

## Communiqué aux médias

Dübendorf / St-Gall / Thoune, 26 février 2007

***La technologie de l'Empa pour protéger le plus long pont à haubans du monde contre les vibrations***

### **Des amortisseurs de vibration intelligents**

***Transfert de technologie en Extrême Orient: au mois de janvier le chercheur de l'Empa Felix Weber et ses partenaires industriels ont testé pour la première fois sur place en Chine les amortisseurs actifs qu'ils ont développé. Ces amortisseurs «intelligents» qui sont capables d'adapter leur force d'amortissement aux oscillations actuelles du pont accroîtront bientôt la sécurité aux vibrations du pont de «Sutong» sur le Yangtse – un pont à haubans qui présente, avec 1080 mètres entre ses deux pylônes, la plus grande portée libre au monde***

Ce sont avant tout le vent et le trafic qui provoquent des vibrations indésirables sur les ponts. Ainsi par exemple sur le pont «Franjo Tudjman» en Croatie près de Dubrovnik en 2005 et 2006 au mois de mars de fortes tempêtes hivernales ont déclenché des vibrations d'une telle amplitude qu'elles ont causé des dommages sur les gaines et sur quelques torons des câbles. De tels dommages réduisent la capacité portante des câbles et la sécurité structurale du pont. C'est pour pallier à de telles situations que l'Empa a développé entre autres des amortisseurs adaptatifs. Ces amortisseurs à fluide magnétorhéologique (amortisseurs MR) à réglage rétroactif modifient leur force d'amortissement en fonction de l'ampleur effective des vibrations du câble. En d'autres mots: plus le câble oscille – ce que mesurent des capteurs déplacement – plus la force d'amortissement augmente. Et comme en cas de panne de courant les amortisseurs MR travaillent avec leur force d'amortissement fondamentale, un tel système possède sa propre sécurité interne.

Le domaine de réglage de la force des amortisseurs MR est déterminé en fonction des conditions locales réelles à l'Empa par Felix Weber dans le Laboratoire Ingénierie des structures. L'algorithme de réglage, lui aussi développé par l'Empa, a été testé et optimisé sur un modèle de pont dans la halle de génie civil à Dübendorf. A la fin du mois de juin de l'année dernière, des amortisseurs MR adaptatifs ont été montés dans un premier «essai à échelle réelle» sur le pont Franjo Tudjman Bridge et leur fonctionnement contrôlé sur place par les chercheurs de l'Empa. Les mesures ont confirmé l'efficacité de ces amortisseurs high-tech développés par l'Empa et la firme munichoise Maurer Söhne: l'amortissement des câbles est dix fois plus élevé, ce qui réduirait à environ 20 centimètres les oscillations extrêmes de près de 2 mètres atteintes lors des tempêtes en 2005 et 2006.

### **En route pour la Chine: Empa know-how goes East!**

A peine tous ces amortisseurs avaient-ils été montés que le prochain défi attendait déjà Weber – sous forme de 48 amortisseurs MR et 228 amortisseurs hydrauliques. Des prototypes de ces amortisseurs MR et hydrauliques avaient été livrés par Maurer Söhne en novembre dernier à Dübendorf pour leur faire subir un «tuning» et les adapter ainsi à leur utilisation en Chine. Ces amortisseurs sont destinés au pont de Sutong sur le Yangtse en Chine. Une tâche pas si facile si l'on pense qu'il s'agit là du pont à haubans possédant la plus longue portée entre deux pylônes – 1080 mètres – avec des câbles d'une longueur atteignant jusqu'à 540 mètres. Les amortisseurs hydrauliques sont destinés aux câbles les plus courts et les amortisseurs MR, dont la force d'amortissement sera réglée individuellement, aux câbles plus longs.

A l'Empa les deux types d'amortisseurs ont été testés sous toutes les coutures; tout d'abord Felix Weber a adapté l'algorithme de réglage aux particularités des câbles du pont de Sutong. Sur les amortisseurs hydrauliques, il a optimisé entre autres le mélange d'huile et la position des orifices de passage de l'huile. Une fois ces essais achevés, les amortisseurs ont été transportés par avions à Schanghai. A la mi-janvier Weber et ses collègues munichois Hans Distl et Wolfgang Fobo sont eux aussi partis pour la Chine pour tester sur place les performances de leurs amortisseurs sur un câble original de 228 mètres de long.

### **Sous la pression du temps – 30 essais de vibration en un jour et demi**

Après quelques «difficultés de démarrage» - les amortisseurs sont restés bloqués huit jours à la douane – qui ont contraint Weber à repousser par deux fois son vol de retour – les ingénieurs ont enfin pu se mettre au travail. Mais alors sous la pression du temps: «Il nous restait en tout encore un jour et demi pour tous les tests – une situation pas des plus idéales» comme le relève Weber. Ils ont tout d'abord examiné si les amortisseurs et leurs organes de réglage ainsi que les capteurs de déplacement avaient supporté sans dommage le voyage. Ces examens effectués, Weber, Distl et Fobo ont dû prouver sur le site d'essai du fabricant chinois des câbles «Fasten» que leurs amortisseurs tenaient les promesses de leur fabricant. Le câble de 228 mètres de longueur a été tendu dans une tranchée en béton de 250 mètres de long et profonde d'un mètre. Weber et ses collègues ont alors monté leurs amortisseurs en trois endroits – à 6 mètres, 6,6 mètres et 7,8 mètres de l'ancrage. Ensuite Hans Distl a fait vibrer le câble en son milieu ainsi qu'au quart et au sixième de sa longueur – à la force de ses muscles et en utilisant un métronome qui lui donnait la fréquence propre du câble à laquelle on doit s'attendre à l'apparition des vibrations les plus fortes.

Les résultats en bref: les amortisseurs MR améliorent, en l'augmentant encore de manière minime, l'amortissement propre du câble par rapport au pont Franjo Tudjman – cela grâce à l'affinement spécifique de l'algorithme de réglage réalisés à l'Empa. Une autre particularité de ce réglage est l'efficacité élevée et identique pour les trois positions de l'amortisseur et cela indépendamment des vibrations excitées. En cas de panne de courant, les amortisseurs demeurent encore à moitié aussi efficaces mais cela toutefois seulement pour des vibrations plus faibles. Et comme on pouvait s'y attendre, les amortisseurs hydrauliques amortissent les vibrations du câble de manière un peu moins efficace que les amortisseurs MR actifs car le réglage des amortisseurs hydrauliques reste toujours un compromis pour les différentes vibrations testées.

«Les amortisseurs passifs tels que ces amortisseurs hydrauliques ne peuvent se régler que pour une seule forme de vibration et pour une seule position sur le câble– au contraire des amortisseurs MR actifs où l’algorithme de réglage tient compte des caractéristiques du câble, de la forme et de l’amplitude des vibrations et de la position de l’amortisseur», explique Weber qui a déjà remis son rapport d’essai à ses partenaires chinois. Si ceux-ci se montrent aussi satisfaits des résultats que Weber et des collègues de Maurer Söhne ont obtenus, le montage de ces amortisseurs pourrait avoir lieu fin 2007 déjà.

### Contact

Dr Felix Weber, Ingénierie des structures, tél. +41 44 823 45 36, [felix.weber@empa.ch](mailto:felix.weber@empa.ch)

### Rédaction

Dr Michael Hagmann, Communication, tél. +41 44 823 45 92, [michael.hagmann@empa.ch](mailto:michael.hagmann@empa.ch)



Câblage de l’amortisseur à liquide magnétorhéologique (amortisseur MR) avec son système d’asservissement.



Un câble original de 228 mètres de longueur est transporté dans le canal d'essai de 250 mètres de longueur.



Des accéléromètres mesurent les vibrations horizontales et verticales du câble.



Montage d'un amortisseur MR sur le câble d'essai



Mesure de l'amortissement de l'amortisseur MR avec réglage rétroactif.



Montage du dixième câble de 228 mètres du pont de Sutong sur le Yangtse.

Les photographies peuvent être obtenues auprès de [sabine.voser@empa.ch](mailto:sabine.voser@empa.ch)