

Deux ponts sous contrôle GNSS

Une première en France : les ponts de Normandie et de Tancarville font désormais l'objet d'une auscultation géodésique automatisée et continue. Dans les coulisses, un géomètre-expert récupère les données...

Marielle Mayo

Gérés par la chambre de commerce et d'industrie du Havre (CCIH), les ponts de Tancarville et de Normandie jouent un rôle majeur dans le développement économique local. Les deux géants représentent une vitrine du savoir-faire français en matière de génie civil et font l'objet de toutes les attentions... D'autant que le trafic ne cesse d'augmenter : un record de fréquentation a été battu en 2008, avec 12,2 millions de traversées enregistrées ! « Nous essayons de suivre toutes les évolutions technologiques pour surveiller les ouvrages dans les meilleures conditions », explique Didier Jean, responsable technique des ponts de la CCIH. Dotés d'une batterie d'instruments (jauges de contraintes, accéléromètres, capteurs divers, caméras...), les deux ponts sont aussi équipés depuis 2008 d'une solution d'auscultation géodésique GNSS particulièrement innovante.

« Dans le cadre réglementaire qui impose une surveillance renforcée de ce type d'ouvrage, nous avons lancé en juillet 2007 un appel d'offres portant sur le suivi des ponts », explique Didier Jean. « Il s'agissait de déterminer la position en

trois dimensions d'un ensemble de points névralgiques répartis sur chacun d'entre eux, afin d'obtenir une vision globale des déformations dues aux variations saisonnières de température et de gradient thermique. L'objectif était aussi d'observer les mouvements cycliques liés à l'alternance du jour et de la nuit. Nous souhaitons par ailleurs être à même de comparer les déplacements constatés d'une année sur l'autre. L'appel d'offres portait sur les solutions traditionnelles d'auscultation mais était ouvert aux variantes. »

Un marché qui n'a pas manqué d'intéresser Serge Garrigou, géomètre-expert au Havre (cabinet 3GE). « J'essaie de répondre à des demandes particulières liées à notre environnement immédiat en milieu industriel et portuaire », explique Serge Garrigou. « Nous avons déjà eu l'occasion de travailler pour la chambre de commerce, qui nous avait notamment confié des travaux d'auscultation du tablier du pont de Tancarville, en 1996. Nous étions donc bien conscients des enjeux. »

Pour ce marché de 130 000 euros HT, le géomètre-expert étudie plusieurs solutions. Celles fondées sur l'emploi de tachéomètres présentent certains inconvénients, en particulier les difficultés liées aux grandes visées et aux conditions météorologiques (brouillard...). Bertrand Delaplanche, chef de marché auscultations, lui présente alors la nouvelle gamme de solutions GNSS de **Leica** Geosystems dédiées à l'auscultation des grands ponts. Elles permettent un suivi automatisé des déformations des ouvrages en continu, 24 h sur 24 et 365 jours par an. Seule une poignée de ponts est ainsi surveillée dans le monde et encore aucun ouvrage en France. « Le site se prête bien aux mesures GNSS, l'horizon élargi au niveau de l'estuaire

favorisant la disponibilité des satellites », explique Serge Garrigou. « Par ailleurs, les ponts étaient déjà équipés de réseaux de fibres optiques, gage de haute qualité dans la transmission des données. Cela nous a décidés à proposer, outre une solution d'auscultation traditionnelle, plusieurs variantes GNSS, dont une optimisée en termes de technologies d'antenne. »

C'est cette dernière solution qui est retenue par la CCIH. « Elle nous est apparue techniquement et économiquement intéressante », souligne Didier Jean. Le marché est notifié en janvier 2008. Les propositions techniques tiennent compte de la spécificité des ouvrages. Le pont de Normandie est équipé de sept capteurs, un au sommet de chaque pylône, quatre au niveau du tablier, auxquels s'ajoute une antenne de référence fixée sur le bâtiment d'exploitation. Tandis que le pont de Tancarville doit être doté de huit capteurs : deux sur les piliers nord, deux sur les piliers sud, deux sur le tablier, un sur le massif d'ancrage côté sud, l'antenne de référence étant installée côté nord.

Un équilibre financier sur trois ans

« Les têtes de pylônes présentant peu de mouvements et un horizon complètement dégagé, nous avons proposé de les équiper de récepteurs GPS stricts⁽¹⁾, monofréquence, qui présentaient un intérêt économique », précise Serge Garrigou. Le projet prévoit d'équiper les autres points d'auscultation avec des récepteurs bifréquence GNSS⁽¹⁾. Associés à des antennes⁽¹⁾ sur le tablier, ils permettent de s'affranchir de problèmes de masques et de multitrajets. L'investissement matériel est conséquent (près de la moitié du budget global), d'autant



A gauche, un des quatre récepteurs bifrédence GNSS installés sur le tablier du pont de Normandie. Ci-dessus, Serge Garrigou au sommet.

que le cabinet fournit aussi les serveurs de données avec les logiciels, ainsi que l'outil de pilotage à distance qui permet, depuis le bureau, de récupérer les données et de contrôler les serveurs. Leica Geosystems accompagne l'installation et met en place une formation au logiciel GNSS Spider 3.1, utilisé pour la configuration des capteurs, l'archivage et les calculs, ainsi qu'au logiciel GNSS QC servant à l'analyse des déplacements xyz des capteurs.

Côté CCIH, un gros travail de mise au point est aussi nécessaire: attribution d'un réseau de fibres optiques aux antennes, formation au système de deux personnes au sein du service... En septembre 2008, la surveillance des ponts est opérationnelle! Alors que l'appel d'offres prévoyait une campagne de mesures durant cinq jours par trimestre, les capteurs enregistrent en continu des données toutes les secondes. « Toutes les mesures sont stockées et je peux

choisir la période d'interprétation des résultats a posteriori », s'enthousiasme Didier Jean. Autre gros avantage: la possibilité de suivre en direct l'évolution dynamique des ponts. « Le GNSS permet des séries de mesures simultanées essentielles à la comparaison des points entre eux, impossibles au théodolite, et garantit l'analyse en termes de dynamique des ouvrages », souligne Serge Garrigou.

La première campagne d'analyses, effectuée sur une période de sept jours en octobre 2008, a permis de confirmer l'intérêt du système. Les comportements des ponts se sont avérés sans surprise. Pour la campagne hivernale, la CCIH devrait choisir une période d'analyse correspondant aux températures les plus basses et, cet été, la période la plus chaude sera sélectionnée. Un autre intérêt du dispositif est d'établir des corrélations entre les prévisions des études faites en soufflerie et les effets réels du vent in situ.

Au sein du cabinet 3GE, un élève ingénieur va consacrer ses travaux de fin d'études (TFE) à l'analyse des performances et des faiblesses éventuelles de la technologie. Ainsi, la précision ponctuelle offerte (10 à 15 mm en planimétrie et 20 à 25 mm en altimétrie) est plutôt meilleure que celle prévisible dans les conditions réelles. Surtout, la masse des données (une détermination par seconde) permet d'affiner considérablement les résultats. Mais il n'est pas très facile de mesurer la qualité de la donnée GPS, ce qui pourrait poser problème si une précision millimétrique s'imposait. « Le GPS est un outil d'auscultation d'avenir », estime Serge Garrigou. « Toutefois, il est difficile de savoir si une solution de ce type peut être déclinée dans d'autres configurations (couverture GPS moins bonne, contraintes de lieu différentes, absence de réseau...). » Prudent, le géomètre-expert a visé un équilibre financier sur trois ans, durée couverte par le marché. « Mais quoiqu'il en soit, nous avons appris à équiper les ouvrages, et nous avons eu la chance de commencer sur deux beaux ponts, très bien équipés en réseaux, très sollicités et considérés comme des ouvrages d'art de référence. C'est une expérience passionnante », conclut-il. ■

(1) Capteurs GMX901 avec antenne intégrée, récepteurs GMX902 GG, antennes AX1202GG de Leica Geosystems.