

Communiqué aux médias

Dübendorf / St-Gall / Thoune, 26 juillet 2006

Pour que les ponts cessent de vibrer

Première à Dubrovnik

Les oscillations indésirables sur les ponts sont avant tout dues au vent, à la pluie ou au trafic. Aux mois de mars 2005 et 2006, des tempêtes hivernales ont provoqué sur les câbles du pont Franjo Tudjman à Dubrovnik des oscillations d'une ampleur telle qu'elles ont causé des dégâts sur ce pont. A la suite de cela, le propriétaire de l'ouvrage a décidé de procéder au montage d'amortisseurs actifs de vibrations. A la fin du mois de juin, une équipe à laquelle participaient des chercheurs de l'Empa a examiné dans quelle mesure les amortisseurs montés sur ce pont réduisaient l'ampleur de ses vibrations. Les premières mesures effectuées indiquent que cette réduction atteint un facteur 10 – des oscillations de 2 mètres enregistrées à juste 20 centimètres. Le pont Franjo Tudjman est ainsi le premier pont à haubans au monde sur lequel des amortisseurs à fluide magnéto-rhéologique à réglage en boucle fermée ont été appliqués commercialement.

Le pont Franjo Tudjman Bridge a été construit en 2001 au-dessus d'une baie de 6 kilomètre au nord de Dubrovnik (Croatie). Ce pont à haubans asymétrique avec ses piliers de 143 mètres de hauteur possède 19 paires de câbles dont les plus longs atteignent plus de 220 mètres. Ce sont plus particulièrement les câbles les plus longs qui aux mois de mars 2005 et 2006, lors de tempêtes hivernales avec des chutes de neige humide et des vents atteignant 110 kilomètres/heure, ont présentés des oscillations avec des amplitudes atteignant jusqu'à 2 mètres en leur milieu. Ces vibrations de fortes amplitudes se sont probablement produites parce que la neige adhérant sur les câbles leur a conféré un profil en goutte qui a notablement accru les forces ascensionnelles et descensionnelles agissant sur eux.

Des amortisseurs magnétorhéologiques fruits d'une collaboration entre l'Empa et des partenaires industriels

La société exploitante du pont «Croatian Roads» et le fabricant de câbles «DYWIDAG-Systems» ont décidé en 2005 de monter sur ce pont un système amortisseur des vibrations de l'entreprise munichoise «Maurer Söhne». Ce système devait d'une part empêcher que le pont doive être fermé au trafic par des vents de force moyenne déjà et d'autre part il devait éviter l'apparition de dommages

des câbles à leurs ancrages et assurer ainsi la sécurité structurale du pont. C'est la première fois qu'un tel système d'amortisseurs à fluide magnétorhéologique (en abrégé amortisseurs MR) est appliqué à titre commercial. Ces amortisseurs MR s'adaptent aux vibrations: un algorithme de réglage modifie la force d'amortissement en fonction des vibrations momentanées du câble. Autrement dit, plus le câble vibre, plus grande est la force d'amortissement. Comme en cas de panne de courant sur le pont, ces amortisseurs MR travaillent avec leur force d'amortissement fondamentale un tel système possède sa propre sécurité interne. Sur le pont Franjo Tudjman, les amortisseurs MR sont disposés verticalement entre le tablier du pont et les câbles à une hauteur d'environ 3.5 mètres au-dessus du tablier. Le domaine de réglage de la force des amortisseurs MR a été adapté aux particularités effectives du pont par Felix Weber du laboratoire Ingénierie des structures de l'Empa. L'algorithme de réglage a lui aussi été développé par l'Empa et a été testé et optimisé sur un modèle de câble dans la halle de génie civil de l'Empa à Dübendorf.

Essais réels sur place

Les mesures sur le pont Franjo Tudjman Bridge avaient d'une part pour but de déterminer dans quelle mesure les amortisseurs MR réduisaient effectivement vibrations des câbles et d'autre part d'ajuster l'algorithme aux caractéristiques spécifiques du pont. Pour cela, les câbles ont été mis en vibration tout d'abord sans amortisseurs puis avec. Durant cela on a mesuré les vibrations des câbles, les mouvements des cylindres des amortisseurs et les vibrations engendrées sur le pont par le trafic de camions. Ces essais ont montré que l'amortissement propre des câbles – donc sans amortisseur MR – se situait plutôt à la limite inférieure de l'amortissement usuel des câbles de ponts à hauban alors qu'avec les amortisseurs MR adaptatifs, cet amortissement était dix fois plus élevé. «Nous avons été étonné de l'ampleur de l'amortissement apporté par les amortisseurs MR, car cette augmentation d'un facteur 10 correspond environ à un taux d'amortissement de 70%, ce qui est très élevé.»

Selon l'expérience en la matière, cela devrait être suffisant pour qu'à l'avenir même par fort vent avec chute de neige mouillée, les câbles du pont «Franjo Tudjman» ne présentent que des oscillations de faible amplitude qui ne porteront pas atteinte à la sécurité structurale du pont. Les calculs estimatifs réalisés montrent que même dans ce scénario du pire, l'amplitude des oscillations des câbles ne dépasseront pas 15 à 20 centimètres au maximum.

Les prochains projets

La prochaine étape consistera à équiper le pont «Franjo Tudjman» d'un système de monitoring qui enregistrera ses vibrations dont les valeurs, transmises par Internet, permettront de modifier directement – pratiquement par télécommande – leur amortissement. Alors que la mise en place à Dubrovnik de ce système d'amortissement adaptatif développé par l'Empa et Maurer est pratiquement achevée, 48 amortisseurs MR et 224 amortisseurs à huile attendent d'entrer en action. Ils devront prévenir les vibrations du pont de Sutong en construction sur le fleuve Yangtze en Chine.

Le pont de Sutong, dont l'achèvement est prévu pour 2007, est le pont à haubans présentant la plus grande portée entre pylônes au monde. Au cours de ces prochains mois, ces amortisseurs et leur système de régulation seront testés à l'Empa avant d'être montés sur ce pont en Chine après avoir encore subi d'autres tests.

Rédaction

- Martina Peter, Section Communication, tél. +41 44 823 49 87,
E-mail martina.peter@empa.ch

Contact

- Dr Felix Weber, Lab. Ingénierie des structures, tél. +41 44 823 45 36,
e-mail felix.weber@empa.ch
- Prof. Dr Masoud Motavalli, Lab. Ingénierie des structures, tél. +41 44 823 41 16
e-mail masoud.motavalli@empa.ch



Um maotisseurs magnétorhéologique en place sur un hauban du pontà Dubrovnik.



Le pontà haubans Franjo Tujman près de Dubrovnik en Croatie.