

ESSAI DE MISE EN CHARGE SUIVI DE DESTRUCTION DE LA PLUS ANCIENNE PASSERELLE EN BETON PRECONTRAIT DE BELGIQUE (1944-2018)



ESPION BERNARD

Professeur
Université Libre de Bruxelles
Av. F.D. Roosevelt 50, 1050 Bruxelles
Tél. : 02 650 27 24
Email : bernard.espion@ulb.ac.be

PROVOST MICHEL

Professeur
Université Libre de Bruxelles
Av. F.D. Roosevelt 50, 1050 Bruxelles
Tél. : 02 650 27 24
Email : michel.provost@skynet.be



Résumé

La passerelle en béton qui, jusqu'au 1 juin 2018, croisait le Canal Charleroi-Bruxelles à Anderlecht jouissait de cette particularité d'avoir été le tout premier ouvrage de type « pont » ou « passerelle » en béton précontraint construit et mis en service en Belgique, et ce en octobre 1944.

Le projet et la construction de cette passerelle sont connus par un article publié dans les *Annales de Travaux Publics de Belgique* (Santilman, 1948), par la description sommaire 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 (Culot *et al.*, 2017).

Cette construction faisait partie des tous premiers projets en béton précontraint réalisés suivant la technique du *post-tensioning* avec le système de câbles et ancrages mis au point durant la guerre par le professeur Magnel en collaboration avec l'entreprise Blaton-Aubert, système connu sous le nom de « Sandwich » (Espion 2009, 2015). L'entreprise Blaton-Aubert était sous-traitante de l'entreprise générale (ir G. Clauses) pour la précontrainte lors de la construction de cette passerelle en 1944.

La passerelle se composait de deux poutres maîtresses de 20,94 m de portée en béton précontraint supportant un tablier en béton armé. Chacune des poutres est précontrainte par la technique du *post-tensioning* au moyen de deux câbles comportant chacun 40 fils en acier de 5mm de diamètre : l'un des câbles est rectiligne et l'autre à concavité parabolique vers le haut. Les fils passent dans des gaines rectangulaires en tôle d'acier de 0,6mm d'épaisseur : ces gaines sont injectées après mise en tension des fils par un coulis à base de ciment pour protéger l'acier des fils de la corrosion.

Journée d'information sur la gestion des ouvrages d'art

A première vue, cette passerelle ne semblait pas présenter de désordres liés à la durabilité, mais la Région de Bruxelles avait prévu depuis plusieurs années de pourvoir à son remplacement pour des raisons de mobilité. Puisqu'il était acquis que l'ouvrage allait être détruit, les auteurs de cette communication ont proposé au SPRB –Service Mobilité 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 » (ou « Sandwich ») dont l'utilisation a été très répandue en Belgique jusqu'au début des années 1960.

La passerelle, d'une masse de 60t, fut déplacée dans la nuit du 1 au 2 juin 2018 et disposée sur un terrain mis à disposition par le Port de Bruxelles. Elle fut d'abord soumise à un nettoyage méticuleux par eau à haute pression. On a pu observer 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. Ceci traduit plus que probablement des pertes de précontrainte significativement supérieures à celles envisagées dans le dimensionnement, pertes ayant conduit à une large décompression du béton même sous charge permanente.

La mise en charge de la passerelle, en octobre 2018 (74 ans d'âge), fut réalisée au moyen de sacs de granulats pesant chacun 1,5t. On procéda au chargement progressivement jusqu'à atteindre cinq fois la charge de service utile (70t au total), en mesurant la flèche à mi-portée, les déformations longitudinales à différents niveaux, l'apparition des fissures et leur ouverture. La capacité portante maximale (ELU) n'a pu être atteinte, mais, à voir l'évolution de la flèche et l'ouverture des fissures, il s'en fallait de très peu. Bien que les poutres furent dépourvues de toute armature transversale, on n'a relevé aucune fissuration d'effort tranchant : on s'acheminait clairement vers une capacité portante maximale régie par la flexion, avec de nombreuses fissures de flexion (verticales) uniformément réparties sur les deux poutres. Après destruction complète de la passerelle, on a pu observer que les armatures de précontrainte, dont on redoute souvent la corrosion, étaient dans un parfait état de conservation.

Différents essais de caractérisation ont également été menés. La composition du béton de la passerelle en 1944 est bien documentée : elle comprenait 450 kg de ciment CEM I par m³ de béton, donnant une résistance à la compression (équivalent cylindre) $f_{c28} = 40$ MPa à 28 jours en 1944, devenue $f_c = 69$ MPa en 2018, soit une augmentation de près de 70%. La carbonatation du béton après 74 ans n'est pas mesurable au test à la phénolphtaléine, mais peut être estimée par d'autres essais à moins d'un cm, ce qui est fort peu. La résistance à la rupture résiduelle (en 2018, moyenne de 11 essais de traction) des fils d'acier de 5mm de diamètre est de 1548 MPa (contre 1457 MPa en 1944 si l'on en croit l'unique essai de caractérisation), et l'allongement à la rupture (supérieur à 1,6%) apparaît fort honorable.

Remerciements

Les auteurs expriment leurs vifs remerciements :

- à Bruxelles Mobilité (Service Public Régional de Bruxelles) pour le soutien apporté à cette recherche, et en particulier à MM. les ingénieurs Vincent Thibert, Chef de la cellule Infrastructure des Ouvrages d'Art, et Dan Balkali de la Direction Gestion et Entretien des Voiries;
- à l'entreprise BESIX-West Construct pour son implication dans l'essai sur chantier, et en particulier à M. Hendrik Vandekerckhove ;
- au Centre de Recherches de l'Industrie Cimentière (CRIC-OCCN) pour les essais de caractérisation du béton.

Références

Santilman, H.N.F., 1948: 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*, pp. 127-141, 309-340.

Magnel, G., 1948: *Le Béton précontraint*. Gand: Fecheyr.

Culot, M., Devos, R., Espion, B., et al., 2017 : *Blaton, Une dynastie de constructeurs, Een dynastie van bouwers*. Bruxelles : Editions AAM et CIVA.

Espion, B., 2015 : The founding events of prestressed concrete in Belgium seen through the Blaton archives In B. Bowen, D. Friedman, T. Leslie, & J. Ochsendorf (Eds.), *Proceedings of the 5th International Congress on Construction History: Vol. 2* (pp. 41-48). American Construction History Society.

Espion, B., 2009 : Early applications of prestressing to bridges and footbridges in Brussels area In K.-E. Kurrer, W. Lorenz, & V. Wetzke (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Congress on Construction History: Vol. 2* (pp. 535-541). Cottbus, Germany: Chair of Construction History and Structural Preservation, Brandenburg University of Technology.

Attas, D., Provost, M., 2011 : *Bruxelles, sur les traces des ingénieurs bâtisseurs*, Bruxelles: CIVA.