

Préambule

Les spécialistes de l'auscultation des ouvrages de génie civil sont souvent confrontés à des problèmes liés à l'inaccessibilité des éléments à ausculter ou/et à la nature et à la configuration de ces éléments. Actuellement, il n'existe pas de solutions d'auscultation satisfaisantes permettant de s'affranchir de ces difficultés. L'approche proposée ici consiste à prendre ces problématiques en considération dès la conception des ouvrages. Cela revient à se poser la question suivante : **comment vérifier l'état de telle ou telle composante d'une structure tout de suite après sa construction ou plusieurs années plus tard ?** Il suffit d'intégrer la ou les solutions retenue(s) dans les plans et devis. Ce bulletin expose quatre cas fréquemment rencontrés parmi plusieurs autres.

Cas 1 : Évaluation de l'état de corrosion des armatures à l'intrados des dalles

L'activité de corrosion des armatures dans les dalles minces des tabliers de ponts est habituellement évaluée au moyen de l'essai de potentiel de corrosion [Réf 1]. Cela consiste à mesurer la différence de potentiel électrique entre une électrode de référence en contact avec la surface supérieure de la dalle (extrados) et l'armature du rang supérieur. L'information obtenue ne concerne donc que les armatures du rang supérieur.

Toutefois, la connaissance de l'activité de corrosion des armatures inférieures est tout aussi importante compte tenu du rôle structural de ces armatures. Théoriquement, ceci peut aussi être réalisé par l'extrados en connectant le voltmètre de mesure à l'armature inférieure (figure 1). Malheureusement, cette mesure ne traduira pas l'état de corrosion de ces armatures inférieures mais plutôt celle des armatures

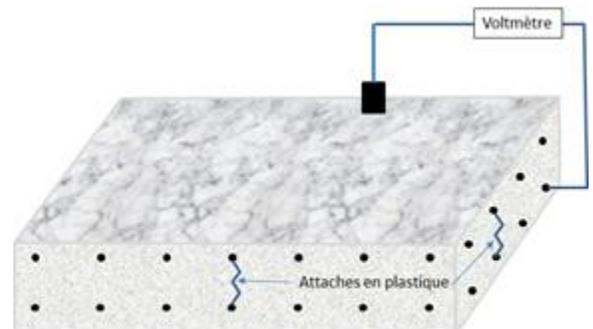


Figure 1: Évaluation de l'activité de corrosion des armatures inférieures

supérieures car les deux rangs d'armatures sont souvent reliés par des tiges métalliques dans les coffrages pour les maintenir à équidistance lors du bétonnage. Il serait donc très avantageux d'utiliser des attaches en plastique ou en composite car cela permettrait l'évaluation par l'extrados non seulement de l'état des armatures supérieures mais aussi celle des armatures inférieures, et faire ainsi un diagnostic complet de l'état des renforts en place.

Cas 2 : Détection des vides dans les gaines des câbles précontrainte

Un des problèmes majeurs des ouvrages d'art en béton précontraint est la détection de vides d'injection dans les gaines de précontrainte. Les méthodes les plus efficaces sont la radiographie X et la gammagraphie [Réf. 2]. Malheureusement, ces techniques requièrent des zones de protection étendues contre les radiations. Depuis quelques années, d'autres techniques alternatives ont fait leur apparition, telle que l'échographie ultrasonore [Réf. 3]. Toutefois, le rendement de ces techniques est faible et de ce fait, elles sont plus appropriées pour investiguer des zones ciblées de dimensions restreintes. La technique du Géoradar [Réf. 4] est plus pertinente à cette problématique car elle est rapide et ses capacités de détection des vides sont réelles. Cependant, un obstacle majeur fait face à la mise en œuvre de cette technologie : les gaines de précontrainte dans les ouvrages anciens sont en acier, et ce matériau est un réflecteur parfait des ondes Géoradar. Il en résulte que ces ondes ne peuvent pas passer à travers ces gaines pour détecter les vides qu'elles renferment. Il est donc proposé d'utiliser à l'avenir (sur des constructions neuves ou sur des constructions anciennes à réparer) des gaines en matériaux également transparents aux ondes électromagnétiques, tel que des gaines en plastiques.

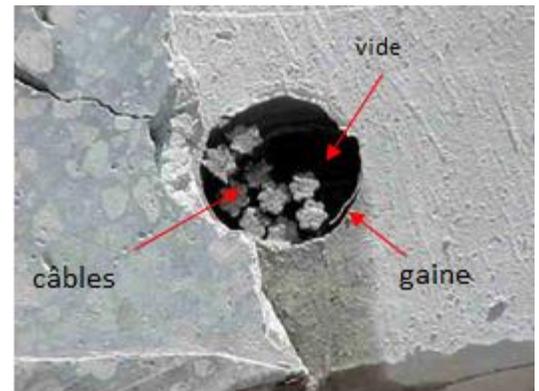


Figure 2: Vede d'injection dans une gaine

Cas 3 : Évaluation des dalles de béton sous les chapes de béton armé

Le revêtement des dalles en béton armé par des chapes de béton est une pratique assez répandue, notamment pour la protection contre la corrosion des armatures dans les radiers. Une des préoccupations des gestionnaires de ces structures est de déterminer l'état de désagrégation et de délamination de ces dalles. Cette évaluation s'avère ardue car les chapes de béton sont fréquemment armées avec un treillis métallique. Ce treillis métallique génère un « bruit » qui peut affecter significativement la qualité de l'information relative à l'état de la dalle et pouvant être obtenue au moyen des techniques d'auscultation non destructives. Ce bruit augmente avec la densité du treillis, et l'utilisation d'un treillis en matériaux polymère ou en composite plutôt qu'en acier pour le renforcement de la chape permettrait de s'affranchir de cette difficulté. Cette

NUMÉRO 9 L'importance de la prise en compte de l'auscultation dès la conception JANVIER 2015

alternative augmenterait considérablement le potentiel des techniques ultrasoniques aussi bien que des techniques électromagnétiques relativement à cette problématique.

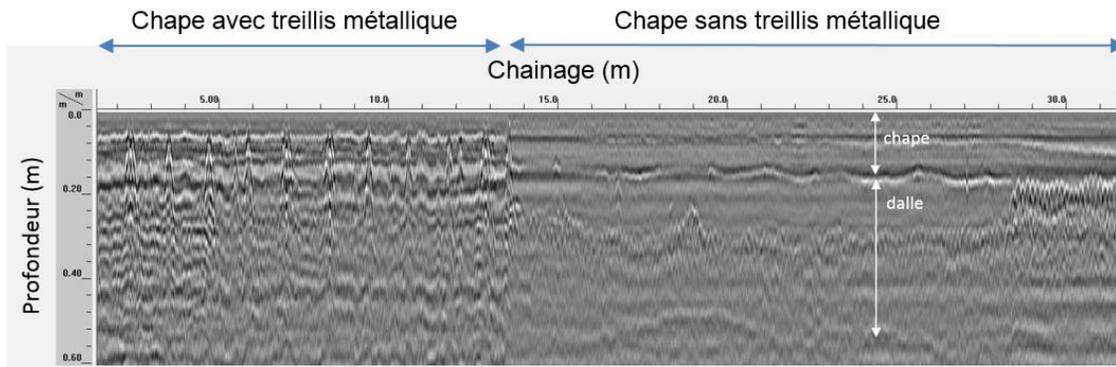


Figure 3: Effet du treillis métallique dans une chape de béton sur un relevé Géoradar. Le treillis génère du bruit dans les données et rend très difficile l'investigation de la dalle sous la chape

Cas 4 : Détection des vides et nids d'abeilles dans le béton

La création des vides et des nids d'abeille dans le béton résulte notamment d'un faible dosage en ciment ou/et d'une mauvaise mise en place du béton dans les coffrages. La photographie ci-dessous montre un vide révélé à la surface du béton d'une nouvelle construction portuaire après son décoffrage. L'ingénieur en charge du contrôle de la qualité de cette construction souhaitait connaître les méthodes d'investigation qui seraient appropriées pour vérifier la présence éventuelle de tels vides dans la masse de béton. La méthode du carottage sonore (Ultrasonic Crosshole Testing) permet de répondre à ce besoin, et elle est d'ailleurs fréquemment utilisée pour la détection des vides dans les pieux. C'est une méthode normalisée [Réf. 5] qui nécessite l'installation de tubes vides en plastique ou en acier (diamètre : ~ 4 cm) dans le coffrage avant la mise en place du béton; l'un destiné à contenir un émetteur d'ondes ultrasonores, et l'autre le récepteur. Ainsi, si ces tubes avaient initialement été installés dans le coffrage de cette structure selon, par exemple, la configuration indiquée ci-dessous, il



Figure 4 : Vide à la surface du béton

NUMÉRO 9 L'importance de la prise en compte de l'auscultation dès la conception JANVIER 2015

aurait été possible de faire des relevés ultrasonores entre tous ces tubes, et sonder ainsi convenablement un grand volume de cette structure dont une grande partie est submergée.

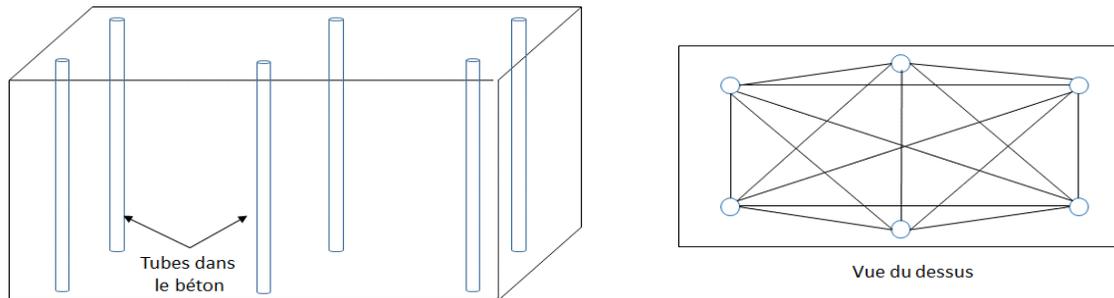


Figure 4 : Configuration des relevés du carottage sonique

Conclusion

L'évaluation de l'état des ouvrages de génie civil pose parfois des problèmes insolubles faute de ne pas avoir prévu dès la conception des moyens permettant leur auscultation. Ce bulletin propose quelques solutions à intégrer aux ouvrages à (re)construire pour faciliter à l'avenir leur inspection par des techniques non destructives. Les moyens à déployer pour la mise en œuvre de ces solutions ne sont pas coûteux, et dans tous les cas négligeables comparativement aux gains qui en résultent. AusculTech offre des services-conseils à ses clients (ingénieurs en structures, gestionnaires, architectes, etc.) désireux d'adopter une démarche proactive dans la gestion des problèmes liés à l'évaluation de l'état des ouvrages. N'hésiter pas à nous contacter, et il nous fera plaisir de vous servir aussi.

Références

1. Bulletin d'AusculTech N°3 – Juillet 2013
2. J.P. Chevrier, R. Guinez, J. Marignier, J. (1988), La radioscopie pour l'auscultation des ouvrages d'art. IABSE STRUCTURES C-46/88
3. T. Watanabe, M. Ohtsu (2000), Spectral Imaging of Impact Echo Technique for Grouted Duct in Post-tensioning Prestressed Concrete Beam, NDT in Civil Engineering, Elsevier, p.453-61
4. Bulletin d'AusculTech N°4 – Octobre 2013
5. ASTM D6760 - Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing