

# BRUXELLES PATRIMOINES

Avril 2019 | N° 030

Dossier **BÉTONS**

Varia **LES GÉANTS BRUXELLOIS**

DOSSIER

# PATRIMOINE D'INGÉNIERIE- CONSTRUCTION 1944-2018

## INVESTIGATIONS AVANT DÉMOLITION D'UNE PASSERELLE EN BÉTON PRÉCONTRAIT

### **BERNARD ESPION**

INGÉNIEUR CIVIL DES CONSTRUCTIONS,  
PROFESSEUR ULB  
JOINT RESEARCH GROUP ULB-VUB  
« CONSTRUCTION HISTORIES BRUSSELS »

### **MICHEL PROVOST**

INGÉNIEUR CIVIL DES CONSTRUCTIONS,  
PROFESSEUR ULB, JOINT RESEARCH GROUP  
ULB-VUB « CONSTRUCTION HISTORIES BRUSSELS »,  
ASSOCIÉ ORIGIN ARCHITECTURE & ENGINEERING



Déplacement de la passerelle de la rue de Gosselies dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 juin 2018 (W. Coppens © SPRB).

*L'histoire de la technologie du béton ne s'écrit pas uniquement sur base des archives. Le regard archéologique posé sur les ouvrages présentant des désordres et des pathologies aide à comprendre la matérialité des mises en œuvre prévues dans les cahiers des charges et les fiches techniques des produits. Dans le cas présent, une expérimentation intrusive et destructrice a permis aux auteurs d'évaluer pleinement les propriétés techniques d'une des premières réalisations belges en béton précontraint.*

Jusqu'au 1<sup>er</sup> juin 2018, une passerelle piétonne en béton croisait le Canal de Charleroi à Molenbeek-Saint-Jean dans l'axe de la rue de Gosselies (fig. 1). Elle vient d'être remplacée en 2019 par une passerelle métallique mobile (levante) signée par le bureau Greisch. L'ancienne passerelle en béton jouissait de la particularité d'être le premier ouvrage de type « pont » ou « passerelle » en béton précontraint construit et mis en service en Belgique, et pour être précis en octobre 1944, c'est-à-dire sept semaines après la libération de Bruxelles.

### LES PREMIERS BÉTONS PRÉCONTRAINTS EN BELGIQUE

Les premières applications du béton précontraint datent des années 1930, mais sont restées expérimentales et exceptionnelles avant 1945. Très précisément, c'est en 1939 que l'ingénieur français Eugène Freyssinet proposa le tout premier projet de pont (à Luzancy, sur la Marne) faisant usage d'une technologie adaptée pour la précontrainte du béton par *post-tensioning* : cette technologie consistait en un sys-

tème de « câbles » (faisceau de fils d'acier mis en tension) et « d'ancrages » de ces câbles au béton après durcissement de celui-ci.

Le béton précontraint apportait de nombreux avantages par rapport au béton armé. Particulièrement à cette époque des débuts de la guerre, le béton précontraint permettait des gains importants dans l'utilisation des matériaux, tant d'acier que de béton, donc aussi de ciment..., en réalité toutes matières dont l'usage était contingenté pendant la guerre, mais dont l'économie était aussi particulièrement recherchée en période de reconstruction. Cette mise en œuvre nécessitait l'usage d'armatures différentes de celles du béton armé : des fils en acier de 5 mm de diamètre à très haute résistance plutôt que des barres lisses en acier doux comme celles utilisées en béton armé à l'époque.

Dès 1941, l'entreprise de construction bruxelloise *Blaton-Aubert* a commencé à explorer, à l'initiative et avec la collaboration intense du professeur gantois Gustave Magnel, les possibilités d'introduire en Belgique le béton précontraint par *post-tensioning*. Ils développèrent durant les années 1942-1944 une technologie



Fig. 1

La passerelle de la rue de Gosselies à Molenbeek-Saint-Jean en 1945 (Inventaire des archives du ministère des Travaux publics. Service photographique, photos de Ponts 1934-1953 © AGR).

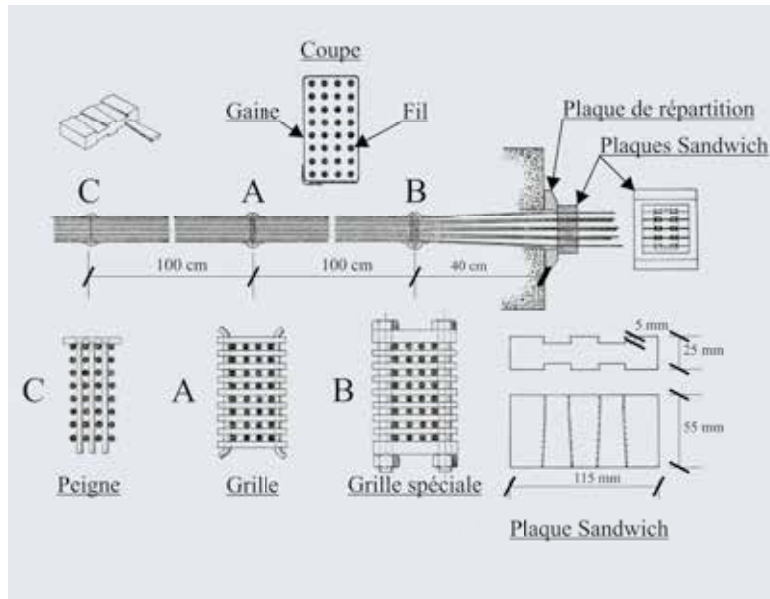


Fig. 2  
Le Système « Sandwich » de précontrainte par *post-tensioning* (© Magnel, 1948).

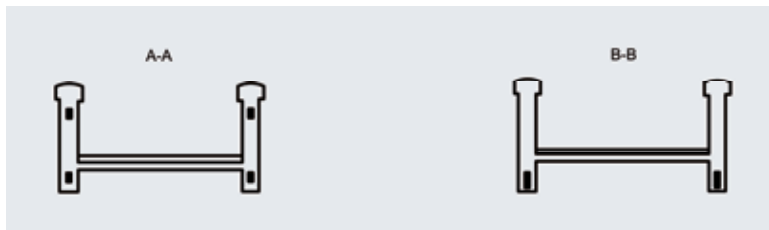


Fig. 3  
Coupes transversales à l'appui [A-A] et à mi-portée [B-B] de la passerelle (© Brice Delsaute d'après des documents des Archives Blaton).



Fig. 4  
Élévation de la passerelle indiquant le tracé des câbles dans les poutres (© Brice Delsaute, d'après des documents des Archives Blaton).

spécifiquement belge de précontrainte par *post-tensioning* qui sera connue sous le nom « Sandwich » ou « Blaton-Magnel » (fig. 2). Celle-ci fut validée de façon éclatante par un essai probant de mise en charge jusque rupture d'une poutre en béton précontraint de 20 m de portée qui eut lieu en juillet 1943 sur le chantier de la construction, par

*Blaton-Aubert*, des ponts-rails de la jonction Nord-Midi surplombant la rue du Miroir (qui existent toujours). C'est ainsi qu'à partir de l'automne 1943, l'Administration des Ponts et Chaussées accepta que des variantes en béton précontraint soient soumises à l'adjudication pour la reconstruction de ponts en béton armé détruits en 1940.

## LA PASSERELLE DE LA RUE DE GOSSELIES

Le projet et la construction de la passerelle en béton précontraint en 1944 sont connus par un article publié par l'Ingénieur des Ponts et Chaussées dirigeant les travaux (Santilman, 1948), par la description fournie par le professeur Magnel (Magnel, 1948), mais surtout, depuis peu, par le dossier découvert dans les archives de l'entreprise *Blaton-Aubert* accessibles à la recherche depuis 2013.

À l'endroit de la passerelle de la rue de Gosselies se trouvait une passerelle en béton armé, construite en 1930 suivant un cahier des charges de 1921, détruite en 1940. Initialement, il fut envisagé de la reconstruire en béton armé suivant le modèle initial, le marché de sa reconstruction ayant d'ailleurs été adjugé à une entreprise bruxelloise *Ing. Raymond Clauses*. Cependant, suite au succès de l'essai probant de la poutre précontrainte expérimentale de juillet 1943, l'entreprise *Blaton-Aubert* et le professeur Magnel proposèrent pour la passerelle, dès début septembre 1943, un projet alternatif qui fut accepté : c'est ainsi que *Blaton-Aubert* devint sous-traitant de l'entreprise *Clauses* pour appliquer la précontrainte, l'entièreté du projet en béton précontraint ayant été étudié par le bureau d'études de *Blaton-Aubert*.

La passerelle se compose de deux poutres maîtresses de 20,94 m de portée en béton précontraint supportant un tablier en béton armé (fig. 3). La hauteur des poutres à mi-portée est de 1,5 m, ce qui n'est pas justifié pour une telle portée en termes de capacité portante ou de rigidité, mais par leur rôle de garde-corps. Chacune des poutres est précontrainte par *post-tensio-*



**Fig. 5**

Le dégagement de l'enrobage de béton laisse apparaître les câbles se rejoignant pour n'en former qu'un. On voit également la gaine en tôle, les fils d'acier de 5 mm de diamètre et le coulis d'injection durci entre les fils (photo des auteurs, 2018).



**Fig. 6**

Côté amont de la passerelle en octobre 2017 (© B. Espion).

ning au moyen de deux câbles comportant chacun 40 fils en acier de 5 mm de diamètre : l'un est rectiligne et l'autre à concavité parabolique vers le haut (fig. 4) ; les deux câbles se couplent dans la partie centrale pour former un seul câble de 80 fils (fig. 5). Les fils passent dans des gaines rectangulaires en tôle d'acier de 0,6mm d'épaisseur. Après mise en tension des fils, ces gaines sont injectées par un coulis à base de ciment qui protège l'acier des fils de la corrosion. Les fils des câbles des poutres de la passerelle ont été mis en tension fin octobre 1944.

La pathologie des ouvrages en béton précontraint est peu différente de celle des ouvrages en béton armé, mais avec un point d'attention spécifique. La précontrainte par *post-tensioning* est quasi uniquement appliquée pour les constructions des ouvrages d'art qui, à la différence des bâtiments, sont exposés à l'action délétère des chlorures des sels de déverglaçage ainsi qu'aux infiltrations d'eau par défaut d'étanchéité. Ceci réunit potentiellement des conditions favorables à la corrosion des armatures de précontrainte, plus susceptibles de cor-

rosion que les armatures de béton armé. Ceci était bien connu dès les débuts du béton précontraint, ce qui explique les diverses protections prises pour protéger ces armatures de la corrosion : confinement dans une gaine métallique injectée par un coulis de ciment très alcalin fournissant un environnement électro-chimique protecteur, généreuses épaisseurs de béton d'enrobage autour des gaines et dimensionnement du béton précontraint pour éviter la fissuration du béton qui offre une voie d'accès privilégiée aux agents corrosifs. Il n'empêche que, comme le béton armé, la durabilité du béton précontraint s'est parfois avérée problématique, et que nombre de ponts en béton précontraint construits dans les années 1940-1970 ont souffert de pathologies entraînant leur réhabilitation, voire leur remplacement pur et simple, mais l'eau est toujours l'agent de la corrosion. Très souvent, les problèmes sont dus à une mise en œuvre peu soignée. Il faut ici également distinguer les ponts et passerelles réalisés en précontrainte par *post-tensioning* « externe » ou « interne ». Dans ceux réalisés en précontrainte « externe », il est possible d'éva-

luer par inspection visuelle le degré de corrosion des câbles et relativement aisé de pourvoir à leur remplacement. Par contre, dans ceux réalisés par précontrainte « interne » au béton, comme dans le cas des poutres de la passerelle de la rue de Gosselies, il n'est pas possible d'apprécier *de visu* le degré de corrosion des armatures de précontrainte (les fils) et, s'il s'avérait qu'elles sont corrodées, il est beaucoup plus délicat d'intervenir.

En 1944, comme il s'agissait d'une première en béton précontraint pour la Belgique, des précautions furent prises pour soigner la mise en œuvre du béton. Un document figurant dans les archives de l'entreprise *Blaton-Aubert* permet même de penser que l'architecte Jean-Jules Eggericx fut consulté pour l'aspect architectural de la passerelle. Mais l'action de la pollution atmosphérique et urbaine ainsi que l'adjonction de gros tuyaux supportant des câbles électriques côté amont finirent par transformer ce qui était au départ une élégante structure architecturale en une vulgaire construction utilitaire peu entretenue dans un environnement industriel (fig. 6).

## UNE OPPORTUNITÉ POUR LA RECHERCHE

À priori, rien ne laissait penser que la passerelle de la rue de Gosselies souffrait de problèmes de corrosion : son remplacement, prévu déjà depuis quelques années, était justifié par des raisons de mobilité pour les cyclistes, l'accès à la passerelle se faisant par un escalier; d'autre part, son tirant d'air ne permettait pas – mais c'est aussi le cas d'autres ouvrages franchissant le canal – le passage de péniches chargées de deux niveaux de conteneurs.

Puisqu'il était acquis que l'ouvrage allait être détruit, les auteurs de cet article ont convaincu la Région bruxelloise de prévoir, avant la destruction définitive de la passerelle, qui ne pouvait de toute façon pas être réalisée sur site, de la soumettre à un programme d'investigations et de mise en charge afin d'augmenter les connaissances scientifiques relatives à la durabilité et à la pérennité des ouvrages en béton précontraint de première génération, et particulièrement ceux réalisés avec le système de précontrainte « Blaton-Magnel » dont l'utilisation a été très répandue en Belgique jusqu'au début des années 1960. À titre d'exemple, le dramatique et récent effondrement du pont de Gênes (14 août 2018) témoigne de l'importance de recherches scientifiques relatives à l'évaluation de la capacité portante réelle et résiduelle des ouvrages en béton précontraint construits il y a plus de 40 ans.

Un examen visuel de la passerelle encore en place rue de Gosselies en octobre 2017 révéla déjà que la gaine du câble inférieur de la poutre amont était apparente, un morceau de béton d'environ 1,5 m de long ayant été arraché probablement



**Fig. 7**

Fissure dans le béton à la face inférieure d'une poutre à mi-portée de la passerelle sous son poids propre. Son ouverture (0,8 mm) est appréciée au moyen d'une jauge de comparaison (photo des auteurs, 2018).

lors d'un impact provoqué par un convoi fluvial hors gabarit. La passerelle fut déplacée dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 juin 2018 et disposée sur un terrain mis à disposition par le Port de Bruxelles situé digue du Canal non loin du pont du Biestebroeck. Elle fut d'abord soumise à un nettoyage méticuleux par eau à haute pression. L'examen de la zone endommagée montrait que la tôle avait été arrachée (gaine ouverte) mais que les fils n'étaient pas exposés. On remarqua surtout que chacune des poutres était déjà traversée sur une belle hauteur, rien que sous le poids propre de la passerelle, par une fissure située à mi-portée. L'ouverture de cette fissure à ce stade était de 0,8 mm (fig. 7). L'existence de ces fissures traduit le fait que le principe même du dimensionnement des poutres n'a pas conduit aux résultats escomptés, à savoir leur non fissuration en service. Ce constat corrobore de nombreuses études antérieures, indiquant que les concepts de dimensionnement du béton précontraint utilisés pendant longtemps, probablement jusque dans les années 1980, sous-estimaient fortement les « pertes » de précontrainte. Cette « erreur » de calcul ne pose en général pas de problème de capacité portante, mais peut affecter le comportement en service des ouvrages d'art condui-

sant, dans les cas graves, à devoir les remplacer.

La mise en charge de la passerelle, en octobre 2018, fut réalisée au moyen de sacs de granulats pesant 1,5 t (fig. 8). On procéda au chargement progressivement jusqu'à atteindre, avec 54 sacs, près de cinq fois la charge de service utile, en mesurant la flèche de la poutre à mi-portée et en notant particulièrement l'apparition des fissures et leur ouverture (fig. 9a et 9b). Sans pouvoir entrer ici dans le détail de la présentation de ces résultats, disons simplement que cette passerelle pionnière en béton précontraint s'est avérée très satisfaisante après 74 années de service et conforme aux exigences actuelles de capacité portante et de comportement en service. La destruction de la passerelle s'est avérée elle aussi instructive : les armatures de précontrainte, dont on redoutait la corrosion, se sont révélées dans un parfait état, n'ayant rien perdu de leurs performances mécaniques.

De nos jours, on critique souvent l'état des infrastructures en béton. Parfois, ceci est justifié compte tenu de la faible qualité initiale de la construction ou de son manque d'entretien. Parfois le principe de précaution, ou des options politiques, conduisent à détruire des



**Fig. 8**  
Chargement de la passerelle au moyen de sacs de granulats (photo des auteurs).



**Fig. 9a**  
Les ingénieurs analysent la structure du pont et indiquent les fissures à la craie blanche (J.-M. Basyn, 2018 © Urban.brussels).



**Fig. 9b**  
(W. Coppens, 2018 © SPRB).

ouvrages qui, fondamentalement, sont loin d'avoir atteint leur durée de vie. L'examen approfondi de la passerelle de la rue de Gosselies a montré qu'un ouvrage en béton précontraint très ancien – en l'occurrence le plus ancien de Belgique – peut toujours s'avérer performant. La prolongation de la durée de vie des anciens ouvrages d'art en béton constitue une contribution positive – en termes de bilan carbone – à la construction durable.

## BIBLIOGRAPHIE

- DEVOS, R., ESPION, B., PESZTAT, Y. (et al.), *Blaton. Une dynastie de constructeurs / Een dynastie van bouwers*, AAM, Bruxelles/Brussel, 2017.
- MAGNEL, G., *Le Béton précontraint*. Fecheyr, Gand, 1948.
- SANTILMAN, H.N.F., « Note sur l'emploi du béton précontraint dans la construction des passerelles de la rue de Gosselies et de Malheide sur le Canal de Charleroi à Bruxelles », *Annales des Travaux Publics de Belgique*, Bruxelles, 1948, p. 127-141, 309-340.

## Construction engineering heritage 1944-2018 An investigation of a prestressed concrete footbridge prior to demolition

Recently replaced, the footbridge on Rue de Gosselies in Molenbeek-Saint-Jean was the very first 'bridge' or 'walkway' type structure in Belgium to be made from prestressed concrete using post-tensioning. Before its demolition, it underwent a series of investigations and was subjected to load testing in order to further scientific knowledge of the durability and long-term resistance of the first generation of prestressed concrete structures.

The recent dramatic collapse of the Genoa bridge is testament to the importance of research to evaluate the actual and residual load-bearing capacity of prestressed concrete structures built more than 40 years ago.

The Rue de Gosselies footbridge was subjected to a load of up to five times the useful 'service load' without breaking. An extensive examination demonstrated that a very old prestressed concrete structure can still perform very well. Extending the lifespan of old engineered structures constitutes a positive contribution to sustainable construction.

---

## 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