

# BRUXELLES PATRIMOINES

Avril 2019 | N° 030

Dossier **BÉTONS**

Varia **LES GÉANTS BRUXELLOIS**

# ÉQUILIBRE DÉLICAT ENTRE CONSERVATION ET ESTHÉTIQUE

## TROIS RESTAURATIONS DE BÉTON PATRIMONIAL

**AURÉLIE VERMIJLEN**

INGÉNIEUR CIVIL DES CONSTRUCTIONS, MASTER EN CONSERVATION DU PATRIMOINE (RLICC),  
BUREAU *ORIGIN ARCHITECTURE & ENGINEERING* - RESPONSABLE DU PÔLE STABILITÉ



**Fig. 1**

Mémorial national aux Martyrs juifs de Belgique (A. de Ville de Goyet, 2009 © Urban.brussels)

La restauration des bétons patrimoniaux exige une grande finesse d'analyse et de réflexion pour trouver un équilibre entre conservation de la matière, réparation, durabilité et restitution de l'esthétique d'origine. Les trois cas d'étude présentés ici abordent des problématiques différentes en fonction de leur typologie spécifique. Entre le mémorial national aux Martyrs juifs de Belgique (fig. 1) dont la concep-

tion architecturale d'origine est un contraste marqué entre béton blanc et plaques en granit noir, l'auvent du bâtiment M de la *Vrije Universiteit Brussel* (VUB) (fig. 2) présentant des décors en retrait sur sa face inférieure peinte à l'origine et les galeries funéraires du cimetière de Molenbeek (fig. 3) avec leurs dalles de couvertures à l'aspect lisse en béton apparent, on comprend aisément que la conservation et/ou la

restitution de l'esthétique d'origine constituèrent, pour chaque projet, un nouveau défi.

Les techniques de réparation mises en œuvre ne furent pas toujours celles qui avaient été prévues. Si les réparations classiques au mortier ne posèrent pas de problèmes techniques, la ré-alcalinisation fut remplacée soit par un béton projeté, soit par l'intégration d'anodes sacrifi-

cielles pour protéger les armatures. Les finitions varièrent entre patine, finition architectonique, peinture, coating et talochage. La tenue dans le temps de ces restaurations est variable en fonction des techniques mises en œuvre mais, dans tous les cas, un entretien régulier est indispensable.

## MÉMORIAL NATIONAL AUX MARTYRS JUIFS DE BELGIQUE

Le mémorial national aux Martyrs juifs de Belgique situé à l'angle des rues Émile Carpentier et des Goujons à Anderlecht, voit le jour suite à un concours national, lancé en 1964 par l'association des Déportés et Ayants-droit juifs. Ce concours est un appel à projet pour la construction d'un monument dédié à la mémoire des milliers de juifs, victimes du nazisme lors de la Seconde Guerre mondiale en Belgique. Parmi les 24 projets présentés, celui de l'architecte et urbaniste montois André Godart remporte le premier prix. Sur base des planches du concours, l'architecte établit le dossier d'exécution du mémorial entre 1967 et 1968, en partenariat avec son associé de l'époque, Odon Dupire. La construction de l'édifice débute en 1968 et il est inauguré en 1970. Il fut classé comme monument par arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale en 2003. Une mission de restauration de ce mémorial fut confiée au bureau *Origin Architecture & Engineering* en novembre 2009.

Le plan du mémorial se base sur le tracé de l'étoile de David. Par l'utilisation de cette forme, l'architecte André Godart tente de faire passer un message symbolisant l'espoir et la souffrance des milliers de victimes juives du nazisme. Les six branches de l'étoile de David for-



Fig. 2  
Auvent du bâtiment M de la *Vrije Universiteit Brussel* (S. Duquesne, 2016 C Urban.brussels)



Fig. 3  
Cimetière de Molenbeek-Saint-Jean (G. De Kinder, 2016 © Origin)

**Anode sacrificielle :** Dans le béton, lorsqu'on connecte aux armatures un élément constitué d'un métal moins noble que l'acier, une pile galvanique naturelle se crée, activée par la présence d'eau, dans laquelle l'armature constitue la cathode, le métal moins noble constitue l'anode et le béton constitue l'électrolyte. Dans cette configuration, l'anode se dissout ou se sacrifie au profit de l'acier qui gagne des électrons. On appelle donc ces éléments en métal moins noble que l'acier (fréquemment en zinc) des « anodes sacrificielles ».

**Manchon :** Élément en acier permettant de connecter mécaniquement deux portions d'armatures.

**Restauration classique par reconstitution de masse :** Décapage du béton non adhérent, dégagements des armatures pour atteindre des éléments structurels sains, réparations au mortier de ragréage hydraulique ou additionné de polymère.

**Patine (naturelle / artificielle) :** La patine est une transformation de la surface d'un matériau (modification de l'aspect, de la coloration...) se produisant avec le temps (patine naturelle) ou sous l'effet de certains traitements de surface (patine artificielle). La patine artificielle a pour objectif de reproduire la patine naturelle d'un matériau dans le temps. Les patines artificielles sont obtenues par application de divers acides, peintures, laques et/ou vernis.

ment l'enceinte du mémorial. Elles sont matérialisées par d'imposants voiles de béton coulés sur place, coffrés au moyen de voliges en bois. Les marches et le podium sont en béton lavé avec granulats apparents. Le choix du béton comme matériau principal permet de souligner les qualités sculpturales et architecturales de l'édifice. L'utilisation de ce matériau qualifié de durable et facile d'entretien allié à d'autres matériaux de formes, de teintes et de textures simples (tels que la brique au sol ou le granit noir poli pour les plaques commémoratives) souligne une volonté de simplicité et de sobriété de la part de l'architecte.

Les principales problématiques de cet édifice étaient des éclatements de béton dus à la corrosion des armatures induites par un béton carbonaté soumis aux intempéries, des détériorations et perte de matière au niveau des nez de marches d'escaliers/gradins en béton architectonique avec granulats visibles ainsi que la présence de mousses et d'encrassement généralisé des bétons. Afin de redonner au mémorial son aspect d'origine jouant sur le contraste clair-foncé (béton clair, granit et métal foncés), un nettoyage d'ensemble au moyen de techniques adaptées à chaque type de matériaux a été réalisé après essais préalables (eau sous pression pour les bétons et la brique, sablage des éléments métalliques, avec des pressions différentes en fonction de la fragilité des matériaux).

Pour la restauration des bétons, le choix s'est tourné vers une conservation maximale du béton d'origine. Des réparations locales les plus durables et les moins visibles possibles ont été réalisées en utilisant un mortier de réparation hydraulique structurel comme base. La finition a été réalisée par un artisan

spécialisé, à l'aide d'un mortier de réparation non structurel recouvert d'une patine artificielle réalisée sur place et travaillée pour reproduire le dessin du coffrage en bois. Dans le cas des nez de marches, des granulats ont été ajoutés. Un *coating* anti-carbonatation a été appliqué derrière les plaques en granit pour prolonger la durée de vie de ces bétons armés non accessibles et dont les armatures ont un enrobage « limite ». En outre, un micro-mortier hydraulique pour imperméabilisation et protection des bétons a été appliqué au niveau des têtes de mur sur lesquelles les mousses s'étaient fortement développées. Ce micro-mortier a été teinté dans la masse pour correspondre au mieux avec la couleur des bétons en place.

L'enseignement à tirer de ce chantier est double. L'effet patchwork suite à des réparations locales est très fortement atténué par l'application d'une patine en finition, tout au moins lorsque les bétons sont secs. En effet, les réparations étant effectuées avec des matériaux moins poreux que le béton d'origine, la différence se marque inévitablement lorsque les bétons sont mouillés. Malgré un nettoyage optimal, des traitements biocides et *coatings* de protection, les bétons classiques ou architectoniques (finition non lisse) se réencrassent très vite et, plus particulièrement, les surfaces horizontales. L'effet patchwork se marque alors plus fortement car les réparations se salissent moins vite que les bétons anciens. Un entretien régulier, tous les cinq ans, prévoyant un nettoyage des bétons et le renouvellement des traitements biocides sur les surfaces horizontales est indispensable. Ces entretiens sont alors l'occasion d'effectuer un contrôle visuel de la bonne tenue dans le temps des réparations locales. [fig. 4 à 12]



**Fig. 4**  
Mémorial national aux Martyrs juifs de Belgique : avant les travaux, présence d'une ancienne réparation (2009 © Origin).



**Fig. 5**  
Pendant les travaux, tests de patinage (2013 © Origin).



**Fig. 6**  
Après les travaux, patine terminée (2013 © Origin).



**Fig. 7**  
Traitement des armatures (2013 © Origin).



**Fig. 8**  
Marches, avant travaux, ancienne réparation visible (2009 © Origin).



**Fig. 9**  
Marches, après réparation avec ajout de graviers (2013 © Origin).



**Fig. 10**  
Bétons fissurés décapés, dégagements des armatures avant réparation (2013 © Origin).



**Fig. 11**  
Fin des travaux (2013 © Origin).



**Fig. 12**  
Salissures et encrassement visibles (2018 © Origin)

## GALERIES FUNÉRAIRES DU CIMETIÈRE DE MOLENBEEK-SAINT-JEAN

La construction des galeries funéraires du cimetière de Molenbeek-Saint-Jean débute seize ans après l'inauguration de ce dernier en 1864. L'édifice se compose d'une rotonde et de plusieurs galeries couvertes ou à ciel ouvert, abritant des niches funéraires sur quatre à six étages. Ces galeries constituent un système alternatif aux allées traditionnelles et permettent un gain considérable de place. Le monument de style néo-classique comprend de nombreux emprunts aux modèles antiques. Les galeries funéraires présentent un intérêt remarquable et font partie d'un patrimoine menacé qu'il faut préserver. C'est pourquoi elles furent classées comme monument par arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale en 2007.

Lorsque le bureau *Origin Architecture & Engineering* a débuté sa mission de restauration de ces galeries en 2005<sup>1</sup>, les problématiques des bétons des galeries funéraires portaient, d'une part, sur les dalles des couvertures des galeries couvertes et, d'autre part, sur la coupole située à la croisée des galeries couvertes et à ciel ouvert, construites en plusieurs phases entre 1904 et 1911 (fig. 13). Les dalles en béton servant de toitures présentaient de nombreux éclats laissant apparaître des armatures très peu enrobées et corrodées. Quelques sondages avaient été effectués lors des études montrant que les bétons étaient carbonatés. La technique de réparation prévue était la ré-alkalinisation car la philosophie de restauration était de maintenir le plus possible ces bétons et armatures constituant un témoignage assez rare de béton armé, d'avant la Première Guerre mondiale (fig. 14 à 20).

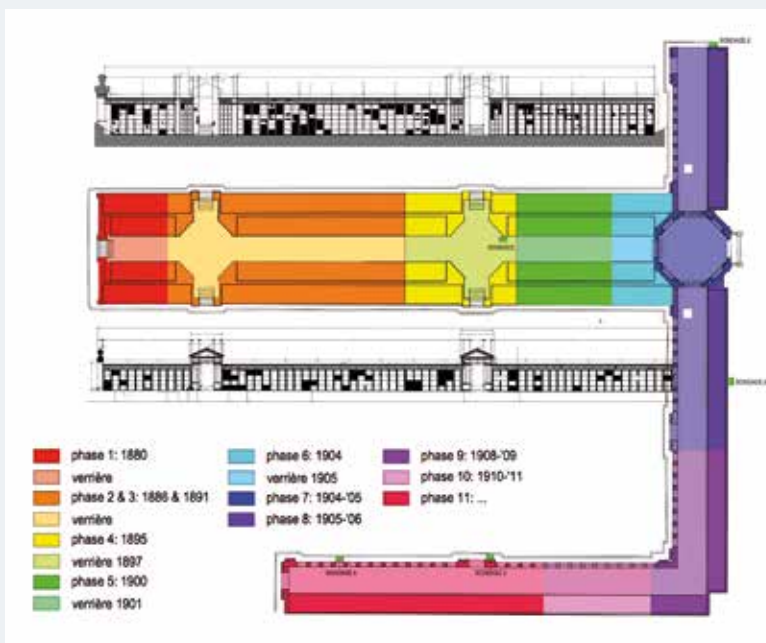


Fig. 13

Plan des phases de construction des galeries funéraires du cimetière de Molenbeek-Saint-Jean (2016 © Origin).

En début de chantier, l'entrepreneur a réalisé des prélèvements complémentaires dans les différentes phases de construction. Les analyses ont révélé que la technique de ré-alkalinisation ne serait pas efficace. D'une part, à cause de la trop grande porosité du béton des trois premières phases de construction des galeries couvertes, voire même par endroit d'une qualité extrêmement mauvaise du béton avec d'importants nids de graviers. D'autre part, des décapages ont révélé que, contrairement à ce qui avait été supposé lors des études, les armatures n'étaient pas continues ; ce qui est pourtant indispensable au fonctionnement d'une protection cathodique comme la ré-alkalinisation. Les plafonds ont, dès lors, été étançonnés et réparés par tronçons pour ne pas déstabiliser les galeries. Les bétons en mauvais état ont été décapés par en-dessous, parfois même jusqu'à la surface inférieure du béton de pente, les armatures ont été renouvelées là où leur section résiduelle était trop faible. Pour conserver un maxi-

mum d'acier ancien, les armatures lisses d'origine ont été coupées et assemblées à de nouvelles barres en acier crénelé à l'aide de manchons. Ensuite, un nouveau béton a été projeté et puis taloché pour retrouver la finition lisse d'origine. Les bétons de pente en bon état ont été maintenus sous la nouvelle étanchéité.

La coupole présentait, lors des études, des éclats visibles en partie inférieure. La surface supérieure n'était pas visible car couverte de lierre. Cette coupole étant très fine et travaillant théoriquement principalement en compression, il n'était pas évident de savoir si elle était armée, même localement. L'hypothèse d'une défaillance de l'étanchéité de la surface supérieure du béton avait donc été posée. En chantier, la coupole s'est révélée armée à l'aide d'un treillis très fortement corrodé. Des calculs ont été réalisés pour déterminer les zones en traction qui nécessitaient réellement la présence d'armatures. Seules deux zones étaient concernées sur la face



**Fig. 14**  
État au début des études de restauration en 2009 (© Origin).



**Fig. 15**  
Couverture d'une galerie, début des travaux (2015 © Origin).



**Fig. 16**  
Décapage des bétons non adhérents, armatures rouillées visibles (2015 © Origin).



**Fig. 17**  
Renouvellement des armatures et liaison des anciennes et des nouvelles armatures à l'aide de manchons (2015 © Origin).



**Fig. 18**  
Couple en début de chantier (2016 © Origin).



**Fig. 19**  
Réparations locales à l'intrados (2015 © Origin).



**Fig. 20**  
Bande en fibres de carbone collée à l'extrados (2015 © Origin).

extérieure de la coupole. Les treillis présents étant inutiles structurellement, il a été choisi d'enlever les armatures rouillées sans les renouveler et d'effectuer localement des réparations à l'aide d'un mortier de ragréage structurel. Afin de garantir la stabilité de la coupole, des bandes en fibres de carbone ont été collées sur les deux méridiens correspondant aux zones en traction. La coupole a ensuite été recouverte d'une étanchéité liquide permettant d'éviter toutes entrées d'eau dans le futur.

L'enseignement à tirer de ce chantier est, d'une part, l'importance de réaliser des essais sur les bétons dès les études préliminaires, quelles que soient les phases de construction et, d'autre part, d'identifier la technique qui pourrait permettre, moyennant certains étançonnements, d'intervenir par tronçons sans devoir démolir l'ensemble du complexe de couverture et garantir le maintien des portions d'armatures saines.

## AUVENT DU BÂTIMENT M DE LA VUB

En 1971, il est demandé à l'architecte Renaat Braem de concevoir un bâtiment pour le service administratif et le rectorat de la *Vrije Universiteit Brussel* (VUB). Si la réception de ce bâtiment était initialement prévue pour 1972, l'histoire de sa conception et de sa construction est marquée par des restrictions budgétaires, et il fallut attendre 1978 pour que le bâtiment entre en fonction. Les concepts initiaux, exubérants et sculpturaux, furent également modifiés pour aboutir à une simple ellipse, cette forme étant selon Braem la plus primaire qu'on puisse trouver dans la nature et donc dans le monde des sciences. Le plan elliptique, de 76 m de long et 16 m de large, était pour l'architecte un symbole adéquat pour l'université, comme lieu où l'on

cherche « la vérité ultime ». Le bâtiment est composé de cinq plateaux au-dessus d'un garage, portés par deux noyaux en béton. Les noyaux sont pourvus de peintures murales effectuées par Braem lui-même, qui représentent l'évolution de l'homme sur la terre. Un auvent sculptural en béton marque son entrée. Cet édifice fut classé comme monument par arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale en 2007.

Une mission de restauration de ce bâtiment fut confiée en 2012 au bureau *Origin* qui débuta par l'auvent en béton armé pour des raisons de sécurité. Celui-ci présentait des éclats de béton au niveau de sa face inférieure décorée de motifs en creux probablement réalisés à l'aide d'empreintes intégrées en fond de coffrage. Des sondages très peu destructifs ont été réalisés lors des études préliminaires. Ceux-ci ont révélé que le béton était carbonaté et que l'enrobage était nettement insuffisant notamment au niveau des décors en creux, que les armatures étaient constituées de treillis et que la qualité et l'homogénéité du béton était bonne.

La philosophie de restauration était de préserver les motifs décoratifs et de limiter au strict minimum les décapages de béton. À cette fin, il était prévu une restauration par ré-alcalinisation des bétons car toutes les conditions requises (béton non poreux, continuité des armatures et remise en peinture finale prévue) s'y prêtaient. Étant donné qu'une peinture avait été mise en œuvre sur la partie inférieure de l'auvent dès l'origine du bâtiment, il était prévu de la restituer ce qui rendrait son uniformité à l'auvent, car la technique de ré-alcalinisation modifie toujours légèrement l'aspect du béton.

En chantier, l'entrepreneur a proposé, pour un prix équivalent, une solution alternative qu'il maîtrisait mieux

que la ré-alcalinisation, qui était plus durable, dont l'efficacité serait plus contrôlable sur le long terme et dont les interventions étaient principalement prévues au-dessus de l'auvent, c'est-à-dire préservant encore plus les bas-reliefs de la face inférieure. Après avoir vérifié la continuité des armatures, l'entrepreneur a mis en œuvre une technique permettant de protéger les armatures via la face supérieure de l'auvent en deux variantes : soit en intégrant des anodes sacrificielles placées dans l'épaisseur du béton et connectées aux armatures, soit en collant des bandes de zinc à la surface du béton et connectées aux armatures dans les zones où le béton avait une épaisseur inférieure à 5 cm. Une unité de contrôle a été mise en place permettant de vérifier dans le futur l'état de dégradation des anodes. Une étanchéité liquide de protection a ensuite été mise en place pour remplacer l'étanchéité d'origine.

Les interventions sur les décors ont été minimales et une peinture minérale identique à celle d'origine a été appliquée sur l'auvent, garantissant, d'une part, une protection supplémentaire et permettant, d'autre part, de ne pas avoir un effet patchwork suite aux réparations ponctuelles.

On peut retenir de cet exemple que, lorsque l'objectif est d'effectuer le moins de décapages possibles au niveau des bétons, diverses techniques existent, mais certaines sont plus durables et plus contrôlables sur le long terme. Si la continuité des armatures est assurée et que le béton est non poreux, la technique de ré-alcalinisation ou de placement d'anode sacrificielle est possible. (fig. 21 à 24)

## NOTE

1. SCANDOLO, J., « Le projet de restauration des galeries funéraires de Molenbeek-Saint-Jean », *Bruxelles Patrimoines*, n°8, novembre 2013, p. 72 à 75.





**Fig. 21**  
 Auvent du bâtiment M de la VUB : avant les travaux, en 2011, présence de mousses (© Origin).



**Fig. 22**  
 Anodes sacrificielles en cours de placement via la face supérieure et connectées aux armatures (2015 © Origin).



**Fig. 23**  
 Bandes de zinc collées en surface et connectées aux armatures (2015 © Origin).

**Fig. 24**  
 Après les travaux  
 (S. Duquesne, 2016  
 © Urban.brussels).



---

## COLOPHON

### COMITÉ DE RÉDACTION

Jean-Marc Basyn, Françoise Cordier, Stéphane Demeter, Paula Dumont, Murielle Leseqque, Griet Meyfroots, Valérie Orban, Cecilia Paredes, Brigitte Vander Bruggen

### RÉDACTION FINALE EN FRANÇAIS

Stéphane Demeter

### RÉDACTION FINALE EN NÉERLANDAIS

Griet Meyfroots

### SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

Stéphane Demeter et Murielle Leseqque

### COORDINATION DU DOSSIER

Jean-Marc Basyn

### COORDINATION DE L'ICONOGRAPHIE

Julie Coppens et Jean-Marc Basyn

### AUTEURS/COLLABORATION

#### RÉDACTIONNELLE

Jean-Marc Basyn, Brigitte De Groof, Rika Devos, Bernard Espion, Jean-Paul Heerbrant, Isabelle Lecocq, Marc Meganck, Griet Meyfroots, Cecilia Paredes, Michel Provost, Benoît Schoonbroodt, Christian Spapens, Anne Totelin, Brigitte Vander Bruggen, Céline Vandewynckel, Aurélie Vermijlen

### RELECTURE

Martine Maillard, Cate Chapman-Skylark Academic & Book Editing et le comité de rédaction

### TRADUCTION

Gitracom, Ubiqu Belgium NV/SA

### GRAPHISME

Polygraph'

### CRÉATION DE LA MAQUETTE

The Crew communication sa

### IMPRESSION

Graphius Brussels

### DIFFUSION ET GESTION DES ABONNEMENTS

Cindy De Brandt, Brigitte Vander Bruggen  
bpeb@urban.brussels

### REMERCIEMENTS

Philippe Charlier, Alfred de Ville de Goyet, Bernard Espion, Armande Hellebois, Wim Kenis, Pierre-Yves Lamy, Michel Provost, Guido Stegen

### ÉDITEUR RESPONSABLE

Bety Waknine, directrice générale, 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 Patrimoine culturel  
Mont des Arts 10-13, 1000 Bruxelles  
www.patrimoine.brussels  
bpeb@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.

### LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACSJ - Archives communales de Saint-Josse-ten-Noode  
ACWSP - Archives communales de Woluwe-Saint-Pierre  
AGR - Archives générales du Royaume  
AUCL - Archives de l'université catholique de Louvain-la-Neuve  
AVB - Archives de la Ville de Bruxelles  
CIDEP - Centre d'Information, de Documentation et d'Etude du Patrimoine  
KIK-IRPA - Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium / Institut royal du Patrimoine artistique  
KUL - Katholieke Universiteit Leuven  
MRBAB - Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique  
SPRB - Service public régional de Bruxelles  
ULB - Université libre de Bruxelles  
VUB - Vrije Universiteit Brussel

### ISSN

2034-578X

### DÉPÔT LÉGAL

D/2019/6860/011

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

## 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

## Derniers numéros



028 - Septembre 2018  
Le Patrimoine c'est nous !



Hors-série - 2018  
La restauration  
d'un décor d'exception



029 - Décembre 2018  
Les intérieurs historiques



urban  
.brussels

BUP BRUXELLES URBANISME ET PATRIMOINE  
BSE BRUSSEL STEDENBOUW EN ERFGOED

15 €



ISBN 978-2-87584-179-7