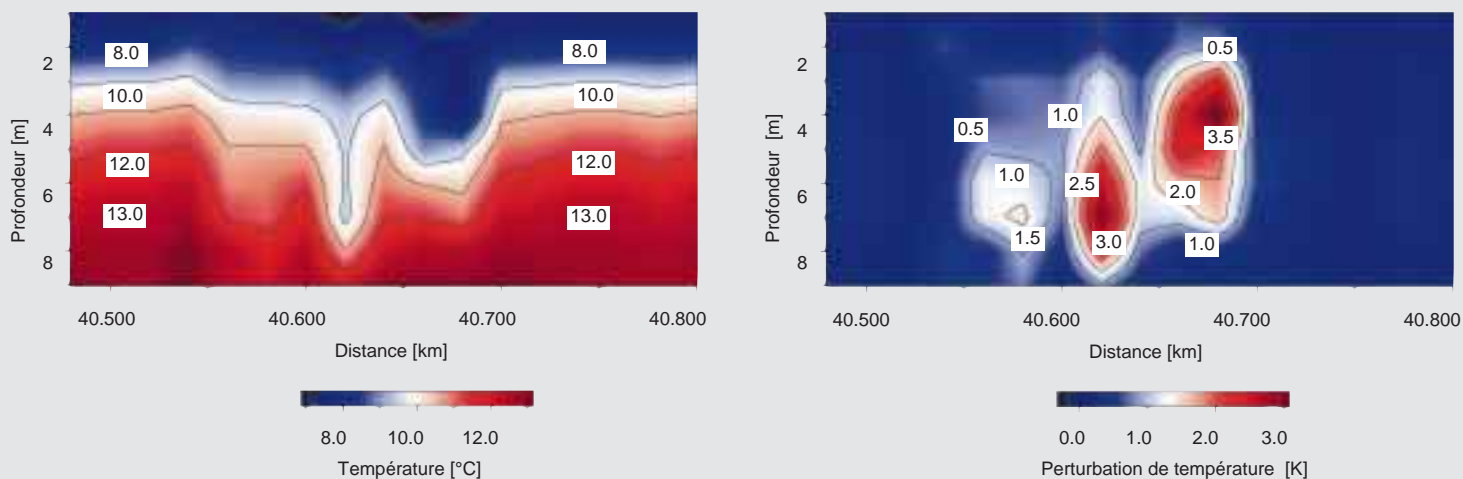


DÉTECTION DE FUITES PAR MESURES DE TEMPÉRATURE

Exemples • Les ruptures et les endommagements de digues anciennes montrent que l'érosion interne, provoquée par des infiltrations, représente un risque important pour la stabilité et la sécurité des digues et des barrages. Cette forme d'érosion est d'autant plus dangereuse qu'elle peut subitement provoquer – sans signe avant-coureur évident – une destruction de l'ouvrage lorsque le réservoir est plein. Les zones d'infiltrations dans les digues sont souvent soumises à des procédés d'érosion. Par conséquent, il est nécessaire pour la sécurité des retenues de pouvoir détecter et délimiter des zones d'infiltrations dès leur premier stade de développement. Une inspection continue et un contrôle réalisés à partir de méthodes fiables et sensibles pour la détection de fuites sont donc d'une extrême importance.

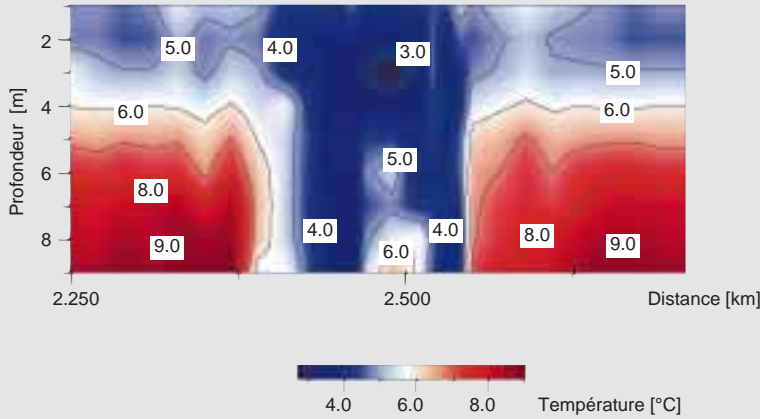
Les mesures de températures ont déjà été appliquées pour la détection de fuites dès les années cinquante. La température du fluide de la retenue va jouer le rôle d'un traceur naturel. L'infiltration du fluide de la retenue à travers la digue, provoquant des anomalies de températures dans son matériau, peut être détectée et localisée à partir d'une méthode de mesures des températures du sol développée par GTC (brevet n°. DE 41 27 646). L'utilisation de la méthode est simple et on peut ausculter rapidement et à moindres frais de longs secteurs de digues. Actuellement, plus de 500 km de longueur de digue et d'autres ouvrages hydrauliques ont été examinés avec de larges succès.

L'exemple de la figure de gauche montre la distribution des températures du sol dans une digue haute de 6 m. Ces mesures avaient pour objectif de déterminer la profondeur des infiltrations d'eau à travers la digue afin de savoir si l'écoulement principal se situait dans le noyau de la digue ou sous le remblai de celle-ci. La cartographie des températures, en bas à gauche, montre que les deux mécanismes coexistent. Au km 40.580 et au km 40.620 l'eau s'infiltré sous le remblai de la digue et entre les km 40.650 et km 40.700 l'eau s'infiltré à travers le noyau de la digue en provoquant vraisemblablement une érosion interne. La mise en évidence des zones en danger est encore améliorée par le calcul de l'écart entre les températures observées et les températures « normales » relevées sur un secteur de digue intacte.



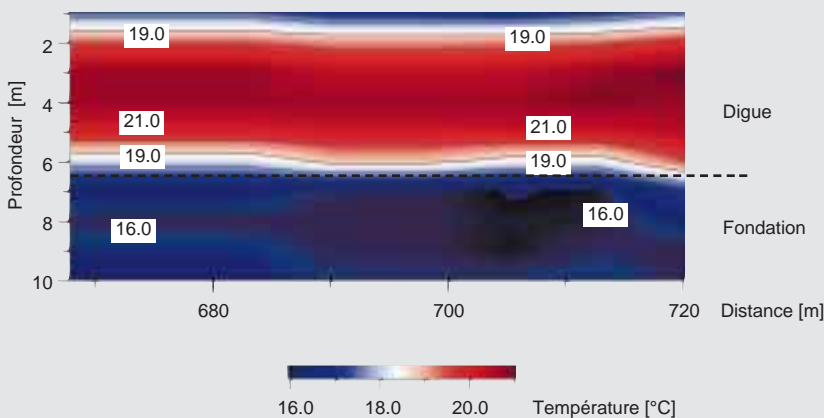
Le résultat, présenté sur la figure de droite, illustre les perturbations de température provoquées par l'infiltration et indique les différentes zones où l'eau s'infiltré à travers la digue. Dans le cas présent, les infiltrations reconnues sous le remblai de la digue résultent des conditions géologiques naturelles et sont inoffensives. Par contre les infiltrations à travers le noyau de la digue seront à surveiller ultérieurement.

La figure ci-dessous présente les températures dans une digue haute de 9 m et comprenant un dispositif d'étanchéité. Par suite d'endommagements dans le dispositif d'étanchéité l'eau s'infiltré à travers la digue en plusieurs endroits. Les mesures de température ont été appliquées pour localiser les différentes zones de fuites et pour déterminer la profondeur qui correspond à la vitesse maximale d'écoulement. La distribution des températures observées illustre remarquablement bien l'existence de fuites entre le km 2.45 et le km 2.54.



L'anomalie maximale se situe au km 2.50 à 3 m de profondeur où la température atteint 3 °C. Comme la température de l'eau de la retenue s'élevait à 2,8 °C lors de la campagne thermométrique, il est évident que c'est à cet endroit que se produit l'écoulement le plus important à travers la digue. Pour empêcher l'évasion du matériau de la digue, qui mettrait en danger la stabilité de celle-ci, les fuites dans le dispositif d'étanchéité devraient être réparées ou pour le moins minutieusement surveillées pour détecter un changement éventuel de la vitesse d'écoulement.

La figure suivante montre un exemple d'écoulement sous le remblai de la digue. Les mesures de température ont été relevées à la fin de l'automne quand la température des eaux de surface commençait à baisser. La température de l'eau était de 16 °C lors de la campagne thermométrique. Les températures ont été mesurées tout le long d'un secteur de la digue considérée, sous le remblai de celle-ci. Par ce moyen on a pu facilement démontrer l'existence



d'un écoulement important sous le remblai de la digue. Les températures exceptionnellement hautes dans le remblai de la digue sont engendrées par l'écoulement sous le remblai pendant les mois d'été lorsque la température de l'eau s'élevait à plus de 20 °C. Aucune fuite n'a été détectée dans le dispositif d'étanchéité de surface. L'écoulement d'eau sous le remblai de la digue a pour seule origine l'absence d'un dispositif d'étanchéité en pied de digue. Il pourrait mettre en danger sa stabilité si l'érosion interne se déclenchait ou si des forces supplémentaires dues à des séismes s'établissaient. En conséquence, il est devenu indispensable de procéder à une estimation des risques mentionnés ci-dessus et de placer la digue sous une surveillance attentive.

Applications

- Détection de dommages dans les digues
- Supervision des digues de protection contre les crues
- Supervision de travaux hydrauliques
- Mise sous surveillance de digues, barrages et autres ouvrages hydrauliques
- Contrôle de qualité après assainissement de dispositifs d'étanchéité
- Contrôles finaux lors de la réception d'ouvrages nouveaux

Références ouvrages hydrauliques

- ÉNERGIE HYDRAULIQUE
- Alzwerke GmbH, Burghausen, D
 - CNR Compagnie Nationale du Rhône, Lyon, F
 - Degussa AG, Trostberg, D
 - Donaukraft, Wien, A
 - Draukraft, Klagenfurt, A
 - EAM Energie AG Mitteldeutschland, Kassel, D
 - EDF Électricité de France, Marseille, Mulhouse, St. Étienne, F
 - EnBW Energie Baden-Württemberg, Karlsruhe, D
 - e.on Wasserkraft GmbH, Landshut, D
 - ESB Electricity Supply Board, Ardnacrusha, IRL
 - Hydroelectrica S.A., Bukarest, RO
 - Industrielle Betriebe, Aarau, CH
 - LEW Lech Elektrizitätswerke AG, Augsburg, D
 - RADAG Rheinkraftwerk Albruck-Dogern AG, Albruck, D
 - RWE Energie AG, Essen, D
 - SAFE Salzburger AG für Energie, Salzburg, A
 - STEWEAG, Graz, A
 - Tauernkraft, Salzburg, A
- VOIES NAVIGABLES
- British Waterways, GB
 - Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, D
 - Rijkswaterstaat, Delft, NL
 - Voies Navigables de France, Services de Navigation Cambrai, Douai, Gamsheim, Saverne, Sarreguemines, F
 - Wasserstraßen-Neubauämter, Aschaffenburg, Hannover, Helmstedt, Magdeburg, Minden, Osnabrück, D
 - Wasser- und Schifffahrtsämter, Braunschweig, Bremen, Duisburg, Eberswalde, Freiburg, Magdeburg, Meppen, Minden, Nürnberg, Regensburg, Rheine, Schweinfurt, Stuttgart, Uelzen, D
- PROTECTION CONTRE LES CRUES / AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES
- DDE Bas-Rhin, Strasbourg, F
 - Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim, D
 - Oberrheinagentur, Breisach, Lahr, D
 - Ruhrverband, Essen, D
 - Severn Trent Water, Birmingham, GB
 - Wupperversand, Wuppertal, D