

# BRUXELLES PATRIMOINES

Avril 2019 | N° 030

Dossier **BÉTONS**

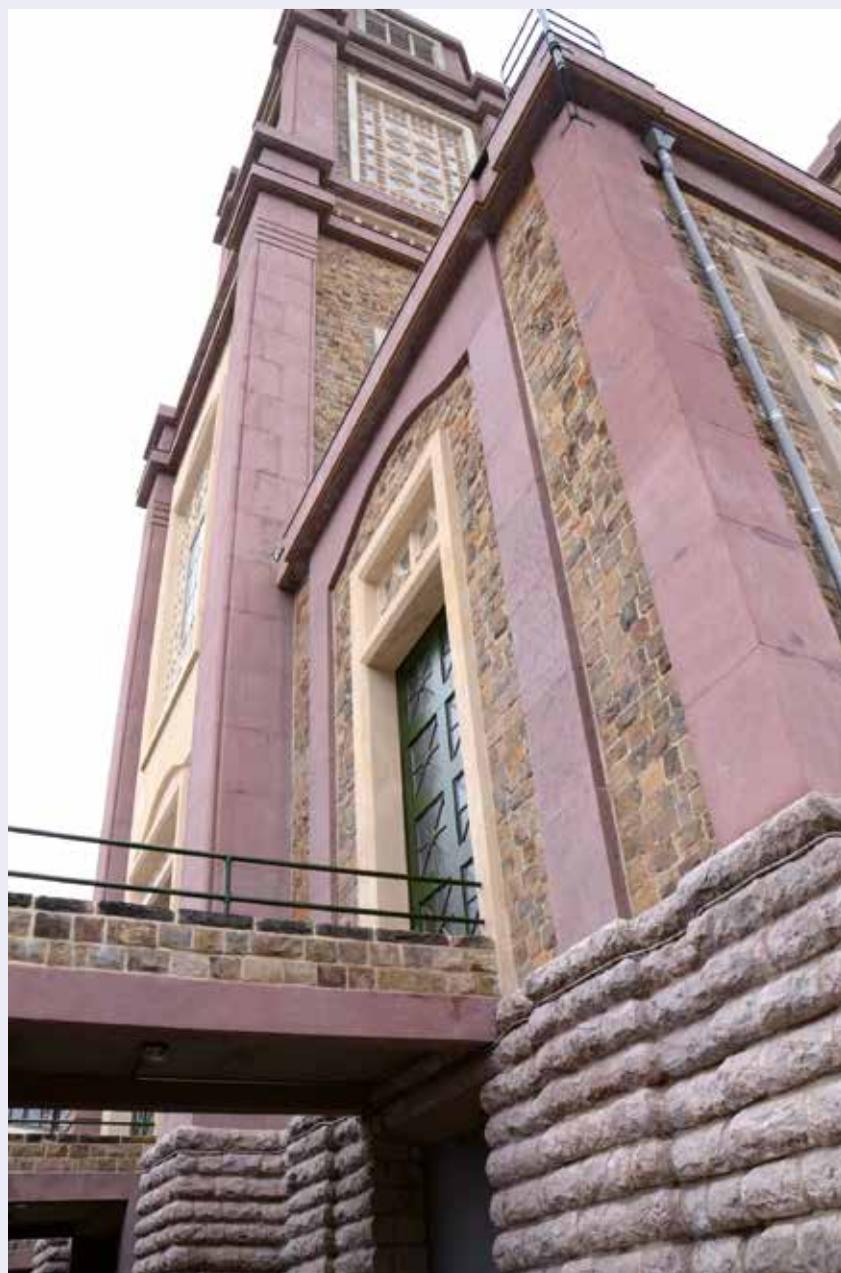
Varia **LES GÉANTS BRUXELLOIS**

# LE *PATCH REPAIR* AU CHEVET DE L'ÉGLISE SAINTE-SUZANNE

## PLAIDOYER POUR UNE RESTAURATION MICROCHIRURGICALE DES BÉTONS

**JEAN-MARC BASYN**

HISTORIEN DE L'ART, DIRECTION DU PATRIMOINE CULTUREL  
SUR BASE D'UN ENTRETIEN AVEC **GUIDO STEGEN**, ARCHITECTE



**Fig. 1**

L'église Sainte-Suzanne restaurée. La visibilité des réparations locales (*patch repairs*) sur le béton rouge varie encore selon l'humidité de l'air. Grâce au design des mortiers de réparation, cet effet doit disparaître (G. Stegen, 2019 © ARSIS)

L'architecte Guido Stegen (fondateur du bureau ARSIS, ancien membre de la Commission royale des Monuments et des Sites) s'est forgé une solide réputation en restauration des bétons armés historiques ; les restaurations, entre autres, de l'église Saint-Jean-Baptiste à Molenbeek-Saint-Jean (architecte Joseph Diongre, 1932 ; classée comme monument en 1984), des balcons des dix-huit étages de la *Résidence de La Cambre* à Ixelles (architecte Marcel Peeters, 1937 ; classée comme monument en 2005), de l'église Sainte-Suzanne à Schaerbeek (voir ci-dessous) (fig. 1) en témoignent.

Il constate que la tendance actuelle de procéder à des traitements de plus en plus globaux va souvent à l'encontre d'une approche plus respectueuse de la matérialité et de l'historicité des bétons. La protection cathodique est de plus en plus souvent utilisée en Belgique, et le remplacement de la couverture des aciers continue à être pratiqué en restauration du patrimoine. Ce dernier procédé implique généralement la disparition de l'épiderme du béton. La ré-alcalinisation électro-chimique permet de la conserver sans devoir implanter des éléments techniques définitifs dans le substrat. Plus simple encore est la réparation locale des dégradations du béton armé qui permet d'intervenir très ponctuellement sur la matière historique (surface, relief, couleur, expression de la matière), en minimisant les dégâts. C'est la voie du moindre mal, et souvent du moindre coût !<sup>1</sup>

.....  
**DIAGNOSTIC**

Les bétons datant d'avant 1950-1960 présentent principalement des dégradations dues à la corrosion des armatures en acier, provoquée par l'absence d'un milieu alcalin autour de ces aciers. La problématique de la corrosion des armatures se mesure mieux à l'aide du diagramme de Pour-

baix : les stratégies de conservation et de réparation se déterminent par rapport à deux paramètres qui influent sur la corrosion : le potentiel de corrosion (eH) des armatures et l'alcalinité (pH) du substrat autour de l'acier.

Les raisons de ces dégradations sont locales, et les dégradations le sont aussi. Elles sont dues principalement :

- à la faible profondeur des armatures ;
- à la présence de vides locaux autour des armatures ; ces nids de gravier se créent à l'endroit des reprises des coulées, entre les armatures peu espacés, en surface du béton décoffré ou à l'arrière des coffrages perdus (fig. 2) ;
- aux différences de la qualité du béton entre les zones au-dessus et au-dessous des joints de reprise des coulées ;
- aux conditions de mise en œuvre, visant à diminuer le facteur eau/ciment (mortier relativement sec et grandes quantités de granulats).

.....  
**RÉPARATIONS**

Les mortiers utilisés pour le *patch repair* étaient traditionnellement à base de liant hydraulique (principalement ciment Portland), ils sont alcalins et visent à rétablir un milieu protecteur autour des armatures (passivation) afin que le substrat fonctionne à nouveau comme inhibiteur de rouille.

Mais le *patch repair*, suite à son évolution, a également généré des inconvénients. Ces dernières décennies, l'utilisation de mortiers qui visaient à augmenter le rendement des travaux de réparation a parfois conduit à des problèmes qui ont entaché la réputation de ce procédé :

- Problèmes d'adhérence et de retrait, accentués par l'utilisation de mortiers à prise de plus en plus rapide, créant des micro-fissures dans la réparation et au raccord

avec le substrat d'origine. L'ajout de polymères ou de résines pour contrer les problèmes d'adhérence s'est révélé peu satisfaisant (vieillesse différent et changement d'aspect, érosion accélérée du substrat) ;

- Problèmes d'apparition et d'accélération de la corrosion des armatures saines en périphérie directe (2 à 5 cm) de la zone de réparation dans un substrat carbonaté. Ce phénomène connu sous le nom *ring anode corrosion* est une corrosion macrocell créée un courant de corrosion entre les zones anodique et cathodique dans les armatures à la limite du *patch* et peut entraîner la destruction du substrat en périphérie du *patch*.

La restauration de l'église Saint-Antoine à Bâle (arch. Karl Moser, 1925-1927) et sa publication en 1997 dans le dossier technique de DoCoMoMo consacré au *Fair Face of Concrete, Conservation and Repair of Exposed Concrete* a eu un impact significatif sur les choix des techniques de restauration. La surface de béton apparent et d'enrobage de la façade à rue a été entièrement remplacée. Cette intervention a été considérée comme une



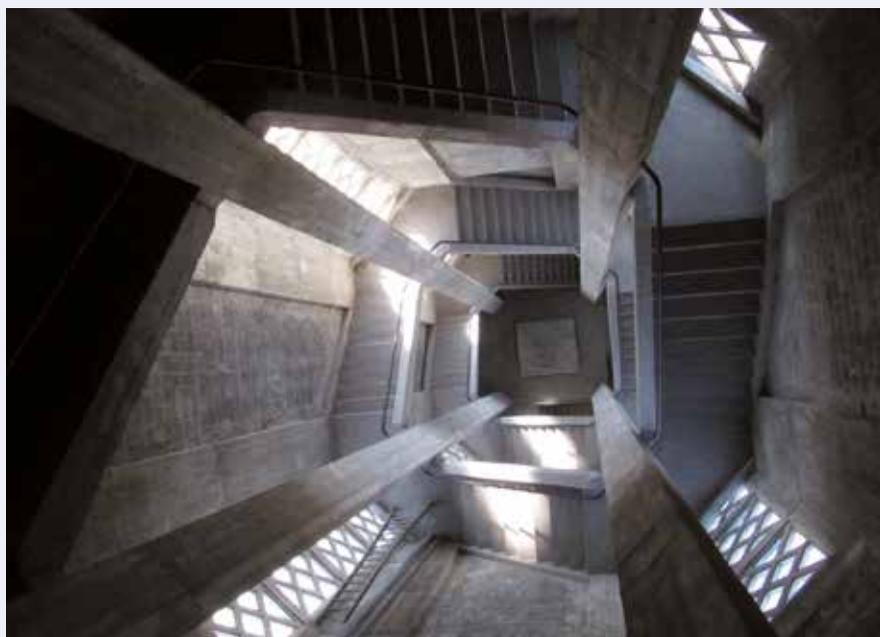
**Fig. 2**  
 Nids de gravier et vides derrière les coffrages perdus en béton armé. Eglise Sainte-Suzanne (G. Stegen, 2017 © ARSIS).



**Fig. 3**  
Balcon de la Résidence de la Cambre après application de la protection cathodique par une anode galvanique sacrificielle en zinc projeté [G. Stegen, 2008 © ARSIS].



**Fig. 4**  
Limiter les dégâts lors de l'installation d'une protection cathodique en utilisant des connections visées, et en les réduisant aux armatures situées dans du béton carbonaté [G. Stegen, 2017 © ARSIS].



**Fig. 5**  
Le béton armé de la tour de l'église Saint-Jean-Baptiste, conservé au moyen de *patch repair*, suivi de ré-alcalinisation électro-chimique [G. Stegen, 2014 © ARSIS].

référence, alors que les autres façades de l'église ont été restaurées au moyen du *patch repair* avec succès du point de vue technique, malgré les différences d'aspect de plus en plus visibles. Paradoxalement, le *patch repair*, qui répond pourtant favorablement à l'article 12 de la Charte de Venise de l'ICOMOS (1964) sur la distinction entre les éléments remplacés et les parties originales<sup>2</sup>, n'a pas gagné le débat face à « l'unité de style » de l'approche qui consiste à remplacer la totalité de la surface et le béton d'enrobage des aciers jusqu'à une profondeur au-delà des armatures.

Le *patch repair* permet d'éviter le remplacement total de la surface, procédé maximaliste et global. Mais d'autres alternatives moins destructives existent également :

- > Méthode électro-chimique :
  - La ré-alcalinisation du substrat (passivation de l'acier) (fig. 3) ;
  - La protection cathodique de l'armature par courant imposé ou par anode sacrificielle, galvanique (immunisation de l'acier) (fig. 4 et 5) ;
  - Ces procédés comportent cependant certains risques de courants dits vagabonds, de

discontinuité électrique ou d'une réaction possible alcali-silice. Il faut cependant intervenir le plus finement possible, en réduisant les armatures à connecter aux seuls endroits carbonatés.

- > Méthode par imprégnation, bien que peu performante sur les bétons historiques compacts jusqu'aux années 1950-1960 :
  - La ré-alcalinisation du substrat au moyen de produits alcalins (passivation) ;
  - Le blocage de la corrosion au moyen d'inhibiteurs de rouille.



**Fig. 6**  
Des réparations locales (*patches*) coffrées et coulées (Église Sainte-Suzanne. G. Stegen, 2017 © ARSIS)

## ÉGLISE SAINTE-SUZANNE

La restauration tout juste terminée (2015-2019) de l'église Sainte-Suzanne à Schaerbeek (architecte Jean Combaz, 1925-1928 ; classée comme monument en 2003) permet d'appréhender cette approche micro-chirurgicale et l'utilisation de différentes techniques sur mesure (fig. 6 et 7). Première église à être entièrement coulée en béton armé en Belgique, cette église d'inspiration Art Déco se caractérise par une variété de couleurs et de matériaux, dont plusieurs utilisations de béton, pour les revêtements de l'enveloppe extérieure (fig. 1) :

- le soubassement en bossages de marbre belge (Rouge Royal, identique aux lambris à l'intérieur) ;
- des parements en grès schisteux (psammites du Condroz) ;
- du béton armé gris (ciment) coulé sur site, recouvert ou non par un enduit (intérieur de la dalle de toiture, faces extérieures de la toiture, encadrements des ensembles des cloîtres) ;
- du béton armé coulé sur site recouvert d'un enduit rouge (élé-



**Fig. 7**  
Au début, les réparations locales (*patches*) absorbent encore plus vite l'eau en surface (G. Stegen, 2016 © ARSIS)

ments horizontaux, acrotères et haut de la tour) ; la finition en surface est similaire à une finition de pierre naturelle taillée : les bords sont ciselés et le reste des surfaces bouchardé fin ;

- du béton armé coulé sur site recouvert d'un enduit couleur crème (pierre artificielle) ;
- du béton armé gris (ciment) préfabriqué ;
- du béton armé rouge préfabriqué (colonnes) ;
- du béton armé préfabriqué couleur crème (pierre artificielle), utilisé pour les cloîtres.

L'église a fait l'objet de trois vagues de réparation dans le passé. Des réparations datant de l'époque de la construction caractérisées par l'utilisation de mortiers de réparation hydraulique, l'absence d'armature à l'arrière des réparations, une matière de réparation peu carbonatée et somme toute une assez bonne tenue dans le temps (fig. 8). Des réparations d'il y a une cinquantaine d'années signalées par la présence d'armature à l'arrière des interventions, une matière peu carbonatée et une tenue plutôt variable dans le temps. Enfin, des réparations d'il y a vingt ou trente ans repérées par l'utilisation visible de mortiers à résines époxy (débordement et jaunissement de la couche d'accrochage), le développement de rouille expansive sur les armatures à l'arrière des interventions



**Fig. 8**  
Un *patch repair* traditionnel, réalisé il y a plus de 80 ans, encore en bon état (Église Sainte-Suzanne. G. Stegen, 2010 © ARSIS)

malgré une alcalinité encore élevée du mortier de réparation.

## PRINCIPES DE RESTAURATION

Sans rentrer dans les détails techniques étayés dans les études très complètes qui accompagnent le dossier de restauration, il est établi que les principales pathologies concernent la carbonatation assez superficielle de la peau du béton combinée à l'exposition des armatures à des infiltrations d'eau, et stagnation d'eau à l'intérieur de la construction, s'exprimant par des éclats de béton en surface.

La stratégie de restauration, en concertation constructive avec l'administration régionale (Direction du Patrimoine culturel, organe subsidiaire à hauteur de 80 %), a consisté principalement en :

- L'enlèvement et la réparation des parties non adhérentes, repoussées par la rouille expansive, sans pour autant décaper les parties carbonatées encore solides du béton ;
- L'enlèvement et le remplacement d'anciennes réparations devenues caduques et toutes les réparations de produits de synthèse (comme les résines époxy) ;
- La conservation par anode sacrificielle des encadrements des en-



**Fig. 9**  
Essais de lasure et de modification de la porosité afin de ralentir la carbonatation (G. Stegen, 2016 © ARSIS).



**Fig. 10**  
Le relief et la lasure originelle (G. Stegen, 2010 © ARSIS).



**Fig. 11**  
La restauration du relief dans un patch repair local frais avec des outils développés ad hoc (G. Stegen, 2016 © ARSIS).

- sembles de claustrés, et de certains éléments horizontaux armés
- La réparation locale en surface du béton apparent au moyen du patch repair des dégradations locales ayant le profil tel que mentionné plus haut.
  - La réparation locale du béton constructif non apparent au moyen de patch repair, suivi d'un

- enduit alcalin, aux endroits où cet enduit correspond avec l'expression architecturale et les détails techniques originellement prévus.
- La ré-alkalinisation électrochimique initialement prévue a été abandonnée et remplacée par les techniques de patch repair, mentionnées ci-avant.
  - Des injections de coulis hydrauliques alcalins, pour créer un milieu alcalin passivant autour des armatures situées dans les creux en profondeur.
  - Les mortiers de réparation et les coulis d'injection ont été chargés d'inhibiteurs de rouille.
  - Aux endroits des réparations locales, le substrat est imprégné d'inhibiteur de rouille dans le but d'éviter le développement du *ring anode corrosion*.

### PATCH REPAIR

Les patches sur le béton armé peuvent soit être coulés (fig. 13), soit être appliqués à la truelle (fig. 14). Cette dernière méthode a été celle qui fut principalement appliquée pour la restauration de l'église Sainte-Suzanne, afin de limiter le remplacement du substrat originel en surface (l'épiderme). Pour répondre au problème d'adhérence et éliminer le retrait dans les réparations, une attention particulière fut demandée envers la préparation du substrat, et la protection du patch. Dans le même but des mortiers à liants lents ont été utilisés. Ces mortiers et les coulis d'injection ont été chargés d'inhibiteurs de rouille. La réparation locale est précédée d'une imprégnation du substrat d'un inhibiteur de rouille afin d'éviter le phénomène du *ring anode corrosion*. Un mélange fait sur mesure, précédé de nombreux essais (fig. 9) et de mises au point régulières, est appliqué en fonction de l'endroit et du contexte spécifique des réparations. Il faut tenir compte

de la couleur (en situation sèche et mouillée), densité, facteur eau/ciment, porosité, vitesse de prise et plasticité pour concocter le mélange adéquat. La restauration de la finition ciselée et bouchardée des bétons rouges présente l'avantage d'atténuer les différences de couleur des patch repairs par rapport à la surface d'origine (fig. 10 et 11).

### LES CLAUSTRÉS

Les claustrés vitrés sont faits dans un béton architectonique qui imite la pierre blanche<sup>3</sup>. Leurs sections ont été fabriquées de deux parties symétriques identiques (extérieur et intérieur) et présentent des creux dans le profilage périphérique pour l'armature de montage. En surface, les claustrés étaient finis comme la pierre de taille.

La dégradation des claustrés est de loin la pathologie la plus importante et problématique du monument. À la suite de la rouille expansive sur les armatures des claustrés et les armatures de montage des claustrés, de très nombreuses ruptures se sont produites, surtout dans les façades exposées aux pluies. Les dégradations se concentraient principalement autour des plats en acier dur, utilisés comme armature. Pour les moitiés extérieures trop abîmées, il a été décidé de procéder au remplacement de la moitié extérieure, en laissant la moitié intérieure en place (fig. 12) ; des réparations locales pour les autres claustrés accompagnées d'une protection cathodique (fig. 5). L'injection des creux entre, et dans les claustrés à l'aide d'un mortier alcalin (fig. 15) achève l'intervention sur la matière avant la remise en place des châssis métalliques restaurés, le placement des verres extérieurs et le remontage des grands vitraux également restaurés (fig. 16).



**Fig. 12**  
Reconstitution de la moitié extérieure d'un cloître, laissant les vitraux en place dans la moitié intérieure (G. Stegen, 2017 © ARSIS).



**Fig. 13**  
Un patch repair coffré et coulé sur un cloître de l'église Sainte-Suzanne (G. Stegen, 2015 © ARSIS).



**Fig. 14**  
Un patch repair frais réalisé à la truelle sur les cloîtres de l'église Saint-Jean-Baptiste. La différence de couleur disparaîtra dans les trois mois (G. Stegen, 2007 © ARSIS).

## CONCLUSION

Cette restauration démontre qu'une connaissance de la composition et mise en œuvre des bétons historiques permet une meilleure compréhension et stratégie des interventions à prévoir. La diversité des techniques utilisées prouve qu'une approche respectueuse de la matière « sur mesure » est possible. Le patch repair y occupe une place clé, puisque les dégradations des bétons

historiques jusqu'en 1950-1960 sont typiquement locales et que toute technique globale éventuelle doit de toute façon être précédé de réparations locales minutieuses pour être effective ou ne pas aggraver la corrosion expansive<sup>4</sup>.

## NOTES

1. Pour davantage de renseignements, consulter STEGEN, G., *La renaissance du patch repair*, colloque « Restaurer les bétons : la masse et l'épiderme »,

ICOMOS France, Grenoble 23-24/11/2017, actes publiés in *Cahier ICOMOS France*, 29, 2018.

2. Article 12. Les éléments destinés à remplacer les parties manquantes doivent s'intégrer harmonieusement à l'ensemble, tout en se distinguant des parties originales, afin que la restauration ne falsifie pas le document d'art et d'histoire ([www.icomos.org/charters](http://www.icomos.org/charters)).
3. Les vitraux du peintre Simon Steger et maître verrier Jacques Colpaert sont installés en 1950-1956.
4. Coût total 5.200.000 €, dont 4.160.000 € pris en charge par la Région de Bruxelles-Capitale.



**Fig. 15**  
Injection de mortier alcalin pour remplir les vides et nids de gravier en contact avec les armatures (G. Stegen, 2018 © ARSIS).



**Fig. 16**  
Cloître restauré avec verre extérieur placé et vitrail intérieur restauré et remonté (G. Stegen, 2019 © ARSIS).

---

## 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

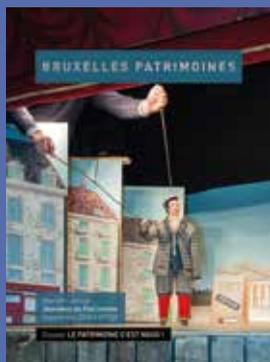
022 - Avril 2017  
Art nouveau

023-024 - Septembre 2017  
Nature en ville

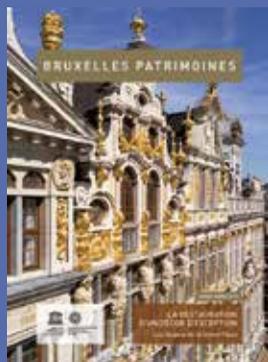
025 - Décembre 2017  
Conservation en chantier

026-027 - Avril 2018  
Les ateliers d'artistes

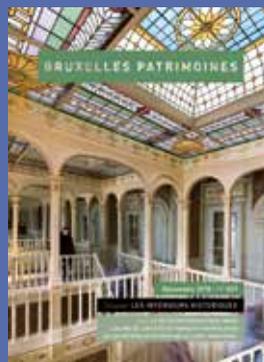
## Derniers numéros



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