

MESURES DE TEMPÉRATURE PAR FIBRES OPTIQUES

Contrôle de digues, barrages et autres ouvrages hydrauliques · Il est particulièrement important de pouvoir procéder à la reconnaissance précoce et à la détection précise de fuites dans les dispositifs d'étanchéité pour assurer leur assainissement de façon ciblée et à moindre coût. Si les fuites ne sont pas détectées à temps, les procédés d'érosion interne peuvent provoquer d'énormes dégâts à l'ouvrage.

Depuis 1991 la société GTC a ausculté, avec de larges succès, plus de 500 km de digues en Europe par la méthode des sondages thermométriques. Les infiltrations d'eaux à travers les dispositifs d'étanchéité des digues entraînent un transport de chaleur. C'est pourquoi les matériaux des secteurs de digue infiltrés par l'eau de la retenue présentent des anomalies de température positives pendant l'été et négatives pendant l'hiver.

Les procédés de mesure des températures par fibres optiques les plus modernes permettent des relevés de température le long des fibres optiques jusqu'à 40 km de longueur. Ils sont donc parfaitement adaptés au contrôle de digues et de barrages. L'installation d'une fibre optique dans un ouvrage, pendant la phase de construction ou au cours des travaux d'assainissement, permet de suivre les températures dans l'ouvrage le long des fibres dans des conditions économiquement avantageuses et de détecter les fuites avec précision. En conséquence, on peut réduire le nombre des équipements conventionnels pour la reconnaissance des infiltrations d'eau.

La société GTC et l'Université Technique de Munich (VAO) ont étudié ensemble diverses applications de la technique des mesures de températures par fibres optiques pour la détection de fuites. L'ensemble du procédé a été certifié avec succès par une installation pilote dans des conditions de chantier. En 1997, un câble à fibres optiques de 1,5 km de long a été posé, sous le nouveau dispositif d'étanchéité, dans le cadre des mesures d'assainissement du canal d'aménagement 'Mittlerer-Isar-Kanal' à Munich. Cette première application mondiale dans le domaine des ouvrages hydrauliques est devenue depuis un service de routine. Lorsqu'un tapis de bentonite a été installé comme dispositif d'étanchéité au passage de dégagement de la voie navigable 'Havel-Oder-Wasserstrasse' à Eberswalde, la société GTC a mis en service un système à fibres optiques pour les mesures de températures, afin de contrôler l'efficacité de ce tapis de bentonite.

Des gradients de température élevés permettent une détection des fuites plus précise que si les gradients étaient faibles. La société GTC a perfectionné le procédé de mesures de températures le



Installation du câble à fibres optiques
au barrage RCC de Shimenzhi (R.P. de Chine)

long de câbles à fibres optiques en chauffant le câble afin d'obtenir d'excellents gradients de température. En conséquence, le procédé peut être appliqué pour toute détection de fuites et il est devenu indépendant des variations climatiques (brevet n°. DE 198 25 500).

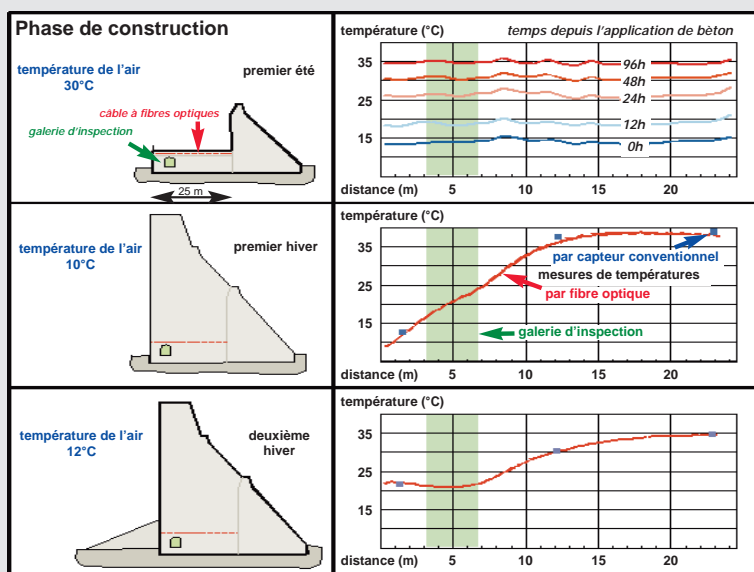
Pendant l'assainissement du barrage de Ohratalsperre en Thuringe, un système à fibres optiques chauffé pour la détection de fuites a été intégré pour la première fois dans un dispositif d'étanchéité de surface comprenant deux couches d'asphalte. Pendant la construction nouvelle de l'écluse de Ho-

henwarthe, d'une longueur de 200m, on a mis en place un câble à fibres optiques de 7km de long. En l'an 2000, la société GTC a équipé six autres ouvrages hydrauliques de systèmes de mesures similaires.

Description de la méthode - Le procédé du relevé des températures à partir de fibres optiques a été développé dans les années 80 pour le contrôle de lignes à haute tension. Ce procédé permet des mesures de température le long de câbles à fibres optiques dont la longueur peut atteindre 40 km. On peut atteindre une précision des mesures de température de $\pm 0,2$ °C et une résolution spatiale de $\pm 0,5$ m. On a perfectionné cette méthode au fil du temps et elle est devenue une excellente technologie standard utilisée dans différents secteurs industriels.

Les mesures de températures à partir d'un câble à fibres optiques sont effectuées en émettant une impulsion Laser de courte durée (< 10 ns) à travers un câble à fibres optiques. Les températures sont déterminées par spectroscopie Raman appliquée sur la lumière réfléchiée. La valeur des températures est proportionnelle au rapport des intensités des rayons Stokes et Anti-Stokes. La localisation exacte des températures (points de mesure) est obtenue à partir de mesures précises du temps écoulé, en considérant la propagation et la vitesse de la lumière dans la fibre optique. Finalement, le procédé fournit la distribution des températures le long du câble à fibres optiques.

Contrôle de l'évolution de la chaleur d'hydratation dans le béton - Les mesures de températures à partir de fibres optiques s'appliquent parfaitement au contrôle de l'évolution de la chaleur d'hydratation dans le béton. Par rapport aux mesures de températures conventionnelles ce procédé présente l'avantage de permettre le relevé des températures par profils.



L'évolution des températures du béton au barrage de Birecik (Turquie)

L'évolution de la chaleur d'hydratation dans le béton est un phénomène d'une importance capitale, à l'origine de contraintes thermiques qui peuvent entraîner l'apparition de fissures. À partir des mesures de températures le long de fibres optiques, il est aujourd'hui possible, pour un coût avantageux, de relever en une seule opération la distribution des températures dans le béton en cours de prise selon des réseaux de plusieurs milliers de points de distribués dans l'espace.

À titre d'exemple, la figure ci-dessus illustre l'évolution des températures observée après la mise en place du béton dans un secteur du barrage de Birecik (Turquie). Ces mesures ont été réalisées par la société GTC et VAO en collaboration avec les entreprises STRABAG, Philipp Holzmann AG et GAMA chargées des travaux.

Le système de mesures par fibres optiques a été installé avec un large succès en l'an 2000 pour le contrôle de l'évolution de la chaleur d'hydratation dans le barrage RCC de Shimenzhi en R.P. de Chine.

Domaines d'Application

- OUVRAGES HYDRAULIQUES
- Détection de fuites dans les barrages, digues et autres ouvrages hydrauliques
- Contrôle de l'évolution de la chaleur d'hydratation dans le béton
- Vérification des contraintes thermiques dans les barrages en béton
- Contrôle du fonctionnement de conduites de drainage
- 'Fluid-logging' thermique dans les forages
- Détection de fuites le long des réseaux de conduites

Références

- DETECTION DE FUTES
- Mittlerer Isarkanal secteur 1, canal d'aménagement e.on Wasserkraft GmbH, R.F.A.
- HOW passage de dégagement à Eberswalde voie navigable WSA Eberswalde, R.F.A.
- Ohratalsperre, digue en remblai Thüringer Talsperrenverwaltung, R.F.A.
- Passerelle à poisson, barrage d'Iffezheim au Rhin, digue en remblai EnBW, R.F.A.
- Bevertalsperre, digue en remblai Wupperverband, R.F.A.
- MLK, écluse de Hohenwarthe voie navigable WNA Magdeburg, R.F.A.
- DEK secteur 15, voie navigable WSA Rheine, R.F.A.
- Mittlerer Isarkanal secteur 4b, canal d'aménagement e.on Wasserkraft GmbH, R.F.A.
- HOW secteur "Alte Fahrt G", voie navigable WSA Eberswalde, R.F.A.
- Brändbachtalsperre, barrage Stadt Bräunlingen, R.F.A.
- Kraftwerk Gabersdorf, digue en remblai STEWEAG, Autriche
- Talsperre Bautzen, digue en remblai Landestalsperrenverwaltung Sachsen, R.F.A.
- Pumpspeicherwerk Hohenwarte II VEAG, R.F.A.

CONTRÔLE DU BÉTON

- Barrage de Birecik Sud-Est Anatolie, Turquie
- Barrage RCC de Mujib Jordanie
- Barrage RCC de Shimenzhi R.P. Chine
- Barrage RCC de Wala Jordanie