

Bruxelles Patrimoines

38

Printemps 2025

U



urban.brussels

Dossier
FOCUS
1939-99



Patrimoine en transition

Stratégies de rénovation innovantes du WVDM Living Lab

STEPHANIE VAN DE VOORDE, STIJN ELSSEN, WALDO GALLE, INE WOUTERS
DÉPARTEMENT ARCHITECTURAL ENIGINEERING, VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL
EN COLLAB. AVEC LIEVEN DE GROOTE ET ANA CASTILLO

MAKER ARCHITECTEN

CHARLOTTE NYS ET ERIK HENDRICKX

ORIGIN ARCHITECTURE & ENGINEERING

TANIA DE SCHEPPER ET IWEIN BAEYENS

DIENST INFRASTRUCTUUR EN PATRIMONIUM, VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

ET TOUS LES AUTRES PARTENAIRES ET COLLABORATEURS DU PROJET

NDLR

Comment s'occuper aujourd'hui de bâtiments qui ont à peine 50 ans et qui doivent être rénovés d'urgence? Et comment concilier des exigences parfois contradictoires, par exemple sur le plan de la valeur patrimoniale et des performances énergétiques? Les anciennes résidences étudiantes du campus de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) à Ixelles, conçues par Willy Van Der Meeren (FIG. 1A, 1B), étaient l'endroit idéal pour étudier la relation entre la conservation du patrimoine et les exigences modernes en matière de durabilité, d'efficacité énergétique et de faisabilité économique. Dans le WVDM Living Lab, un projet de recherche et de construction lancé en 2017 et en voie d'achèvement, différentes stratégies de rénovation ont été développées, comparées et validées. Le projet offre une analyse approfondie et holistique et montre comment le patrimoine ne doit pas seulement être considéré comme un héritage du passé, mais qu'il peut également contribuer activement au développement durable de notre société.

←
Rénovation des anciens logements étudiants sur
le campus de la Vrije Universiteit Brussel à Ixelles,
conçus par Willy Van Der Meeren en 1971-1973
(© MAKER architecten, 2024).



FIG. 1A et 1B
Les anciens logements étudiants sur le campus de la Vrije Universiteit Brussel à Ixelles, conçus par Willy Van Der Meeren en 1971-1973 : il y a une dizaine d'années, la dernière génération d'étudiants a déménagé dans un nouveau complexe de logements en bordure du campus. Depuis lors, plusieurs projets de rénovation ont été mis en place, y compris le Circular Retrofit Lab et le WVDM Living Lab dans les blocs jaunes (Corentin Haubruge, 2019 © ORIGIN Architecture & Engineering).



C ONTEXTE HISTORIQUE ET ARCHITECTURAL

Peu après la fondation de la Vrije Universiteit Brussel (VUB), dans le contexte des bouleversements sociaux consécutifs aux manifestations de Mai 68, Willy Van Der Meeren a apporté une contribution pionnière à l'architecture moderne en concevant des logements étudiants (FIG. 2). L'expression architecturale de ces logements est directement liée à leur logique constructive. Van Der Meeren a utilisé des modules tridimensionnels, préfabriqués en béton selon le système de construction Variel breveté par l'architecte et entrepreneur suisse Fritz Stucky (FIG. 3). Ce système a non seulement permis de construire rapidement et de réduire les coûts, mais il incarne également

l'engagement de Van Der Meeren en faveur de l'industrialisation et de la construction modulaire : il s'agit de construire de manière fonctionnelle et économiquement viable, mais aussi de commencer à développer une valeur ajoutée architecturale. En changeant, empilant et combinant librement les modules préfabriqués, un ensemble vivant a été créé, que Van Der Meeren a utilisé pour réfuter les idées préconçues qui prévalaient à l'égard de la préfabrication (FIG. 4). En appliquant la couleur, il a apporté une distinction visuelle et une identité esthétique supplémentaires (FIG. 5). Les détails structurels des résidences étudiantes démontrent la maîtrise de Van Der Meeren en matière de technique de construction et de matérialité. Quant à l'aménagement des unités d'habitation, les intérieurs compacts mais efficacement organisés



FIG. 2
Le campus de la VUB en construction avec, au centre, les logements étudiants conçus par Van Der Meeren et, à l'arrière-plan, le bâtiment elliptique du rectorat conçu par Renaat Braem (Jean Laurent, 1975 © Centrum voor Academische en Vrijzinnige Archieven CAVA, VUB).



FIG. 3
Le système Variel, développé par l'architecte et entrepreneur suisse Fritz Stucky, consiste en des modules préfabriqués en béton qui peuvent être finis et meublés à l'usine avant d'être transportés sur le site (© brochure commerciale de Variel, s.d., archives personnelles P. D.).



FIG. 4
Les modules Variel étaient préfabriqués dans une usine à Montsoult (France), avant d'être transportés vers le chantier d'Ixelles (© s.n., Archief Technische Dienst VUB, 1973).



FIG. 5
Les logements étudiants étaient revêtus de panneaux de façade de différentes couleurs : jaune, rouge, bleu, gris et – lors d’une extension à la fin des années 1970 – vert (© VUB Architectural Engineering, 2016).

montrent comment il a maximisé l’habitabilité et le confort dans un espace limité, par exemple en intégrant des meubles et des espaces de rangement.

Après près d’un demi-siècle d’occupation par plusieurs générations d’étudiantes et étudiants, les logements présentaient toutefois des signes d’usure indéniables. Autrefois synonymes d’innovation et de fonctionnalité, en 2015, les modules étaient complètement usés. Avec la réalisation d’un nouveau complexe de logements étudiants en bordure du campus, les bâtiments originaux de Van Der Meeren ont perdu leur fonction initiale et leur avenir a été remis en question. Un nombre limité d’entre eux ont ainsi été démolis pour faire place à la piscine rénovée (FIG. 6). Cependant, la majeure partie du village étudiant de Van Der Meeren a été conservée. En effet, l’université connaissant une croissance remarquable et constante, la demande d’espace de la part des différents acteurs de la communauté universitaire a augmenté de manière significative; les bâtiments ont alors été attribués à différents départements et services. L’un des premiers projets à s’installer dans les anciennes maisons d’étudiants, en 2016, est le Circular Retrofit Lab, un projet pionnier dans le domaine de la rénova-

tion durable et circulaire (FIG. 7). En 2017, et littéralement juste à côté, a été lancé le WVDM Living Lab, une initiative axée sur la cocréation de stratégies de rénovation durable, respectant la valeur patrimoniale des bâtiments et l’ambition de préserver, de récupérer et de réutiliser davantage de matériaux¹. Cette valeur patrimoniale ne réside pas seulement dans l’innovation architecturale ou l’attrait esthétique des logements étudiants, mais aussi dans leur pertinence historique, sociale, culturelle et matérielle. Conçus à une époque de changement sociétal, ils symbolisent une période où l’accessibilité de l’enseignement supérieur à un public plus large était considérée comme essentielle. En outre, les logements étudiants ne témoignent pas seulement de l’ingéniosité de Van Der Meeren en matière de construction: ils sont également représentatifs de l’évolution de la préfabrication, des matériaux innovants et de la construction modulaire de l’époque, et démontrent comment un système de construction international a été intégré à la culture locale de la construction². Aujourd’hui, toutefois, la nécessité d’adapter ces bâtiments emblématiques – inscrits à l’inventaire du patrimoine architectural, mais non protégés en tant que monuments – aux normes contemporaines de durabilité, de confort et d’efficacité énergé-

1. La demande de projet ‘Sustainable renovation strategies for post-war heritage in Brussels: the VUB student residences of Willy Van Der Meeren as a Living Lab’ a été soumise à Innoviris en 2017 par Ine Wouters, Stephanie Van de Voorde, Waldo Galle et Niels De Temmerman (pour plus d’informations, rendez-vous sur <https://www.vub.be/arch/project/livinglab>). Outre les auteurs et autrices, Stijn Elsen et Jeroen Poppe, de VUB Architectural Engineering ont également été étroitement impliqués dans le suivi du projet. Voir également GALLE, W., et al., « WVDM Living Lab: Sustainable renovation strategies for the VUB student residences of Willy Van Der Meeren », *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1122, n° 1, 2022, pp. 1-8.

2. Voir entre autres à ce sujet VAN DE VOORDE, S., WOUTERS, I. et BERTELS, I., *Post-war housing in Brussels: Student homes by Willy Van Der Meeren on the VUB campus in Elsene 1971-1973*, Vrije Universiteit Brussel, Bruxelles, 2016; VAN DE VOORDE, S. et WOUTERS, I., « Le chantier déménagement. Construction en préfabriqué au XX^e siècle », *Bruxelles Patrimoines*, n° 25, 2017, pp. 22-27.



FIG. 6
En 2016, certains modules ont été démolis pour faire place à l'agrandissement de la piscine de la VUB (© VUB Architectural Engineering, 2016).



FIG. 7
Le Circular Retrofit Lab (à droite), qui a été mis en place en face du WVDM Living Lab (à gauche), est un projet pionnier dans le domaine de la rénovation durable et circulaire (Corentin Haubruge, 2019 © ORIGIN Architecture & Engineering).

tique pose des défis importants. La rénovation exige un équilibre délicat entre la préservation des éléments originaux et la mise en œuvre des modernisations nécessaires, dans un climat économiquement difficile où les prix de l'énergie et des matériaux sont élevés.

AMBITIONS

Le WVDM Living Lab vise à développer des stratégies de rénovation innovantes qui prennent en compte quatre aspects: l'énergie, le patrimoine, la durabilité et l'économie. Convaincu que dans un projet de rénovation innovant et bien pensé, ces quatre aspects ne peuvent être considérés isolément mais, contrairement à ce que l'on pense parfois, sont compatibles, voire

se renforcent mutuellement, le laboratoire a pour ambition d'identifier et de démontrer les synergies qui existent entre eux. Par exemple, l'accent mis sur le patrimoine et la durabilité peut se traduire par une conception où la «réversibilité» est centrale: les interventions proposées sont facilement désassemblées, laissant le patrimoine intact et la réutilisation future des matériaux minimisant l'impact sur l'environnement. Plusieurs stratégies de rénovation différentes ont été développées au sein du WVDM Living Lab, chacune partant (au moins) de deux des quatre aspects mentionnés ci-dessus, pour ensuite étudier leurs conditions et leur plus-value synergique. Une telle approche intégrée, axée sur le développement, l'analyse et la comparaison de stratégies de rénovation alternatives, contraste fortement avec la pra-

tique contemporaine où, souvent par manque de ressources et de temps, il n'est guère possible d'évaluer correctement la corrélation et l'impact des décisions de conception en termes de patrimoine, d'énergie, de durabilité et d'économie. L'accent a également été mis sur l'évolutivité, afin que les connaissances puissent être appliquées de manière plus large. En effet, plusieurs milliers de logements ont été construits dans la Région de Bruxelles-Capitale après la guerre, avec un pic de plus de 7.000 nouveaux logements par an à la fin des années 1960³. Comme les résidences étudiants de Van Der Meeren, nombre de ces projets de logement étaient innovants à l'époque sur le plan architectural et constructif, mais posent aujourd'hui des problèmes en termes de performance thermique, de présence d'amiante, d'accessibilité et de sécurité des toits plats, etc. Grâce à cet accent explicite sur l'évolutivité, le WVDM Living Lab jette également les bases de stratégies innovantes visant à rénover le patrimoine de façon équilibrée au niveau régional. Cependant, il est important de souligner que nous ne recherchons pas une stratégie de rénovation parfaite – chaque projet est en effet caractérisé par un contexte, un budget, des réglementations spécifiques, etc. –, mais plutôt des principes et des méthodes de conception qui peuvent être largement appliqués et adaptés au projet en question.

PROCESSUS ET MÉTHODOLOGIE

Personne ne peut apporter seul, ou derrière un bureau, les réponses aux questions du laboratoire vivant de WVDM. C'est pourquoi une approche globale, scientifiquement fondée et validée dans la pratique a été développée dans le cadre du projet 'Living Labs Brussels Retrofit'⁴ d'Innoviris (financé par le FEDER⁵ et la Région de Bruxelles-Capitale), avec des investissements supplémentaires de la VUB en tant que maître d'ouvrage. Des chercheurs de VUB Architectural Engineering, en collaboration avec la Direction de l'infrastructure et du patrimoine de la VUB, ont défini les grandes lignes du WVDM Living Lab. Pour l'élaboration concrète, un appel public a été lancé en 2019 : des équipes d'architectes, d'ingénieurs, d'entreprises de construction et d'experts ont été invitées à poser leur candidature et à soumettre des offres pour la conception, le développement et la réalisation de quatre à six stratégies de rénovation innovantes. Cela s'est fait étape par étape, en

suivant la nouvelle procédure européenne d'« appel d'offres pour l'innovation ». Avec l'aide d'un avocat, un cahier spécial des charges de 150 pages a été publié. Le marché n'a pas été attribué uniquement sur la base du coût : l'accent a plutôt été mis sur des partenariats innovants, dans lesquels des acteurs possédant une expertise différente pouvaient donner une substance créative au marché qui, grâce à des consultations intensives, a pris forme au fil du processus. Au cours de la première phase, qui a débuté en janvier 2020, quatre consortiums ont été sélectionnés et invités à développer une vision et une méthodologie : 1) MAKER architecten – Origin Architecture & Engineering – VK architects+engineers – VITO – Beneens – Juunoo, 2) AAC Architecture – Monument – Cenergie – Rotor – ASB Buro, 3) POLO Architects – Studiebureau Boydens – Bopro – Willemen, 4) Erfgoed en Visie – BAST architects & engineers – VGE – Peritas – Renotec – Attract.

Après une évaluation qualitative effectuée par un comité consultatif (composé de personnes représentant le bureau de projet de la Direction de l'infrastructure et du patrimoine de la VUB, du groupe de recherche VUB Architectural Engineering, de Buildwise⁶ et d'étudiantes et étudiants), qui a notamment examiné l'expertise, la complémentarité des membres au sein du consortium, le caractère innovant et l'évolutivité, dans le cadre d'une adjudication à prix fixe (tant pour la partie recherche que pour la partie exécution), deux équipes ont été invitées en mai 2020 à approfondir leur étude et à élaborer leur vision sous forme d'avant-projets (les consortiums autour de MAKER architecten et AAC Architecture). Au cours de cette phase, des maquettes ont également été réalisées : les idées de conception ont été testées dans la pratique, avant la mise en œuvre finale, par exemple pour tester des matériaux innovants, pour vérifier la faisabilité pratique de la réutilisation, etc. Les deux consortiums ont également été rémunérés pour leurs recherches au cours de cette phase, même s'ils ont bien entendu investi du temps et des efforts supplémentaires dans leur travail. Après une évaluation finale en juillet 2021, le consortium autour de MAKER architecten a été chargé de mettre en œuvre les plans (FIG. 8).

Outre la collaboration pluridisciplinaire, l'ensemble du projet a mis l'accent sur la recherche pratique : les différentes stratégies ont été élaborées de manière systématique, évaluées

3. VAN DE VOORDE, S., BERTELS, I. et WOUTERS, I., *Post-war building materials in housing in Brussels 1945-1975*, Vrije Universiteit Brussel, Bruxelles, 2015. <http://postwar-buildingmaterials.be/>

4. Le projet 'Living Labs Brussels Retrofit', pour lequel un appel a été lancé par Innoviris en 2016, vise à promouvoir la rénovation des logements à Bruxelles en créant des espaces privilégiés spécifiquement dédiés à l'expérimentation et à l'innovation. Ces espaces, appelés 'Living Labs', sont des environnements de test où des consortiums pluridisciplinaires travaillent ensemble pour développer, tester et mettre en œuvre des innovations technologiques ou organisationnelles qui répondent aux défis de la rénovation énergétique des logements. À long terme, ces Living Labs devraient déboucher sur des solutions innovantes, qui pourront être largement utilisées sur le marché de la rénovation à Bruxelles. Cinq propositions de projet ont été sélectionnées, dont le WVDM Living Lab.

5. Le Fonds européen de développement régional (FEDER) a été créé en 1975 et poursuit deux objectifs principaux : 1) investir dans la croissance et l'emploi, afin de renforcer le marché du travail et les économies régionales ; 2) établir une coopération territoriale européenne, en vue de renforcer la coopération transfrontalière, transnationale et interrégionale au sein de l'UE.

6. Buildwise (jusqu'en 2022, le Centre scientifique et technique de la construction – CSTC) est le centre d'innovation du secteur de la construction et sa mission est de soutenir les professionnels de la construction dans leurs activités quotidiennes et durables.






		Évaluer	Construire	
Recherche en projet	TRANS-STRATÉGIQUE AMBITIONS A	EVALUATION 1 	Définir les lignes directrices de projet sur base des priorités préétablis.	Définition des interventions trans-stratégiques sur base des 4 éléments d'un module (toiture, plancher, paroi, parcelle).
		EVALUATION 2 	Étude de l'évolutivité et qualité des stratégies de rénovation existantes sur base des priorités.	
Recherche comparative	NIVEAU ÉLÉMENT STRATÉGIES B	EVALUATION 3 	Définition des différents piliers et critères par stratégie.	Élaboration des détails de principe tenant compte des piliers préétablis et critères par stratégie.
		EVALUATION 4 	Comparaison des différentes stratégies sur base des 4 piliers préétablis.	
Recherche opérationnelle	NIVEAU BÂTIMENT IMPLEMENTATION C	EVALUATION 5 	Implémentation dans 12 modules. Examen des dispositions légales et conditions-cadres du cahier des charges au niveau du bâtiment.	Plan de mise en oeuvre & exécution des stratégies.

FIG. 8
Schéma du processus de recherche et d'évaluation par le consortium autour de MAKER architecten (© MAKER architecten).

et comparées scientifiquement, mais aussi déployées en solutions concrètes et constructibles. Pour les universitaires, traduire des ambitions scientifiquement fondées en un projet de rénovation tangible a constitué un test pratique important, tandis que pour les architectes et autres expertes et experts professionnels, il s'agissait d'une occasion unique de disposer de temps et d'espace pour la recherche exploratoire, tant pendant la conception préliminaire que pendant l'exécution des maquettes, afin de pouvoir étayer plus solidement les choix de conception. En outre, tout au long du projet, diverses parties prenantes, telles que des collègues chercheurs, des gestionnaires de projet, des expertes et experts en patrimoine et une représentation estudiantine, ont également été impliquées et invitées à examiner

d'un œil critique les stratégies de rénovation proposées. La réflexion continue et le dialogue constructif entre tous les participants et participantes ont permis de tirer des leçons et des enseignements stratégiques qui sont expliqués ci-dessous.

MATRICE D'OUTILS

Tout au long du projet, ce n'est pas une, mais d'abord quatre, puis, pendant l'élaboration, deux équipes de construction pluridisciplinaires qui ont élaboré différentes propositions de manière indépendante. Ce faisant, elles se sont toutes concentrées sur différents aspects (combinaisons d'aspects) à mesurer et à évaluer d'une manière totalement diffé-

rente. Par exemple, l'accessibilité financière et la consommation d'énergie opérationnelle sont évaluées de manière plus quantitative, tandis que le potentiel culturel et la valeur patrimoniale requièrent une approche qualitative. Afin de comparer les choix de conception et les stratégies de rénovation avec des finalités différentes, ainsi que d'identifier les stratégies qui créent des synergies mutuelles entre les quatre aspects, une matrice d'outils a été élaborée. Elle rassemble des méthodes et outils pertinents pour la rénovation d'un patrimoine d'après-guerre de grande valeur, depuis le briefing et l'avant-projet jusqu'à la conception finale (présentés sous forme de colonnes dans la matrice). Chacun des outils se focalise sur des aspects et des objectifs spécifiques qui vont des méthodes d'évaluation et de calcul aux modes de collaboration et cadres de conception, en passant par les références et les labels de produits (présentés sous forme de lignes dans la matrice). Par exemple, la grille de Nara⁷ peut être utilisée pour évaluer la valeur patrimoniale dans le cahier des charges et pendant la conception préliminaire; dans le domaine de la circularité, l'outil Reuse Potential Tool⁸ permet d'estimer le potentiel de réutilisation pendant la conception et la préconception. Un code couleur indique si les outils se rapportent à un ou plusieurs aspects centraux du WVDM Living Lab. Par exemple, le modèle de calcul DuMo⁹, qui peut être utilisé pendant l'avant-projet et le projet définitif, réunit les aspects liés à la durabilité et à la valeur patrimoniale. Grâce à la version en ligne de cette matrice, il est possible de filtrer en fonction d'une phase, d'un objectif ou d'un aspect spécifique, puis d'explorer et de sélectionner les outils et méthodes qui peuvent répondre aux besoins spécifiques¹⁰.

MÊME QUESTION, AUTRE RÉPONSE

Contrairement à un concours d'architecture traditionnel, deux consortiums, en dialogue avec le maître d'ouvrage et l'équipe de recherche, ont chacun élaboré quatre stratégies de rénovation. Il en est résulté un large éventail de propositions et de concepts : protection et conservation radicales, série d'interventions minimales, ou encore transformation à l'épreuve du temps de l'ancienne résidence étudiante en nouvelles unités d'habitation. Cependant, la richesse particulière du WVDM Living Lab ne peut être attribuée uniquement à cette multiplicité de propositions de conception. En

effet, il est frappant de constater à quel point les approches des deux consortiums ont été différentes, même s'ils sont partis de la même demande de recherche. Par exemple, le consortium autour d'AAC Architecture a mis fortement l'accent sur la réutilisation et a ajouté la « fonction » comme cinquième aspect central, ce qui a donné lieu à des propositions très qualitatives et instructives (voir encadré pp. 166-167). L'analyse des deux trajectoires montre que les propositions dépendaient non seulement des priorités et des aspects privilégiés, mais aussi de la composition des consortiums: les combinaisons particulières de connaissances, d'expériences, de compétences et de visions au sein de chaque consortium ont joué un rôle déterminant dans la dynamique et les résultats du développement. Le discours des équipes et les résultats associés ont également été fortement influencés par les outils d'évaluation et les cadres d'évaluation qu'ils ont utilisés ou élaborés; un facteur crucial à prendre en compte dès le début de tout processus de développement.

INSPIRATION TIRÉE DU PROJET ORIGINAL

Le consortium qui s'est finalement vu attribuer l'exécution du marché public, MAKER architecten – Origin Architecture & Engineering – VK architects+engineer – VITO – Beneens Juunoo, est parti de la question suivante: «Que pouvons-nous apprendre de l'architecture d'après-guerre en ce qui concerne la construction circulaire » ? Dans la rationalité de l'architecture moderne d'après-guerre, ils voient certains principes de construction orientée vers le changement, tels que l'honnêteté constructive, les structures squelettiques, le plan ouvert, la modulation, les murs intérieurs mobiles et les façades (rideaux) démontables. En outre, dans le cadre de la réaffectation, ils ne partent pas seulement de la préservation de la structure porteuse primaire, du volume du bâtiment et de l'empreinte urbaine, mais restent également fidèles à la préfabrication et à la construction modulaire avec le moins de matériaux possible, à l'utilisation de la lumière naturelle, à la composition rythmique claire de la façade – non seulement en tant qu'aspect architectural important, mais aussi parce qu'elle reflète le fonctionnement interne – et à la poursuite du progrès social par le biais d'une architecture progressive de qualité. L'adaptation du bâtiment aux normes actuelles en matière d'isolation ther-

7. La Nara grid est un outil développé par Raymond Lemaire International Centre for Conservation (RLICC) pour comprendre les différents aspects et dimensions liés à l'authenticité dans l'évaluation du patrimoine bâti. La grille s'appuie sur l'article 13 du *Nara document on Authenticity* (1994).

8. Le Reuse Potential Tool, développé par Elma Durmisevic, fournit un score détaillé pour exprimer le potentiel de réutilisation d'un composant, d'un assemblage ou d'un bâtiment complet. Cet outil permet ainsi de concevoir des composants à fort potentiel de réutilisation et d'encourager les réutilisations futures.

9. Le modèle de calcul DuMo, développé par le NIBE (une agence néerlandaise de conseil, de recherche et de conception pour la construction, l'habitat et le travail respectueux de l'environnement et de la santé), est expliqué dans le *Handboek Duurzame Monumentenzorg* (SBR, Rotterdam, 2008, 2011). Pour préparer un calcul DuMo, les propriétés tangibles des bâtiments et de leurs composantes sont évaluées sur la base des valeurs patrimoniales présentes. Cette tangibilité est exprimée par ce que l'on appelle le coefficient Mo. La performance en matière de durabilité des bâtiments en question est également évaluée et exprimée dans ce que l'on appelle l'indice Du. En multipliant le coefficient Mo et l'indice Du, on obtient le profil DuMo, auquel est attaché un label.

10. Cette matrice peut être consultée sur <https://www.vub.be/arch/project/livinglab>.

mique et acoustique, de confort et de qualité spatiale, entre autres, est pour le consortium « une ambition évidente à laquelle les futurs bénéficiaires ont droit ».

Le consortium a réalisé une étude patrimoniale approfondie et a proposé six principes de conception qui sont non seulement caractéristiques de la pensée moderniste, mais également liés à la conception initiale de Van Der Meeren, à savoir 1) le bâtiment « en tant que machine à habiter », où les aspects fonctionnels et circulaires priment sur les aspects formels, et où la construction est immédiatement aussi la finition, 2) la standardisation modulaire, 3) la construction adaptable, 4) l'utilisation d'équipements collectifs répondant à des ambitions sociales, en particulier dans les espaces extérieurs, mais aussi sur le toit, 5) l'utilisation de la couleur pour animer l'architecture rationnelle et créer un sens du lieu et de l'orientation, et 6) l'harmonie entre l'architecture et la nature, notamment en abordant l'eau, l'énergie et les matériaux dans un cadre holistique. Ces six principes ont également servi de pierre de touche pour vérifier l'évolutivité : grâce à une étude exploratoire, entre autres, de l'inventaire du patrimoine architectural de la Région de Bruxelles-Capitale, plus de 70 bâtiments datant de la période d'après-guerre ont été identifiés, auxquels les stratégies proposées pourraient être appliquées. En outre, l'évolutivité sur le site lui-même a bien entendu été mise en évidence. En effet, aux 12 modules faisant partie du partenariat d'innovation s'ajoutent 300 autres à rénover : en étendant les différentes infrastructures et flux (énergie, mobilité, infrastructure sociale, banque de matériaux, espaces verts, etc.) à l'ensemble du village étudiant, un véritable écosystème urbain pourrait être réalisé (FIG. 9A et 9B). Ceci a également mis en évidence la possibilité d'ajouter une couche de construction en hauteur, compactant ainsi le site dans l'espace.

LA CIRCULARITÉ ET L'ADAPTABILITÉ EN GUISE DE PRÉMISSSE

L'élaboration des stratégies de rénovation a commencé par une analyse approfondie des possibilités et des défis de la structure existante. Il en est ressorti que la façade, qui dans ce cas n'a pas de fonction porteuse, permet de maximiser les ambitions en matière de pré-fabrication et d'utilisation de la couleur – par analogie avec la conception d'origine –, mais

également en ce qui concerne la circularité. En effet, l'élaboration concrète des stratégies part du principe que les exigences imposées à l'enveloppe du bâtiment, mais aussi en termes de techniques, évoluent avec le temps ; il est donc important que ces éléments soient toujours accessibles pour l'entretien, l'adaptation et, enfin, le remplacement. L'intégration des exigences en matière de technique et d'enveloppe du bâtiment, dans le respect des contraintes de la conception originale et de la philosophie de conception, a donné naissance à un nouvel élément de façade modulaire qui s'adapte à l'évolution des exigences de performance, selon une logique circulaire et avec un impact minimal sur les matériaux, et qui répond ainsi aux problèmes de circularité d'aujourd'hui et de demain (FIG. 10). La distinction entre les couches de base et les couches variables est importante dans l'élaboration de cet élément de façade : les couches de base comprennent les éléments qui garantissent que toutes les exigences minimales en termes d'acoustique, d'étanchéité à l'air et d'isolation thermique, entre autres, sont respectées de manière durable, avec une durée de vie aussi proche que possible de la structure porteuse, tandis que dans les couches variables, les options et les matériaux sont ajoutés en fonction de la stratégie retenue et du contexte concret.

QUATRE STRATÉGIES, DE LA « TENTE » AU « DUVET »

L'élaboration concrète des quatre stratégies de rénovation, du concept à la conception détaillée, est partie de différentes combinaisons et ambitions en termes d'énergie, de patrimoine, de durabilité et d'économie (FIG. 11A-11D). La première stratégie, surnommée « tente », donne la priorité à une conservation maximale du patrimoine en ne touchant pas à l'enveloppe extérieure, combinée à une mise en œuvre économique en limitant l'apport de matériaux. L'intervention principale consiste à ajouter une seule couche étanche au vent et à l'eau à l'intérieur de la structure, sans isolation supplémentaire. De cette manière, un volume étanche à l'air peut être réalisé, temporairement ou non, dans l'attente d'une rénovation plus importante. La stratégie du « cocon » se concentre, elle, sur l'énergie et le patrimoine, en isolant et en climatisant des espaces spécifiques, tandis que d'autres espaces sont abordés de manière plutôt pragmatique et isolés de manière limi-

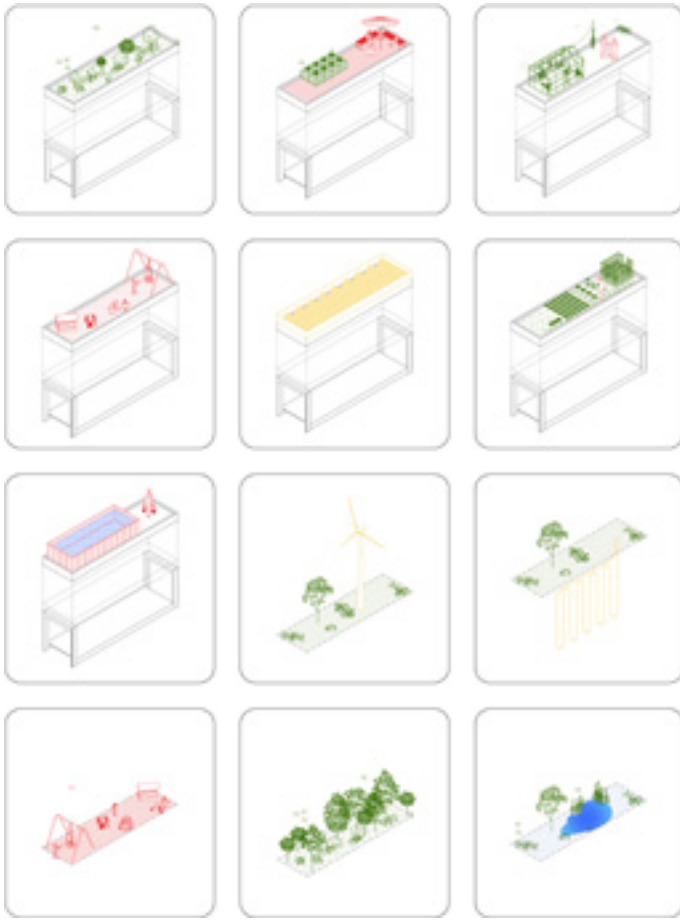


FIG. 9A et 9B
 Scénarios possibles pour les infrastructures vertes, aquatiques, sociales et énergétiques qui peuvent être déployées pour créer un écosystème urbain (© MAKER architecten).



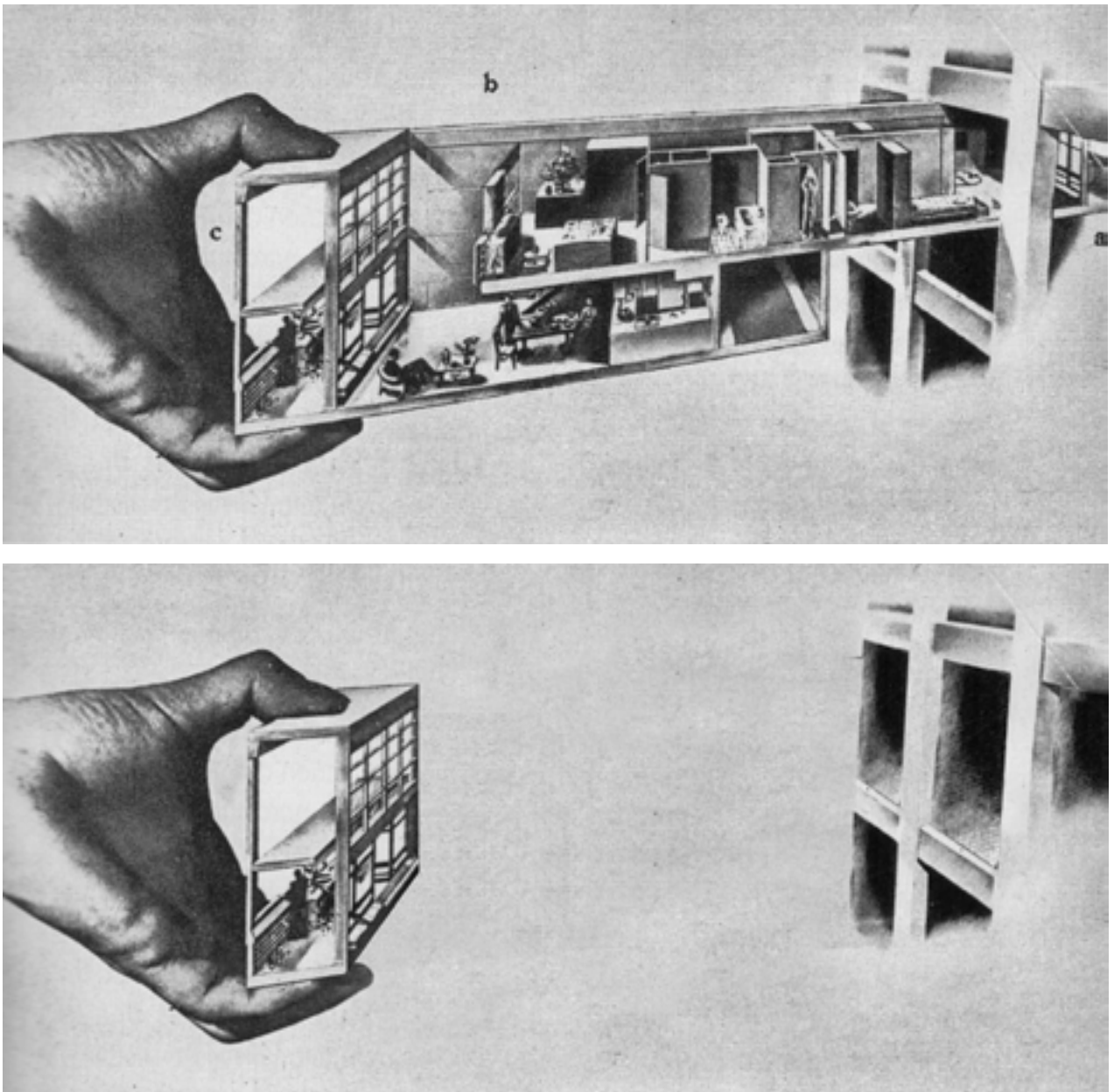
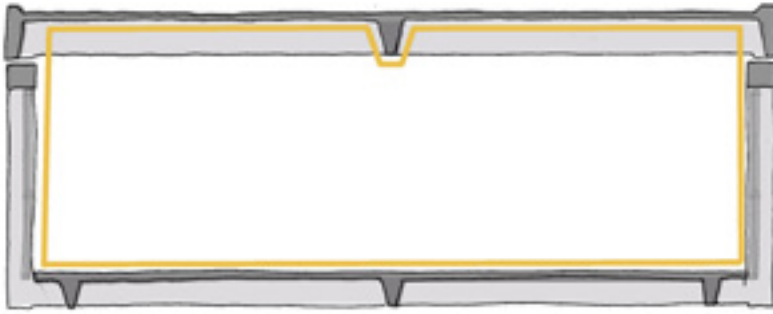
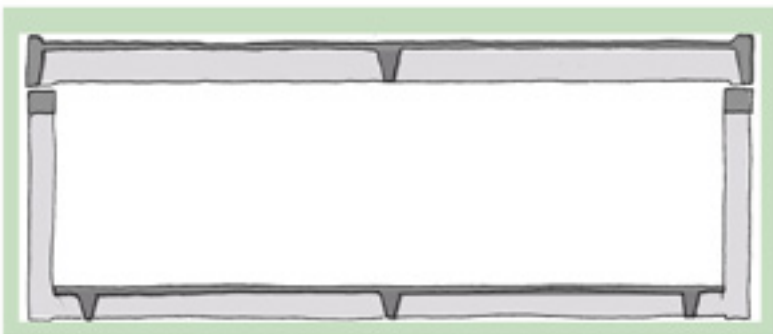
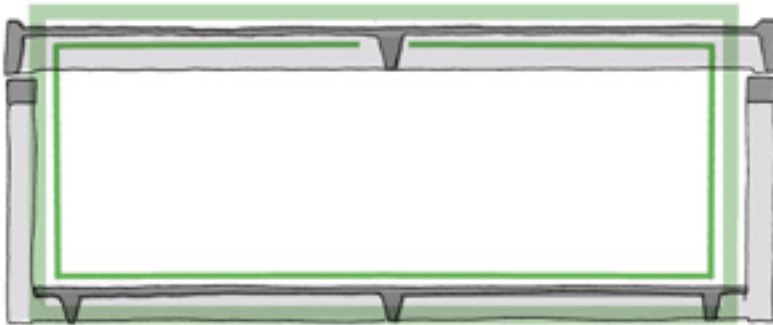
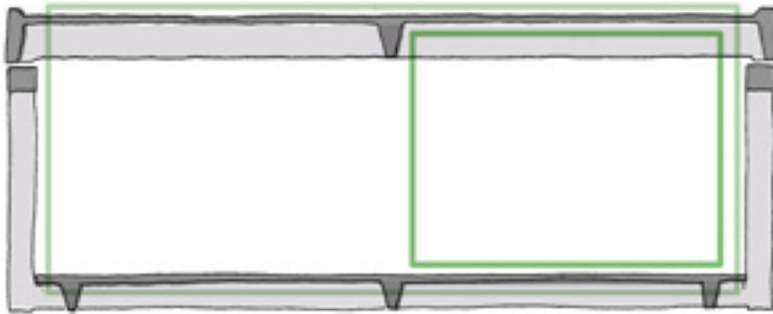


FIG. 10
L'une des principales ambitions du projet était de développer un nouvel élément de façade modulé et préfabriqué qui, par analogie avec l'Unité d'Habitation de Le Corbusier, est conforme aux principes de l'architecture moderniste d'après-guerre ainsi qu'aux ambitions contemporaines en matière de circularité (© MAKER architecten).

**FIG. 11A-11D**

Les quatre stratégies proposées, « tente », « cocon », « stratification » et « duvet ». Le noir indique la structure d'origine, le jaune représente les couches étanches et le vert, les couches ou dispositifs isolants (© MAKER architecten).



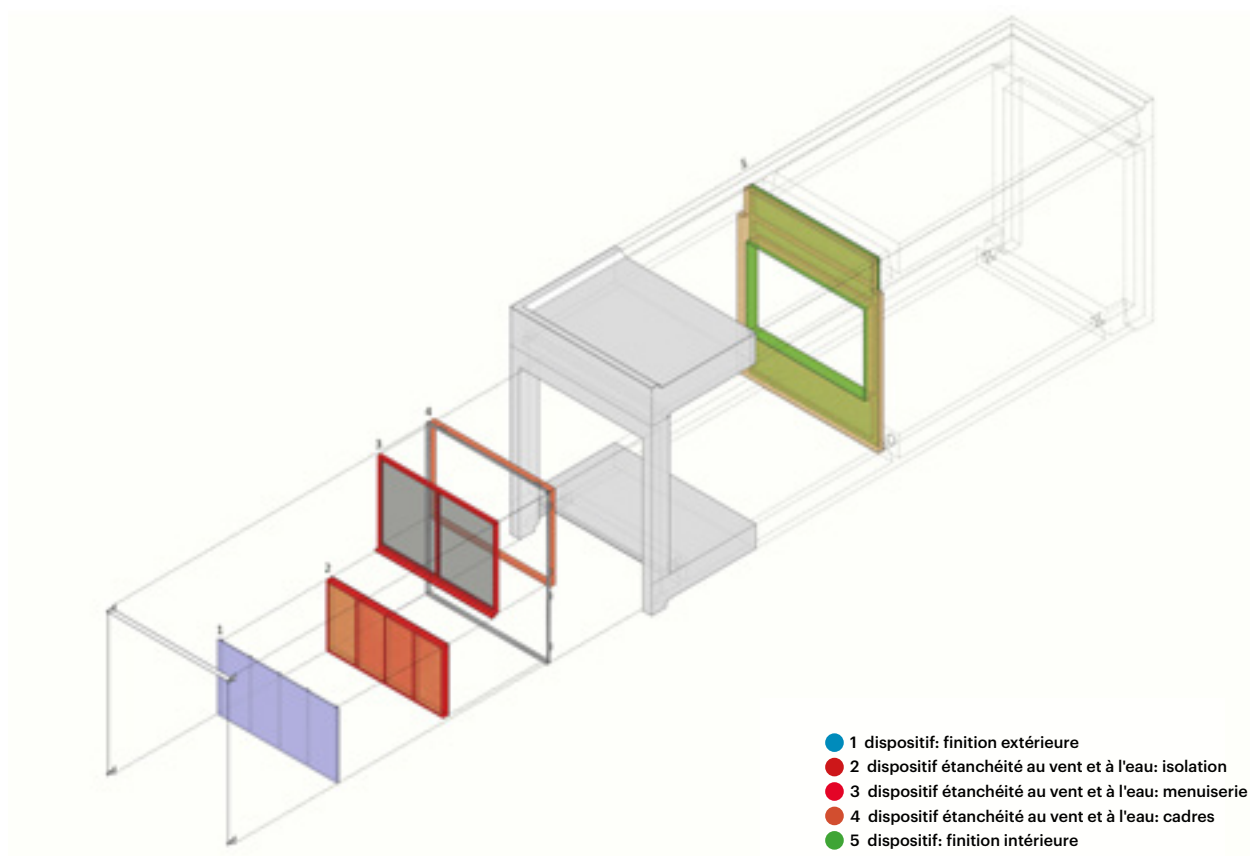


FIG. 12
Le cadre en acier, monté entre les portiques en béton, sert de support aux différentes couches de finition (© MAKER architecten).

tée pour générer un confort de base. On crée ainsi un *box-in-box* très performant: différents degrés de confort sont possibles à l'intérieur, sans toucher à l'enveloppe extérieure. La troisième stratégie, la «stratification», est basée sur des considérations de durabilité et d'énergie: des matériaux respectueux de l'environnement sont utilisés dans une structure stratifiée et adaptable afin de pouvoir répondre à l'évolution des besoins et des exigences de performance. Ici, tous les espaces ont un confort similaire, mais l'orientation, le programme, les conduits et d'autres techniques déterminent la composition et l'épaisseur de la paroi. Comme pour le «cocon», on utilise un cadre préfabriqué en acier qui est inséré entre la structure porteuse en béton et sur lequel, en fonction de la conception et du programme, différentes couches opaques ou translucides peuvent être montées, que ce soit ou non dans l'atelier (FIG. 12). Par conséquent, l'aspect typique de la

façade reste inchangé, malgré une matérialité différente. La quatrième et dernière stratégie, qui se concentre sur l'énergie et la durabilité, est la plus ambitieuse: un «duvet» très performant est créé autour du bâtiment existant, à base de matériaux bio-écologiques et isolants tels que l'enduit chaux-chanvre, qui sont appliqués (éventuellement directement) sur la structure existante. Une nouvelle façade sera conçue, résolvant autant que possible les nœuds constructifs et incorporant des techniques dans le mur; l'inconvénient, cependant, est que cela détruira presque complètement la valeur patrimoniale.

Pour chacune des quatre stratégies proposées, de la «tente» au «duvet», une variété de solutions ont été développées dans chaque cas, qui peuvent être utilisées pour différentes situations de résidence, de la résidence temporaire à la résidence permanente et adaptable. Le



FIG. 13
Quatre propositions présentant des situations et des fonctions différentes ont également été élaborées pour les différentes stratégies de rénovation dans chaque cas (© MAKER architecten).

logement est souvent associé à une fonction supplémentaire, comme un bureau, un studio ou un espace de travail collectif, ou encore des espaces extérieurs tels qu'un abri à vélos, une terrasse couverte ou une salle de classe en plein air (FIG. 13). Ainsi, 16 variantes de conception ont finalement vu le jour. Les techniques ont également été élaborées en termes concrets, en accordant une attention particulière aux stratégies passives, à la réactivité, à l'adaptabilité, etc. conformément aux principes de base de la stratégie de rénovation en question.

TOILE D'ARAIGNÉE

Pour parvenir à une comparaison objective, les stratégies ont été soigneusement calculées et évaluées. En termes d'énergie, l'évaluation a porté sur l'efficacité énergétique des installations techniques, la performance thermique des composants du bâtiment, ainsi que l'adaptabilité et la réactivité des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) et des commandes. En termes de valeur patrimoniale,

une évaluation qualitative a été faite du concept, de la matérialité, de la qualité visuelle et de la collectivité. En termes de durabilité, l'apport de matériaux, leur impact sur l'environnement et l'aptitude au changement étaient importants. Enfin, l'économie a été évaluée sur la base de l'estimation du coût de construction, ainsi que du coût total de possession et de l'utilisation de l'espace (en particulier du fait de l'épaisseur de la structure des murs). Différents outils ont été utilisés pour chacun de ces aspects, tels que le logiciel PEB, un cadre d'évaluation de la valeur patrimoniale conçu spécialement à cet effet, les Circular Transition Indicators (CTI) du WBSCD¹¹, Losmaakbaarheidsindex (LMI)¹² et TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental Impact of Materials)¹³. Les calculs pour les quatre stratégies différentes ont été représentés par l'équipe de direction dans un diagramme en toile d'araignée: d'abord séparément pour chacun des quatre aspects, puis en résumé, avec les quatre aspects dans un diagramme en toile d'araignée global (FIG. 14). De cette manière, il devient possible de commencer à comparer visuellement les différentes stratégies, dans une perspective

11. Les Circular Transition Indicators (CTI) du World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) sont un ensemble d'indicateurs métriques mis au point pour aider les entreprises à mesurer et à suivre leurs progrès vers une économie circulaire. Le cadre des CTI fournit une méthodologie universelle, objective et quantitative applicable aux entreprises de tous les secteurs, de toutes les tailles et de tous les lieux géographiques. Le cadre soutient l'identification des opportunités et des risques et la priorisation des actions pour accélérer la transition vers une économie circulaire.

12. Le *Losmaakbaarheidsindex* (LMI), développé en 2019 par un consortium composé d'Alba Concepts, du Dutch Green Building Council (DGBC), de RVO et de W/E Advisors, est un outil de mesure qui exprime en pourcentage la démontabilité d'un bâtiment ou d'une conception de bâtiment. Cet indice permet de comparer la démontabilité de différentes conceptions, ce qui incite à obtenir de meilleurs résultats dans ce domaine. La méthodologie est applicable aux projets résidentiels et non résidentiels et peut être utilisée à tous les niveaux de construction.

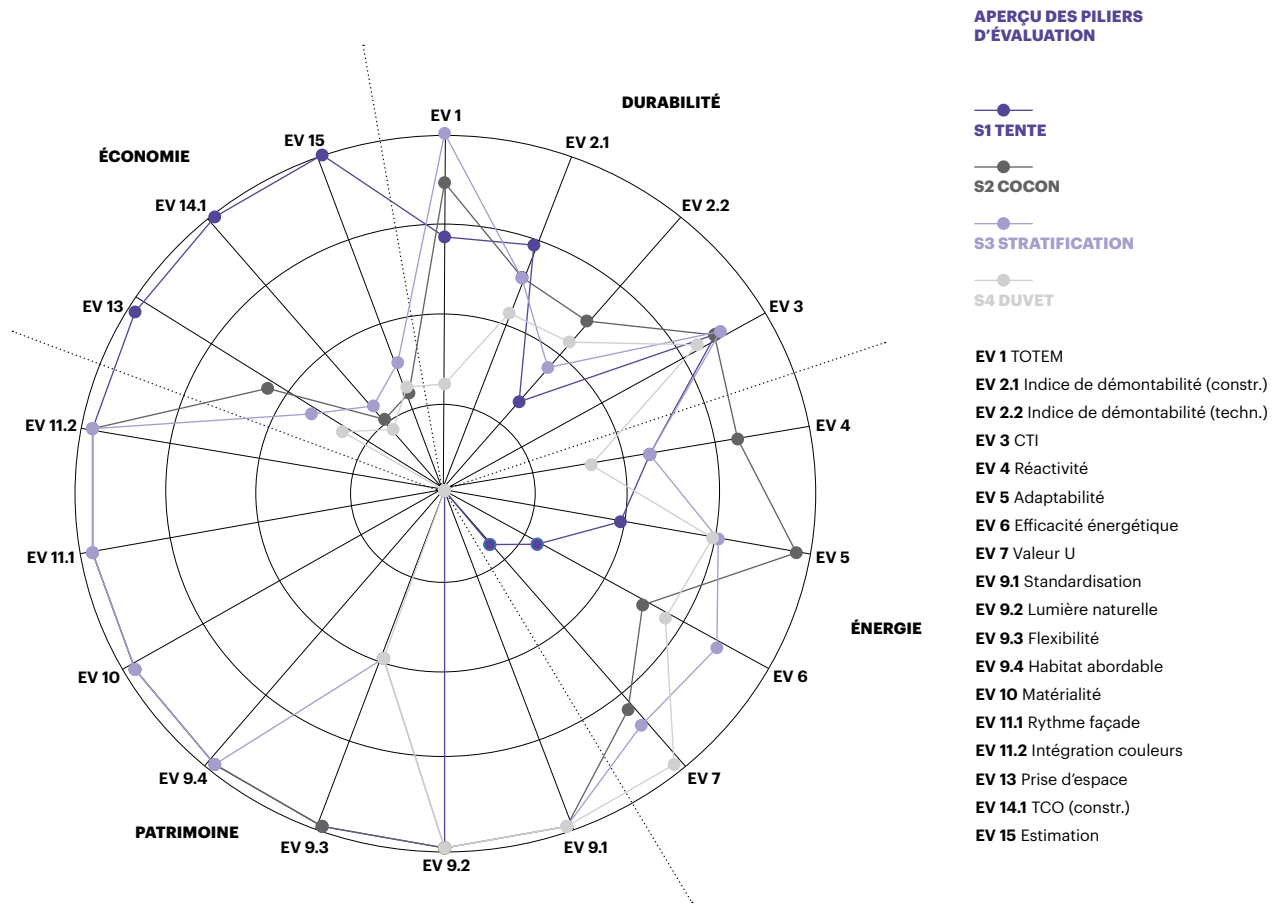


FIG. 14
 Les diagrammes en toile d'araignée permettent de représenter visuellement l'évaluation des différents aspects dans un diagramme holistique : énergie, patrimoine, durabilité et économie (© MAKER architecten).

13. TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental Impact of Materials) fournit au secteur belge de la construction un cadre pour évaluer l'impact environnemental des bâtiments tout au long de leur cycle de vie: de l'extraction des matières premières à la fin de vie des matériaux (tant pour la rénovation que pour les nouvelles constructions). TOTEM a été lancé en 2018 pour soutenir le secteur belge de la construction dans l'objectivation et la réduction de l'impact environnemental des bâtiments; les partenaires du projet sont l'OVAM, Bruxelles Environnement et le Service public de Wallonie.

globale, et de les comparer aux ambitions initiales. Par exemple, la «tente» a-t-elle obtenu de bons résultats sur le plan du patrimoine et de l'économie? Les intentions ont été largement satisfaites, bien que le diagramme doive être lu avec prudence: de petits ajustements à la conception, par exemple par le biais d'un choix spécifique de matériaux, peuvent parfois entraîner des changements significatifs. En ce sens, le diagramme peut également être utilisé pour ajuster la conception. Par exemple, la stratégie «duvet» obtient – comme on pouvait s'y attendre – le moins bon score en termes de patrimoine; ce faible score peut toutefois être utilisé pour prendre des décisions dans un sens ou dans l'autre lors de l'élaboration du projet. Le diagramme montre également que des choix ou des compromis doivent et peuvent souvent être faits. Par exemple, certains paramètres d'un

aspect donnent parfois des résultats opposés: pour l'aspect énergétique, par exemple, il faut souvent choisir entre l'efficacité énergétique et la réactivité des systèmes énergétiques.

MAQUETTES

Une recherche aussi approfondie et calculée sur un grand nombre d'alternatives de conception – non seulement par le consortium autour de MAKER architecten, mais aussi par le consortium autour d'AAC Architecture – n'était évidemment possible que dans le cadre de la formule du Partenariat d'innovation. En outre, le volet conception de la recherche a été complété par un volet pratique: pour tester la faisabilité de certains scénarios de rénovation et des nœuds constructifs correspondants, les deux consor-



FIG. 15
Pour tester concrètement la faisabilité de certains choix de conception, une maquette d'un élément de façade du rez-de-chaussée a été réalisée pendant la phase de recherche (© MAKER architecten).



FIG. 16
Un panneau imprimé en 3D a été testé pour la maquette. Il se compose essentiellement de matières premières d'origine végétale qui, après démontage du panneau, peuvent être réutilisées jusqu'à sept fois. La maquette a permis de constater, d'une part, que l'impression 3D est une technologie prometteuse et, d'autre part, que ce panneau en particulier n'était pas adapté aux applications extérieures (© Aectual).

tiums ont construit plusieurs maquettes. Le consortium autour de MAKER architecten s'est concentré sur le nouvel élément de façade, tant en termes de matériaux que de montage et de démontage (FIG. 15). Conformément à l'attitude expérimentale de Van Der Meeren et à son exploration des matériaux innovants, un panneau imprimé en 3D a été testé pour la finition extérieure. Ce panneau, produit par Aectual, est constitué en grande partie de matériaux végétaux renouvelables et réutilisables et peut être produit dans toutes les couleurs possibles (FIG. 16). Toutefois, l'impression 3D est actuellement peu utilisée dans le secteur de la construction, car le coût est relativement élevé et tous les cer-

tificats ne sont pas disponibles. Des recherches plus approfondies sur les propriétés dans des conditions variables et à long terme sont également nécessaires. Par exemple, la maquette a montré que le panneau appliqué, principalement en raison d'un manque de rigidité et d'une dilatation thermique excessive, n'est pas adapté aux applications extérieures. Bien que le panneau n'ait finalement pas été appliqué, il s'agit d'une expérience instructive, en vue d'applications futures. En effet, l'impression 3D est une technologie en développement; des expériences comme celle-ci permettent d'explorer plus avant les possibilités et les points faibles afin d'éviter une analogie avec certains



FIG. 17
Le châssis en acier thermolaqué est visuellement très proche des châssis d'origine en aluminium (© MAKER architecten).

matériaux innovants de l'après-guerre qui, malgré toutes leurs promesses, n'ont pas résisté à l'épreuve du temps. D'autres composants de l'élément de façade se sont bien comportés lors des tests pratiques, par exemple les deux types de finition intérieure (MDF Clicwall monté sur des profilés JuuNoo, et panneaux Rigidur visiblement boulonnés sur des profilés Alumes) et le châssis de fenêtre en acier thermolaqué. Ce châssis de fenêtre, visuellement très proche de la menuiserie mince en aluminium d'origine, et

donc compatible avec les exigences patrimoniales, était également crucial pour l'engagement en faveur de la préfabrication et de l'évolutivité (FIG. 17). En effet, bien que la structure en béton des modules soit préfabriquée et donc supposée identique, il subsiste toujours de petites différences dimensionnelles. Lors de la conception et du développement du châssis de fenêtre en acier, l'accent a donc été mis explicitement sur la prise en compte de ces variations, afin que les avantages et l'efficacité de la préfabrication à grande échelle puissent (à nouveau) être pleinement mis à profit lors de la construction ultérieure de l'élément de façade.

TROIS CHANTIERS À LA FOIS

Le marché relatif à la mise en œuvre a été attribué à la fin de l'année 2021. Le consortium sélectionné a finalement élaboré trois alternatives de conception qui seront appliquées concrètement, côte à côte et l'une sur l'autre, sur un total de 12 modules, d'une superficie totale d'environ 400 m²: les stratégies de la «tente» et de la «stratification» seront appliquées au rez-de-chaussée, tandis que les modules du premier étage seront rénovés en tant que «cocon» (FIG. 18). Le permis de bâtir a été approuvé en janvier 2024 et le projet est actuellement en cours d'achèvement. Depuis le dépôt de la demande de permis de bâtir, le projet ressemble davantage à un projet «normal», avec les «contrôles de réalité» nécessaires, les retards dans la procédure d'octroi et la livraison des matériaux, ainsi que l'augmentation du coût de ces derniers. Néanmoins, la conception innovante de l'ensemble du projet continue de créer des défis et des opportunités d'apprentissage, même pendant la mise en œuvre. Par exemple, la combinaison de trois stratégies dans une zone relativement limitée crée un degré élevé de complexité: essentiellement, en termes de techniques, de matériaux et d'opérations, trois chantiers de construction doivent être menés et suivis simultanément.

Les différences entre les trois stratégies appliquées créent également des tensions à certains moments. Par exemple, la «tente» et la «stratification» sont mises en œuvre l'une à côté de l'autre; la différence en termes de confort (confort de base pour la «tente», d'une part, et confort plus élevé pour la «stratification», d'autre part) crée une «déperdition de confort» à l'endroit où elles se rejoignent. Les différences

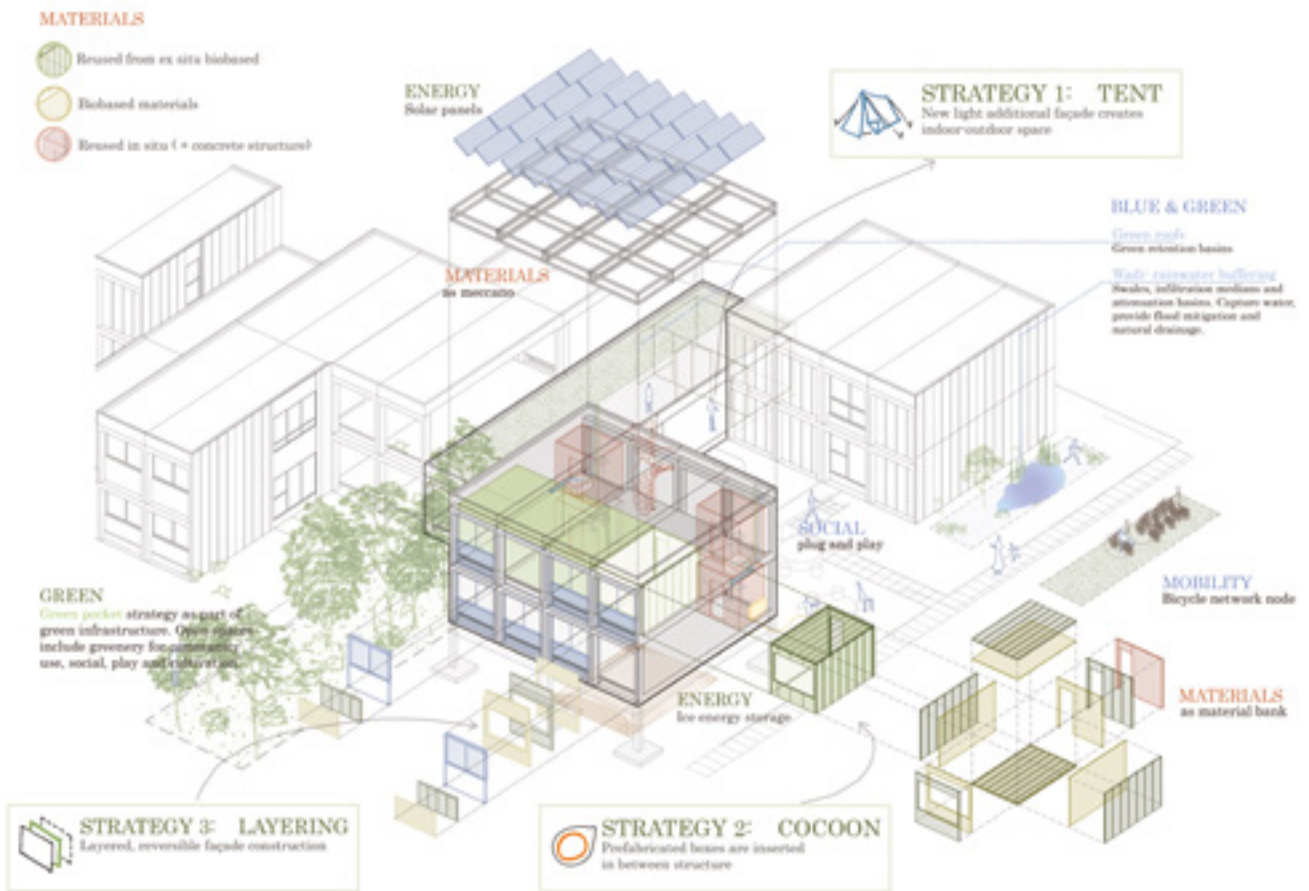


FIG. 18
En fin de compte, trois alternatives sont mises en œuvre côte à côte et l'une sur l'autre: la «tente» et la «stratification» au rez-de-chaussée, le «cocon» au premier étage (© MAKER architecten).

entre elles se manifestent aussi fortement dans les techniques utilisées: afin de mettre en valeur les concepts, des choix très différents ont été faits. Ainsi, la «stratification» suppose un confort stable et une utilisation permanente, ce qui rend l'utilisation d'un chauffage par le sol appropriée; à l'inverse, le «cocon» attend une plus grande réactivité et un système de chauffage basé sur le principe du *plug-and-play*. Ces différentes ambitions se traduisent par une grande diversité sur un site relativement exigu, ce qui a évidemment des conséquences négatives sur les coûts de construction. En revanche, les trois stratégies utilisent les mêmes profils d'aluminium (Alumes) pour la construction des murs intérieurs (FIG. 19). En effet, ils offrent de nombreux degrés de liberté (ce qui est conforme à la construction en plusieurs couches) et leur fixation à l'aide de boulons permet un montage rapide et rentable et,

ce qui est tout aussi important, le démontage et la réutilisation. Cependant, les profils sont également gourmands en matériaux, ce qui entraîne un coût environnemental et économique élevé, qui ne peut pas être justifié dans tous les projets.

MISE EN ŒUVRE

Bien que la phase de mise en œuvre s'accompagne presque toujours de circonstances imprévues, en particulier dans les rénovations, tout a été fait pour rester fidèle aux concepts initiaux. Par exemple, en raison du budget limité pour la construction et des augmentations de prix inopinées, l'idée originale (mais coûteuse) de fournir un chauffage par le sol selon une «structure à sec» dans la stratégie de «stratification» n'était plus réalisable; une structure



FIG. 19
Les profilés en aluminium permettent une structure murale diversifiée avec différentes couches et un (dé)montage facile. Ils ont donc été utilisés dans les trois stratégies de rénovation mises en œuvre (© MAKER architecten, 2024).

«humide» conventionnelle a finalement été retenue. La conception du chauffage par le sol a alors été ajustée de manière à ne pas compromettre la notion de construction adaptable: seuls les tuyaux de chauffage ont été inclus dans le sol, et ceux-ci ont été positionnés et dimensionnés de manière à ne pas créer de conflit en cas de modification de l'agencement ou de la fonction.

Des choix et ajustements ont également dû être opérés au cours de la phase de mise en œuvre en ce qui concerne la matérialité, en particulier pour la finition intérieure. Ici aussi, certains principes ont été respectés, en premier lieu la circularité. Ainsi, pendant la mise en œuvre, plus que pendant la phase analytique, l'accent a été mis sur la récupération et la réu-

tilisation des matériaux et des éléments libérés pendant la rénovation, tels que les blocs sanitaires en béton, les matériaux d'isolation, les appareils sanitaires, les luminaires et les dalles de moquette (FIG. 20). Les panneaux Fontex d'origine ont posé des problèmes particuliers à cet égard (FIG. 21). Ces panneaux de bois compressé, d'une épaisseur de 5 cm, avec des canaux verticaux creux internes pouvant être remplis de sable pour augmenter la sécurité incendie, avaient été assemblés à l'usine Variel en France, où les modules de béton étaient pré-fabriqués, avant d'être transportés sur le chantier à Bruxelles. Les murs intérieurs comme extérieurs ont été construits avec ces éléments, avec ou sans revêtement supplémentaire. Lors de la rénovation, l'ambition était de réutiliser au maximum ces panneaux qui font preuve d'une grande robustesse. Cependant, la certification de sécurité incendie nécessaire n'a pas pu être obtenue. C'est pourquoi, en cours d'exécution, une étude complémentaire a été mise en place afin de proposer un système démontable et sec répondant aux normes actuelles de sécurité incendie (FIG. 22).

ENSEIGNEMENTS

Si l'on considère rétrospectivement un projet qui a débuté il y a sept ans, l'une des leçons les plus importantes que l'on peut en tirer est l'importance et la valeur ajoutée d'une coopération approfondie dès le début du projet, dans le cadre d'un dialogue ouvert et constructif entre toutes les parties impliquées. L'apport de divers experts, mais aussi une réflexion critique continue et des évaluations approfondies ont été d'une grande importance pour prendre des décisions de conception scientifiquement fondées et validées sur le plan pratique. Les deux consortiums participant à la phase de recherche soulignent aussi spécifiquement l'importance d'inclure la valeur patrimoniale d'un bâtiment existant dans le programme prescrit. De plus, au sein du WVDM Living Lab, un point de vue critique supplémentaire a été généré par le groupe de pilotage (dans lequel la Direction du Patrimoine culturel d'urban.brussels était représentée). L'importance de l'expertise et des apports, suffisamment tôt mais aussi de manière continue tout au long du processus, ne s'applique évidemment pas uniquement au patrimoine. Dans le cadre du WVDM Living Lab, VK architects+engineers a réalisé des études approfondies et apporté son expertise sur les



FIG. 20
Pendant la mise en œuvre, divers matériaux et composants sont conservés et réutilisés, tels que les blocs sanitaires en béton et les panneaux Fontex en bois (© VUB Architectural Engineering, 2023).



FONTEX

PANNEAUX AGGLOMÉRÉS PLAQUÉS



Les panneaux FONTEX sont constitués d'éléments fragmentaires de bois agglomérés à l'aide de résines synthétiques et composés dans des presses verticales chauffantes à extrusion.

Les placages de revêtement sont généralement prévus en bois tropicaux durcis. Sur demande, l'application de certains vernis à l'eau peut être envisagée.

1 caractéristiques physiques et mécaniques

Isolation phonique
Essai réalisé sur panneaux de 50 mm, 2,50 m x 1,15 m par le laboratoire de la R.T.F.
Fréquences : 125-200-400-800-1600-3200 Hz
Moyenne : 27-33,3-44,3-47,3-53,3 dB

Isolation thermique
Coefficient de conductibilité : $\lambda = 0,087$
(Essai 116 569 du 9 janvier 1964, Conservatoire A. & N.)

Résistance à la flexion
Contrainte de flexion : 97 kg/cm²
Module d'élasticité : 9 000 kg/cm²
(Essai réalisé sur un panneau de 50 mm)

Compressibilité
Contrainte à la compression : 60 kg/cm²
(Essai réalisé sur un panneau de 50 mm)

Résistance à l'arrachement
Des vis à bois F. 90 de 4 x 25 enfoncées de 15 mm dans un échantillon, ont opposé une résistance moyenne de 82,5 kg à l'arrachement.
(Rég. d'essai C.T.B. du 24 octobre 1962).

FIG. 21
Les cloisons intérieures des logements étudiants sont constituées de panneaux Fontex en bois compressé, d'une épaisseur de 5 cm et dotés de canaux verticaux creux internes (© Fontex, s.d.).

FIG. 22

Les panneaux Fontex en bois sont réutilisés in situ pour les cloisons (ici en « stratification »).

Les panneaux sont montés sur les profils en aluminium de manière à pouvoir être démontés.

Les carrés de tapis bleu et les armatures des éclairages sont également réutilisés (© MAKER architecten, 2024).

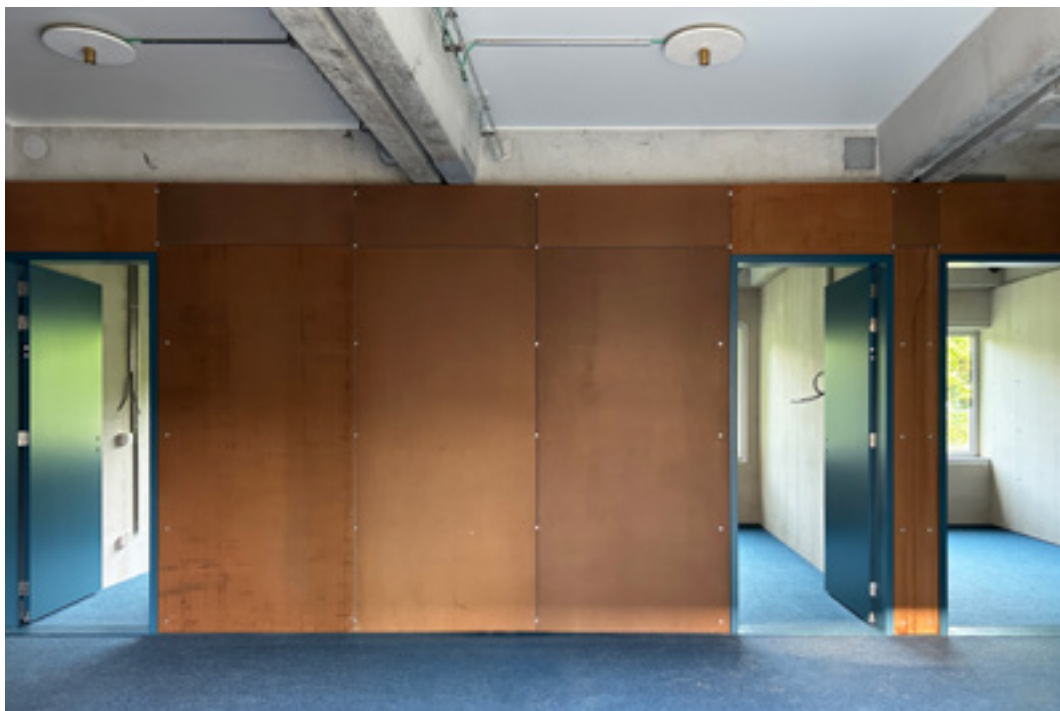


FIG. 23

La stratégie « tente », dans laquelle le patrimoine est le mieux respecté, préserve la façade d'origine en béton avec ses fenêtres coulissantes. La cloison intérieure vitrée, également montée sur des profils en aluminium, permet de réguler la température intérieure (© VUB Architectural Engineering, 2024).





FIG. 24

L'enveloppe du bâtiment se compose de plusieurs couches montées sur un cadre en acier. Cette photo de chantier montre les couches de base ou le dispositif fixe, qui répond aux exigences minimales (© MAKER architecten, 2024).



FIG. 26

Du liège pulvérisé de couleur jaune ocre est utilisé pour habiller les façades frontales des modules (© MAKER architecten, 2024).



FIG. 25

Les façades aveugles sont revêtues de feuilles d'oxyde de magnésium, finies avec du liège gris pulvérisé (© MAKER architecten, 2024).



FIG. 27

La finition de l'intérieur (ici dans le « cocon ») est réalisée avec des panneaux de contreplaqué, fixés de manière démontable aux profilés en aluminium (© MAKER architecten, 2024).



FIG. 28
 Vue de la finition intérieure du «cocon» pendant le chantier, montrant la découpe destinée à l'unité de ventilation individuelle (© MAKER architecten, 2024).

techniques, y compris durant la phase de mise en œuvre. La coopération du VITO, l'Institut flamand pour la recherche technologique, a également été cruciale, notamment en ce qui concerne les évaluations qu'il a réalisées et qui ont servi de base aux diagrammes en toile d'araignée. La multitude d'expertises instrumentalisées dès le départ a permis d'évaluer rapidement et largement l'impact des décisions et des choix en matière de conception, ce qui a permis de renforcer le projet.

La valeur ajoutée et la pertinence du projet sont aussi largement déterminées par l'accent mis sur l'évolutivité. Cela a créé un espace d'expérimentation, en particulier dans les maquettes, mais a également conduit à certaines décisions de conception qui ne sont pas évidentes ou qui sont difficilement prises en compte dans un projet normal. Ainsi, le remplacement des panneaux de façade d'origine, non porteurs, en béton sous les baies vitrées par un nouvel élément de façade est justifiable dans certaines stratégies de conception du point de vue de la recherche, bien que cela génère initialement une charge écologique plus importante. C'est pourquoi MAKER architecten, en tant qu'architecte pour la rénovation «ordinaire» de

plusieurs dizaines d'autres modules du village étudiant, a parfois fait des choix de conception différents au cours du processus et, dans ce cas, a décidé de conserver ces panneaux en béton. L'expérience acquise peut bien sûr être utilisée plus largement, au-delà des limites du village étudiant sur le campus de la VUB. En effet, le WVDM Living Lab s'est orienté vers une solution systémique, en mettant l'accent sur l'enveloppe du bâtiment et une division en une couche de base et des couches variables (FIG. 23-26). Cette approche peut non seulement être utilement employée dans d'autres projets similaires mis en œuvre aujourd'hui, mais elle garantit également la réversibilité spatiale et technique des solutions proposées (FIG. 27-28). Toutefois, l'accent mis sur l'évolutivité ne doit pas être interprété comme une intention de formuler une «solution universelle», bien au contraire. Chaque projet est caractérisé par un contexte spécifique et mérite une solution sur mesure. En outre, le WVDM Living Lab démontre également qu'il n'y a pas une solution unique à chaque problème de conception, mais que les équipes de conception, en fonction de l'expertise et de l'expérience qu'elles apportent à un projet, peuvent proposer des stratégies et propositions de conception très variées, mais tout aussi valables, dans les mêmes conditions-cadres. Des variations apparemment minimales, par exemple en termes financiers ou d'offre et de demande de matériaux réutilisables, peuvent avoir un impact majeur sur le résultat final. Il s'agit donc de prendre des décisions réfléchies et de vérifier, tout au long du processus, leur impact eu égard aux intentions et ambitions initiales; à cette fin, le WVDM Living Lab a fourni certains outils et méthodes. Il a par ailleurs été confirmé qu'une coopération étroite et ciblée avec divers partenaires dès le début d'un projet de construction favorise également la transition vers des pratiques de construction innovantes et durables, à condition que la mission offre le temps et l'espace nécessaires à cet effet.

Traduit du néerlandais

Maquettes d'AAC Architecture en collaboration avec Rotor : 100% de réversibilité en guise d'engagement



FIG. 1

La maquette réalisée par le consortium autour d'AAC Architecture comprend le démontage du mur intérieur en panneaux Fontex entre deux pièces et son remontage par la suite (© AAC Architecture, Monument, Cenergie, Rotor, ASB Buro).

Dans les maquettes réalisées par le second consortium AAC Architecture – Monument – Cenergie – Rotor – ASB Buro, la faisabilité d'une conception 100% réversible a été explorée, d'un point de vue organisationnel, technique et financier. Le démontage minutieux, l'inventaire, la documentation, le stockage et la réutilisation de matériaux de qualité étaient essentiels – Rotor a évidemment joué un rôle important à cet égard. Une attention particulière a également été accordée à l'utilisation et aux qualités architecturales des espaces.

Avant de procéder à la réalisation pratique des maquettes, l'état existant a été dessiné en détail, sur la base de documents d'archives et de mesures d'origine. Cette étape a été suivie par le démontage de l'état existant: la partie de la façade fermée derrière l'élément de cuisine a été démontée, et la cloison intérieure entre deux pièces a également été enlevée pour créer un espace intérieur plus grand. Tous

les matériaux libérés ont été inventoriés et stockés en détail, en vue d'une réutilisation maximale, dans le projet ou ailleurs. En ce qui concerne la cloison intérieure, la fixation des panneaux Fontex s'est avérée non réversible: les panneaux ont dû être coupés à quelques centimètres du bord. Le sable libéré par les canaux creux des panneaux a été soigneusement récupéré au cours de l'opération. Certains matériaux se sont avérés non réutilisables, dont les panneaux de façade en amiante-ciment et l'isolation en laine de verre. Ces matériaux ont été remplacés par d'autres matériaux de seconde main. Il s'est avéré qu'il n'était pas évident de trouver une alternative appropriée pour les panneaux de façade existants, en grandes quantités; il a donc été suggéré de combiner différents types de finitions de façade et de prévoir une longue période de collecte pour un projet de rénovation de plus grande envergure. Inversement, une étude exploratoire a montré que les panneaux Fontex pour-

raient avoir peu de succès sur le marché belge de la réutilisation, de sorte que la réutilisation *in situ* a été recommandée. Cela montre clairement qu'une étude approfondie, un temps suffisant et une bonne connaissance de l'offre et de la demande sur le marché de la réutilisation sont essentiels pour un projet qui mise pleinement sur la réutilisation.

Dans la phase suivante de la maquette, des éléments ont été ajoutés, en utilisant autant de matériaux recyclés et naturels que possible. Entre autres, une deuxième façade intérieure a été créée, avec des menuiseries récupérées. De cette manière, les exigences accrues en matière de confort et de climat intérieur ont été satisfaites tout en conservant la façade d'origine. L'espace entre les deux façades a été rendu suffisamment large pour créer une terrasse intérieure (FIG. 2). Enfin, à nouveau, les maquettes ont été en grande partie démontées et les aménagements intérieurs d'origine remontés, afin de tester la réversibilité des méthodes de construction. Les panneaux Fontex ont été réinstallés, mais avec l'ajout d'une latte de bois en raison de la perte de hauteur due au démontage; l'occasion a été saisie de créer une rupture acoustique (FIG. 1).

Le (dé)montage soigneux et l'analyse minutieuse des matériaux, presque à la manière d'un archéologue, ont exigé beaucoup de travail: le coût de la main-d'œuvre était trois fois plus élevé que le coût des matériaux de l'exécution. En outre, le coût de l'étude, y compris pour la conception de détails démontables avec des matériaux réutilisables et l'exploration du marché de la réutilisation, était aussi élevé que le coût de l'exécution. Cela s'explique en grande partie par l'échelle limitée de la maquette: pour un projet de plus grande envergure, le coût de l'étude et de la main-d'œuvre seront moindres. La recherche des techniques, outils et matériaux les plus appropriés a représenté un investissement important, mais a été nécessaire pour parvenir à une solution réalisable, sur mesure et évolutive. Les maquettes offrent donc des indications importantes pour les futurs projets de construction durable où la réutilisation et la gestion attentive des matériaux sont essentielles.



FIG. 2
Une deuxième façade est construite à environ un mètre derrière la première. Elle permet de créer une terrasse intérieure. La 'plage' est aménagée avec du sable récupéré lors du démontage des panneaux Fontex (© VUB Architectural Engineering, 2023).

Comité de rédaction

Jean-Marc Basyn, Okke Bogaerts, Paula Dumont, Valerie Orban et Cecilia Paredes.

Coordination du dossier

Jean-Marc Basyn
Stephanie Van de Voorde (VUB)
Marylise Parein (VUB, urban)

Coordination de l'iconographie

Jean-Marc Basyn et Julie Coppens

Auteurs / collaboration rédactionnelle

Jean-Marc Basyn, Iwein Baeyens, Ana Castillo, Lieven De Grootte, Tania De Schepper, Margaux Denys, Stijn Elsen, Waldo Galle, Erik Hendrickx, Michèle Kreutz, Catherine Leclercq, Harry Lelièvre, Charlotte Nys, Marylise Parein, Stephanie Van de Voorde, Manja Vanhaelen, Tom Verhofstadt, Ine Wouters

Rédaction finale en français

Jean-Marc Basyn et Valérie Orban

Rédaction finale en néerlandais

Jean-Marc Basyn

Traduction

Oneliner, Linguanet

Relecture

Eric Chagnon, Suzanne Gillijns, Anne Marsaleix et les membres du comité de rédaction

Graphisme

Toast Confituur Studio

Création de la maquette

Polygraph

Impression

db Group.be

Diffusion

Cindy De Brandt, Ilse Weemaels.
bpeb@urban.brussels

Remerciements

Adam Paluch, Caroline Berckmans, Anne Buisseret, Alfred de Ville de Goyet, Helen Hermans, Marie-Françoise Plissart, Marie-Elisabeth Volckrick, B2Ai, Atelier Zone III, &bogdan, MAKER architecten, Origin Architecture & Engineering, A2M, VAI, CIVA, ING ARCHistory, Centre de Documentation urban, Brugis urban, Innoviris

Coordination des publications

Cecilia Paredes

Éditeur responsable

Sarah Lagrillière, directrice générale adjointe, urban.brussels (Service public régional Bruxelles Urbanisme & Patrimoine)
Mont des Arts 10-13, 1000 Bruxelles

Les articles sont publiés sous la responsabilité de leur auteur. Tout droit de reproduction, traduction et adaptation réservé.

Contact

Direction Connaissances et Communication
Mont des Arts 10-13,
1000 Bruxelles
www.patrimoine.brussels
editions@urban.brussels

Crédits photographiques

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 Patrimoine culturel de la Région de Bruxelles-Capitale.

Déjà paru dans Bruxelles Patrimoines

- 001 - Novembre 2011
Rentrée des classes
- 002 - Juin 2012
Porte de Hal
- 003-004 - Septembre 2012
L'art de construire
- 005 - Décembre 2012
L'hôtel Dewez
- Hors série 2013
Le patrimoine écrit notre histoire
- 006-007 - Septembre 2013
Bruxelles, m'as-tu vu ?
- 008 - Novembre 2013
Architectures industrielles
- 009 - Décembre 2013
Parcs et jardins
- 010 - Avril 2014
Jean-Baptiste Dewin
- 011-012 - Septembre 2014
Histoire et mémoire
- 013 - Décembre 2014
Lieux de culte
- 014 - Avril 2015
La forêt de Soignes
- 015-016 - Septembre 2015
Ateliers, usines et bureaux
- 017 - Décembre 2015
Archéologie urbaine
- 018 - Avril 2016
Les hôtels communaux
- 019-020 - Septembre 2016
Recyclage des styles
- 021 - Décembre 2016
Victor Besme
- 022 - Avril 2017
Art nouveau
- 023-024 - Septembre 2017
Nature en ville
- 025 - Décembre 2017
Conservation en chantier
- 026-027 - Avril 2018
Les ateliers d'artistes
- 028 - Septembre 2018
Le Patrimoine c'est nous !
- Hors-série - 2018
La restauration d'un décor d'exception
- 029 - Décembre 2018
Les intérieurs historiques
- 030 - Avril 2019
Bétons
- 031 - Septembre 2019
Un lieu pour l'art
- 032 - Décembre 2019
Voir la rue autrement
- 033 - Printemps 2020
Air, chaleur, lumière
- 034 - Printemps 2021
Couleurs et textures
- 035 - Printemps 2021
Georges Houtstont et la fièvre ornemaniste de la Belle Époque
- 036 - Automne 2022
Points de vue
- 037 - Automne 2024
Objets et collections
- 038 - Printemps 2025
Focus 1939-99

Retrouvez tous les articles sur
www.patrimoine.brussels

Liste des abréviations

AGR – Archives générales du Royaume
ARB – Académie royale de Belgique
AVB – Archives de la Ville de Bruxelles
CIVA – Centre international pour la ville, l'architecture et le paysage
KBR – Bibliothèque royale de Belgique
UCL – Université Catholique de Louvain
ULB – Université Libre de Bruxelles
VAI – Vlaams Architectuurinstituut
VUB – Vrije Universiteit Brussel

ISSN

2034-578x

Dépôt légal

D/2024/6860/011

Dit tijdschrift verschijnt ook in het Nederlands onder de titel "Erfgoed Brussel".

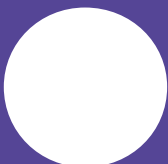
Résolument engagé dans la société de la connaissance, urban.brussels souhaite partager avec ses publics un moment d'introspection et d'expertise sur les thématiques urbaines actuelles. Les pages de *Bruxelles Patrimoines* offrent aux patrimoines urbains multiples un espace de réflexion ouvert et pluraliste.

Ce numéro Focus 1939-99 vise à sensibiliser le public à l'importance de notre patrimoine récent.

Comment le préserver, assurer son développement durable et promouvoir sa valorisation ? Telles sont les principales questions abordées dans ce dossier, qui met l'accent sur la politique du patrimoine et la recherche scientifique dont ce « jeune » patrimoine a fait l'objet ces dernières années.

Sarah Lagrillière
Directrice générale adjointe

U



20 €



ISBN 978-2-87584-218-3