerd op het warmte- en vochttransport in het gevelmetselwerk als functie van het binnen- en buitenklimaat en de materiaaleigenschappen van de geveldoorsnede. Materiaaleigenschappen als dichtheid  $\rho$ , toegankelijke porositeit  $\Phi_0$ , poriënverdeling, capillaire waterabsorptiecoëfficiënt  $A_{cap}$  en capillaire verzadigingsgraad  $w_{sat}$  werden experimenteel bepaald op gelichte stalen (tabel 2). Ontbrekende materiaaleigenschappen, zoals de thermische geleidbaarheid  $\lambda$  en de dampdoorlaatbaarheid  $\mu$ , werden op een redelijke wijze geschat op basis van gekende verbanden met de overige, experimenteel bepaalde materiaaleigenschappen. Het gecombineerde warmte-, vocht- en massatransport werd vervolgens gemodelleerd met het programma Delphin 5.6, ontwikkeld aan de T.U. Dresden.

De studie van de invloed van de binnenisolatie op de temperatuurverdeling en de vochtbalans in het gevelmetselwerk concentreert zich enerzijds op het baksteenmetselwerk aan de achtergevel en anderzijds op het gevelmetselwerk van de voorgevel, waar de parementsteen uit Euville bestaat (tabel 3). De kern van het metselwerk, net achter de parementsteen, bestaat aan de voorgevel eveneens uit baksteenmetselwerk. Voor elke gevel wordt vervolgens de huidige situatie vergeleken met de toestand waarbij enerzijds een binnenisolatie op basis van een calciumsilicaatplaat met een laagdikte van 12 cm, en anderzijds een isolerende bepleistering met een laagdikte van 3 cm wordt aangebracht.

Materiaaleigenschap	Euville	baksteen	legmortel	voegmortel Euville	voegmortel baksteen
porositeit (vol%)	11	31	24	22	28
gemiddelde poriëndiameter ( $\mu\text{m}$ )	6.1	0.56	0.069	0.67	0.60
dichtheid ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	2310	1624	1789	1886	1676
waterabsorptiecoëfficiënt ( $\text{kg}/\text{m}^2\text{s}^{0.5}$ )	0.03	0.16	0.03	0.08	0.11
capillaire verzadigingsgraad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	91	219	103	242	248
thermische geleidbaarheid ( $\text{W}/\text{mK}$ )	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
dampdoorlaatbaarheid (-)	56	20	15	5	10

Tabel 2

Overzicht van de experimenteel bepaalde materiaaleigenschappen (© KIK-IRPA).



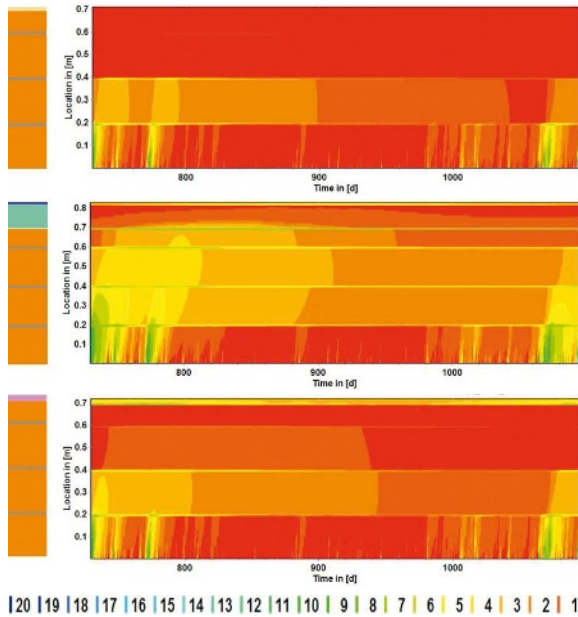
Tabel 3

Overzicht van de verschillende rekenmodellen om de temperatuurverdeling en de vochtbalans in het gevelmetselwerk te analyseren in functie van de binnenisolatie. De buitenzijde van de gevel bevindt zich in de schematische voorstelling van de geveldoorsnede telkens aan de linkerzijde (© KIK-IRPA).

Het resultaat geeft de evolutie van de temperatuur en het vochtgehalte in de dwarsdoorsnede van de muur weer in functie van de tijd. De evolutie van het vochtgehalte is weergegeven in afbeelding 5 en 6, respectievelijk voor de achter- en voorgevel, telkens voor elk van de mogelijke situaties. Afbeelding 7 geeft tot slot de evolutie van de temperatuur in de voorgevel weer. De simulatie werd telkens uitgevoerd over een referentieperiode van meerdere jaren om een evenwicht

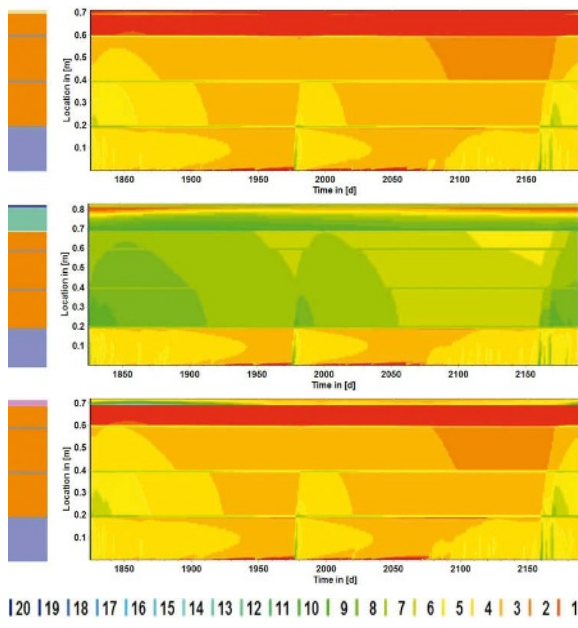
in het vochtgehalte in de muur te bekomen. De grafieken geven enkel de evolutie van de temperatuur en het vochtgehalte tijdens het laatste jaar van deze referentieperiode weer. In het geval van het gevelmetselwerk aan de achterzijde (enkel baksteenmetselwerk) volstond een totale referentieperiode van drie jaar. Voor het metselwerk aan de voorgevel, met het parement in Euvillesteen, was een referentieperiode van vijf jaar vereist om een evenwicht te bereiken.

De evolutie van het vochtgehalte in het gevelmetselwerk vertoont aanzienlijke verschillen tussen de voor- en achtergevel enerzijds, de initiële toestand en de beide opties voor plaatsing van binnenisolatie anderzijds. Periodes van hevige regenval, hoofdzakelijk in het voorjaar en het najaar, kunnen gemakkelijk in de verdeling van het vochtgehalte in het metselwerk herkend worden. Aan het buitenoppervlak, telkens weergegeven aan de onderzijde van de grafieken, wordt het regenwater



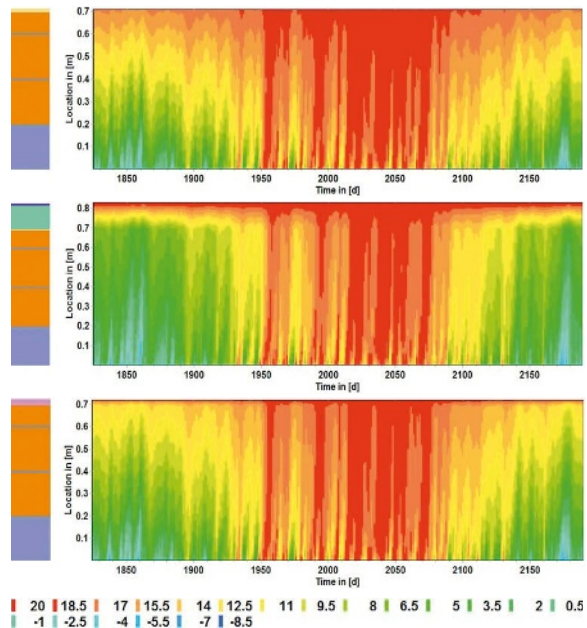
**Afb. 5**

Evolutie van het vochtgehalte in het metselwerk aan de achtergevel volgens de huidige toestand (a), na het aanbrengen van een binnenisolatie op basis van een calciumsilicaatplaat met een laagdikte van 12 cm (b) en een isolerende bepleistering met een laagdikte van 3 cm (c). De schaal geeft het vochtgehalte (vol%) van het totale poriënvolume weer. Het buitenoppervlak bevindt zich telkens aan de onderzijde van de grafieken, het binnenoppervlak bovenaan. Links van de grafiek is de schematische opbouw van de muurdoorsnede weergegeven (© KIK-IRPA).



**Afb. 6**

Evolutie van het vochtgehalte in het metselwerk aan de voorgevel volgens de huidige toestand (a), na het aanbrengen van een binnenisolatie op basis van een calciumsilicaatplaat met een laagdikte van 12 cm (b) en een isolerende bepleistering met een laagdikte van 3 cm (c). De schaal geeft het vochtgehalte (vol%) van het totale poriënvolume weer. Het buitenoppervlak bevindt zich telkens aan de onderzijde van de grafieken, het binnenoppervlak bovenaan. Links van de grafiek is de schematische opbouw van de muurdoorsnede weergegeven (© KIK-IRPA).



**Afb. 7**

Evolutie van de temperatuur in het metselwerk aan de voorgevel volgens de huidige toestand (a), na het aanbrengen van een binnenisolatie op basis van een calciumsilicaatplaat met een laagdikte van 12 cm (b) en een isolerende bepleistering met een laagdikte van 3 cm (c). De schaal geeft de temperatuur (°C) weer. Het buitenoppervlak bevindt zich telkens aan de onderzijde van de grafieken, het binnenoppervlak bovenaan. Links van de grafiek is de schematische opbouw van de muurdoorsnede weergegeven (© KIK-IRPA).

in de gevelsteen opgenomen. Deze evolutie is eenvoudig herkenbaar aan de kleurovergang van rood (droog, 1-2 vol% vochtgehalte) naar groen (nat,  $\rightarrow$  10 vol% vochtgehalte). Droging van het metselwerk nadien volgt de omgekeerde beweging. De analyse toont aan dat de gevelsteen vrij snel door en door vochtig wordt, waarna de achterliggende stelmortel het water gretig aan de baksteen onttrekt. Van daaruit dringt vervolgens langzaam het vocht dieper in het metselwerk in.

De vergelijking van het metselwerk aan de voor- en achtergevel, toont duidelijk aan dat de voorgevel veel gevoeliger is voor vochtopname: het regenwater dringt dieper in de gevel in en het bereikte vochtgehalte is ook veel hoger. Aan de voorgevel reikt het vocht bijna tot aan het binnenoppervlak, terwijl in baksteenmetselwerk aan de achtergevel uiteindelijk enkel de buitenste twee steenlagen vochtig worden. Wordt de initiële situatie vergeleken met de mogelijke opties voor binnenisolatie, dan scoort de keuze voor een calciumsilicaatplaat met een laagdikte van 12 cm beduidend slechter. De kern in baksteenmetselwerk achter de Euvilleparementsteen is het gehele jaar door en door vochtig. Ook de isolatieplaat zelf is bijna volledig nat, met uitzondering van de laatste centimeters aan het binnenoppervlak, die in de winterperiode aan de binnenomgeving kunnen drogen. De vochtigheid van de isolatieplaat gaat gepaard met een significant verlies aan isolatiewaarde van de geveldoorsnede. De toestand is nog erger wanneer de invloed van een doorlopende voeg van het buitenoppervlak tot aan de isolerende plaat bekeken wordt. Het vocht dringt snel, diep de gevel in en benat plaatselijk de isolatieplaat dermate dat de voegen zich onvermijdelijk aan het binnenoppervlak

van de gevel zouden aftekenen. Zonder bijkomende maatregelen zou een dergelijke oplossing bijgevolg onaanvaardbaar zijn.

De vochtbalans in het metselwerk aan de achter- en voorgevel na het aanbrengen van een isolerende bepleistering met een laagdikte van 3 cm is daarentegen niet wezenlijk verschillend van de initiële toestand.

De evolutie van het vochtgehalte in de geveldoorsnede moet tevens bekeken worden in combinatie met de temperatuurverdeling, die in het geval van de voorgevel is weergegeven in afbeelding 7. De temperatuurverdeling volgens de drie mogelijke alternatieven, de initiële toestand en de beide opties voor verbetering van de isolatie, zijn op het eerste zicht zeer gelijkend. Enkel de diepte in de gevel tot waar koude temperaturen reiken neemt zichtbaar toe met een toenemende isolatiewaarde. Dit is herkenbaar aan de toenemende mate van de groene en blauwe kleuren in de temperatuurverdeling na het aanbrengen van een binnenisolatie. Zeker voor de optie met een

calciumsilicaatplaat met een laagdikte van 12 cm is de toenemende temperatuurdaling over de gehele doorsnede van de gevel herkenbaar.

Voor de evaluatie van het risico op vorstschade aan de voorgevel werden op basis van deze resultaten het aantal vorst-dooicycli aan de buitengevel vergeleken met het aantal maal dat het vochtgehalte in deze zone hoger was dan respectievelijk 30%, 50% en 70% van de verzadigingsgraad van de Euvillesteen (tabel 4). Het kritisch vochtgehalte waarbij schade door vorst aan Euvillesteen zal optreden is evenwel niet gekend, vandaar de arbitraire keuze voor deze vochtgehalten. De resultaten tonen duidelijk de invloed aan van het aanbrengen van een isolerende calciumsilicaatplaat aan het binnenoppervlak: het aantal cycli waarbij vorst optreedt terwijl de Euvillesteen nat is, neemt enorm toe (+230% bij  $w \rightarrow 30\% w_{kr}$ ). De situatie bij aanbrengen van een dunne isolerende bepleistering is minder dramatisch. Er valt een lichte toename (+50% bij  $w \rightarrow 30\% w_{kr}$ ) aan kritieke vorst-dooicycli waar te nemen.

Toestand	Aantal vorst-dooicycli	Aantal vorst-dooicycli waarbij het vochtgehalte hoger is dan		
		30% van $w_{sat}$	50% van $w_{sat}$	70% van $w_{sat}$
<b>Initiële toestand</b>	61	13	4	2
<b>Oplossing A</b> <i>binnenisolatie met calciumsilicaatplaat van 12 cm dikte</i>	67	30	9	6
<b>Oplossing B</b> <i>binnenisolatie met 3 cm isolerende bepleistering</i>	65	19	5	3

**Tabel 4**

Overzicht van het aantal vorst-dooicycli en het aantal kritieke vorst-dooicycli waarbij het vochtgehalte in het metselwerk aan de voorgevel nabij het buitenoppervlak hoger is dan de opgegeven grenswaarden (© KIK-IRPA).



Dat een gevelsteen aan vorstdoocyclus wordt blootgesteld hoeft echter niet noodzakelijk tot schade te leiden. Bepalend hiervoor is de mate van vorstgevoeligheid of vorstbestendigheid van de gevelsteen in kwestie. De voormalige Belgische norm, NBN B27-010, hanteerde hiervoor het  $G_c$ -criterium. Hoewel de toepasbaarheid van dit criterium sindsdien in vraag gesteld wordt en het criterium zeker niet voor alle materialen van toepassing is, kan het desondanks als een eerste indicatie dienen om de risico's op vorstschade in te schatten. De  $G_c$ -factor wordt berekend met volgende formule:

$$G_c = -14.53 - 0.309 \alpha + 0.203 S$$

Hierbij is  $\alpha$  de waterabsorptiecoëfficiënt van het materiaal, uitgedrukt in verzadigingspercentage per tijdseenheid in  $s^{0.5}$ , en  $S$  de watertogankelijke porositeit, uitgedrukt in percentage van het totale volume. De experimenteel bepaalde  $G_c$ -waarden op basis van de gelichte stalen zijn opgenomen in tabel 5. De norm stelt dat de  $G_c$ -waarde voor verticale gevelelementen in massief metselwerk kleiner moet zijn dan -1 en kleiner dan -2.5 voor horizontale gevelelementen. Zowel de voegmortels als de geveldelen in Euville, afhankelijk van de exacte waarde, vertonen volgens hogergenoemd criterium bijgevolg een mogelijk risico op vorstschade. Het dient evenwel opgemerkt dat Euville natuursteen doorgaans als vorstbestendig beschouwd wordt en het WTCB eerder richtwaarden tussen -4.4 en -5.5 voor de  $G_c$ -factor opgeeft. De resultaten voor de Euvillesteen tonen hier een wat gevarieerder beeld, wat kan wijzen op het gebruik van kwalitatief mindere materialen zodat lokaal inderdaad mogelijk een risico op vorstschade ontstaat.

Materiaal	$G_c$ -factor
Euvillesteen	-3.42 tot 0.28
Baksteen	-1.66
Legmortel	-6.96
Voegmortel Euvillesteen	-0.33
Voegmortel baksteen	-0.64

**Tabel 5**

Overzicht van de experimenteel bepaalde  $G_c$ -factor voor de verschillende gevelmaterialen (© KIK-IRPA).

Bij de evaluatie van de mogelijke vorstgevoeligheid van de materialen, dient tevens opgemerkt dat het hier enkel mogelijke vorstschade aan de materialen op zich betreft. Schade die het gevolg is van de combinatie van de materialen in het metselwerk, waardoor bijvoorbeeld de voeg naar buiten gedruwd wordt, wordt met dit criterium niet in rekening gebracht.

## CONCLUSIE

De evaluatie van de mogelijke opties om de isolatiekwaliteit van de buitengevels van de voormalige veeartsenijschool te Anderlecht te verbeteren toont aan dat de risico's op mogelijke vorstschade aan het gevelmetselwerk sterk toenemen, vooral aan de voor- en zijgevels, uitgevoerd met een parement in Euvillesteen, en in mindere mate aan de achtergevel, waar hoofdzakelijk baksteenmetselwerk voorkomt. De opbouw van het historisch metselwerk, onafhankelijk van de keuze van de binnenisolatie, heeft bijgevolg een belangrijke invloed op de temperatuurverdeling, het vochtgehalte en het bijhorende risico op vorstschade aan het parement.

De oorspronkelijke keuze om het primair energieverbruik van het gebouw terug te dringen van ca. 400 kW/m<sup>2</sup> tot 188 kW/m<sup>2</sup> door een verbetering van de isolatie van de gebouwschil, omvatte het aanbrengen van een 12 cm dikke isolatieplaat op basis van calciumsilicaat aan het binnenoppervlak van de buitenwanden. De studie toont aan dat een dergelijke benadering een sterke verhoging van het risico op vorstschade aan het parement met zich meebrengt, vooral aan de reeds vochtgevoelige geveldelen in Euville natuursteen. Bovendien bestaat het risico dat doorlopende voegen zich aan het binnenoppervlak zouden aftekenen, als gevolg van het watertransport doorheen de voeg en de isolatieplaat. Een 3 cm dikke isolerende bepleistering, resulterend in een wat hoger energieverlies doorheen de buitenmuren, levert een substantiële winst op – op het vlak van mogelijke vorstschade – ten overstaan van het oorspronkelijke voorstel tot verbetering van de isolatie. Er is nog steeds een toename aan risico op vorstschade ten overstaan van de huidige situatie, zij het minder significant.

Om de werkelijke risico's op vorstschade in te schatten, werd het  $G_c$ -criterium voor de materialen volgens een oude Belgische norm getoetst aan in-situ waarnemingen van de schade.

Een evaluatie van de geveldelen van de voor- en zijgevels toont aan dat aanzienlijke schade voorkomt aan de natuursteen (afb. 8). De primaire oorzaak van de waargenomen schade aan de Euvillesteen heeft echter meer te maken met gipsvorming als gevolg van de luchtverontreiniging en minder met vorstschade. Dit bevestigt in se de algemene beoordeling van Euville als een vorstbestendige natuursteen. De vorming van de

gipskorst beïnvloedt evenwel de poriënstructuur nabij het steenoppervlak, waardoor na verloop van tijd de risico's op vorstschade belangrijker worden. Het geheel uitsluiten van schade door toedoen van vorst mag bijgevolg niet.

De mogelijke risico's hangen echter samen met de hoeveelheid regen die in de muur terechtkomt. Vooral de bovenste delen van de muren, die meer op regen worden belast, zijn daar gevoelig aan. Op basis van het onderzoek is daarom gekozen om een diversificatie aan te brengen in de toepassing van de binnenisolatie: voor het gelijkvloers en de eerste verdieping werd de optie genomen om het oorspronkelijk voorstel te volgen en een isolatie aan te brengen met behulp van 12 cm dikke calciumsilicaatplaten, terwijl voor de bovenste verdiepingen gekozen werd om over te gaan naar een 8 cm dikke calciumsilicaatplaat om zo het verhoogde risico op vorstschade te ondervangen. Het doorslaan van vocht aan de horizontale

voegen werd opgevangen door een aangepaste keuze van de binnenafwerking.

De visuele inspectie van de achtergevel toont aan dat, ondanks het beperkte risico op vorstschade volgens de resultaten van de modellering en de algemene beoordeling van de materialen als niet tot slechts weinig vorstgevoelig, vorstschade veelvuldig voorkomt (afb. 9). De vorstgevoeligheid van het baksteenmetselwerk als geheel is bijgevolg aanzienlijk belangrijker dan kan vermoed worden op basis van het  $G_c$ -criterium, dat enkel een beoordeling van de individuele materialen toelaat. Vooral het voegwerk kan als zeer vorstgevoelig omschreven worden. Een gepaste keuze voor de nieuwe voegmortel en een minimale binnenisolatie op basis van de isolerende bepleistering werden daarom geadviseerd teneinde de risico's op vorstschade tot een aanvaardbaar niveau te herleiden.

#### Afb. 8

Overzicht van het schadebeeld aan de Euville natuursteen in de voorgevel van het administratief hoofdgebouw van de veeartsenijschool (foto auteur).



#### Afb. 9

Overzicht van het schadebeeld aan de bakstenen achtergevel van het administratief hoofdgebouw van de veeartsenijschool (foto auteur).



## REFERENTIES

ARTER, *École vétérinaire d'Anderlecht, Phase 3: Restauration extérieure des façades et toitures, Notes historiques*, december 2012, pp. 12

Bogaerts Philippe, *La médecine vétérinaire en Belgique*, <http://www.ping.be/~ping0522/Histoire.html>, geraadpleegd op 6 februari 2015

Daidalos-Peutz, *Renovatie van de oude veeartsenarijsschool te Anderlecht in een laag energie kantoor, Energetische haalbaarheidsstudie VETO*, 1 maart 2011, pp. 6

Wikipedia, *Claude Bourgelat*, [http://fr.wikipedia.org/wiki/Claude\\_Bourgelat](http://fr.wikipedia.org/wiki/Claude_Bourgelat), geraadpleegd op 6 februari 2015

### Analysis of the risks of applying internal insulation in historical buildings using a case study: the old veterinary college in Anderlecht

The repurposing of historical buildings often creates the need for more effective insulation of the building envelope, especially at a time when energy is expensive and being green is essential. However, it is not easy to enhance the insulation of a historical building without affecting its heritage characteristics.

The monumental façades generally limit the possibility of improving insulation from the outside and internal insulation is thus often the only option. However, work of this type also impacts the management of humidity throughout the entire cross-section of the facade by increasing – sometimes substantially – the risks of damage from frost to the materials of the facade. The restrictions and risks inherent in this type of work will be presented within the context of the old Anderlecht veterinary college. The application of internal insulation is evaluated from the point of view of protecting monumental facades made from brick, Euville limestone and blue stone.

### Analyse des risques de l'application de l'isolation intérieure dans des bâtiments historiques à l'aide de l'étude de cas de l'ancienne école vétérinaire à Anderlecht

La revalorisation des bâtiments historiques génère souvent une demande d'isolation plus efficace de leur enveloppe, surtout en cette époque où l'énergie coûte cher et où les valeurs écologiques s'imposent. Cela dit, il n'est pas facile de renforcer l'isolation d'un bâtiment historique sans toucher à ses qualités patrimoniales.

Les façades monumentales, en effet, limitent généralement la possibilité d'améliorer leur isolation par l'extérieur. L'isolation intérieure constitue souvent la seule possibilité. Mais les interventions de ce type influencent aussi la gestion de l'humidité dans toute la coupe de la façade, en augmentant parfois substantiellement les risques de dégâts du gel dans les matériaux de façade. Les restrictions et les risques inhérents à ce genre de travaux sont exposés dans le contexte de l'ancienne école vétérinaire d'Anderlecht. L'application de l'isolant intérieur est évaluée ici du point de vue de la protection des façades monumentales en brique, pierre d'Euville et pierre bleue.



# IEDER ZIJN HUIS, RENOVATIE VAN EEN SOCIALE WOONTOREN

**CHARLOTTE NYS**  
ORIGIN ARCHITECTURE & ENGINEERING

*HET RENOVATIEPROJECT VAN DE SOCIALE WOONTOREN 'IEDER ZIJN HUIS' BEANTWOORDT AAN DE HUIDIGE NORMEN OP HET GEBIED VAN ISOLATIE, COMFORT, BRANDVEILIGHEID, AKOESTIEK EN VEILIGHEID, EN HOUDT TEGELIJK REKENING MET DE KWALITEITEN VAN HET GEBOUW, ZIJN PLAN EN ORGANISATIE, VORMGEVING EN ARCHITECTURALE LOGICA. DE AANGEWENDE MIDDELEN EN DE RESULTATEN VAN DEZE GROOTSCHALIGE OPERATIE, WAARBIJ OOK PROBLEMEN INZAKE HUISVESTING, ECONOMIE, ENERGIE EN ERFGOED KWAMEN KIJKEN, WORDEN IN DEZE BIJDRAGE VOORGESTELD.*

Hier volgt de presentatie van het renovatieproject van de sociale woontoren 'Ieder Zijn Huis' te Evere. Via Beliris heeft de federale overheid het initiatief genomen om dit gebouw te renoveren. Beliris heeft het algemeen bouwprogramma vastgelegd, met als belangrijk uitgangspunt dat de woningen dienden te beantwoorden aan de huidige regelgeving, meer in het bijzonder aan de EBP wetgeving. Dit diende te gebeuren met het nodige respect voor en/of het behoud van de kwaliteiten van dit erfgoed. Voor dit project werd het bouwhistorisch onderzoek uitgevoerd door de universiteit van Gent, de bouwfysica en akoestiek werden bestudeerd door Daidalos Peutz, de technieken werden bestudeerd door Marcq en Roba en de stabiliteit en architectuur door Origin.

België heeft een bijzonder rijk en uitgebreid patrimonium op het vlak van sociale huisvesting. De sociale woningbouw heeft een actieve rol gespeeld in de geschiedenis van onze Belgische architectuur.

Hierboven twee tuinwijken (afb. 1 en 2) en twee woontorens (afb. 3 en 4). Dit recent patrimonium werd gebouwd tussen de jaren 1920 en de jaren 1970. De moeilijkheid met deze woningen is dat ze meestal niet beantwoorden aan de huidige comfortvereisten of de EPB-wetgeving. Vaak bevindt dit erfgoed zich in een erbarmelijke toestand. Het is meestal niet beschermd, met als gevolg dat dit waardevol patrimonium dreigt verloren te gaan.

Terug naar 'Ieder Zijn Huis': de toren bevindt zich in Evere. Typerend aan dit gebouw is dat de toren lang, smal en hoog is: 9 m breed, 90 m lang en 50 m hoog. In 1954 kreeg Willy Van Der Meeren de ontwerp-opdracht van burgemeester Franz Guillaume, een socialist die erg geïnteresseerd was in dit type van woningen. In eerste instantie had men Le Corbusier gevraagd om deze woontoren te bouwen. Toen die de opdracht weigerde, kwam Guillaume bij Willy Van Der Meeren terecht. Er waren twee aanbestedingsronden, omwille van een te

hoge prijs. In 1959 startten de werken en in 1961 werd het gebouw opgeleverd.

## ..... **WILLY VAN DER MEEREN EN ZIJN CONSTRUCTIE- PRINCIPES**

Willy Van Der Meeren werd geboren in 1923 en overleed in 2002. Hij genoot een opleiding als architect in de modernistische architectuurschool La Cambre. Van Der Meeren is vooral bekend omwille van het CECA-huis, dat hij samen met Leon Palm ontwierp als oplossing voor het nijpende woontekort in die periode. Het betrof een goedkope arbeiderswoning met doorgedreven gebruik van modulering en standaardisatie. Verder dient Van Der Meeren ook gezien te worden als een totaalontwerper.

Voorafgaand aan de bespreking van de renovatie, is het belangrijk om de kwaliteiten van dit gebouw te identificeren en te erkennen. De kwaliteiten zijn hier gegroepeerd in acht thema's.





**Afb. 1**  
Le Logis & Foréal, Watermaal-Bosvoorde  
(A. de Ville de Goyet © GOB).



**Afb. 2**  
De Moderne Wijk, Samenwerkersplein,  
Sint-Agatha-Berchem (© Origin).



**Afb. 3**  
Modelwijk, Laken (A. de Ville de Goyet © GOB).



**Afb. 4**  
Ieder Zijn Huis, Evere. De oostgevel, bijna volledig  
gerenoveerd (© G. De Kinder).

Het eerste thema, of de eerste kwaliteit, is dat het gebouw heel duidelijk 'nieuwe samenlevingsprincipes' illustreert. Het gaat hier over hoogbouw. Willy Van Der Meeren omschreef zijn gebouw als 'straten in de lucht' en dat ziet u in afbeelding 5, evenals in de doorsnede (afb. 6). Hij ontwierp brede circulatiegangen die terugkeren om de drie verdiepingen. Hierdoor kregen mensen de kans om elkaar te ontmoeten, wat het concept van 'straten in de lucht' benadrukt. Dit heeft als voordeel dat de appartementen van gevel tot gevel reiken, waardoor het natuurlijk daglicht ver binnendringt in de woningen. Het dakterras is typerend voor die tijd, samen met een grote variatie aan publieke functies en collectieve voorzieningen, zoals

een mortuarium, een ontspanningsruimte en een wasplaats.

Een tweede kwaliteit: 'de ideeën over modern wonen'. Het gebouw staat op pilotis. Alle woningen krijgen veel natuurlijk licht. Van Der Meeren doet dat door diagonaal licht binnen te brengen. De woningen vormen als het ware de voorloper van een 'open space' woning. Hij wou ook een open keuken integreren, maar de tijdsgeest was daar nog niet rijp voor.

Een volgende kwaliteit: 'helder en goedkoop'. Van Der Meeren bedacht een soort van meccanosysteem, met portieken in gewapend beton waarop de welfsels steunen. Het geheel wordt dichtgemaakt door de

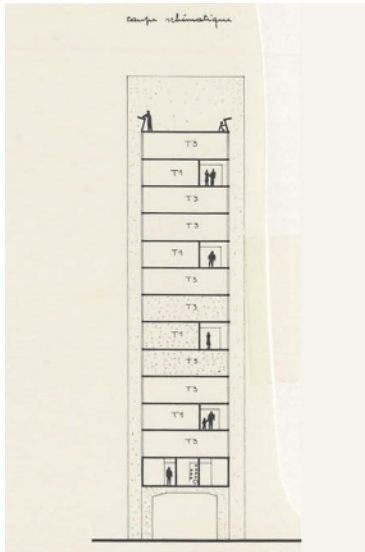
gevelpanelen en alles is klaar, op een likje verf na.

De volgende kwaliteit is 'de hiërarchische opbouw van plan en gevel'. De gevel is met andere woorden een vertaling van het achterliggend plan. De slaapkamers hebben bv. drie ramen bovenaan, de keukens hebben een terras, de livings hebben ramen bovenaan en onderaan. Van Der Meeren hanteert een functionele architectuur, die hij tot leven brengt door het gebruik van kunst en kleur (afb. 7, 8 en 9).

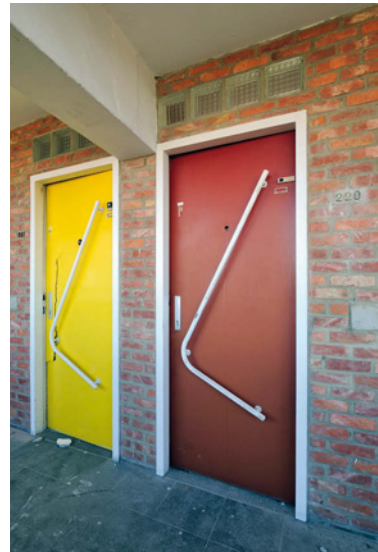
De laatste drie kwaliteiten, die typisch zijn voor Van Der Meeren: 'modulering', 'prefabricage' en 'standaardisatie'. Hij gaat een doorgedreven modulering gebruiken om



**Afb. 5**  
Trappenhuis (© G. De Kinder).



**Afb. 6**  
Dwarsdoorsnede, die het verdelingsprincipe van de appartementen illustreert (© Willy Van Der Meeren Archieven).



**Afb. 7**  
Toegangsdeur appartementen (© G. De Kinder).



**Afb. 8**  
Inkomhal met de brievenbussen en het fresco van Jo Delahaut (© Willy Van Der Meeren Archieven).



**Afb. 9**  
Trappenhuis met toegang tot de appartementen. De kleur bleef behouden (© G. De Kinder).



**Afb. 10**  
Hiernaast een typisch beeld voor Willy Van Der Meeren: de kraan kan zowel voor het bad gebruikt worden als voor de lavabo (© K. Verswijver).



**Afb. 11**  
Living. De hoogte vanaf de afgewerkte vloer tot aan de onderkant van de welfsels bedraagt juist 2,5 m. De opgemeten hoogte tussen de onderkant van de portieken en de afgewerkte vloer is 2 m (© Origin).

prefabricage en standaardisatie mogelijk te maken. Hij gebruikt hiervoor de moduler. Zo zijn zelfs de welfsels op maat gemaakt, met een breedte van 57,5 cm of een halve module.

## STAAT VAN HET GEBOUW VOOR DE AANVANG VAN DE WERKEN

Het eerste en één van de belangrijkste problemen is gelinkt aan de bouwfysica. Volgens de informatie van de Woningmaatschappij was voor de meeste bewoners de energiekost hoger dan de huurprijs. De gevel was opgebouwd uit sandwichpanelen -5 cm beton aan de buitenkant, 5 cm beton aan de binnenkant en daartussen een dunne isolatie van 2 cm en had dus een bijzonder beperkte thermische weerstand. De gevelpanelen zijn opgehangen in de structuur, met als gevolg dat de structuur van binnen tot buiten loopt in de gevel en dat er via de structuur grote thermische koudebruggen ontstaan.

Een tweede moeilijkheid in het gebouw is de brandveiligheid. Volgens de regel van de wet zijn er te weinig noodtrappen, want deze staan 57 m uit elkaar, terwijl het 60 m zou moeten zijn. Er was geen compartimentering tussen de noodtrappen en de liften, dus voor hoogbouw dienden beide uitgerust te worden met een sas. Sommige appartementen geven rechtstreeks toegang tot de trappenhuizen. De appartementen zijn niet gecompartmenteerd ten opzichte van de circulatie, de structuur heeft geen brandweerstand van twee uur, en dat geldt hier vooral voor de welfsels. Het laatste belangrijke punt is dat het brandoverslagcriterium in de gevel niet voldeed. Normaal gezien moet men een zone hebben die een ontwikkeling heeft van een meter lang en die een brandweer-

stand heeft van een uur, zowel tussen twee verdiepingen als tussen twee appartementen, dus zowel horizontaal als verticaal.

Verder zijn de technische installaties verouderd. Het gebouw bevatte geen ventilatiesysteem. De problemen van akoestiek spreken voor zich, gezien de constructiemethode: problemen met geluidsoverdracht via de gemeenschappelijke technische kokers, problemen met contactgeluid doorheen heel de structuur, veel te weinig absorberende oppervlakten en te weinig massa tussen twee appartementen.

Een laatste moeilijkheid is de zeer beperkte vrije hoogte van de appartementen. Op afbeelding 11 ziet men dat de hoogte vanaf de afgewerkte vloer tot aan de onderkant van de welfsels juist 2,5 m bedraagt. De opgemeten hoogte tussen de onderkant van de portieken en de afgewerkte vloer is 2 m. Er is dus heel weinig speling om technische of andere uitrustingen te voorzien, vermits de chape maar 7 cm dik is en zich bevindt op de welfsels. De chape en de welfsels zijn niet samenwerkend, waardoor de chape in overwicht is op de welfsels.

Om een meer diepgaande kennis te verwerven van de opbouw en de staat van de woontoren, werd een hele reeks van sonderingen, prototypes en mock-ups uitgevoerd. Zoals de demontage van een gevelpaneel, om te kijken hoe dat paneel geplaatst werd, of het gemakkelijk demontebaar was, ook om de samenstelling van het paneel beter te begrijpen. Er werd onderzoek gedaan naar de staat van het beton – er is vrij veel zichtbeton aanwezig. De samenstelling van het dak, de samenstelling van de vloeren en de bestaande baksteen werden bestudeerd. Bijkomend onderzoek werd verricht naar de brandveiligheid van

de trappen, bijkomende opmetingen van de structuur van heel het gebouw om de juiste dimensionering van de gevelpanelen te kunnen bepalen. Vele akoestische metingen werden uitgevoerd, omdat dit een belangrijk punt was in het wooncomfort. Ook een onderzoek naar de dwarsstabiliteit van het gebouw was nodig.

De belangrijkste thema's voor de renovatiefilosofie van het project: eerst een comfortabele inrichting van de appartementen ontwerpen, met bijzondere aandacht voor de collectieve ruimtes en een gevel die beantwoordt aan de EPB-vereisten, en dit alles met respect voor de kwaliteiten die hierboven opgesomd zijn.

## HET PROGRAMMA

Het gebouw omvatte oorspronkelijk 105 woningen. Daar werden nu 103 appartementen van gemaakt en alle drie-slaapkamerappartementen werden omgevormd naar twee-slaapkamerappartementen om het comfort van de woningen te optimaliseren. Qua energieperformantie is het resultaat een globaal K-peil van K30 en een E-peil van E80 per woning. Alle vloeren en plafonds zijn bekleed met isolerende akoestische materialen omwille van de akoestiek en de brandveiligheid. Hierdoor heeft het gebouw zijn inwendige inertie verloren. Ondanks het feit dat er een nieuwe gevel voorzien was, bleef er nog altijd een probleem van oververhitting in de zomerperiodes. Hierdoor werden een aantal ramen opgeofferd, hoofdzakelijk in de slaapkamers. Ook werd elk bovenraam voorzien van een buitenzonnewering.

Vervolgens de gevels: er werden bijzonder veel oplossingen bestudeerd. Eerst het behoud van de bestaande gevel, maar dat was



naar energieperformantie toe heel moeilijk te verantwoorden. Een nieuwe huid voor de bestaande huid plaatsen was op vlak van erfgoed niet verdedigbaar, zeker omdat het gebouw op pilotis staat.

Een andere piste was een metalen structuur met geïntegreerde ramen, als een nieuw soort prefabsysteem, afgewerkt met isolatie en een soort bepleistering. Deze oplossing week te ver af van het project en gaf nagenoeg geen thermische inertie aan het gebouw. Uiteindelijk is men teruggekeerd naar het idee om opnieuw te kiezen voor betonnen prefabelementen, maar ditmaal met een nieuw prefabelement dat ook de structuur volledig bekleeft zodat er geen problemen ontstaan van koudebruggen - noch ter hoogte van de vloeren, noch ter hoogte van de kolommen - en met een element dat er als volgt uitziet: 12 cm beton aan de binnenkant, 15 cm polyurethaanisolatie en dan 7 cm beton aan de buitenkant.

Voor wat het ontwerp van de gevel betreft, werd het concept van Willy Van Der Meeren opnieuw gebruikt en werden dezelfde ontwerpparameters gehanteerd. Hier werden dan twee bijkomende parameters aan toegevoegd om het ontwerp te kunnen bepalen: enerzijds de brandveiligheid en anderzijds de energieperformantie (afb. 13 en 14). Men heeft in dit concept telkens het uiterste welfsel gedemonteerd en daar een nieuwe balk/plaat gegoten, waaraan de nieuwe gevel opgehangen kon worden. Om het brandveiligheidsprobleem van de nieuwe gevel op te lossen, heeft men een soort neus geïntegreerd in de gevel. Als men de ontwikkelingslengte meet, heeft men wel degelijk één meter. Hiermee wordt het criterium van brandoverslag opgelost en kan men toch nog altijd vrij veel ramen integreren.



▲ Afb. 12a



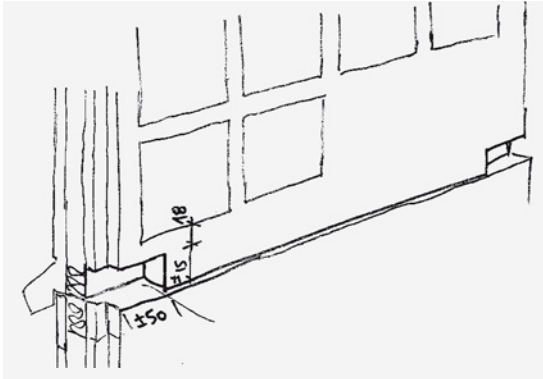
▲ Afb. 12b



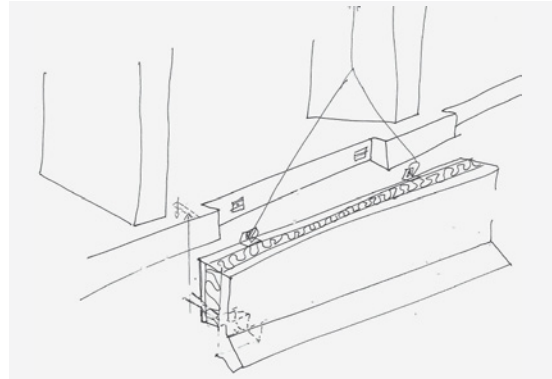
▲ Afb. 12c

#### Afb. 12a, 12b en 12c

12a: oorspronkelijk gebouw van Willy Van Der Meeren (© Willy van der Meeren Archieven). 12b: het gebouw vóór renovatie; daar ziet men dat de bakstenen trappen-kokers bekleed werden omwille van waterinfiltratie. Die werden al lang geleden uitgerust met een metalen bekleding (© G. De Kinder). 12c: een tekening van het uiteindelijke project (© Origin).



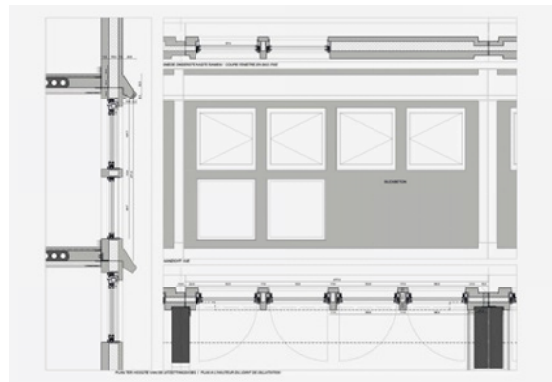
**Afb. 13**  
Principe sandwichpaneel (© Origin).



**Afb. 14**  
Montageschets (© Origin).



**Afb. 15**  
Bestaande situatie (© Origin).



**Afb. 16**  
Detail van een betonpaneel (© Origin).

Tussen twee appartementen heeft men telkens een raam minder, om ook horizontaal te voldoen aan het criterium van brandoverslag. Enkele beelden van het gevelpaneel: afbeelding 15 met de oorspronkelijke situatie, afbeelding 16 toont het nieuwe gevelpaneel dat volledig voor de structuur is aangebracht.

Naast de gevel zijn ook alle terrassen vernieuwd. Voor de terrassen werd telkens een welfsel gedemonteerd en vervangen door een nieuw prefabelement, waarbij die betonnen neus doorloopt. Dat prefabelement wordt dan weer met een thermische onderbreking verbonden aan de structuur, zodat men geen koudebrug krijgt langs de terrassen.

Interessant is de wijze waarop de isolatie van de gevel geïntegreerd werd. Het gebouw staat immers op pilotis en op het verdiep boven de pilotis bevindt zich een baksteengevel met daarachter de bergingen en de grote koker voor technische leidingen. Tijdens het ontwerpproces werd besloten om deze baksteengevel niet te isoleren. Het isolerend volume omvat het dak en de gevelelementen en gaat langs de bovenkant van de bergingen en rondom de technische koker.

De geometrie binnenin is nauwelijks gewijzigd. De welfsels bleven behouden, behalve het eerste welfsel langs de gevel, om het gevelpaneel te kunnen monteren. De chape is volledig gedemonteerd om plaats te maken voor een nieuw onafhan-

kelijk vloercomplex, zodanig dat er geen contactgeluid kan doorgegeven worden via de structuur. Omwille van de brandveiligheid is er wel een vals plafond rechtstreeks tegen de welfsels geplaatst. Ook voor de akoestiek is deze ingreep nuttig. Zoals eerder vermeld, heeft het grondplan een diagonale werking voor lichtinbreng. Het nieuwe grondplan lijkt nog aardig op het oorspronkelijke concept. De badkamer en keuken zijn deels veranderd, maar de interne trappen werden behouden. De compartimentering is verbeterd, aangezien de liftsassen en de trappenkoker gescheiden worden door automatische branddeuren. Alle leuningen zijn voor een deel aangepast. In de nieuwe gevel zijn er op sommige plekken ramen verdwenen om het probleem van oververhitting en brandoverslag op te lossen.



**KOSTPRIJS WERKEN WOONTOREN IZH****Surface brute/ bruto oppervlakte****12.150 m<sup>2</sup>**

	RAMING/ESTIMATION			AANBESTEDING/SOUMISSION			FINALE KOST/COÛT FINAL		
	excl TVA - BTW			excl TVA - BTW			excl TVA - BTW		
INSTALLATION DE CHANTIER WERFINSTALLATIE	1.039.725 €	<b>86 €/m<sup>2</sup></b>	<b>7%</b>	1.245.251 €	<b>102 €/m<sup>2</sup></b>	<b>10%</b>	1.230.932 €	<b>101 €/m<sup>2</sup></b>	<b>9%</b>
DEMOLITIONS AFBRAAK	1.147.472 €	<b>94 €/m<sup>2</sup></b>	<b>8%</b>	442.531 €	<b>36 €/m<sup>2</sup></b>	<b>4%</b>	501.592 €	<b>41 €/m<sup>2</sup></b>	<b>4%</b>
TRAVAUX DE TOITURE DAKWERKEN	170.529 €	<b>14 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1%</b>	139.956 €	<b>12 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1%</b>	139.011 €	<b>11 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1%</b>
TRAVAUX DE FACADES GEVELWERKEN	4.367.039 €	<b>359 €/m<sup>2</sup></b>	<b>29%</b>	4.095.999 €	<b>337 €/m<sup>2</sup></b>	<b>34%</b>	4.379.440 €	<b>360 €/m<sup>2</sup></b>	<b>34%</b>
TRAVAUX DE GROS OEUVRE RUWBOUWWERKEN	894.380 €	<b>74 €/m<sup>2</sup></b>	<b>6%</b>	930.894 €	<b>77 €/m<sup>2</sup></b>	<b>8%</b>	1.223.677 €	<b>101 €/m<sup>2</sup></b>	<b>9%</b>
INTERIEUR BINNENINRICHTING	4.243.412 €	<b>349 €/m<sup>2</sup></b>	<b>28%</b>	2.945.457 €	<b>242 €/m<sup>2</sup></b>	<b>24%</b>	3.036.695 €	<b>250 €/m<sup>2</sup></b>	<b>23%</b>
EQUIPEMENTS TECHNIQUES TECHNISCHE UITRUSTINGEN	3.327.623 €	<b>274 €/m<sup>2</sup></b>	<b>22%</b>	2.405.123 €	<b>198 €/m<sup>2</sup></b>	<b>20%</b>	2.496.867 €	<b>206 €/m<sup>2</sup></b>	<b>19%</b>
TOTAL TOTAAL	<b>15.190.180 €</b>	<b>1.250 €/m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>	<b>12.205.212 €</b>	<b>1.005 €/m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>	<b>13.008.215 €</b>	<b>1.071 €/m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>

**EEN PAAR CIJFERS**

Tijdens de studie raamden we de prijs van de werken op 1.250 €/m<sup>2</sup> (bruto oppervlakte en zonder btw). Bij de aanbesteding zaten we rond de 1.000 €/m<sup>2</sup>, en de finale prijs met alle meerwerken bedraagt 1.100 €/m<sup>2</sup>. Het grootste aandeel gaat naar de gevel, namelijk 35% van de totale kostprijs, terwijl de technieken slechts 20% van de kostprijs bedragen. Deze bedragen zijn nog niet definitief, aangezien de oplevering pas in januari (2015) zal plaatsvinden.

**CONCLUSIE**

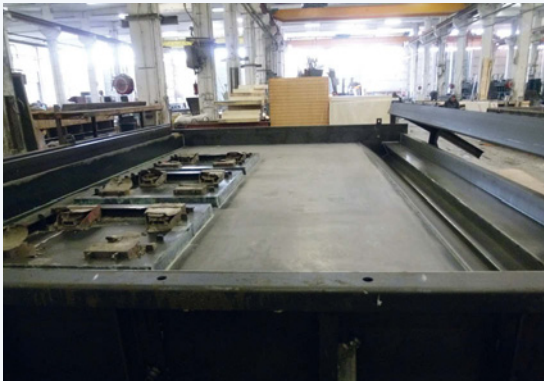
Als conclusie nog twee kleine bedenkingen: de kwaliteit van de renovatie-interventies wordt grotendeels bepaald door de manier en de scherpte waarmee men naar erfgoed kijkt. Een belangrijke vraag hierbij is: primeert het oorspronkelijke concept, primeert de oorspronkelijke materie, of primeren beide? In dit project hebben wij vooral het oorspronkelijke concept laten primeren en tot slot 'onherstelbaar verbeterd', zoals de Nederlandse architect Maarten Fritz het formuleert. Een ogenschijnlijke paradox die voor mij echt wel op dit type van gebouw van toepassing is.

Tot slot een aantal werffoto's:



**Afb. 17 en 18**

Oorspronkelijke opbouw van het gebouw en de recente werf. Het betreft hier een niveau met appartementen van gevel tot gevel. Deze verdiepingen werden volledig ontmanteld. Op de niveaus met 'de straten in de lucht' werd de afwerking van de circulatiegang volledig behouden (rechts: © Willy Van Der Meeren Archieven; links: © G. de Kinder).



**Afb. 19**

Het maken van de prefabelementen, met de raamkaders onmiddellijk geïntegreerd in de elementen. Bij de montage werden er wachtstaven voorzien, zodat ze na de gegoten betonnen vloer als één geheel geplaatst konden worden (© Origin).



**Afb. 20**

Montage van de nieuwe terrassen in prefabbeton. De buitenkant van de trappenkokers wordt geïsoleerd met een systeem van prefabelementen met isolatie- en baksteenplaten, die in grote elementen bevestigd worden aan de dragende structuur van de oorspronkelijke koker (© Origin).



**Afb. 21**

Voor het luchtdicht maken van de verschillende wanden werden vele proeven en testen uitgevoerd (©Origin).



**Afb. 22**

De trappen, nog in uitvoering. Tijdens de werken werd beslist ze te behandelen met een brandwerende verf omwille van de brandstabiliteit. Deze trappen bleken een dunne betonnen trapboom te hebben (© Origin).

.....

***leder Zijn Huis: the renovation of a social housing tower block***

.....

The purpose in renovating the *leder zijn Huis* tower was to comply with current standards relating to insulation, comfort, fire protection, noise insulation and safety, within the constraints of the building's characteristics, design, layout and architectural form and logic. The most symbolic, as well as problematic, element of the tower was the façade, with its pre-fabricated concrete sandwich panels. These panels in themselves sum up the logic behind the project and that of its designer: excessive standardisation in the dimensions and a design inspired by the principle of the Modulo; quasi-mass-produced prefabricated sections; structural work in keeping with the completed site; and the playful, abstract placement of windows, providing optimal light and views for both children and adults. The renovation project comprised for reconstruction of the façade in keeping with its logic, form and materiality using a new concrete sandwich panel, prefabricated using current technology and in compliance with the standards in force today. The methods used to carry out this project as well as the results of this major operation - combining issues of housing, economics, energy and architecture - will be presented here.

.....

***leder Zijn Huis: la rénovation d'une tour d'habitations sociale***

.....

Le projet de rénovation de la tour *leder zijn Huis* a eu pour ambition de répondre aux normes actuelles d'isolation, de confort, de protection incendie, d'acoustique et de sécurité dans le périmètre des qualités de l'immeuble, de son plan, de sa distribution, de sa forme et logique architecturale. L'élément le plus symbolique de la tour, mais aussi le plus problématique, fut la façade, avec ses panneaux sandwichs en béton préfabriqué. Ces panneaux résument à eux seuls la logique du projet et du concepteur : la standardisation à outrance, dans des dimensions et une composition inspirés des principes du modulo, la préfabrication en série d'une manière quasi industrielle, le gros oeuvre qui coïncide avec la situation achevée, l'implantation ludique et abstraite des fenêtres, offrant une lumière et une vue optimales, tant pour les enfants que pour les adultes. Le projet de rénovation prévoyait de reconstituer la façade selon sa logique, sa forme et sa matérialité à l'aide d'un nouveau panneau sandwich en béton, préfabriqué selon la technologie actuelle et dans le respect des normes en vigueur aujourd'hui. Les moyens mis en œuvre pour réaliser ce projet ainsi que les résultats de cette opération de grande ampleur, croisant des problématiques de logement, d'économie, d'énergie et d'architecture, seront présentés ici.



# LA TOUR BRUNFAUT

## PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DÉFINITION DES ENJEUX D'UNE RÉHABILITATION

**VINCENT DEGRUNE**

INGÉNIEUR ARCHITECTE, COMMUNE DE MOLENBEEK-SAINT-JEAN

*CETTE ÉTUDE DE CAS POSE LA QUESTION DE L'AVENIR DES TOURS DE LOGEMENT DONT LA VALEUR PATRIMONIALE SEMBLE À PREMIÈRE VUE MOINS ÉVIDENTE. PASSÉES DE MODE, ELLES SONT NOMBREUSES AUJOURD'HUI, ET PAS SEULEMENT À BRUXELLES, À ÊTRE MENACÉES DE DÉMOLITION. FACE À CETTE ÉVENTUALITÉ, LA COMMUNE DE MOLENBEEK-SAINT-JEAN A COMMANDÉ UNE ÉTUDE DE DÉFINITION AU BUREAU PARISIEN LACATON-VASSAL ET DRUOT, AFIN D'ÉVALUER L'IMPACT ET LA FAISABILITÉ DE DIFFÉRENTES OPTIONS DE RÉHABILITATION.*

Je me passionne pour ce projet de réhabilitation de la tour Brunfaut (fig. 1) et ses problématiques depuis plus de quatre ans ; ce travail apporte plus de questions que de réponses... et c'est probablement très bien ainsi. Mon intervention sera peu technique, mais aura pour ambition d'élargir la notion de patrimoine à celle de culture et la notion de performance énergétique à celle de durabilité.

La tour Brunfaut n'a pas la chance de porter la signature d'un architecte célèbre. C'est l'architecte J. Roggen, peu connu, et son ingénieur-conseil M. Van Wetter, qui ont conçu ce bâtiment. Ce manque de notoriété a probablement contribué au fait que l'on porte aujourd'hui un regard aussi critique, pour ne pas dire méchant, sur cette architecture. Dans le quartier, on l'appelle d'ailleurs le *kartonenblok*, ou « la boîte en carton ». Cette construction est ainsi plutôt perçue comme le symbole d'une époque où on

punissait les gens en les entassant dans des bâtiments de bureaux.

Nous avons essayé de nous replonger dans le contexte de son édification, ce qui est important quand on parle de patrimoine. La tour Brunfaut est édifée en 1966. À cette époque, c'est un peu le rêve de la modernité qui débarque en Belgique, et en particulier à Bruxelles, mais avec vingt ou trente ans de retard sur les États-Unis et la France, qui construisait sur le modèle corbuséen depuis la fin de la guerre avec l'idée simple et forte que la construction en hauteur serait une solution tant à l'étalement des villes qu'à la préservation de l'espace au sol. Aujourd'hui, la question des tours réapparaît, mais il semble qu'on ne se soucie plus de cette deuxième notion, alors qu'elles sont indissociables l'une de l'autre.

On vit aussi en ces années 1960 une période d'enthousiasme au regard de la mobilité. Par exemple,

le viaduc Léopold II fut construit pour faire le lien entre le site de l'Expo 58 et le centre-ville (fig. 2). Cette structure fut ensuite démontée et reconstruite à Bangkok, où elle vient d'ailleurs d'être rénovée. Cette récupération assez géniale était tout-à-fait avant-gardiste sur la question du recyclage.

Un article de presse daté du 9 octobre 1966 nous a été très utile pour nous rendre compte de l'aspect extrêmement novateur et ambitieux que revêtait la tour sur le plan technique, mais aussi social, puisque son édification visait à répondre efficacement à un problème de salubrité dans « cette proche banlieue bruxelloise ». Le processus constructif y est également décrit. On s'aperçoit que ce bâtiment a été élevé en moins de huit mois, avec une extraordinaire économie de moyens et de matériaux. Aujourd'hui, la culture de la performance prédomine alors qu'il y a cinquante ans, c'était la culture de l'efficacité qui primait : on inter-



venait de manière légère, rapide, économique... Cette différence d'approche change beaucoup de choses.

### LE CONTEXTE DE LA RÉNOVATION DE LA TOUR

En 2009, la commune de Molenbeek-Saint-Jean obtient le bénéfice d'un nouveau contrat de quartier (fig. 3). Le programme prévoit de construire une vingtaine de logements passifs conformément à la décision prise par la commune en 2007 d'appliquer le standard passif à toutes ses nouvelles constructions (fig. 3). Ces bâtiments seraient au pied de la tour qui, elle-même, ne pourrait pas être rénovée dans le cadre du contrat de quartier puisque, de manière générale,

ces programmes ne s'adressent pas aux bâtiments des sociétés de logements sociaux. *A priori*, nous ne pouvions donc pas intervenir. Toutefois, nous nous sommes rendu compte que la Société molenbeekoise de logements sociaux se préoccupait du sort de cette tour depuis plusieurs années déjà. L'alternative classique s'est présentée: la rénovation ou la démolition/reconstruction, la seconde solution étant fortement privilégiée. À notre demande, la Région de Bruxelles-Capitale a donné son accord pour que soit réalisée, dans le cadre du contrat de quartier, une étude de faisabilité pour répondre à la simple question de garder ou non la tour.

Cette étude a été prévue en quatre phases, à savoir: le diagnostic

technique, l'analyse des options de réhabilitation (rénovation ou démolition/reconstruction), le programme de réhabilitation et, enfin, un rapport final qu'il serait possible de joindre au cahier des charges du concours d'architecture. Après consultation de trois équipes, l'étude a finalement été confiée au bureau d'études Lacaton-Vassal et Druot, basé à Paris.

Quelques années auparavant, ce trio avait signé un ouvrage intitulé *Plus'* qui s'interrogeait quant au bienfondé de la démolition des tours de logements sociaux en banlieue parisienne.

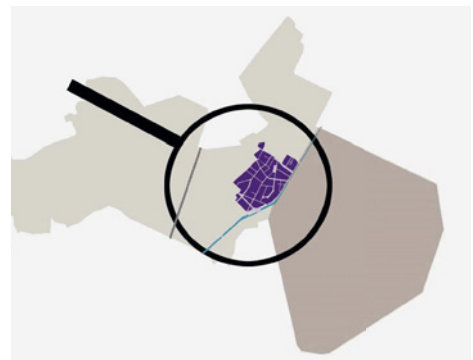
Druot, Lacaton et Vassal avaient été choqués par la médiatisation de ces tours dynamitées, qui s'écrou-



**Fig. 1**  
La tour Brunfaut  
(© K. Deruyter).



**Fig. 2**  
Viaduc Leopold II. Construit en 1957, il est démonté en 1984 et remonté à Bangkok en 1988 (Thai-Belgian-Bridge) (carte postale ancienne).



**Fig. 3**  
Contrat de quartier cinéma Belle-Vue  
(© commune de Molenbeek-Saint-Jean).

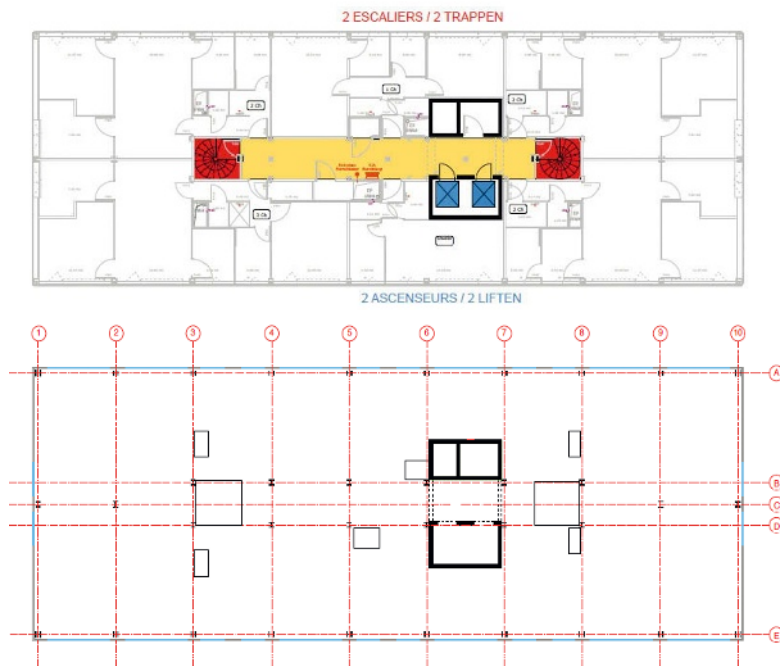


Fig. 4 et 5

Plans de la tour Brunfaut. Une distribution simple et efficace couplée à une économie de matière (© Lacaton & Vassal).

laient brutalement devant un public applaudissant, mais qui n'était probablement pas constitué des habitants de ces logements. Le fil rouge de cet ouvrage est «qu'il ne faut jamais démolir, jamais retrancher ou remplacer, mais sauvegarder, ajouter, transformer et utiliser». C'est donc une conception du patrimoine large, qui consiste à travailler sur l'existant, le valoriser et en amplifier les qualités.

Le bureau d'études nous a amenés à regarder cette tour différemment en concevant que, si elle était assez banale architecturalement, elle avait également énormément de qualités et que ses défauts pouvaient être fortement atténués via un travail sur l'enveloppe. Il a attiré notre attention sur le fait que même si, avec le temps, l'aspect de ce bâtiment avait été pris en grippe, il possédait toutefois des valeurs à conserver.

## LE DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

La première étape de l'étude a donc consisté à inventorier les qualités de ce bâtiment. Anne Lacaton nous a d'abord démontré que cette tour s'apparentait à de nombreuses autres, visibles à Chicago et à Détroit, à Copenhague... construites par de grands noms de l'architecture tels que Mies Van der Rohe ou Arne Jacobsen et que ces tours ne manquaient visiblement pas d'élégance.

Elle a ensuite attiré notre attention sur des questions de bon sens et sur l'incroyable efficacité dont témoignait la construction de la tour Brunfaut comme, par exemple, des distributions réduites à leur plus simple expression, un noyau central en béton et un escalier en colimaçon à chaque extrémité, une économie

de matière prodigieuse et beaucoup de finesse (fig. 4 et 5). Toujours dans le domaine de l'efficacité: on voit une emprise au sol de 380 m<sup>2</sup> pour 242 habitants. Cet édifice a donc rendu de fiers services à de nombreuses familles en cinquante ans. Quant aux chiffres de consommation réelle – fournis par le foyer molenbeekois, ils sont aussi surprenants: 179 kWh/m<sup>2</sup>/an, ce qui correspond à environ 38 euros/mois/logement de charges de chauffage pour des loyers qui oscillent entre 175 et 324 euros/mois. Ces chiffres sont très raisonnables si l'on compare avec d'autres bâtiments de la même époque, en raison notamment de l'extrême compacité du bâtiment. En revanche, l'inconfort lié à l'absence totale d'isolant dans les façades est certain.

La même efficacité se retrouve dans le plan qui présente des qualités architecturales évidentes: les appartements sont lumineux, proposant une fenêtre dans chaque pièce en ce compris la cuisine et la salle de bain et de larges perspectives sur la ville (fig. 6 à 12).

Au même moment, la commune de Molenbeek-Saint-Jean devait faire face à un problème de démographie en très forte augmentation qu'il était urgent de prendre en main. Le constat était le suivant: beaucoup de nouveaux habitants allaient devoir trouver un logement sur le territoire de la commune et les listes de demandes de logements publics étaient déjà totalement saturées – ce qui est le cas encore aujourd'hui. Anne Lacaton nous a interrogés sur la manière dont nous comptions gérer la situation des habitants si l'option démolition/reconstruction était choisie. La solution alors envisagée par les pouvoirs publics était l'habituelle opération « tiroirs » qui consiste à loger les gens ailleurs

et les faire revenir une fois le bâtiment réhabilité. Cette pratique lui posait question puisque les habitants de la tour allaient prendre la place d'autres locataires inscrits sur les listes d'attente, les forçant à patienter plus longtemps encore. Pour elle, ce bâtiment devait être rénové en site occupé.

Cette première étape de l'étude a, dès lors, permis à la société du Logement molenbeekois ainsi qu'au Collège de se positionner définitivement en faveur d'un projet de rénovation et non d'une démolition.

La deuxième étape a consisté à étudier avec bon sens tout ce qui pouvait être optimisé dans l'existant. La logique sous-jacente était celle de l'amélioration et non celle de la conformité aux normes. Cette démarche n'avait pas les faveurs de la Société de Logements de la Région de Bruxelles-Capitale (SLRB) qui n'avait d'autre choix que la mise aux normes, sans exception possible. Mais Anne Lacaton n'en démordait pas : il fallait d'abord se demander comment améliorer l'existant, sinon toute l'opération de rénovation aurait été un non-sens. Son bureau a également travaillé sur la composante humaine, en ce sens que les équipes ont visité les familles dans chaque appartement afin d'analyser les situations de suroccupation ou de sous-occupation. Cela a permis de constater, par exemple, qu'une chambre prévue pour un enfant était utilisée pour trois enfants alors que, dans d'autres appartements, certaines pièces étaient inoccupées, car les enfants, devenus adultes, n'y habitaient plus. Cette méthode a démontré qu'en optimisant simplement la répartition des habitants au sein de la tour, par des mouvements internes, on pouvait déjà faire beaucoup de choses.

#### QUELQUES CHIFFRES :

Emprise au sol	381 m <sup>2</sup>
Surface totale	6482 m <sup>2</sup>
Nombre de logements	97
Nombre d'habitants	242
Consommation	179 kWh/m <sup>2</sup> /an
Coût moyen du chauffage	456 euros/an ; 38 euros/mois
Loyers de base	de 175 à 324 euros/mois
Loyers réels	122 à 227 euros/mois

Fig. 6 à 12

Les appartements sont lumineux, proposant une fenêtre dans chaque pièce. Le toit-plat offre une vue panoramique sur la ville (© Lacaton & Vassal).



Des réflexions techniques importantes ont aussi été menées. Le bureau a proposé d'ignifuger et protéger les structures, de rendre les noyaux résistants au feu, de sprinkler les zones pour lesquelles les normes RF ne pouvaient être atteintes, d'installer des sas pour sécuriser et évacuer les personnes. Les questions étaient toujours extrêmement pertinentes. Anne Lacaton s'interrogeait par exemple sur la nécessité de rendre un escalier RF dans la mesure où les compartiments le sont, que les escaliers sont dédoublés et qu'*a priori* on n'emprunte pas un escalier lorsque le feu s'y est déclaré.

La conclusion de cette deuxième étape fut qu'il fallait ajouter une pièce par étage, pour garder 97 logements et répondre aux besoins des habitants et, ce, malgré les mouvements internes des locataires et les optimisations. Ce travail est resté néanmoins théorique car, concomitamment, le Logement molenbeekois, peu rassuré (et on peut le comprendre) à l'idée d'une rénovation en site occupé, décidait de ne pas remettre en location les appartements qui se vidaient. La tour se dépeuplait donc progressivement, mais le bureau continuait son travail de recherche d'optimisation de la situation existante, considérant que la mise en conformité du bâtiment n'avait pas de sens sans cela. Concernant la conformité au règlement régional d'urbanisme, par exemple, si celui-ci devait être respecté à la lettre, il faudrait ajouter une petite surface à chaque pièce. Or, ce type d'extension ne peut se faire que si les parois sont détruites, ce qui ne rentre pas dans l'esprit de la rénovation, et seulement si les escaliers existants sont démolis pour être remplacés par d'autres, en conformité avec les services publics.

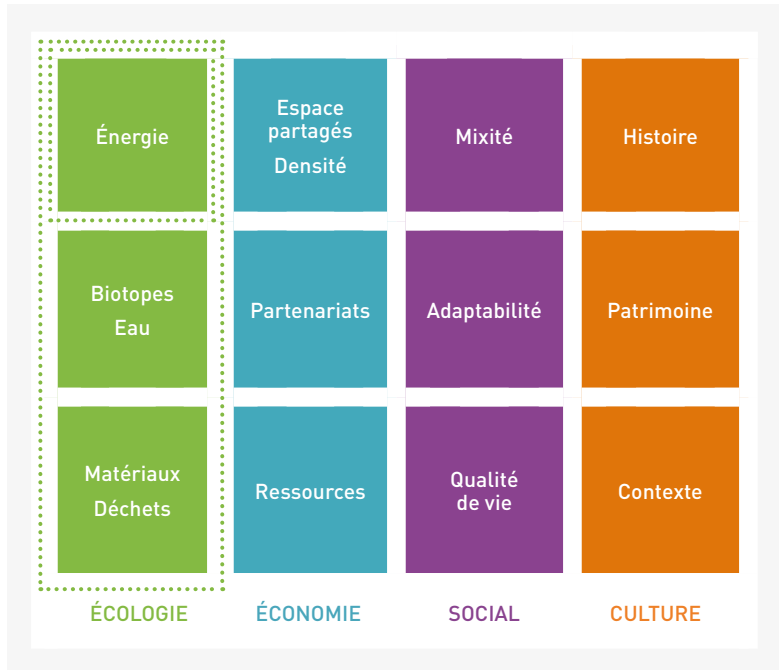


Fig. 13  
Les quatre piliers du développement durable.

Bien entendu, la démarche de Lacaton-Vassal est d'autant plus crédible qu'ils sont déjà intervenus sur d'autres tours de cette manière, notamment à la tour du Bois-le-Prêtre, à Paris, qui est quasiment la sœur jumelle de la tour Brunfaut. En 2000, le bureau avait entrepris la rénovation de ce bâtiment avec l'idée simple de travailler avec un surépaississement à partir d'un concept bioclimatique de jardins d'hiver. Le principe consiste à déposer la façade existante et la remplacer par une double façade, une double peau, avec trois mètres d'espacement entre les deux pans. Ce nouvel espace doit être géré par chaque habitant comme un petit jardin d'hiver. À l'intérieur, ils ont réalisé un travail assez sobre, *hyper-low-tech*, d'ajustement de l'une ou l'autre cloison. Un élément important à relever : aucune technique de double flux n'a été utilisée. Les radiateurs existants

ont été conservés, mais la chaudière a été remplacée. Ces rénovations légères ont permis d'arriver à une performance énergétique de 78 kWh/m<sup>2</sup>/an. Ce chiffre est éloigné du standard basse énergie imposé pour la tour Brunfaut, à savoir de 60 kWh/m<sup>2</sup>/an, mais cet écart n'est-il pas largement compensé par l'économie faite en termes de techniques spéciales (en ce compris l'énergie grise dépensée pour fabriquer, acheminer, entretenir, remplacer ces techniques) ?

Cette étude pose de manière assez évidente la question de la prise en compte de l'énergie grise dans l'évaluation du caractère durable d'un projet. Aujourd'hui, on utilise toutes les techniques embarquées possibles : depuis 2007, on ne construit plus à Molenbeek-Saint-Jean que des bâtiments passifs avec récupération des eaux de pluie pour les sanitaires (systèmes qui,



au début, ont posé de gros problèmes lorsqu'ils étaient couplés à des toitures vertes), des panneaux solaires thermiques, des panneaux solaires photovoltaïques, des systèmes double flux, etc. Par ailleurs se pose la question de l'obsolescence: on vit une époque dans laquelle les grille-pain ne se réparent plus! Il faut se rendre à l'évidence, on ne veut pas/plus réparer. C'est notre culture. Ce n'est pas une fatalité, bien sûr, mais c'est une manière de booster l'économie et de créer de la croissance, mais qu'est-ce qu'on jette! Or, pourquoi ne pas intégrer les coûts de l'énergie grise dans le calcul global des bilans énergétiques ou des retours sur investissements? Quelle est la crédibilité d'une étude qui dit qu'un double flux, après vingt ans, a rapporté autant si nous sommes dans la logique du grille-pain, c'est-à-dire qu'il a été remplacé trois fois sur ce laps de temps? Je ne dis pas qu'il ne faut pas le faire. Nous avons une responsabilité collective par rapport à la question du réchauffement climatique et donc l'obligation de chercher, d'innover. Mais il me semble qu'il est urgent de prendre en considération les questions d'énergie grise et d'obsolescence et de les intégrer sérieusement dans les calculs.

Il est important également de considérer la question de l'équilibre entre les trois piliers du développement durable et d'en intégrer un quatrième: celui de la culture, comme le propose entre autres l'urbaniste français Philippe Madec. Car la culture, ce n'est ni du social, ni de l'économie, ni de l'écologie. Il n'y a pas de projet de société sans culture. La culture est le fondement de toute société. Dans le cadre de cette journée d'étude, je crois que considérer ce quatrième pilier comme étant absolument indissociable des trois autres permettrait

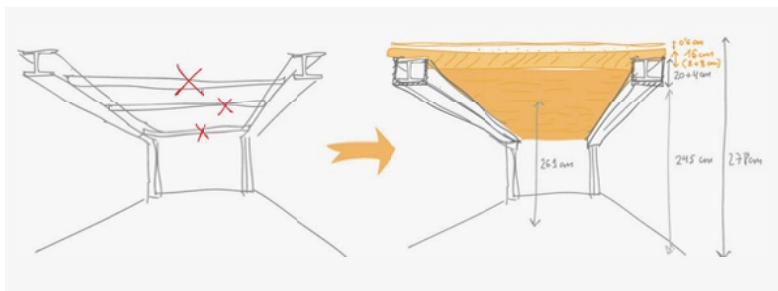


Fig. 14 et 15

Esquisses du projet lauréat du concours  
(© A229 architectes / Dethier Architecture).

de poser ces questions d'histoire, de patrimoine et de contexte qui sont si importantes. Je pense qu'à l'heure actuelle, il y a une surpondération du pilier environnemental et, à travers lui, encore davantage du pilier énergétique et de recherche de performance d'énergie (fig. 13).

## LE RÉSULTAT DU CONCOURS

Finalement le concours d'architecture a eu lieu, avec dans le cahier des charges – au grand dam d'Anne Lacaton – une mention stipulant que le bâtiment rénové devait répondre aux normes basse éner-

gie de 60 kWh/m<sup>2</sup>/an. Le Logement molenbeekois a reçu cinq offres. Toutes proposaient, à notre grande surprise, des projets passifs! Mais les auteurs de projets nous ont confirmé que sans double flux, il était impossible de descendre sous la barre des 70 kWh/m<sup>2</sup>/an: «Si vous nous imposez du 60, on doit placer du double flux. Si on doit placer du double flux, le surcoût pour arriver à du passif est absolument négligeable. Donc on propose du passif pour avoir plus de chances de gagner le concours!»

Les cinq projets sont donc passifs, la plupart sur base d'un épais-



sissement de l'enveloppe, avec la contrainte de surfaces supplémentaires par logement. Le lauréat a été élu après trois jours de discussions par un jury de 18 personnes, dont Anne Lacaton. Il s'agit du bureau Dethier Architectures-Atelier 229, dont le projet se démarquait des autres en restant au plus près de cette idée de patrimoine que l'étude avait révélée, incluant également la valeur symbolique du bâtiment qui appartient au paysage bruxellois (fig. 14 et 15). Il y avait quelque chose d'incongru à plaider pour sa démolition alors que la tour Upside poussait en même temps de l'autre côté du canal. S'il y avait un sens à construire en hauteur, il fallait alors garder la tour Brunfaut ou n'avoir aucune des deux tours. En outre, les auteurs de projets estimaient que pour augmenter l'espace, ajouter cinq étages était nécessaire pour préserver les proportions et l'élégance de la tour. Leur projet était aussi radical du point de vue des techniques : alors que tous les autres projets arrivaient à de très faibles hauteurs sous plafond du fait de l'emballage des structures, celui-ci atteignait les 2,60 m en proposant un système de plancher en bois massif (qui demande un gros travail ainsi que des négociations avec les pompiers), couplé à la mise en œuvre de techniques

apparentes afin de faciliter leur remplacement le cas échéant. Il y aura de la lumière naturelle dans tous les couloirs de circulation, des lieux de repos à chaque étage, une répartition des chaudières et des systèmes double flux pour économiser les trémies.

## CONCLUSION

En conclusion, je souhaitais partager avec vous trois petites citations. La première d'Anne Lacaton : « On a été trop vite dans le normatif et on le subit : il faut ramer pour amener le durable ! » La deuxième de Pierre Blondel : « Ne sommes-nous pas en train de complexifier le simple fait de se loger au prix d'une débauche d'énergie grise et, finalement, consommer encore et toujours plus pour soi-disant consommer moins ? » La troisième de Lao-Tseu, pour rester sur une note optimiste : « L'échec est le fondement de la réussite. » Je crois que dans ce sens-là, nous sommes tout à fait dans la bonne direction.

## NOTE

1. Druot, Fr., Lacaton, A., Vassal, J.-Ph., *PLUS - Les grands ensembles de logements. Territoires d'exception*. Ed. G. Gili SL, Barcelona, 2007.

.....

**The Brunfaut Tower: a presentation of the conceptual design challenges of a renovation**

.....

The Brunfaut Tower is an emblematic tower block in the Brussels landscape. Constructed in 1966, it embodies both the modern dream of tall buildings and the ambition of housing for all. However, 40 years later, the structure is viewed so severely that its future seems pre-ordained: a slow death followed by demolition and then reconstruction to a height deemed more "acceptable". It was in this context that the municipality of Molenbeek-Saint-Jean decided, in 2009, to commission the architectural firm Lacaton-Vassal in partnership with Frédéric Druot to answer a simple question: should the Brunfaut Tower be demolished? Their study, through notions of heritage, identity and comfort, questions the very foundations of the concept of sustainable development, going well beyond the idea of energy efficiency.

.....

**De Brunfauttoren. Presentatie van de studie over de definiëring van de uitdagingen van een renovatie**

.....

De Brunfauttoren is een emblematisch gebouw in het Brusselse landschap. De in 1966 opgetrokken toren belichaamt tegelijk de moderne droom van de hoogbouw en de ambitie van een woning voor iedereen. Veertig jaar later wordt de realisatie echter met zoveel gestrengheid beoordeeld dat haar toekomst al helemaal lijkt vast te staan: een langzaam verval gevolgd door een afbraak/wederopbouw met meer... aanvaardbare afmetingen. In die context besliste de gemeente Sint-Jans-Molenbeek in 2009 om het architectenbureau Lacaton-Vassal, in samenwerking met Frédéric Druot, op te dragen om een antwoord te geven op deze eenvoudige vraag: moet de Brunfauttoren echt worden afgebroken? Aan de hand van begrippen als erfgoed, identiteit, comfort enz. stelt hun onderzoek de grondslagen in vraag van het concept duurzame ontwikkeling, dat veel verder reikt dan het begrip energieprestatie.

# PRÉSENTATION ET RÉSULTATS DES PROJETS PLAGE

## PLAN LOCAL D' ACTIONS POUR LA GESTION ÉNERGÉTIQUE

### EMMANUEL HECQUET

CICEDD, NAMUR. COLLABORE AVEC BRUXELLES ENVIRONNEMENT DEPUIS 2006  
À LA MISE EN PLACE DES PROJETS PLAGE

*LES PROJETS PLAGE ONT POUR FINALITÉ D'AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU PARC DE BÂTIMENTS DE LA RÉGION BRUXELLOISE AU BÉNÉFICE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES FINANCES DES INSTITUTIONS EN INSTAURANT UNE GESTION PROACTIVE DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE. DES RÉSULTATS IMPORTANTS ONT ÉTÉ ENGRANGÉS DEPUIS LE LANCEMENT D'EXPÉRIENCES PILOTES EN 2006.*

Le contexte réglementaire du programme Plan Local d'Actions pour la Gestion Énergétique –PLAGE– est la Directive européenne 2012/27/CE sur l'efficacité énergétique et sa transposition au niveau de la Région, qui impose une réduction de 30 % des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2025 par rapport à 1990.

### OBJECTIFS ET MÉTHODE DU PLAGE

Le PLAGE a pour objectif la maîtrise des consommations énergétiques en vue de les faire baisser. Il s'adresse aux gestionnaires ou propriétaires de grands parcs immobiliers sur lesquels il va s'appuyer, en plus des occupants du site, pour développer des actions aboutissant à des résultats rapides. C'est un programme dont les expériences pilotes se déroulent sur trois ou quatre ans. L'utilisation rationnelle

de l'énergie est privilégiée, comme la régulation et l'isolation des chaufferies, plutôt que les investissements lourds. Ainsi, nous essayons d'optimiser les consommations énergétiques essentiellement au niveau du chauffage et, dans une moindre mesure, de l'électricité. Ce programme s'applique au bâti existant et non aux constructions neuves ou ayant fait l'objet de rénovations lourdes.

La méthode utilisée est celle des processus qualité, ou ISO, à savoir la roue de Deming (fig. 1). C'est un processus d'amélioration continue. Le PLAGE s'appuie d'abord sur la comptabilité énergétique ou, plus exactement, sur ce qu'on appelle le cadastre énergétique, ainsi que sur un inventaire administratif et technique du parc de bâtiments. Cette première étape peut s'avérer laborieuse selon le nombre de bâtiments. Dans les communes où le PLAGE a été initié, en 2006,

la simple réalisation d'un cadastre, qui pouvait concerner jusqu'à 100 ou 150 bâtiments, a pris un certain temps. L'objectif est d'identifier les bâtiments dits prioritaires, c'est-à-dire ceux qui offrent le plus de potentiel d'économie d'énergie au plus faible coût. S'en suit un plan d'action établi pour trois ou quatre années. Nous le mettons en œuvre en suivant les consommations de près. Nous analysons les premiers résultats de cette comptabilité énergétique, les critiquons et opérons d'éventuelles mesures correctrices. Ensuite, le cadastre et le plan d'action font l'objet de nouvelles mises à jour et un nouveau cycle est enclenché. L'idée est d'entrer dans un cercle vertueux de l'amélioration énergétique du parc de bâtiments.

La préparation du plan d'actions est l'occasion de caractériser chaque bâtiment d'un point de vue technique et énergétique. Les mesures

à faible coût, par exemple la gestion des chaufferies, l'utilisation rationnelle de l'énergie (URE), la sensibilisation des occupants ou la formation des services techniques y sont toujours privilégiées. Nous analysons ensuite les résultats, les consommations énergétiques mois par mois, année par année, pour voir si les mesures déployées portent leurs fruits. On utilise une série d'outils de reporting, dont la signature énergétique qui permet de mettre les consommations mensuelles en regard des températures journalières et, donc, des conditions climatiques.

**LE RÔLE DU RESPONSABLE ÉNERGIE**

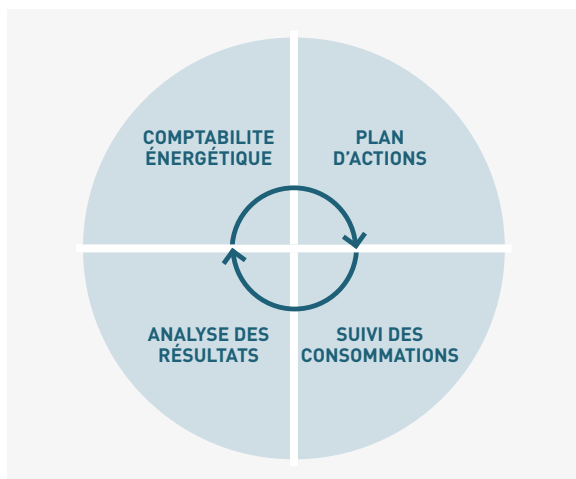
Le personnage clé du PLAGE est le responsable Énergie qui travaille au sein de l'institution ou de l'entreprise avec une équipe Énergie. Un élément très important de la mise

en œuvre du Plan et des actions menées par le responsable Énergie est la prise de décision concertée. Il est indispensable que ce dernier ne porte pas seul la préoccupation énergétique et la responsabilité de diminuer les consommations, mais bien que l'ensemble de l'institution ou de l'entreprise soit impliqué. Le responsable Énergie est le chef d'orchestre, il coordonne tous ceux qui touchent de près ou de loin à l'énergie. Il travaille avec des équipes à géométrie variable selon le type d'institution et la durée: il y a les techniciens, les services Bâtiments et/ou Communication d'une commune, les acteurs chargés de la sensibilisation, etc. Dans les Sociétés immobilières de Service public (SISP), par exemple, il collabore avec les assistantes sociales chargées de la sensibilisation auprès des occupants; il implique les décideurs, la hiérarchie... Dans une commune ce sera l'échevin, dans une SISP le directeur. L'objectif est de privilé-

gier les rapports transversaux et de faire prendre conscience des enjeux à toutes les personnes concernées. Les sous-traitants sont également impliqués. Par exemple, les sociétés de maintenance sont encouragées à intégrer la notion de performance énergétique dans leurs contrats. Il s'agit aussi pour nous d'être exigeants, par exemple vis-à-vis des contrats de maintenance, de manière à ce que les sociétés offrent des services plus performants. Tous les responsables Énergie, au terme du programme mené par Bruxelles Environnement, ont été maintenus dans leur fonction par les communes qui y ont participé.

**LES PLAGE COMMUNES ET SISP VOLONTAIRES**

Les graphiques «PLAGE communes volontaires» sont intéressants car ils montrent les résultats obtenus sur des bâtiments identi-

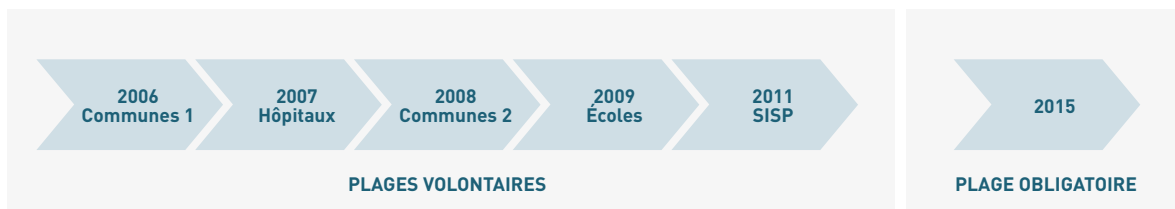


◀ Fig. 1

La démarche qui guide le PLAGE est celle du processus d'amélioration continue (source BE).

▼ Fig. 2

L'origine du programme PLAGE remonte à 2005, à l'initiative de Bruxelles Environnement. Les premières expériences pilotes avec les communes ont été menées en 2006. Au total, 15 des 19 communes ont été partie prenante de l'expérience. Les projets-pilotes ont ensuite été menés avec les hôpitaux ou encore, plus récemment avec les SISP. Fort de dix années d'expériences pilotes concluantes, le programme sera rendu obligatoire à partir de 2015 pour les parcs immobiliers de plus de 100.000 m<sup>2</sup> relevant du secteur privé et de plus de 50.000 m<sup>2</sup> pour le secteur public (source BE).



fiés prioritaires dans un grand parc immobilier (fig. 3). Lorsque le responsable Énergie entre en fonction, il cible dix à douze bâtiments prioritaires sur l'ensemble des bâtiments communaux, dans lesquels seront menées les actions d'amélioration d'efficacité énergétique. Les baisses de consommation qui en résulteront se répercuteront, à moyen terme, sur l'ensemble du parc, puisque les pratiques appliquées aux premiers le seront ensuite à tous. Ainsi, à terme, les performances énergétiques de l'ensemble du parc seront rehaussées.

Des résultats encourageants ont également été enregistrés dans les SISF qui participent au programme (fig. 4).

### LES PLAGE Écoles volontaires

Le projet PLAGE Écoles ayant commencé en 2009, les résultats sont, là aussi, impressionnants. C'était un PLAGE organisé par réseaux. Les résultats vont jusqu'à -22 % de consommation de combustible alors que celle en électricité a, dans certains cas, continué à augmenter. Des raisons relativement simples expliquent cela: la tendance annuelle, sur l'ensemble du parc tertiaire, est estimée à la hausse de 2 à 3 % du fait notamment de la multiplication des équipements. Par ailleurs, le PLAGE s'intéresse prioritairement à la baisse des consommations en combustible et se focalise peu sur l'électricité. Travailler sur une chaufferie ou optimiser une production centralisée d'eau chaude sont des actions qui peuvent être menées dans un délai rapide alors que les consommations électriques sont beaucoup plus dispersées sur l'ensemble du parc. En effet, il faut agir soit sur les habitudes des usagers, soit sur

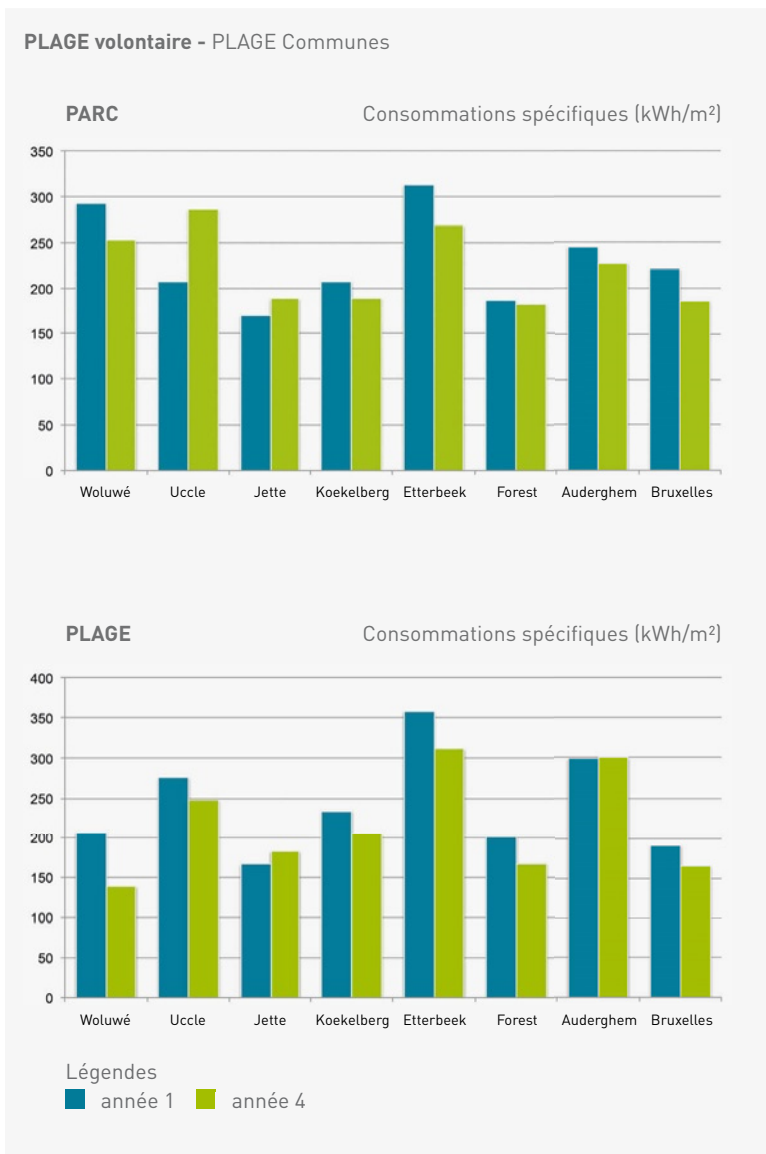


Fig. 3

Il est intéressant de constater qu'en 2008, les communes partageaient de situations très contrastées. Notons qu'il est plus facile d'améliorer sensiblement un parc en très mauvais état du point de vue énergétique qu'un parc déjà assez performant (source BE).

le parc de photocopieuses, d'ordinateurs... c'est donc un effort beaucoup plus dispersé. Ajoutons à cela qu'en termes de coûts, la consommation de combustible pèse beaucoup plus lourd que les consommations électriques.

Je terminerai en présentant deux écoles à valeur patrimoniale dans lesquelles nous sommes intervenus.

La première est l'école fondamentale communale n° 9, maternelle et primaire, à Forest (fig. 5). L'établissement accueille 400 élèves pour une surface chauffée de près de 5.000 m². C'est un bâtiment construit dans les années 1930 avec une performance énergétique rapportée au nombre d'élèves assez défavorable. Le coût énergétique par élève et par



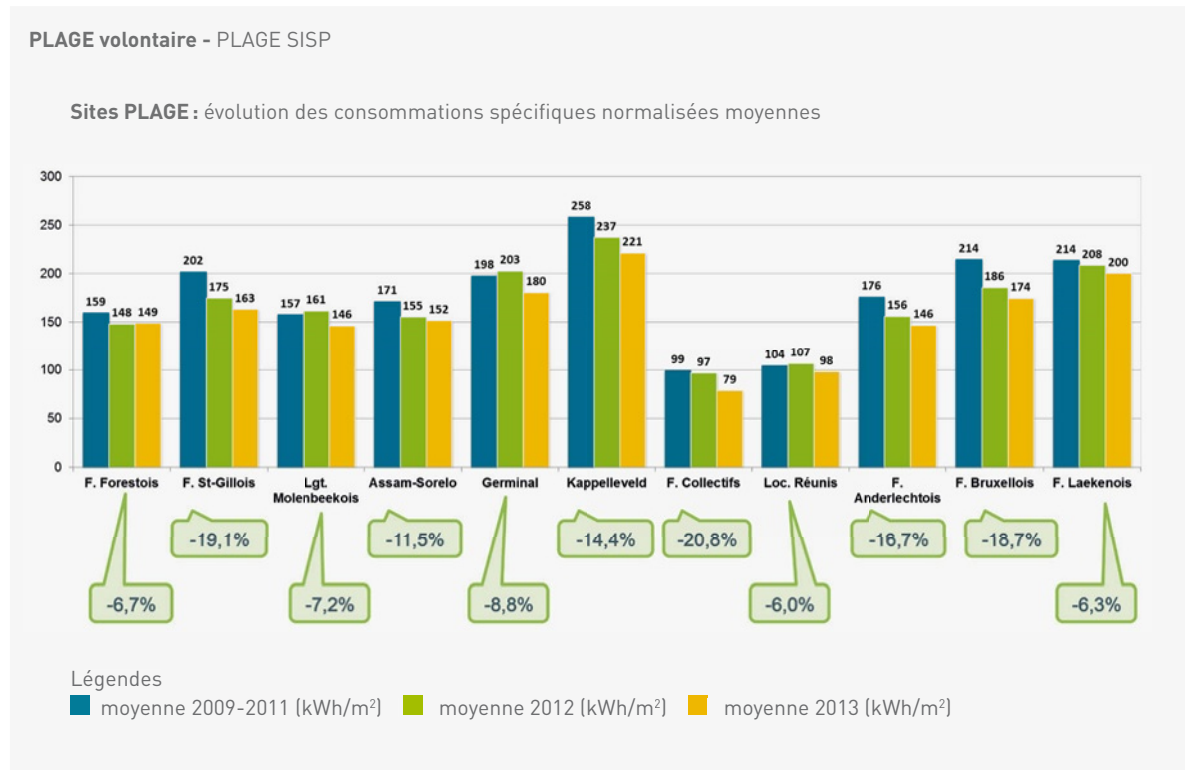


Fig. 4

Les SISP concernées aujourd'hui par le PLAGE totalisent près de 1.200.000 m<sup>2</sup> pour l'ensemble de leurs chaufferies. La priorité des interventions a été mise sur les chaufferies collectives. Alors que le PLAGE n'est pas encore à son terme - il le sera courant 2016 - on voit déjà des améliorations importantes, allant parfois jusqu'à 20 % de réduction pour les sociétés les plus avancées (source BE).

an s'élevait, avant le PLAGE, à 206 euros. Au terme du programme, la charge était de 142 euros par élève et par an. Le niveau des consommations est passé de 300 kWh/m<sup>2</sup>/an à 182 kWh/m<sup>2</sup>/an grâce à des actions classiques dans le cadre des PLAGE : l'adaptation des horaires de consigne du chauffage aux occupations des bâtiments. Nous avons essayé de répondre aux questions : Peut-on démarrer plus tard ? Jusqu'à quel niveau peut-on baisser la consigne ? Abaisser les courbes de chauffe ? Modifier les brûleurs ? Certaines chaudières fonctionnaient en une allure alors que potentiellement, elles pouvaient le faire en deux allures. Nous avons remis tout cela en ordre. Nous avons calorifugé les conduites de

chauffage, notamment au sous-sol, car il est inutile de chauffer la chaufferie ou les coursives dans les caves. Ce sont des actions à coût réduit : il ne s'agit pas d'isolation de façade, de remplacement de châssis, etc., qui ne sont pas des actions PLAGE. Ici, nous travaillons sur une utilisation rationnelle ciblée à moindre coût. Le résultat pour cette école est une diminution de 42 % de consommation de chauffage en quatre ans avec pour corollaire une augmentation de l'électricité de 2 %, sachant que ce sujet n'a pas du tout été pris en compte. L'économie financière totale s'approche des 27.000 euros.

Le second exemple est l'Athénée Robert Catteau (fig. 6). Édifiée en 1925, cette grande école com-



Fig. 5

École fondamentale communale n° 9, rue du Monténégro à Forest. Au début du PLAGE, le coût énergétique était de 206 euros/élève/an ; à son terme, il est de 142 euros/élève/an (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).

prend près de 14.000 m<sup>2</sup> de surface chauffée. Il s'agit d'un site plus imposant que celui de Forest, avec une multitude de bâtiments, une grosse chaufferie centralisée et des canalisations souterraines, ce qui signifie beaucoup de déperditions énergétiques pour amener les calories dans chacun des volumes. La situation de départ était un peu plus favorable que celle de l'exemple précédent, mais les gains ont tout de même été substantiels au terme des quatre ans, puisqu'on est passé de 162 euros par élève et par an à 135 euros et d'une consommation de 156 kWh/m<sup>2</sup>/an à 118 kWh/m<sup>2</sup>/an.

Nous avons modifié les horaires de chauffe. Cela peut paraître du bon sens, mais, en réalité, ce n'est pas toujours aussi évident. En effet, lorsque la chaufferie est centralisée, la question est de savoir s'il existe bien des circuits distincts pour les différentes fonctions de l'école (certains bâtiments accueillent des cours de musique ou des activités sportives le soir ou le week-end). De même, le bon sens voudrait que, pendant les congés scolaires, les températures de consigne soient fortement diminuées or, en réalité, c'est loin d'être aussi évident, parce qu'il y a des équipes qui viennent nettoyer, qu'il y a des activités, etc. La réorganisation peut prendre du temps et faire l'objet de nombreux obsta-

cles pour le responsable énergie. Les changements ne s'opèrent pas du jour au lendemain. Dans cette école, nous avons baissé les températures de ralenti de nuit, avons remplacé les portes extérieures, réglé les vannes thermostatiques et formé les occupants à leur bonne utilisation.

Finalement, la consommation de chauffage a été diminuée de 24 %, mais, dans le même temps, la consommation électrique a fortement augmenté, et ce, pour les mêmes raisons qu'exposées précédemment. Nous ne nous en sommes pas occupés, mais il y a là un énorme potentiel auquel l'équipe des responsables énergie devra s'attaquer. Toutefois, le constat est que malgré cette augmentation, nous arrivons à une économie énergétique, sur l'ensemble des vecteurs, de 22.000 euros.

## CONCLUSION

Ces exemples montrent que le secteur public a force d'exemple. À travers un certain nombre de dispositifs – formations, séminaires, projets-pilotes comme le PLAGE... – Bruxelles Environnement cherche à stimuler la demande et à améliorer l'offre afin de tirer le parc de bâtiments vers de meilleures performances énergétiques. Au vu des résultats déjà obtenus avec les



Fig. 6

Athénée Robert Catteau, rue Ernest Allard à Bruxelles. Là aussi, les économies sont conséquentes, puisqu'au début du PLAGE, le coût énergétique était de 162 euros/élève/an, et qu'à son terme, il est de 135 euros/élève/an (A. de Ville de Goyet, 2015 © SPRB).

PLAGE précédents, ou en cours, grâce à une méthodologie efficace qui nécessite de petits moyens, il a été décidé que le programme sera rendu obligatoire pour les parcs immobiliers de plus de 100.000 m<sup>2</sup> relevant du secteur privé et de plus de 50.000 m<sup>2</sup> pour le secteur public, dans le cadre du Code bruxellois de l'air, du climat et de la maîtrise de l'énergie (COBRACE). Cette prochaine imposition pour les grands ensembles est une étape importante dans les objectifs de réduction de la consommation.

**LIEN INTERNET :**

<http://www.environnement.brussels/thematiques/energie/economiser-votre-energie/plan-local-daction-pour-la-gestion-energetique>

**Presentation and results of  
PLAGE projects: the local action  
plan for energy management**

Since 2006, Brussels Environment has launched a number of calls for projects within the framework of the local action plan for energy management (PLAGE). Their aim is to improve the energy efficiency of the Region's buildings for the benefit of the environment and institutions' finances through the proactive management of energy consumption. Significant results have been achieved, highlighting reductions of around 15% to 20% in energy consumption without any loss of comfort over a period of three to four years. After completing programmes in educational, hospital and various municipal buildings, a new PLAGE programme was launched, this time focused on social housing (given importance of housing in energy consumption). The methodology and results of these programmes will be presented through specific examples during this one-day seminar.

**Presentatie en resultaten van  
de PLAGE projecten: Plan voor  
Lokale Actie voor het Gebruik  
van Energie.**

Sinds 2006 lanceerde Leefmilieu Brussel meerdere PLAGE-projectoproepen (Plan voor Actie voor het Gebruik van Energie). Het doel van deze oproepen is de energie-efficiëntie van het gebouwenpark van het Gewest op te krikken ten voordele van het leefmilieu en de financiën van de instellingen door de invoering van een proactief beheer van het energieverbruik. In enkele jaren tijd werden uitstekende resultaten behaald, met verminderingen van het energieverbruik van 15 tot 20% zonder comfortverlies over een periode van 3 à 4 jaar. Na de projecten in schoolgebouwen, ziekenhuizen en diverse gemeentelijke gebouwen werd een nieuw PLAGE-programma voor sociale woningen gelanceerd, aangezien woningen een aanzienlijk deel van het energieverbruik voor hun rekening nemen. Ter gelegenheid van deze dag zullen de methodologie en de resultaten van deze programma's worden voorgesteld aan de hand van specifieke voorbeelden.

# LA CONTRIBUTION DU LABORATOIRE RÉNOVATION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION À L'ENTRETIEN DU PATRIMOINE

## LA FORMATION DES CONSEILLERS EN PATRIMOINE SPÉCIALISÉS EN ÉNERGIE

**SANDRINE HERINCKX**

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

*AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS CLASSÉS EST UNE PRATIQUE ENCORE PEU RÉPANDUE EN BELGIQUE. POURTANT, L'OPTIMISATION ÉNERGÉTIQUE DU PATRIMOINE BÂTI, CLASSÉ OU NON, ALLIÉE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES, OUVRE DE NOMBREUSES OPPORTUNITÉS.*

*LE CSTC EST LE PORTEUR D'UN PROJET DE SEPT ANS DONT LE BUT EST DE CONCRÉTISER LA MESURE « CONSEILLERS EN PATRIMOINE ARCHITECTURAL SPÉCIALISÉS EN ÉNERGIE » INSCRITE DANS LE NOUVEAU PLAN CLIMATIQUE DU GOUVERNEMENT FLAMAND.*

Je vais vous présenter le laboratoire Rénovation, qui est l'un des laboratoires du Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC). J'aborderai ensuite un projet de formation en énergie pour conseillers en patrimoine, qui vient de démarrer en Flandre.

### QU'EST-CE QUE LE CSTC ?

Le CSTC travaille sur les bâtiments neufs et les bâtiments existants en rénovation, dont les bâtiments à valeur patrimoniale. C'est un centre de recherche pour

le secteur de la construction. Il représente les entrepreneurs en Belgique et compte actuellement 90.000 membres. Nos missions sont la recherche scientifique et technique, le soutien et le conseil d'assistance technique à nos membres et, plus largement, aux professionnels du secteur de la construction. Nous faisons également de la recherche plus spécifique, sous contrat, pour des fabricants, des sociétés et les pouvoirs publics. Nous éditons des publications techniques et nous participons à des projets de recherche scientifique ainsi qu'à

des projets de développement spécifiques pour des sociétés. Nous travaillons à la mise en place de normes, à travers la participation à des comités de normalisation, tout autant que nous soutenons l'innovation, ce qui nous amène à sortir du contexte normatif.

Nos bureaux administratifs sont situés à Woluwe-Saint-Étienne et notre centre de recherche, avec tous les laboratoires, se trouve à Limelette. Nous avons également une implantation à Bruxelles, avec un centre de conférence près de la gare du Midi. Nous nous instal-

lerons bientôt sur un site proche de Tour et Taxis, dans la zone du canal. Le laboratoire Rénovation, entre autres, y sera implanté.

## LES MISSIONS DU LABORATOIRE RÉNOVATION

Ce laboratoire s'est spécialisé dans les problèmes d'humidité des bâtiments et leurs traitements. Il s'occupe également des interventions sur les façades : nettoyage, restauration, protections hydrofuges, etc. Il développe de nouvelles activités liées à la rénovation énergétique qui, dans le contexte actuel, devient incontournable.

Je voudrais revenir sur les deux présentations précédentes (pp. 78-85 et pp. 88-94), concernant les tours de logements. Nous menons actuellement un projet qui consiste à rassembler toutes les expériences européennes de rénovation énergétique de façades réalisées avec des panneaux préfabriqués. Ces panneaux ont l'avantage de pouvoir être utilisés alors que les bâtiments sont occupés. Standardisés, ils permettent de faire des économies d'échelle. Des adaptations sont bien sûr faisables, mais les bâtiments qui sont concernés par ce projet ne sont pas classés. Toutefois, ce type de solution pourrait être envisagé pour des cités jardins, ou des bâtiments qui sont dupliqués. Finalement, on se dirige de plus en plus vers la performance énergétique et ce, même dans les bâtiments à valeur patrimoniale. Le programme que je vous présenterai résulte de ce constat.

## L'ÉQUIPE

Le CSTC a la réputation de s'intéresser surtout aux bâtiments

neufs. Pourtant, l'équipe du laboratoire Rénovation est composée de personnes ayant une formation en conservation du patrimoine. Deux d'entre nous ont étudié au centre Raymond Lemaire. Mon collègue, Michael de Bouw, a fait une thèse de doctorat sur les «Écoles Modèles (1860-1920)» à Bruxelles. En outre, il est membre de la *Vlaamse Commissie Onroerend Erfgoed*. Samuel Dubois, qui nous a rejoints récemment, s'occupe de la simulation énergétique. Nous avons également un technicien. Nous essayons donc d'avoir une équipe permettant de concilier tous les aspects du patrimoine et de l'énergie. Nous tissons également des partenariats : nous donnons cours dans divers instituts ou universités, collaborons avec la plupart des grandes universités et/ou centres de recherche en Belgique, notamment avec l'Institut royal du Patrimoine artistique, en Europe et à l'international.

## CONSEILLERS EN ÉNERGIE SPÉCIALISÉS EN PATRIMOINE OU CONSEILLERS EN PATRIMOINE SPÉCIALISÉS EN ÉNERGIE ?

Ce projet vise à former des conseillers en énergie spécialisés en patrimoine ou des conseillers en patrimoine spécialisés en énergie. Le principe étant que ces deux compétences soient réunies chez la même personne.

Vous connaissez bien le contexte actuel. La réglementation se complexifie, est contraignante, et de plus en plus d'efforts sont consentis pour atteindre les performances énergétiques requises. De fait, on oublie parfois de prendre en compte la valeur patrimoniale des bâtiments, valeur qui n'est pas toujours conciliable avec le

premier aspect. Notons toutefois que ce bâti ne forme, à très grande échelle, qu'une toute petite partie du parc à rénover. Par conséquent, du point de vue performance énergétique globale, économies d'énergie et gaz à effet de serre, il serait possible de ne pas le prendre en compte. Mais cette approche ne serait pas satisfaisante. Ce qui importe, c'est l'occupation de ces bâtiments. Si nous n'intervenons pas, ils deviendront trop chers à utiliser, les normes de confort ne seront pas atteintes et nous risquons d'avoir des bâtiments vides, qui ne se conservent pas. C'est pour cette raison principalement que nous essayons de concilier les deux aspects du patrimoine et de l'énergie.

L'amélioration des performances énergétiques des bâtiments classés, ou à haute valeur patrimoniale est, pour l'instant, encore peu courante. Plusieurs raisons peuvent expliquer cela : d'une part, le fait que la réglementation PEB ne s'y applique pas et, d'autre part, les difficultés rencontrées pour concilier aspects patrimoniaux et performance énergétique. Enfin, une inconnue demeure quant aux conséquences malheureuses que pourraient générer certaines de ces interventions. Pourtant, la PEB peut être une opportunité. Il est important d'y penser pour réduire les gaz à effet de serre – même si ce n'est pas sur ce type de construction que se feront les plus grandes économies – et, surtout, pour améliorer le confort et les conditions climatiques intérieures de ces bâtiments.

L'un des points forts de notre projet est l'approche globale du bâtiment. Ce seront d'abord ses valeurs patrimoniales qui définiront les limites d'intervention. C'est à l'intérieur de celles-ci que l'on s'essayera à



diminuer la consommation énergétique, tout en cherchant à minimiser les risques pour le bâtiment. C'est pourquoi il est essentiel de travailler non seulement sur l'enveloppe, mais sur le comportement des utilisateurs du bâtiment. L'objectif est de garder un équilibre entre les valeurs patrimoniales et l'optimisation des performances énergétiques, en ayant en point de mire l'équilibre global du bâtiment.

Le rapport entre les performances thermiques, la ventilation et l'humidité est délicat. Il faut être conscient des conséquences possibles lorsque l'on touche à l'un de ces aspects, afin de ne pas déséquilibrer le fonctionnement du bâtiment. Nous sommes souvent sollicités pour des problèmes sur chantier après intervention où nous diagnostiquons des problèmes d'humidité liés au placement de nouveaux vitrages, de doubles vitrages, avec des châssis beaucoup plus étanches que ceux qui étaient en place. La ventilation naturelle du bâtiment s'en est trouvée diminuée et des

problèmes de condensation et de moisissures sont apparus (fig. 1 et 2). C'est un exemple classique. L'équilibre du bâtiment est touché et des désordres imprévus sont générés ; or ces problèmes auraient pu être évités à l'aide d'un système de ventilation bien conçu. Un autre cas classique concerne les caves. Si l'on veut utiliser une cave ou la rendre moins humide, le premier réflexe est d'augmenter la ventilation et le chauffage. Si cette cave est sujette à des problèmes d'humidité (peut-être moindres et peu visibles au départ) et que l'humidité peut migrer du sol vers la maçonnerie, elle s'évaporerait plus vite avec la hausse du chauffage et de la ventilation. Les sels cristalliseraient alors plus rapidement et entraîneraient la dégradation des matériaux, conséquence à nouveau imprévue. Ces deux exemples montrent bien l'importance d'anticiper les conséquences possibles des interventions.

On a parlé tout à l'heure d'essayer de maximiser les économies d'énergie. Nous préférons

employer le terme « optimiser »... C'est en quelque sorte dire : « Voilà, on va faire ce qu'on peut, mais toujours dans les limites des valeurs patrimoniales à sauvegarder et de l'équilibre du bâtiment qui doit rester positif ». Lorsque l'on veut répondre aux impositions de la réglementation PEB, ou d'une autre, nous mettons tout en œuvre pour y arriver. Or, dans ce programme, qui a pour objet les bâtiments à valeur patrimoniale, nous voulons réfléchir différemment. Nous partons du bâtiment, déterminons les limites des actions et, par une série d'interventions plus ou moins importantes, tendons à diminuer au maximum les consommations d'énergie, sans essayer d'atteindre un objectif qui est avant tout théorique. On s'adapte au bâtiment lui-même. On ne veut pas réinventer la poudre. On va évidemment, quand c'est nécessaire, faire appel à des solutions innovantes, car il existe des matériaux qui n'ont pas encore été beaucoup utilisés, ou qui sont encore un peu chers, mais qui peuvent être mis en œuvre dans le cadre d'interventions



**Fig. 1**  
Efflorescences de sels et dégradation des matériaux dans une cave ventilée et chauffée (© CSTC).



**Fig. 2**  
Développement de moisissures dans une cure rénovée, suite à la pose de nouveaux châssis et de double vitrage en l'absence d'un système de ventilation (© CSTC).

sur le patrimoine. Pour appliquer cette démarche de rénovation, il est nécessaire de s'entourer de personnes qui sont familières des bâtiments historiques et patrimoniaux.

Dans une première phase, le programme s'adressera aux architectes-restaurateurs qui ont déjà travaillé sur le patrimoine et qui souhaitent améliorer leurs connaissances en énergie. Nous espérons pouvoir former, durant les années pilotes, une cinquantaine d'architectes. Le projet étant développé par le Gouvernement flamand, il concerne en premier lieu les architectes actifs en Flandre, mais, évidemment, cette expérience sera reproductible ailleurs.

## DÉROULEMENT ET TIMING DU PROJET

Le projet vient de débuter. Il s'étalera sur une période de sept ans, de 2014 à 2021. Il repose sur cinq piliers (fig. 3). Le premier est un guichet énergie, qui nous servira à collecter les questions et les expé-

riences de projets en cours, aidera les architectes qui travaillent sur des bâtiments à valeur patrimoniale. L'idée est de mutualiser les informations dans une base de données, de profiter de retours d'expérience, Belges ou étrangers, et de diffuser cette connaissance. Nous avons déjà commencé à collecter les données. Le premier projet sur lequel mes collègues ont commencé à travailler concerne la cité de logements sociaux *Klein Rusland* (à Zelzate). Préalablement aux travaux prévus, des investigations vont être menées. Nous souhaitons œuvrer sur des projets concrets de manière multidisciplinaire. Ce n'est donc pas seulement le laboratoire Rénovation qui est impliqué, mais d'autres laboratoires du CSTC. C'est là un des points forts de la démarche, puisqu'on peut faire appel à toutes les compétences de nos différentes équipes. Ce guichet énergie sera pérennisé au-delà des sept années.

Dans le même temps, et pendant deux ans, des modules de cours

seront développés pour former les architectes à ces aspects énergétiques et patrimoniaux. Ces cours seront dispensés durant la troisième année. Ils devraient donner lieu, en principe, à une certification dont les modalités, à ce stade-ci, sont à définir. Nous souhaitons nous inspirer d'exemples étrangers ou belges, s'ils existent, pour mettre cela en place. Les représentants du secteur seront également consultés.

Viendra ensuite une phase de monitoring, menée sur quatre ans. Nous voulons donner une dimension concrète à ce projet, c'est pourquoi cette phase est la plus longue. À ce stade, si nous avons déjà des informations sur les possibilités d'intervention, nous avons en revanche peu de données sur les retours d'expérience. En effet, les interventions réalisées jusqu'à présent sont rarement renseignées.

Au terme des sept ans, nous évaluerons la formation et la possibilité de l'implémenter dans les formations existantes pour les architectes restaurateurs.

En conclusion de cette présentation, je souhaiterais faire un appel à collaboration dans le cadre de ce programme. Il est important que l'information soit diffusée et que nous puissions collaborer avec le secteur. Travailler sur l'énergie et le patrimoine est assez nouveau. Nous nous engageons de plus en plus dans ces réflexions, mais il faut aussi que celles-ci s'ancrent concrètement dans les pratiques. C'est pourquoi la collaboration avec l'ensemble des professionnels, des secteurs public et privé est essentielle.

Une dernière chose, si vous êtes entrepreneur et que vous avez des questions concrètes sur un chan-

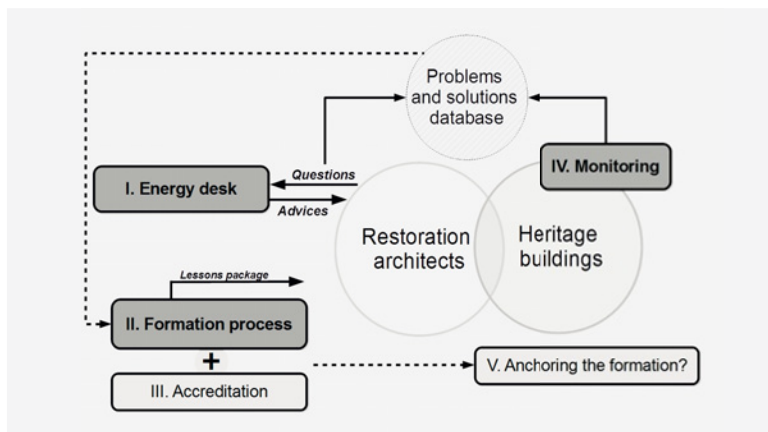


Fig. 3  
Structure du projet de formation des conseillers en patrimoine spécialisés en énergie (© CSTC).

tier, sur les thèmes que j'ai abordés, n'hésitez pas à nous contacter. Nous répondons par téléphone ou par e-mail et nous nous déplaçons également. À Bruxelles, nous avons une guidance technique et nous pouvons étendre nos activités à tout le secteur de la construction. Architectes, bureaux d'étude, fabricants, gestionnaires, etc. peuvent nous contacter.

En octobre 2016, nous organiserons une conférence internationale sur le thème de l'énergie et du patrimoine. Nous cherchons encore des partenaires. Si vous êtes intéressés, n'hésitez pas à nous contacter. C'est à nouveau un projet que nous voulons mener en collaboration avec le secteur.

.....  
**Contribution of the Scientific and Technical Centre for Construction (CSTC) Renovation Laboratory to heritage maintenance: Heritage advisors specialising in energy.**  
 .....

Improving the energy efficiency of listed buildings is not yet commonplace in Belgium. There are multiple reasons for this state of affairs; primarily the fact that such buildings are exempt from the Belgian legislation on the energy efficiency of buildings and that it is often difficult to reconcile energy efficiency measures with the historical characteristics of the buildings concerned. Nevertheless, optimising the energy efficiency of built heritage, (whether listed or not), combined with renewable energy, opens up numerous opportunities (e.g. substantial reduction in greenhouse gas emissions and more attractive use and occupation of buildings thanks to lower bills and better comfort).

However, a carefully considered, consistent approach is required to achieve these objectives without damaging heritage, by minimising/eliminating the risks for the buildings. These concerns are behind a seven-year project whose purpose is to give practical effect to the "architectural heritage advisors specialising in energy" measure included in the new climate plan of the Flemish government. An important component of the project is training which will be aimed at (experienced) restorative architects who want to improve their skills in the area of optimising the energy efficiency of built heritage.

.....  
**De bijdrage van het WTCB-labo Renovatie aan erfgoedzorg – Gespecialiseerde Erfgoedenergieconsulenten**  
 .....

Beschermde gebouwen energie-efficiënt maken is nog vrij ongebruikelijk in België. Daar zijn meerdere redenen voor, zoals het feit dat de Belgische energiestatistiek voor deze gebouwen een afwijkingmogelijkheid voorziet en het feit dat mogelijke energiebesparingsmaatregelen dikwijls moeilijk te verzoenen zijn met de erfgoedwaarden van het gebouw. Toch biedt de energie-optimalisatie van zowel beschermde als niet-beschermde erfgoedgebouwen in combinatie met hernieuwbare energie veel mogelijkheden (beperking van de broeikasgassenuitstoot van een omvangrijk patrimonium, aantrekkelijker gebruik en bewoonbaarheid door lagere facturen en een verbeterd comfort, enz.). Om dit echter te bereiken zonder de erfgoedwaarden aan te tasten en alle risico's voor het gebouw zelf te minimaliseren/eliminieren is een doordachte en coherente aanpak nodig. Deze bekommernissen liggen aan de basis van het lopende zevenjarenproject, dat de concrete toepassing beoogt van de maatregel 'Gespecialiseerde energieconsulenten voor onroerend erfgoed' van het nieuwe Vlaamse Klimaatplan. Één van de belangrijke delen van het project is het opleidingstraject ratiearchitecten die hun vaardigheden inzake de energie-efficiëntie van erfgoedgebouwen verder wensen uit te diepen.



# LA RÉNOVATION DURABLE DE LA MAISON BRUXELLOISE : UN DÉFI POUR LES ARTISANS DU BÂTIMENT

**JÉRÔME BERTRAND**  
CENTRE URBAIN ASBL

*LA MAISON BRUXELLOISE POSSÈDE DE NOMBREUX ATOUTS EN TERMES DE DURABILITÉ QUI PEUVENT ÊTRE VALORISÉS LORS D'UN PROJET DE RÉNOVATION. DANS UN CONTEXTE OÙ LA MAJORITÉ DES TRAVAUX SONT RÉALISÉS SANS L'INTERVENTION D'UN ARCHITECTE, LA FORMATION DES ENTREPRISES ET L'INFORMATION DES MAÎTRES D'OUVRAGE JOUENT UN RÔLE DÉTERMINANT.*

J'envisagerai pour commencer les atouts et les contraintes de la maison bruxelloise, de la fin du XIX<sup>e</sup> et du début XX<sup>e</sup> siècle, en termes de durabilité. Ce sera donc en premier lieu une approche de type diagnostic. J'aborderai ensuite la rénovation énergétique et le patrimoine à travers quelques exemples d'interventions en mettant l'accent sur une rénovation menée dans le cadre de l'appel à projets Batex de Bruxelles Environnement (p. 16), avant d'illustrer quelques-unes des difficultés auxquelles les artisans sont confrontés suite à l'application de nouvelles exigences en matière d'énergie. Je terminerai par la question de la formation de ces corps de métier et de l'information à destination du public.

## **LA MAISON BRUXELLOISE : UNE RESSOURCE DURABLE**

J'ai beaucoup aimé la proposition formulée par Vincent Degrune d'ajouter aux trois piliers qui définissent le développement durable – dimension environnementale, sociale, économique – un quatrième pilier qui

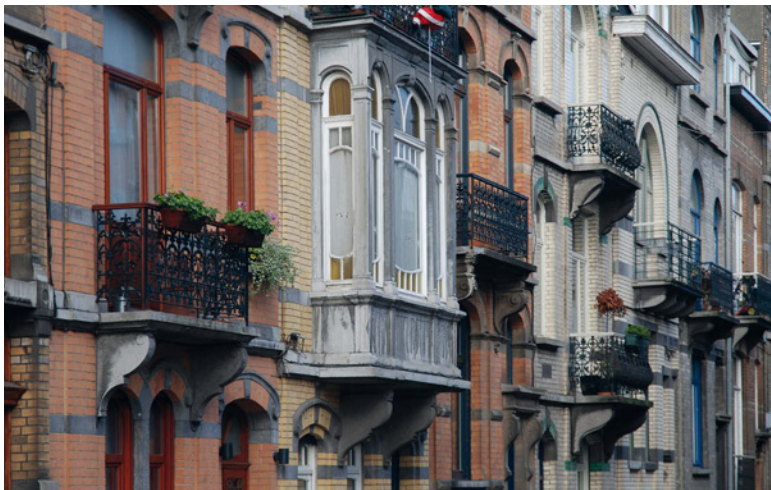
inclurait la dimension culturelle (pp. 88-94). C'est dans cette optique que j'envisagerai la valeur patrimoniale de la maison bruxelloise. Les figures 1 et 2 présentent deux paysages urbains bruxellois familiers. La rue de Locht est bordée de façades d'inspiration néoclassique enduites et peintes dans des tons clairs. Elles correspondent à la première grande phase d'urbanisation de la ville, dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. La seconde enfilade, rue des Pâquerettes, témoigne de l'émergence, à la fin du siècle, d'un goût nouveau pour les matériaux apparents. Les parements sont composés de briques de diverses couleurs qui alternent avec des bandeaux de pierre bleue ou de pierres blanches. À cette époque, avec la multiplication des balcons et des bow-windows, les façades s'animent de plus en plus fortement dans les trois dimensions. Toutefois, ce qui caractérise alors le paysage urbain bruxellois est une composition par le détail, qui fait penser au travail des peintres primitifs flamands. On part du détail et c'est à partir de lui que se compose l'ensemble (fig. 3 à 5).

Du point de vue des consommations d'énergie, la mitoyenneté de la maison bruxelloise est un atout puisqu'elle réduit les surfaces de déperdition thermique. Il existe cependant un fort potentiel d'amélioration énergétique en façade arrière, en particulier au niveau des annexes, comme on l'a vu dans l'exposé de Julien Bigorgne de l'Apur (pp. 26-34). À ces qualités s'ajoute le confort de ces maisons anciennes en été, notamment grâce à la différence entre la température de l'intérieur de l'îlot et celle de la rue, qui assure un tirage thermique permettant le refroidissement. La flexibilité du plan est également un atout dont il a été question ce matin. Ce plan, qui fonctionne sur le principe de la «boîte», permet de faire de chaque pièce des compartiments plus ou moins étanches dans le bâtiment, que l'on chauffe de manière différentielle en fonction de la saison. Le hall d'entrée, souvent fermé par une porte intérieure placée au-dessus de l'escalier qui mène au rez-de-chaussée surélevé, joue également le rôle d'espace tampon du point de vue thermique. Il existe d'autres dispositifs





**Fig. 1**  
Rue de Locht à Schaerbeek  
(photo de l'auteur).



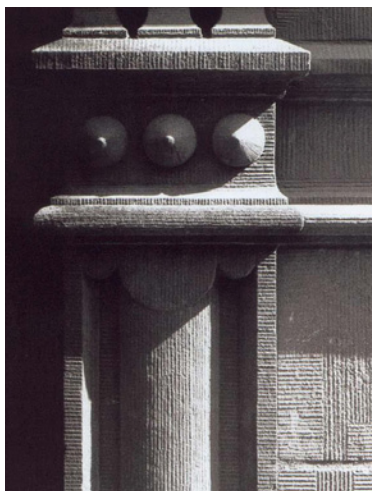
**Fig. 2**  
Rue des Pâquerettes à Schaerbeek (photo de l'auteur).



▲ fig. 3

**Fig. 3, 4 et 5**  
Éléments cueillis au hasard sur des façades de styles différents.  
fig. 3 : mouluration néoclassique réalisée dans l'enduit (photo de l'auteur) ;  
fig. 4 : le travail de la pierre dans un soubassement. La vibration de la lumière donne à lire le travail de la main et de l'outil de l'artisan – finition à la gradine, ciselure... [© G. De Keyser] ;  
fig.5 : très beau vitrail avec motif de libellule dans un châssis aux formes complexes d'époque Art nouveau (photo de l'auteur).

▼ fig. 5



▼ fig. 4



qui permettent à l'occupant d'agir pour son confort, comme les volets intérieurs ou extérieurs. Les jalousies – sorte de stores vénitiens – ont aujourd'hui disparu, mais étaient fréquentes à la fin du XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle. Les cartes postales anciennes montrent que la plupart des immeubles des boulevards du centre en étaient équipés. Les jalousies filtraient la lumière du jour, dont on se protégeait à l'époque davantage qu'aujourd'hui, et permettaient également de lutter contre les surchauffes estivales. La plupart des maisons bruxelloises de l'époque possèdent une citerne d'eau de pluie qui peut être remise en service pour alimenter la lessiveuse, les chasses d'eau... grâce à une pompe.

Un autre avantage de ce bâti ancien est la durée de vie très longue des éléments qui le composent, y compris ceux qui appartiennent au second œuvre, comme les menui-

series extérieures. On a tendance aujourd'hui à remplacer systématiquement les châssis de fenêtres anciens au nom des économies d'énergie, bien qu'ils soient souvent en assez bon état après cent ans d'usage, voire davantage. Or, la conception de ces anciennes menuiseries extérieures permet de réaliser des réparations locales comme le remplacement d'un jet d'eau ou d'une pièce d'appui (traverses inférieures du châssis). Les dalles en pierre bleue des balcons peuvent également être réparées. Des traces d'intervention sont parfois visibles : pose de bouchons de pierre pour combler un manque, agrafes métalliques qui évoquent des points de suture pour consolider une fissure... Dans un bâtiment ancien, a priori, presque tout est réparable. Ce qui définit le savoir-faire de l'artisan, c'est la continuité complète dans le métier entre la fabrication, la construction de l'élément et sa réparation. Dans

le cadre de l'approche diagnostique de la maison bruxelloise qui devrait précéder toute intervention sur le bâti, il est intéressant de s'interroger sur les campagnes de rénovation énergétiques menées dans les années 1970-1980 [fig. 6 et 7]. On remplace aujourd'hui des menuiseries extérieures posées il y a trente ou quarante ans alors que si on avait maintenu les cycles d'entretien, les éléments d'origine auraient pu être conservés. La question des déchets de construction est également prégnante puisqu'ils constituent une grande partie du volume total des déchets produits en Région bruxelloise. Les artisans du bâtiment contribuent à limiter leur volume grâce à la maîtrise des techniques de réparation et d'entretien qui permettent le maintien des éléments existants dans le bâtiment.

**Fig. 6**

Un propriétaire amoureux du patrimoine rénove sa maison. Il démonte notamment un faux plafond installé dans le hall d'entrée dans les années 1970-1980. On considérait à l'époque comme essentiel de rabaisser la hauteur des plafonds pour « chauffer moins d'air ». Or, chauffer de l'air demande peu d'énergie comparé au fait de chauffer des matériaux... Ces faux plafonds qui, de plus, ne sont pas étanches à l'air, sont inutiles d'un point de vue énergétique (© P. Brusten).



**Fig. 7**

Le constat de l'inefficacité énergétique des châssis en aluminium à simple vitrage de l'époque est identique. On considérait alors comme essentiel d'assurer l'étanchéité à l'air, mais ces châssis se révèlent aujourd'hui nettement pires du point de vue de la transmission thermique que les châssis en bois à simple vitrage qu'ils ont remplacés. Ces châssis en aluminium sont à leur tour remplacés aujourd'hui (photo de l'auteur).





## RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE ET PATRIMOINE : EXEMPLES D'INTERVENTIONS

L'exemple de l'immeuble situé rue du Rouleau, dans le quartier du Béguinage, au centre de Bruxelles, est intéressant, car il a fait l'objet d'une rénovation basse énergie au début des années 2000 (fig. 8 et 9). Il s'agit donc, à la décharge de l'auteur de projet, de l'une des premières rénovations énergétiques de ce type dans la ville. L'intérieur du bâtiment a été totalement vidé pour ne laisser subsister que les murs de façade. Nous sommes en présence d'une opération de façadisme, justifiée par la rénovation énergétique. En effet, le fait de ne conserver que les façades a permis d'assurer la continuité de l'isolation par l'intérieur sans créer de ponts thermiques au droit des planchers. Une opération de ce type ne laisse pas subsister grand-chose de la matière originale du

bâtiment et génère énormément de déchets de construction.

Au menu d'une rénovation basse énergie, on trouve presque toujours deux interventions qui ont potentiellement un impact technique et esthétique important. La première concerne l'enveloppe du bâtiment qui doit être à la fois fortement isolée thermiquement et étanche à l'air. La seconde consiste à installer une ventilation double flux avec récupération de chaleur dans des espaces intérieurs qui n'ont pas été conçus pour cela. La figure 10 illustre un projet basse-énergie dans lequel l'isolation des façades par l'intérieur pose un problème très concret : celui de la rencontre de l'isolation avec le plafond. Dans ce cas, il faut donc trouver des solutions pour restituer les moulures. Le même problème se pose pour intégrer la ventilation double flux. Lors d'une division d'immeuble, la question

est plus complexe que dans le cas d'une unifamiliale. En effet, chaque appartement est généralement équipé d'un système de ventilation indépendant. Cette installation prend de la place puisqu'il faut bien loger quelque part tous les conduits. La solution imaginée sur le chantier illustré par la figure 11 a été de poser une très grosse moulure percée de petites ouvertures circulaires devant l'une des gaines de ventilation pour l'intégrer visuellement au plafond mouluré.

Je vais m'attarder à présent sur la rénovation d'une maison particulière à Schaerbeek (fig. 12). Il s'agit d'un bâtiment néoclassique comme il en existe des milliers à Bruxelles. Ce projet est particulièrement intéressant en ce sens qu'il a su concilier une approche ambitieuse en matière de performance énergétique et un souci de conservation du patrimoine, même si des

Fig. 8 et 9

Rénovation basse énergie, rue du Rouleau à Bruxelles. Vue d'ensemble (à g.) et détail de l'isolation des murs par l'intérieur (à dr.) (photos de l'auteur).





◀ fig. 10

▲ fig. 11

**Fig. 10 et 11**

Détail de l'isolation des murs intérieurs à la rencontre du plafond (à g.); moulure perforée masquant un conduit de ventilation (à dr.) (photos de l'auteur).

compromis ont dû être consentis comme le remplacement de la totalité des châssis de fenêtre. Le standard basse-énergie (moins de 60 kWh/m<sup>2</sup>/an), a été largement atteint. À titre de comparaison, la consommation courante d'un immeuble de ce type se situe aux environs de 150 kWh/m<sup>2</sup>/an. La comptabilité énergétique tenue scrupuleusement par les propriétaires indiquait pour la première année d'occupation une consommation pour le chauffage de 42 kWh/m<sup>2</sup>/an, ce qui est assez proche de la consommation calculée au moment de l'élaboration du projet: 32 kWh/m<sup>2</sup>/an. La façade arrière ne présentait pas d'intérêt architectural particulier. Elle a donc été isolée par l'extérieur et recouverte d'un nouvel enduit. Les seuils en pierre bleue des fenêtres qui constituaient des ponts thermiques ont été remplacés par des seuils en aluminium. Une intervention du

même type n'était pas envisageable en façade à rue pour des raisons patrimoniales et urbanistiques. C'est donc l'isolation par l'intérieur qui a été retenue, bien que cette technique soit plus délicate à mettre en œuvre puisqu'elle conduit souvent à renforcer des ponts thermiques (fig. 13). Contrairement à la pratique habituelle, seule la partie inférieure des murs a été isolée, ce qui a permis de ne pas empiéter sur les moulures des plafonds avec la surépaisseur due à l'isolant. Bien que partielle, cette isolation par l'intérieur apporte un confort important puisqu'elle supprime le rayonnement froid des surfaces murales les plus proches du corps. Par ailleurs, les surfaces non isolées restent suffisamment importantes pour éviter de concentrer l'humidité éventuelle en un point précis du mur. Le risque de condensation ponctuelle au niveau de l'ancrage des planchers

dans la façade est donc réduit. Un autre aspect intéressant du projet réside dans l'encastrement des gaines de ventilation double flux dans les anciens conduits de cheminée (fig. 14). Cette intervention renoue avec la fonction première des cheminées qui jouaient aussi un rôle dans la ventilation des bâtiments. Elles étaient équipées d'appareils de chauffage individuel à l'origine et, avec le tirage de la combustion, une partie de l'air vicié des pièces était évacué par les cheminées. Autre avantage du placement des gaines de ventilation dans les conduits de cheminées: l'installation se révèle, aux dires des occupants, particulièrement silencieuse. L'intérêt de ce projet est qu'il pourrait inspirer la rénovation de nombreuses maisons bruxelloises du même type. Soulignons toutefois qu'il a été réalisé grâce à l'implication des propriétaires et qu'ils ont effectué eux-mêmes



◀ fig. 12

▲ fig. 13



▲ fig. 14

**Fig. 12, 13 et 14**

Rue Rubens 92 à Schaerbeek. Ce projet de rénovation a été primé dans le cadre de l'appel à projets Batex 2008 (photo de l'auteur). Parmi les interventions à noter : l'isolation partielle de la façade à rue à l'aide des panneaux de bois (fig. 13) et l'intégration du double flux dans les anciens conduits de cheminée (fig. 14) (© A. de Nys et S. Filleul).

**Fig. 15**

Rue des Archives 28 à Watermael-Boitsfort. Projet primé dans le cadre du concours Batex 2009 de Bruxelles Environnement (© H. Nicodème et R. Tilman).

certaines travaux longs et délicats comme l'encastrement des conduits de ventilation dans les cheminées. Ces interventions respectueuses du patrimoine n'auraient sans doute pas été financièrement possibles si elles avaient été réalisées par une entreprise.

La rénovation d'une maison bel étage à Watermael-Boitsfort (fig. 15) illustre une intervention plus radicale du point de vue énergétique et architectural. L'objectif étant d'atteindre le standard passif (moins de 15 kWh/m<sup>2</sup>/an), ce projet a nécessité une isolation très importante de l'enveloppe et, dans ce cas-ci, l'isolation de la façade à rue s'est faite par l'extérieur. Peu envisageable en général pour des raisons urbanistiques et patrimoniales, cette intervention a dans ce cas-ci été acceptée en raison de la présence de la zone de recul et du fait qu'il s'agissait d'un bâti des années 1950-1960 qui ne représente pas

un enjeu patrimonial important. Faut-il toutefois généraliser ce type d'opération étant donné que l'architecture de cette époque présente, dans certains cas, un intérêt qui reste encore en partie à explorer ?

Pour conclure ce chapitre, faisons un petit retour dans le temps en examinant un détail de la façade de la maison personnelle de l'architecte Henri Jacobs, avenue Maréchal Foch 9 à Schaerbeek, de 1899. On distingue un élément intrigant sous les appuis des fenêtres du rez-de-chaussée (fig. 16). Il s'agit d'un très beau sgraffite qui « habille » un élément d'installation technique : une bouche d'aération, ornée du monogramme de l'architecte, liée au système de ventilation et de chauffage. Cette image nous rappelle que l'introduction d'éléments techniques dans la maison bruxelloise est un phénomène qui ne date pas

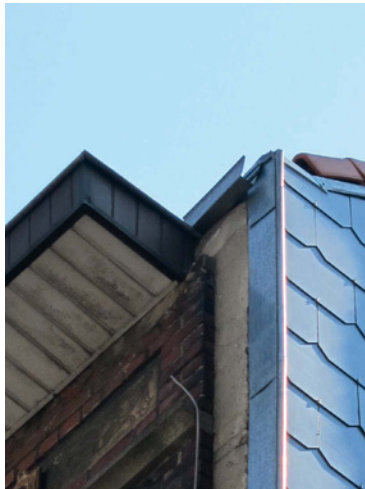




**Fig. 16**  
Bouche d'aération intégrée dans le décor d'un sgraffite (© M. Wal).



▲ fig. 17



▲ fig. 18

**Fig. 17 et 18**  
La couverture pose divers problèmes. À g. le raccord de la couverture et de la corniche est mal exécuté. À dr. le bardage est posé correctement mais il y a une erreur au niveau du profilé en zinc destiné à ramener les eaux pluviales dans la corniche. (photos de l'auteur).



**Fig. 19**  
Pose correcte du bardage, mais un espace non refermé subsiste entre la charpente et la maçonnerie derrière les conduits de cheminée ! (photo de l'auteur).

Fig. 20 et 21

Deux exemples d'isolation thermique de bow-windows : placement de portes intérieures équipées de vitrage à basse émissivité (à g.) et doublage de l'allège en vue de la pose de l'isolant (à dr.) (photos de l'auteur).



▲ fig. 20



▲ fig. 21

d'aujourd'hui. Vincent Heymans présente dans son livre *Les dimensions de l'ordinaire*, l'histoire de la maison bruxelloise d'un point de vue patrimonial mais retrace aussi l'introduction progressive des techniques. Il montre les réticences que l'arrivée de chacune d'elles générerait : l'eau courante, le gaz, le chauffage central, l'électricité, les salles de bain... Par exemple, au XIX<sup>e</sup> siècle, prendre un bain était considéré comme dangereux et nécessitait de s'entourer de certaines précautions... Chacune de ces étapes a nécessité d'adapter le bâti. Le rôle de l'architecte a été, et reste encore aujourd'hui, de donner une forme architecturale à ces techniques nouvelles, qui ne sont pas en elles-mêmes problématiques.

## NOUVEAUX DÉFIS POUR LES ARTISANS DU BÂTIMENT

L'introduction de ces nouvelles techniques place les artisans face à des questions inédites. Les couvreurs, par exemple, ont été confrontés à une transformation en profondeur du métier induite par les exigences en matière d'isolation thermique. En effet, l'isolation d'une

toiture est composée de différentes couches qu'il faut arriver à manipuler, à gérer. Une isolation à l'intérieur du volume de toiture existant, c'est-à-dire entre chevrons et avec un éventuel doublage de ceux-ci, ne pose pas trop de problèmes au couvreur, car les détails techniques de la couverture proprement dite ne sont pas modifiés. Dans de nombreux cas cependant – hauteur sous toit insuffisante, finitions existantes que l'on veut conserver – il n'est pas possible d'isoler par l'intérieur. La solution proposée dans ce cas est celle de la toiture sarking qui consiste à placer l'isolation au-dessus des chevrons, ce qui entraîne une surélévation de la couverture. Cette technique implique de repenser tous les détails d'étanchéité et en particulier la liaison entre la couverture et le chéneau de la corniche (fig. 17 à 19). L'intégration de panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, les bardages isolés, etc., toutes ces techniques récentes questionnent elles aussi ce métier.

Concernant les menuiseries extérieures : on est toujours sur un fil... Est-ce qu'on remplace ?

Est-ce qu'on améliore l'existant ? Différentes techniques permettent en tout cas de renforcer la performance des menuiseries extérieures tout en les conservant. La pose d'un double châssis – côté intérieur – est une solution performante d'un point de vue thermique et acoustique. Il est possible aussi d'isoler un bow-window en posant des portes intérieures qui créent un espace tampon. Celui-ci coupe le froid en hiver et évite les surchauffes en été. L'isolation thermique de l'allège est aussi à envisager (fig. 20 et 21). Mais tout cela nécessite un apprentissage, l'acquisition de nouvelles compétences, car un menuisier n'est pas forcément formé aux techniques d'isolation thermique.

L'insertion d'un double vitrage dans un châssis existant est souvent réalisée en utilisant une technique d'élargissement de la feuillure à vitrage. La largeur de celle-ci, après fraisage, conditionne la performance du vitrage qui sera posé. En effet, la valeur U, ou coefficient de transmission thermique du vitrage, est liée à l'épaisseur de la lame d'air ou de gaz qui sépare les deux vitres. À titre d'exemple,

pour obtenir une valeur U de 1,1 W/m<sup>2</sup>.K, il faut que l'intercalaire du double vitrage ait 15 ou 16 mm d'épaisseur. Vu les sections des profilés des anciens châssis en bois, il n'est pas toujours possible de poser des verres aussi épais. On optera donc souvent pour des doubles vitrages avec intercalaires de 12, voire de 9 mm. Une autre technique est la pose de simple vitrage avec couche à basse émissivité. Il s'agit d'un verre feuilleté pourvu d'une couche à basse émissivité qui diminue le coefficient de transmission thermique de ce simple vitrage jusqu'à une valeur U d'environ 3,2 W/m<sup>2</sup>.K. Pour rappel, un simple vitrage normal possède une valeur U de 5,8 W/m<sup>2</sup>.K. C'est donc une amélioration substantielle même si elle n'est pas comparable à la performance d'un double vitrage d'aujourd'hui. Dans le cas d'immeubles à valeur patrimoniale, ce type de vitrage est intéressant, en particulier quand il s'agit de remplacer des verres dans des châssis à petit-bois. Cela permet d'éviter la pose de double vitrage avec faux petits-bois collés. Ces vitrages existent dans une version avec verre étiré ou verre soufflé, pour la face extérieure.

La performance thermique des portes d'entrée peut être renforcée par la pose de joints. Dans le cas des portes, ce seront plutôt des joints collés tandis que pour les châssis, la meilleure solution est la pose de joints dans une rainure réalisée à la défonceuse. Dans le cas d'une porte, ce n'est pas conseillé, car le dormant pourrait être affaibli. On peut aussi placer un joint à guillotine, ou joint Kaltefeind, dans le bas de la porte, de manière à améliorer sa performance. Évidemment, on ne peut jamais amener une porte ancienne au niveau de performance d'une porte neuve, mais on peut l'améliorer fortement.

Les artisans sont confrontés à des limites en termes d'amélioration de la performance thermique et je pense qu'il faut s'interroger sur ces limites. Le souhait de pérenniser les métiers qui permettent d'entretenir et de conserver les éléments existants risque de conduire à une impasse. Il faut être conscient, en effet, qu'à force d'inciter à des performances très élevées, on arrive à un point où le seul choix possible est le remplacement, notamment en matière de menuiseries extérieures. Un examen rapide des projets Batex montre, à quelques remarquables exceptions près, que le remplacement des châssis est presque une constante. Il faut donc s'interroger sur le niveau que l'on souhaite atteindre. Dans le cadre de la réflexion en cours sur la réorientation du système de primes à la rénovation et à l'énergie, il serait peut-être bon d'envisager une progressivité plus grande dans les seuils. Si l'on parle, par exemple, de la pose de double vitrage dans le châssis existant, la valeur U maximale exigée pour la prime énergie est de 1,2 W/m<sup>2</sup>.K. (cette exigence n'est pas de mise pour la prime à la rénovation). Dans pas mal de cas, on n'atteindra pas cette performance et le particulier pourrait être découragé. Il optera pour la «solution de facilité» et remplacera tout. En ce qui concerne le simple vitrage peu émissif, il est d'emblée exclu puisque sa valeur U est de 3,2 W/m<sup>2</sup>.K. La double fenêtre est subsidiée en prime énergie; en revanche elle n'est pas éligible pour une prime à la rénovation. Pourquoi ne pas l'envisager? Dans le cas de l'isolation des murs, les primes poussent également à des performances élevées qui mettent hors-jeu les enduits isolants appliqués dans un but de correction thermique évoqués par Julien Bigorgne, de l'Apur (pp. 26-34).

## FORMATION DES PROFESSIONNELS ET INFORMATION DU PARTICULIER

Depuis plusieurs années, de nombreuses formations sur le thème de la rénovation durable sont proposées aux professionnels par des acteurs tels que Bruxelles Environnement, le Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) ou encore le Centre de référence Construction (CDR). Parmi ces multiples initiatives, je souhaite mettre en exergue le «Parcours technique interactif sur les châssis de fenêtre» organisé par le CDR et 21 Solutions. Il s'agit d'une formation qui va à la rencontre à la fois des exigences en matière de performance énergétique et des contraintes en matière de patrimoine. Elle comprend des visites sur site, une approche du diagnostic et incite à une réflexion très ouverte sur l'éventail des solutions techniques, en fonction des scénarii de rénovation énergétique choisis.

Le rôle du guichet d'information du Centre Urbain, situé aux Halles Saint-Géry, est d'informer les particuliers sur tous les aspects de la rénovation de logement. Nous n'assumons pas seuls ce travail, bien sûr. Il y a également les associations du réseau Habitat et d'autres acteurs. Nous existons depuis 25 ans et notre spécificité est la transversalité. Nous abordons le logement sous l'angle de différentes thématiques – énergie, pathologies du bâtiment, patrimoine, acoustique, urbanisme – en établissant des ponts entre toutes ces contraintes, qui sont parfois contradictoires, et au milieu desquelles il est souvent difficile de s'y retrouver pour un particulier. Il faut souligner le fait qu'une grande partie des tra-



**Fig. 22**  
Atelier pratique organisé par le Centre Urbain sur le thème de l'entretien des menuiseries extérieures (photo de l'auteur).

vaux de rénovation, notamment ceux qui visent l'amélioration de la performance énergétique, se font sans architecte. Au-delà de la formation des artisans, l'information des particuliers est donc essentielle pour leur permettre d'échanger avec leurs entrepreneurs. On peut inciter le maître d'ouvrage à faire appel à un architecte, ce que nous faisons régulièrement, mais le constat est là : beaucoup de travaux se font sans eux. Cette situation est problématique pour les travaux liés à l'énergie puisque ces rénovations se déroulent par phase, en fonction des moyens disponibles. Or, souvent, il n'y a pas de vue à long terme sur l'évolution du bâtiment. Le problème classique, évoqué tout à l'heure par Sandrine Herinckx du CSTC (pp. 102-106), est le remplacement des châssis sans réflexion sur la nécessité de la ventilation. Ces travaux

ne requièrent pas forcément de permis d'urbanisme et donc la réglementation PEB – qui contient des obligations en matière de ventilation – ne s'applique pas non plus. Ainsi, ces travaux échappent souvent à tout contrôle. Le travail d'information et de sensibilisation est donc essentiel.

Nous mettons aussi à disposition des particuliers le Répertoire des métiers du patrimoine, qui les oriente vers des entreprises ou des artisans capables d'intervenir dans l'optique du maintien et de la réparation de l'existant. Nous organisons aussi des ateliers pratiques pour les particuliers (fig. 22). Ils sont axés sur les gestes d'entretien et décrivent en même temps les interventions qui nécessitent un recours aux professionnels. Ils sont animés par des artisans.



## BIBLIOGRAPHIE

BERTRAND, J., *Le Châssis de fenêtre en bois – Concilier Patrimoine et confort*, Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale, Bruxelles, 2008.

BERTRAND, J., « Une maison bruxelloise au banc d'essai », in *Les Nouvelles du Patrimoine*, Bruxelles, janvier, février, mars 2013, pp. 30-31.

HENNAUT, E., et DEMANET, M., *Bois et métal dans les façades à Bruxelles*, Fondation Roi Baudouin, Archives d'architecture moderne, Bruxelles, 1997.

HEYMANS, V., *Les dimensions de l'ordinaire : La maison particulière à Bruxelles, fin XIX<sup>e</sup> – début XX<sup>e</sup> siècle*. L'Harmattan, Paris, 1998.

SENNETT, R., *Ce que sait la main. La culture de l'artisanat*, traduit de l'américain par P.-E. Dauzat, Albin Michel, Paris, 2010.

## LIENS ET SITES INTERNET :

Bâtiments exemplaires : <http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/sinspirer-des-batiments-exemplaires/vous-cherchez-un-projet-batex>

Bruxelles Environnement : Guide des déchets de construction et de démolition, 3<sup>e</sup> édition (IBGE, 2009) [http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Guide\\_Dejets\\_construction\\_FR.PDF](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Guide_Dejets_construction_FR.PDF)

Bruxelles Environnement : Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments : [http://app.bruxellesenvironnement.be/guide\\_batiment\\_durable](http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable)

Centre urbain : [www.curbain.be](http://www.curbain.be) ; [www.patrimoine-metiers.be](http://www.patrimoine-metiers.be)

Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale : [www.patrimoine.brussels](http://www.patrimoine.brussels)

## Sustainable renovation of a Brussels house: a challenge for building tradesmen

Brussels' 19th and early 20th century residential buildings constitute a valuable heritage asset due to the consistency of the urban blocks that they form as well as the exceptional quality of their architectural detail. They bear the marks of artisanal crafts, which were undergoing a veritable renaissance at this time in spite of industrialisation. Apart from enhancing energy efficiency, the objective of any renovation project on a Brussels house is to make the most of its features in terms of sustainability: flexibility and adaptability of the design, use of traditional materials, construction principles that prioritise retention, repair and re-use, etc.

The majority of housing renovations are carried out without the involvement of an architect, with the quality of the work therefore depending, primarily, on the awareness and knowledge of the client and the training of the building tradesmen.

## Duurzame renovatie van de Brusselse woningen: een uitdaging voor de bouwambachten

Brusselse woningen uit de 19<sup>de</sup> eeuw en het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw vormen een waardevol erfgoed, zowel wegens de coherentie die ze verlenen aan het straatbeeld als omwille van de uitzonderlijke kwaliteit van de individuele gevel. Dit heeft veel te maken met de heropleving van de bouwambachten in die periode en dit ondanks de industrialisatie. Bij de renovatie van deze Brusselse woningen zouden naast het verbeteren van de energieprestaties hun eigen troeven op het vlak van duurzaamheid moeten aangewend worden: flexibiliteit en evolutiemogelijkheden van het plan, gebruik van traditionele materialen, bouwprincipes afgestemd op onderhoud, herstellingen, hergebruik...

De meeste woningrenovaties worden uitgevoerd zonder de tussenkomst van een architect; de kwaliteit van deze werken hangt dus in de eerste plaats af van de sensibilisering en de voorlichting van de bouwheren en de opleiding van de ambachtsslui uit de bouwsector.





## CONCLUSION

Cette journée a été riche d'enseignements et témoigne bien de la nécessité, après une période d'expérimentations et d'innovations, de prendre le temps de l'évaluation et de la réflexion en vue d'une éventuelle réorientation des priorités, comme le prévoit d'ailleurs l'accord de Gouvernement.

La problématique des normes appliquées au bâti existant a largement été abordée. Le premier constat à faire est certainement celui des écarts importants entre les consommations théoriques résultant des modèles et les consommations réelles des bâtiments. Nous partageons ce constat avec d'autres villes d'Europe. Il est donc nécessaire de travailler à affiner les modèles pour tenir davantage compte d'une part de la diversité des constructions et de l'environnement dans lequel elles s'inscrivent et, d'autre part, des modes d'occupation des bâtiments, des logements. Cet aspect de la sociologie du bâtiment est essentiel. Avoir une science fine de ces données, les consommations réelles étant parfois inférieures de moitié aux résultats théoriques, permettra d'ajuster les interventions de rénovations et le coût des investissements. Nous devons viser un équilibre entre les résultats escomptés et les moyens à mettre en œuvre pour arriver à des temps de retour intéressants.

La première étape de ce processus est la mise en place d'un monitoring des interventions sur les bâtiments de manière à connaître et évaluer les données. Il est important que nous sortions des positions un peu tranchées d'opposition pour pouvoir discuter sur des bases réelles, suffisamment documentées et informées. Ce monitoring devrait comprendre les consommations avant et après interventions et donner l'occasion de la mise en place d'un protocole de collecte des données. Ne partant pas de rien, cette collecte doit intégrer les données des audits déjà réalisés. Actuellement, ces données restent dans les dossiers des pouvoirs publics qui les pilotent ou dans ceux des sociétés privées qui les réalisent et bien qu'elles existent en nombre, elles ne sont pas forcément connues, pas forcément compatibles et donc peu

comparables. Mutualiser l'ensemble de ces éléments dans une base de données commune en faciliterait l'accès et permettrait les analyses comparatives.

La priorité absolue est de généraliser un niveau de base de rénovation et d'isolation du parc immobilier. Les premiers investissements, comme cela a aussi été démontré dans une série de cas, sont les plus rentables, tandis que ceux nécessaires pour atteindre les derniers kWh et satisfaire aux exigences normatives sont les plus chers. En somme, il s'agit d'intervenir sur un plus grand nombre de bâtiments avec une visée d'économie à l'échelle régionale en intervenant moins lourdement de manière systématique. L'importance d'une approche globale n'est plus à démontrer, et ce tant au niveau de la ville, des quartiers que de la préservation des qualités urbanistiques et architecturales du bâti ancien. Je crois qu'en ce sens, nous avons déjà fait du chemin, notamment en ce qui concerne la protection des intérieurs d'îlots qui est de mise depuis l'instauration du plan de secteur en 1979.

La question de l'énergie grise a également été soulevée aujourd'hui : le bilan global des interventions doit intégrer l'énergie grise déployée lors de la mise en œuvre des techniques et matériaux utilisés dans les rénovations. Bien que ce soit une question difficile à aborder concrètement, nous ne pouvons pas ignorer cette réflexion.

Tout cela plaide pour une collaboration accrue entre différents partenaires institutionnels, au premier chef desquels Bruxelles Environnement et Bruxelles Développement urbain, avec le secteur de la construction, les acteurs du développement urbain, publics ou privés, et bien entendu tous les partenaires plus scientifiques comme le CSTC et les différentes universités, qui ont chacune des programmes de travail sur ces questions de performances énergétiques et d'adaptation du bâti existant. Des collaborations accrues dans un futur proche entre Bruxelles Environnement et Bruxelles Développement urbain sont reprises dans l'accord de Gouvernement. Je pense notamment à

la gestion des permis mixtes, permis d'environnement/permis d'urbanisme, à la simplification du système des primes avec un régime intégrant les primes à la rénovation aux primes énergie, à la simplification des rapports et études d'incidences, ... Un ensemble de sujets qui doivent être réévalués pour que la Région puisse répondre aux enjeux essentiels d'aujourd'hui : la croissance démographique, la nécessité de la mise à disposition de logements en nombre suffisant, les enjeux climatiques et la réduction des gaz à effet de serre...

Pour conclure, je remercie les organisateurs et en premier lieu la Direction des Monuments et des Sites qui a porté ce projet. Je remercie également les orateurs pour la qualité et la richesse de leurs interventions. Cette journée d'études est une étape importante dans la poursuite de l'objectif annoncé de concilier la performance énergétique et la préservation, non seulement du patrimoine exceptionnel, mais du patrimoine commun, constitué du tissu urbain ancien.

**Benoît Périlleux**

*Directeur-Chef de service*

*Bruxelles Développement urbain*

## CONCLUSIE

Vandaag was een bijzonder leerrijke studiedag die de noodzaak heeft aangetoond om, na een periode van experimenten en vernieuwingen, de tijd te nemen voor evaluatie en reflectie met het oog op een eventuele herschikking van de prioriteiten, zoals het regeerakkoord trouwens voorschrijft.

De problematiek van de normen die voor de bestaande bebouwing gelden, is vandaag ruimschoots aan bod gekomen. Een eerste constatering is dat er grote verschillen bestaan tussen het theoretische verbruik op basis van de modellen en het reële verbruik van de gebouwen. Deze constatering geldt overigens ook voor andere Europese steden. We zullen de modellen dus moeten verfijnen zodat ze rekening houden, enerzijds met de verscheidenheid van constructies en hun omgeving, en anderzijds met de wijze waarop van de gebouwen en woningen gebruik wordt gemaakt. Deze sociologie van het gebouw is essentieel. Op basis van bijgewerkte gegevens – het reële verbruik ligt soms de helft lager dan de theoretische resultaten – kunnen we de renovatieprojecten aanpassen en de kostprijzen van de investeringen drukken. We moeten mikken op een evenwicht tussen de verwachte resultaten en de middelen die nodig zijn om tot redelijke terugverdientijden te komen.

De eerste etappe in dit proces is de monitoring van de interventies op gebouwen, zodat we de gegevens kennen en ze kunnen evalueren. De discussies moeten kunnen steunen op een reële en voldoende gedocumenteerde en geïnformeerde basis. Deze monitoring moet het verbruik vóór en na de interventies omvatten en het mogelijk maken een protocol voor het verzamelen van gegevens in te voeren. Deze gegevensverzameling zal niet vanaf nul vertrekken en moet ook de data van de al verrichte audits omvatten. Deze data zitten thans in de dossiers van de overheden die de audits aansturen of van de private maatschappijen die ze uitvoeren. Hoewel ze talrijk zijn, zijn ze weinig bekend, niet compatibel en dus moeilijk te vergelijken. Door al deze elementen in een gemeenschappelijke gegevensbank te integreren, zou het makkelijker

moeten worden om vergelijkende analyses te maken. De absolute prioriteit is de veralgemening van een basisniveau voor de renovatie en de isolatie van het vastgoedpark. Zoals in een aantal gevallen concreet is aangetoond, zijn de eerste investeringen de rendabelste, terwijl degene die nodig zijn om volledig aan de norm kWh te voldoen die de duurste zijn. Uiteindelijk moeten we ingrijpen op een zo groot mogelijk aantal gebouwen met een economische doelstelling op regionale schaal en minder systematisch zware interventies uitvoeren. Iedereen is het eens over het belang van een globale benadering, zowel op het niveau van de stad en de wijken als op dat van het behoud van de stedenbouwkundige en architecturale kwaliteiten van de oude bebouwing. Ik denk dat we in die zin al een mooi parcours hebben afgelegd, met name wat betreft de bescherming van de binnenterreinen van huizenblokken die sinds de invoering van het gewestplan in 1979 van kracht is.

Ook het vraagstuk van de grijze energie is vandaag aan bod gekomen: de algemene balans van de interventies op gebouwen moet rekening houden met de grijze energie die wordt aangewend om de renovatietechnieken en -materialen toe te passen. Hoewel het moeilijk is dit vraagstuk concreet aan te pakken, mogen we de discussie hierover niet uit de weg gaan.

Dit alles pleit voor een nauwere samenwerking tussen verschillende institutionele partners, in eerste instantie die van Leefmilieu Brussel en Brussel Stedelijke Ontwikkeling, met de bouwsector, de publieke of private actoren van de stedelijke ontwikkeling, en uiteraard met alle wetenschappelijke partners, zoals het WTCB en de verschillende universiteiten, die elk een werkprogramma hebben rond vraagstukken inzake energieprestaties en de aanpassing van de bestaande bebouwing. Een nauwere samenwerking in de nabije toekomst tussen Leefmilieu Brussel en Brussel Stedelijke Ontwikkeling is in het regeerakkoord opgenomen. Ik denk daarbij onder meer aan het beheer van gemengde vergunningen, milieuvergunningen/stedenbouwkundige vergunningen, aan de vereenvou-

diging van het premiestelsel, met een regime waarin renovatiepremies in de energiepremies worden opgenomen, aan de vereenvoudiging van de milieueffectenrapporten en -studies, ... Allemaal onderwerpen die we opnieuw zullen moeten onderzoeken, zodat het Gewest de essentiële uitdagingen van vandaag kan aangaan: de bevolkingsgroei, de behoefte aan voldoende woningen, de klimaatvraagstukken en de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen...

Om te eindigen wil ik de organisatoren bedanken, en in de eerste plaats de Directie Monumenten en Landschappen, die aan de basis van dit project ligt. Mijn dank gaat tevens uit naar alle sprekers voor de kwaliteit en de inhoudelijke rijkdom van hun bijdragen. Deze studiedag is een belangrijke stap op weg naar onze beoogde doelstelling, namelijk het verzoenen van de energieprestaties met het behoud, niet alleen van het bijzondere erfgoed maar ook van het gewone erfgoed dat door het oude stedelijke weefsel wordt gevormd.

**Benoît Périlleux**

*Directeur Diensthofd*

*Brussel Stedelijke Ontwikkeling*



---

## COLOPHON / COLOFON

Coordination générale / Algemene coördinatie  
Anne-Sophie Walazyc

Auteurs

Jérôme Bertrand, Julien Bigorgne, Julien Borderon, Vincent Degruene, Jonathan Fronhoffs, Michael Govaert, Roald Hayen, Emmanuel Hecquet, Sandrine Heirinckx, Charlotte Nys, Guido Stegen, Manja Vanhaelen

Préfaces et conclusion /  
Voorwoorden en conclusie

Benoît Périlleux, Arlette Verkruyssen,  
Bety Waknine

Transcription des textes oraux / Transcriptie  
van de mondelinge teksten  
FADE IN sprl

Relectures en français / Herlezing Frans  
Stéphane Demeter, Murielle Lesecque,  
Anne Marsalaix, Brigitte Vander Bruggen

Relectures en néerlandais /  
Herlezing Nederlands

Jean-Marc Basyn, Emmanuel de Sart,  
Paula Dumont, Linda Evens, Suzanne Gillijns,  
Harry Lelievre, Koen Raeymaekers

Traductions / Vertalingen

Erik Tack  
DATA TRANSLATIONS INT.  
Gitracom

Graphisme / Grafische vormgeving  
The Crew Communication

Version numérique / Digitale versie  
Newpress

Éditeur responsable / Verantwoordelijke  
uitgever

Arlette Verkruyssen, Directeur général de  
Bruxelles Développement urbain / Service  
public régional de Bruxelles  
CCN - rue du Progrès 80, 1035 Bruxelles.

Les textes ont été transcrits à partir des  
communications orales des orateurs le  
11 décembre 2014. Les articles sont publiés  
sous la responsabilité de leurs auteurs.  
Tout droit de reproduction, traduction et  
adaptation réservé.

Arlette Verkruyssen, Directeur-generaal  
Brussel Stedelijke Ontwikkeling / Gewestelijke  
Overheidsdienst Brussel  
CCN - Vooruitgangstraat 80, 1035 Brussel.

De teksten zijn een transcriptie van de  
mondelinge voordrachten van de sprekers  
op 11 december 2014. De artikelen worden  
gepubliceerd onder de verantwoordelijkheid  
van hun auteurs. Alle rechten voorbehouden.

Contact

Direction des Monuments et des Sites  
Cellule Sensibilisation  
CCN - rue du Progrès 80, 1035 Bruxelles  
[www.patrimoine.brussels](http://www.patrimoine.brussels)

Directie Monumenten en Landschappen  
Cel Sensibilisering  
CCN - Vooruitgangstraat 80, 1035 Brussel  
[www.erfgoed.brussels](http://www.erfgoed.brussels)

Crédits photographiques /

Fotoverantwoording

Malgré tout le soin apporté à la recherche des ayants droit, les éventuels bénéficiaires n'ayant pas été contactés sont priés de se manifester auprès de la Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale.

Ondanks onze inspanningen om alle rechthebbenden op te sporen, wordt de eventuele begunstigden waarmee geen contact is opgenomen, verzocht zich kenbaar te maken bij de Directie Monumenten en Landschappen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

.....  
Dépôt légal / Wettelijk depot

D/2015/6860/024. Première édition / Eerste uitgave.

.....  
Photo de couverture / Omslagfoto

Ch. Bastin & J. Evrard, 2008 © SPRB

Photo du Logis - Floréal du sommaire / Foto van

Le Logis - Floréal in de inhoudsopgave

A. de Ville de Goyet © SPRB

Les actes du colloque sont disponibles en ligne en anglais sous le titre / De handelingen van het colloquium zijn online in het Engels beschikbaar met als titel: "The energy future of existing buildings in Brussels: between preservation and performance".