



Monitoring des ouvrages en béton : avantages et défis

En raison de grandes avancées dans le domaine de l'Internet des objets (*Internet of Things* ou IOT) et de la technologie des capteurs, le secteur de la construction s'intéresse de plus en plus au monitoring. En permettant de mesurer de nombreux paramètres en temps réel, le monitoring contribue à optimiser la conception, l'exécution, l'entretien ou encore les coûts.

G. Van Lysebetten, ir., chef adjoint du laboratoire 'Géotechnique et monitoring', CSTC

N. Huybrechts, ir., chef de la division 'Géotechnique, structures et béton', CSTC

P. Van Itterbeeck, dr. ir.-arch., chef de projet principale, laboratoire 'Structures et systèmes de construction', CSTC

Technologie des capteurs à fibres optiques

Le béton est un matériau de construction très couramment utilisé depuis déjà des décennies. Le monitoring des ouvrages en béton présente néanmoins de nombreuses possibilités en termes de gestion, d'entretien et d'exploitation. Les avancées technologiques dans le domaine de la fibre optique et les opportunités offertes par cette technologie sont particulièrement marquantes. La division 'Géotechnique, structures et béton' du CSTC mène des expériences en ce sens depuis près de 15 ans, principalement dans des applications géotechniques (voir le [Dossier du CSTC 2021/4.1](#)). Au cours des dernières années, son champ d'action s'est élargi, notamment dans le cadre du projet COOCK 'Monitoring van structuren en systemen met optische vezel' (voir encadré à la page suivante).

Domaines d'application

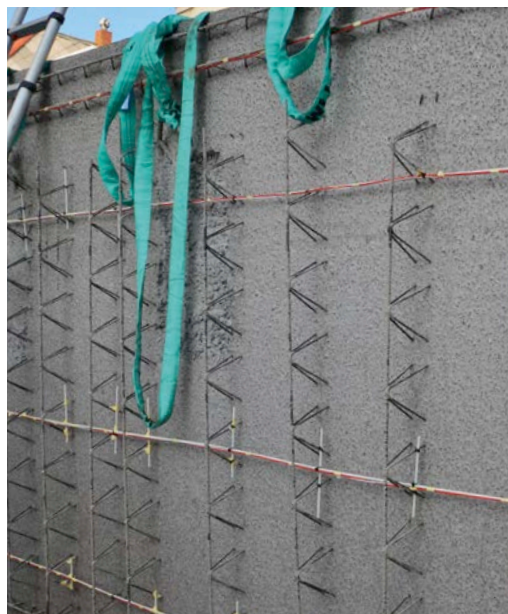
Le **développement de produits innovants** et l'**optimisation de la mise en œuvre** sont les premiers domaines dans lesquels le monitoring peut apporter de la valeur ajoutée.

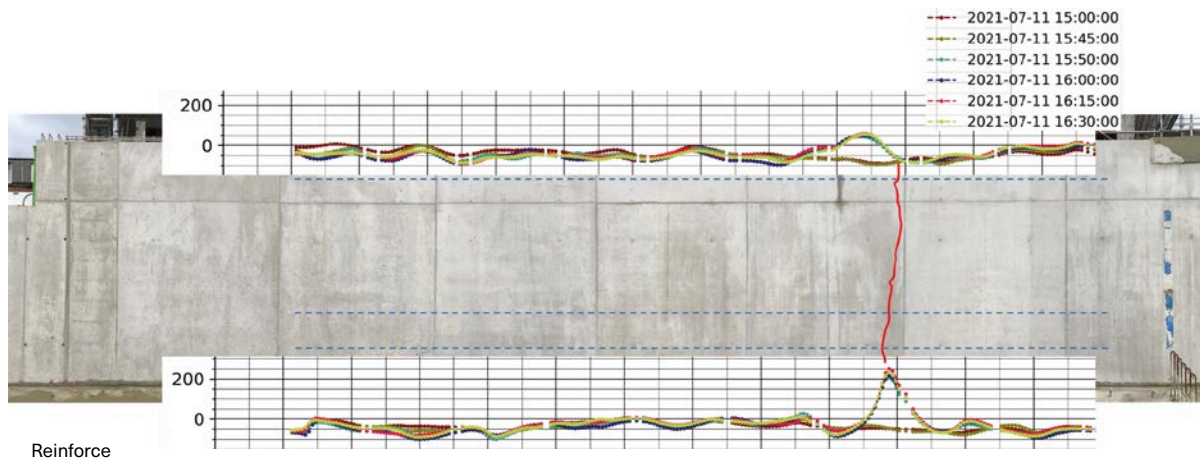
Par exemple, on peut obtenir aujourd'hui – et de façon rentable – des informations très précises sur le comportement des éléments ou des structures. Il est dès lors possible d'optimiser la conception et l'exécution des ouvrages. Le développement du système 'Uniwall' par Prefaxis en est un bon exemple. Ce système consiste, dans un premier temps, à placer une paroi préfabriquée en béton devant la paroi de soutènement et, dans un second temps, à remplir de béton l'espace compris entre les deux parois. Comparativement à l'utilisation de panneaux de coffrage traditionnels, cette technique offre un gain de temps considérable. En outre, le monitoring de l'allongement et de la température du béton apporte des informations importantes concernant le comportement thermique et le retrait empêché de la paroi (voir figure 1). Celles-ci permettent d'optimiser la durée des phases de bétonnage, sans compromettre l'étanchéité aux liquides de la paroi en béton. Nous vous invitons à scanner ce code QR pour découvrir une [vidéo](#) qui vous en apprendra plus à ce sujet.



Le monitoring joue aussi un rôle essentiel pour qui souhaite adopter une **stratégie d'entretien prédictive** (*predictive maintenance*) plus rentable. En intégrant un réseau de cap-

1 Fixation des câbles à fibres optiques à l'armature.





2 Mesures de l'allongement de la paroi effectuées à divers moments au moyen de capteurs à fibres optiques (projet de recherche Reinforce). Le pic indique le début de la fissuration.

teurs dans les ouvrages d'infrastructure (ponts, tunnels, ...), on peut détecter, à un stade très précoce et à distance, des anomalies telles que des problèmes de corrosion ou de fissuration. Il est dès lors possible d'intervenir plus rapidement et de façon plus ciblée, mais aussi de réduire les coûts d'entretien et les désagréments pour les utilisateurs.

Les dernières avancées technologiques permettent également de réaliser un monitoring de plus en plus précis des structures existantes en vue de l'**installation de systèmes d'alerte précoce**, de la **prolongation de la durée de vie** ou de l'**estimation de la durée de vie restante**. Cela peut s'avérer utile dans le cas du remplacement ou de la rénovation des ponts et des tunnels en Belgique, par exemple. Grâce au monitoring, les inspections seront plus ciblées, les dégâts de plus grande ampleur pourront être évités et les infrastructures sensibles pourront être maintenues plus longtemps opérationnelles si le besoin s'en fait sentir.

Défis

Cependant, le monitoring des ouvrages en béton pose aussi des défis de taille. Les capteurs à fibres optiques permettent de réaliser un monitoring précis grâce à un câblage et à des dispositifs de lecture compacts. Pour ce faire, il faut

toutefois pouvoir **relier chaque point de mesure à un emplacement spécifique dans la structure**, ce qui requiert une attention particulière en cas de surfaces importantes ou de géométries complexes, par exemple.

Le CSTC mène actuellement divers essais visant à promouvoir l'utilisation des capteurs à fibres optiques pour le **monitoring de la corrosion et la détection des fissures**, notamment pour déterminer à partir de quel moment les fissures sont détectables (voir figure 2 et encadré ci-dessous).

Enfin, il ne faut pas oublier qu'un monitoring produit un **nombre considérable de données** et que celles-ci doivent être traitées et interprétées. Par conséquent, nous recommandons d'établir un plan de travail dès le départ et de prévoir un budget suffisant. Les algorithmes et l'intelligence artificielle peuvent s'avérer utiles, et ce particulièrement en cas de monitoring de longue durée.

Bien qu'un monitoring à grande échelle soit parfois nécessaire, il est préférable de **concevoir un réseau de capteurs là où il est réellement le plus utile**. En effet, un tel réseau limite les coûts et permet de mieux contrôler le flux d'informations entrant. À cet égard, il est essentiel d'identifier les points les plus sensibles de l'ouvrage pour effectuer le monitoring le plus complet possible avec le réseau de capteurs le plus restreint possible. ◆

Étude de valorisation pour les capteurs à fibres optiques

Dans le cadre du projet COOCK 'Monitoring van structuren en systemen met optische vezels' (2020-2023) initié par VLAIO, le CSTC, en collaboration avec la division 'Bouwmechanica' de la KU Leuven, a pour mission de promouvoir l'utilisation des capteurs à fibres optiques dans le secteur du bâtiment. Plusieurs essais sont effectués en laboratoire, afin de connaître l'étendue du champ d'application de ces capteurs. Récemment, des essais en flexion et des essais de corrosion accélérée ont été réalisés sur des poutres en béton armé. Les techniques de mesure classiques ont été comparées à la technologie des capteurs à fibres optiques et à la technologie de mesure appelée *Digital Image Correlation* (DIC). Ces essais ont permis notamment de déterminer la largeur minimale des fissures pouvant être détectée avec chaque technique et de savoir comment et à partir de quand la corrosion du béton armé peut être détectée au moyen de capteurs à fibres optiques. Rendez-vous sur www.ovmonitoring.be pour plus d'informations.