

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Effet de drainage des massifs rocheux et conséquences

Les mesures de déformations au moyen de pendules effectuées au barrage de Zeuzier durant le dernier trimestre de 1978 ont mis en évidence des mouvements inhabituels. Suite à ces déformations, le barrage a subi d'importants dégâts, rendant toute exploitation normale impossible durant une longue période. Les études approfondies qui ont été menées, ont montré que les déformations subies par le barrage étaient dues à un tassement général du terrain, dont l'extension, en forme de cuvette, était de l'ordre de 2 à 3 km. Ce tassement était quant à lui consécutif à un drainage de la masse rocheuse suite au percement de la galerie de sondage du Rawil. On a noté un tassement de 13 cm au droit du barrage et un rapprochement des flancs de la vallée de 7 à 8 cm.

Par ailleurs, l'exécution de nivellements de précision le long de la route du col du Saint-Gothard a aussi révélé un tassement, dont le maximum de 11,5 cm a été mesuré dans la région de Sustenegg. C'est dans cette région que se situent deux ouvrages souterrains bien connus, le tunnel ferroviaire et le tunnel routier.

Raisons des tassements

Le percement d'un tunnel dans un massif rocheux fissuré et saturé peut modifier les conditions hydrogéologiques existantes. Des percolations, qui peuvent être importantes, sont en mesure d'atteindre le tunnel et ont pour conséquences de réduire les pressions d'eau dans les fissures sur une zone étendue. Il s'ensuit la fermeture des fissures. L'addition de faibles mouvements peut toutefois conduire en surface à des tassements ayant des conséquences négatives pour les ouvrages sensibles existants, comme les barrages-voûtes. Il faut relever que les tassements conduisent à la formation d'une cuvette dont le point le plus profond peut se situer à l'aplomb du tunnel. Selon les conditions topographiques et géologiques, il peut toutefois avoir des dissymétries dans la répartition des déformations.

Conséquences pour le projet AlpTransit

Forts de ces enseignements et des expériences acquis, les organes fédéraux concernés - à savoir, l'Office fédéral des eaux et de la géologie, responsable des questions relatives à la sécurité des ouvrages d'accumulation, et l'Office fédéral des transports, chargé du suivi du projet AlpTransit - ont jugé nécessaire, en 1992 déjà, de prendre les dispositions qui s'imposent, car il n'est pas exclu que le cas de Zeuzier ne se reproduise pour les ouvrages situés à proximité du tracé des tunnels du Saint-Gothard et du Lötschberg. Dans les approbations des projets, le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) a réglé les tâches et les compétences en ce qui concerne le percement des tunnels et la sécurité des ouvrages d'accumulation.

Dans les environs du tracé du tunnel de base du Gothard, les barrages-voûtes de Santa Maria, Curnera et Nalps des Forces Motrices du Rhin antérieur SA (KVR) sont concernés. Quant au barrage-voûte de Ferden des Forces Motrices de Lötschen SA (KWL), il se situe dans la zone du tunnel de base du Lötschberg.

En ce qui concerne l'exploitation des aménagements hydroélectriques alpins (tels que celui des KVR), il faut noter qu'elle est saisonnière. Le remplissage des retenues est variable au cours de l'année. Les retenues sont pleines en automne (septembre, octobre) et le niveau du plan d'eau est fortement abaissé au printemps (avril, mai). La période pendant laquelle le niveau de la retenue est proche du maximum est donc réduite. En ce qui concerne la retenue de Ferden, de capacité modeste, l'exploitation est hebdomadaire et les fluctuations du niveau du lac varient fréquemment et rapidement.

Pour les autorités fédérales, il est impératif que le percement de tunnels, galeries ou puits n'entraîne pas des conséquences pour les ouvrages d'accumulation tant en ce qui concerne leur sécurité que les pertes éventuelles d'eau des bassins. Elles ont en outre décidé la mise en place d'un système global de surveillance d'une part à titre de preuves à futur et d'autre part comme système d'alarme. Une surveillance adéquate permettra de détecter aussi rapidement que possible un mouvement éventuel du terrain et une déformation particulière des barrages, de leurs appuis et de leurs environs. De plus, sous la direction de l'OFEG, un groupe d'experts pluridisciplinaire a été formé avec pour mandat d'évaluer entre autres le comportement du massif rocheux grâce au développement de modèles sophistiqués, ainsi que la sensibilité des barrages aux mouvements éventuels de leurs appuis. Il a aussi été demandé au groupe d'experts de proposer les moyens supplémentaires de surveillance à mettre en place en se basant sur les enseignements tirés dans le cas de Zeuzier.

Le développement d'un modèle mathématique a permis de simuler les modifications des contraintes et des conditions hydrogéologiques dans les massifs rocheux, ainsi que d'évaluer l'extension des déformations. Il faut préciser que le début des tassements en un point donné peut être en phase ou décalé (en avance ou en retard) par rapport au front d'attaque du tunnel. Le cas de l'évolution des tassements en fonction de l'avancement du front d'attaque a aussi été analysé. L'utilisation du même modèle a permis de confirmer la plausibilité des tassements observés dans la région du col du Saint-Gotthard et de tirer quelques intéressants enseignements (influence des venues d'eau provenant du massif et de zones altérées, extension et effet de l'abaissement de la nappe phréatique libre).

L'étude de la sensibilité des barrages à une déformation éventuelle de leurs appuis a été réalisée. Il faut préciser que les digues et les barrages-poids sont des ouvrages moins sensibles aux tassements du terrain que ne le sont les barrages-voûtes. Si des tassements uniformes n'entraînent aucun dégât particulier, par contre, des déformations différentielles (basculement des appuis, fermeture ou ouverture (rapprochement ou éloignement) des flancs de la vallée, ainsi que le cisaillement des versants dans le sens de la vallée) peuvent engendrer des dégâts (fissures, ouvertures de joints). Les études effectuées montrent un comportement propre à chaque ouvrage. L'occurrence de dégâts, même importants, ne signifie pas forcément la rupture de l'ouvrage. En cas de nécessité, un abaissement du plan d'eau, voire une vidange totale d'une retenue dans les meilleurs délais est possibles, car les ouvrages assujettis au contrôle de la Confédération sont obligatoirement munis d'organes de décharge (vidange de fond). Ces organes, ainsi que le turbinage, permettent le maintien de la retenue abaissée.

Organisation générale de la surveillance

Pour atteindre les objectifs fixés, il est nécessaire d'organiser une surveillance appropriée sur le site des barrages et à proximité, sur le terrain et dans les tunnels.

Les observations qui doivent être effectuées sur le site et à proximité des barrages sont intégrées dans le système de surveillance permanent. Il comprend des contrôles visuels et l'exécution de mesures par l'intermédiaire de dispositifs d'auscultation ad hoc. Ces derniers correspondent aux standards imposés à tous les ouvrages d'accumulation suisses et peuvent être qualifiés de performants. Les contrôles et les mesures sont exécutés par le personnel de l'exploitant. Certaines mesures automatiques peuvent être interprétées en permanence. L'ensemble des résultats, après une première analyse de l'exploitant, est transmis à l'ingénieur chargé de la surveillance continue, qui pourra juger si le comportement de l'ouvrage est normal. Ce système a prouvé par le passé son efficacité par la mise en évidence de comportements irréguliers.

Pour la surveillance sur le terrain, on a procédé à l'extension du dispositif d'auscultation des barrages afin de détecter toute déformation éventuelle en surface consécutive aux travaux souterrains dans les environs proches et éloignés des barrages. Le dispositif mis en place comprend des mesures géodésiques telles que des nivellements et des mesures de distance entre les flancs de la vallée et les appuis des barrages. En tant que signal d'alarme, les nivellements sont les mesures prioritaires, car elles permettent de mettre en évidence les tassements. Une fois les installations réalisées, des mesures géodésiques ont été effectuées sur un cycle d'une année pour évaluer les effets saisonniers éventuels et obtenir des données de référence avant le début des travaux de percement des tunnels. Pendant les travaux, les mesures sont effectuées en fonction de l'avancement du front d'attaque par rapport aux barrages ou en fonction d'un développement éventuel des déformations en surface. Le programme des mesures du dispositif étendu pourra être prolongé au-delà de l'achèvement du percement du tunnel pour s'assurer qu'il n'existe aucun phénomène différé. Il pourra également être définitivement intégré au dispositif d'auscultation des barrages.

Enfin, la surveillance dans les tunnels doit permettre de prendre les mesures supplémentaires pour éviter les dégâts et optimiser les travaux de percement. En règle générale, des forages de reconnaissance sont exécutés à l'avancement depuis le front d'attaque pour connaître les conditions géologiques et hydrologiques à venir. Après excavation, il est aussi usuel d'exécuter des relevés géologiques et hydrogéologiques. En cas de venues d'eau, il est de première importance de les canaliser et de mesurer leurs débits. Selon l'importance des venues d'eau, il appartient au maître d'ouvrage de prendre les mesures constructives et d'étanchement (par exemple par injection) permettant de les réduire et de diminuer le risque de tassement du massif rocheux. L'OFEG sera tenu informé des conditions géologiques et hydrogéologiques rencontrées. Sur la base de ces renseignements (notamment des débits des venues d'eau), des mesures géodésiques de contrôle pourront être exécutées.

Disposition particulière relative au tunnel de base du Gothard

Dans l'approbation du projet présenté, le DETEC a prévu la mise sur pied d'un groupe d'accompagnement, sous la direction de l'OFEG, afin d'assurer l'information réciproque et la coordination des mesures nécessaires pour assurer la continuité du percement du tunnel sans mettre en danger la sécurité des barrages. Ce groupe d'accompagnement comprend des représentants des services fédéraux compétents (OFEE et OFT), de même que les

parties concernées (ATG, KVR). Ce groupe est aussi en mesure de faire des propositions de stratégie, de prendre position sur les mesures et les critères en vue d'éviter des dégâts.

En plus des mesures normales et complémentaires de surveillance, ATG, de même que KVR, ont jugé nécessaire de mettre en place des moyens supplémentaires de mesure et de surveillance pour évaluer à l'avance les conditions hydrogéologiques afin de pouvoir tester et prendre les mesures adéquates dans le tunnel. Des réseaux de mesures géodésiques permanentes ont été installés sur les sites et à proximité des barrages concernés. Ils sont complétés par des nivellements et des mesures de points isolés.

Premières expériences au Lötschberg

Le premier chantier qui s'est ouvert à proximité d'un barrage dans le cadre du projet AlpTransit est celui du percement de la fenêtre de Ferden, qui est un élément du projet AlpTransit Lötschberg. C'est d'ailleurs dans le Lötschental que se situe le barrage de Ferden.

Durant le percement de la fenêtre de Ferden, d'une longueur de 4 km, le maître d'ouvrage a installé différents points de mesures des débits des venues d'eau. En règle générale, les débits ont été nettement inférieurs aux pronostics. Le maître d'ouvrage a par ailleurs fourni un rapport hebdomadaire à l'OFEG. Parallèlement, en fonction de l'avancement du front d'attaque, une demi-douzaine de campagnes de mesures géodésiques a été exécutée. Ni les mesures de nivellement ni les mesures de distances n'ont permis de déceler des déformations singulières.