

Travaux de confortement de l'appui rive gauche du barrage de Lessoc

Autor(en): **Fern, Isabelle / Jonneret, Ariane / Kolly, Jean-Claude**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **111 (2019)**

Heft 3

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941527>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Travaux de confortement de l'appui rive gauche du barrage de Lessoc

Isabelle Fern, Ariane Jonneret, Jean-Claude Kolly

Résumé

Cet article présente les travaux de confortement de l'appui rive gauche du barrage de Lessoc réalisés entre le 25 mars et le 5 juillet 2019 à des fins sécuritaires. Ils ont compris principalement un confortement physique de l'éperon au moyen de 33 ancrages passifs, le renforcement du voile d'injection ainsi que la mise en place de nouveaux instruments de mesure.

1. Introduction

Le barrage de Lessoc constitue le palier inférieur de l'aménagement de la Haute-Saraine, construit dans les années 1969–1972 en Gruyère (FR) et exploité à des fins hydroélectriques (voir Figure 1 et Figure 2). De type à contreforts, cet ouvrage de 32.5 m de hauteur et 75.0 m de longueur, récolte les eaux d'un bassin versant de quelques 506 km² formant une retenue de 1.3 mio. m³. La conception du barrage est relativement inusuelle et complexe. La section type est constituée d'un masque amont à inclinaison variable qui s'appuie sur des contreforts en béton armé. Ces

derniers, au nombre de 12, ont une épaisseur de 1 m et sont espacés avec un entre-axe de 6 m (à l'exception de la passe de la vidange de fond dont l'entre-axe est de 8 m). Les crues de la Sarine sont évacuées en aval du barrage par l'intermédiaire de 5 passes munies de clapets, d'une capacité de 100 m³/s chacune, et de la vidange de fond dimensionnée pour un débit de 280 m³/s. L'usine hydroélectrique, logée dans les évidements du barrage, abrite 2 turbines à hélice fixe d'une puissance unitaire de 3450 kW, pour un débit de 16.7 m³/s, ainsi qu'une turbine Francis de 1635 kW de puissance avec un débit nominal de 8 m³/s. La production moyenne de l'aménagement, sous une chute brute comprise entre 22 et 24 m, est de 23 GWh/an. Une vue aval du barrage est illustrée sur la Figure 3.

La stabilité de l'éperon rocheux en rive gauche a, dès la construction du barrage, suscité diverses interventions et préoccupations en raison de la nature de la roche fortement tectonisée (fracture, plissements, roche broyée) et exposée, compte tenu de la pente, à la détente par appel au vide. Des travaux de consolida-

tion et d'étanchement ont ainsi été réalisés lors de la construction comprenant essentiellement le prolongement du voile d'injection au large, le renforcement de l'appui par des injections, la pose de 40 tirants d'ancrages précontraints ainsi que la réalisation de 10 forages drainants aboutissant en pied de falaise.

Au fil du temps, plusieurs arguments ont été avancés qui remettent en question la stabilité de cet éperon, à savoir:

- L'impossibilité de contrôler les ancrages précontraints installés en 1972 accentuée par la mise en évidence du risque de corrosion par la présence attestée de courants vagabonds dus à la voie de chemin de fer.
- La faiblesse du voile d'étanchéité révélée par les résultats de la piézométrie qui démontre une liaison hydraulique avérée entre la retenue et l'éperon rocheux.
- L'imprécision et la difficulté de contrôler les déplacements de la falaise par mesures géodésiques à cause d'une mauvaise orientation des prismes et un vieillissement naturel de ces derniers.



Figure 1. Photo de la construction du barrage.

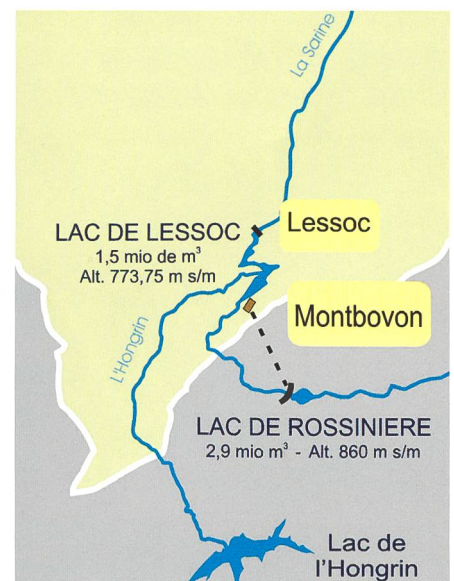


Figure 2. Schéma hydraulique de l'aménagement de la Haute-Saraine.

Au bilan, les conditions hydrogéologiques défavorables s'accompagnent d'un doute sur l'aptitude au service des ancrages précontraints d'origine.

Afin de parer ce problème, l'exploitant du barrage Groupe E a mandaté en 2015 les bureaux Lombardi et Norbert afin de réaliser une étude de stabilité de l'éperon et proposer des variantes d'assainissement. Cette dernière s'est soldée par la nécessité de réaliser une intervention double comprenant d'une part le renforcement mécanique de l'éperon au moyen d'ancrages passifs et d'autre part l'extension du voile d'injection en rive gauche. Ces travaux ont été réalisés entre mars et juillet 2019 par le consortium com-

posé des entreprises Agebat, Rodio Geotechnik et ISR Injectobohr.

2. Conditions géologiques

Le barrage de Lessoc est fondé sur des calcaires et des schistes du Crétacé supérieur (Préalpes médianes plastiques; synclinal de la Gruyère). Dans le détail, le massif rocheux se compose de 2 formations (de haut en bas):

- Les Couches Rouges, constituées d'une alternance de calcaires et de schistes marneux.
- Le complexe schisteux, formé d'une prédominance de schistes argileux renfermant des intercalations calcaires.

Les 2 formations sont séparées par une zone fortement tectonisée formée de schistes argileux broyés en une masse argileuse. Le massif rocheux est dans l'ensemble assez fortement fracturé et plissé, voire fortement tectonisé en rive gauche, en particulier dans les horizons schisteux.

Les couches plongent en moyenne de 40 à 50° vers le SE (mais se redressant localement jusqu'à la verticale), soit oblique par rapport à l'axe de l'ouvrage, en direction de la rive droite.

En rive gauche, ce plongement se traduit par une inclinaison des couches vers la rivière, c'est-à-dire un pendage aval défavorable du point de vue de la stabilité de la rive, d'autant que la construction du bassin amortisseur les a de surcroît privé de leur butée. Ce défaut a été compensé par la mise en place d'ancrages.

Du point de vue hydrogéologique, le rocher est généralement peu perméable. Le complexe schisteux constitue a priori la formation la moins perméable. On notera de plus que les zones tectonisées argileuses constituent à la fois des zones de faiblesse géomécanique et des écrans peu perméables au sein du massif, sans pour autant que leur extension et leur continuité ne soient assurées.

3. Confortement de la falaise y compris dispositif d'auscultation

La stratification du massif et ses fractures verticales, représentant les plans de glissement et de décollement respectivement, ont permis de définir les blocs potentiellement instables de l'éperon rocheux. Le confortement a ainsi été conçu de sorte à garantir la stabilité de ces blocs sous l'effet des charges liées au poids propre, à la pression d'eau ainsi qu'à l'action sismique. Une mise en place d'ancrages passifs, en lieu et place d'actifs, a été privilégiée principalement afin de ne pas modifier l'état de contrainte du massif, d'éviter que la zone de scellement se trouve dans le complexe schisteux et de limiter les frais d'exploitation et d'entretien.

L'éperon rocheux a ainsi été conforté par la mise en place de 33 ancres passifs de type GEWI Rock Bolt disposés sur trois niveaux dans des longrines en béton armé. Ils sont espacés de 2 m et inclinés de 20° par rapport à l'horizontal afin d'éviter toutes interférences avec les tirants d'origine qui sont maintenus en place, leur détente ayant été jugée périlleuse. Avec une longueur de 15 m et un diamètre nominal de 63.5 mm, les ti-



Figure 3. Vue aval du barrage.



Figure 4. Ancrages type GEWI Rock Bolt.

rants possèdent une résistance interne de 1758 kN (voir Figure 4). Les têtes des barres d'ancrage sont intégrées dans des longrines en béton armé (C30/37) de section rectangulaire ($b \times h = 0.5 \times 0.7$ m) et de longueurs variables comprises entre 18.5 et 22.4 m, ancrées à la paroi au moyen de scellements chimiques. Les travaux suivants ont été effectués:

- Purge et nettoyage de la falaise par des travailleurs sur corde.
- Remplissage des irrégularités de la falaise avant coffrage des longrines à l'aide de gunite et de treillis K283.
- Coffrage, armature et bétonnage des différentes longrines par étape en commençant par celle du bas à partir d'un échafaudage préalablement installé contre la paroi (voir Figure 5).
- Forage et mise en place des ancrages (voir Figure 6) au travers de réserves prévues à cet effet dans les longrines (tube en PVC de 150 mm de diamètre).
- Mise en tension des ancrages et blocage à la clé dynamométrique (force de blocage = 150 kN).

Trois essais d'arrachement (voir Figure 7) ont été effectués sur des tirants présentant une résistance plus grande que les autres (2534 kN) et trois essais de traction ont été menés sur trois autres tirants d'ouvrage (voir Figure 8).

Afin de réduire les sous-pressions dans l'éperon rocheux, une nouvelle série de 10 forages a été réalisée au-dessus de la longrine inférieure (759.0 m s. m.). Ces drains de 100 mm de diamètre et 20 m de longueur possèdent une légère pente ascendante (2 %) et ne sont pas revêtus. De plus, les drains existants situés dans le mur bajoyer du bassin amortisseur ont été curés au moyen d'une buse tournante.

Le dispositif d'auscultation a également été renforcé et réhabilité afin de suivre au mieux l'évolution du comportement du massif et les effets des travaux. Cela a compris:

- Mise en place d'un nouvel extensomètre modulaire à trois câbles de 5, 15 et 30 m, situé au-dessus de la première longrine (766 m s. m.).
- Mise en place de 6 nouveaux réflecteurs (2 par longrine) de type GPR 113 comme complément au réseau géodésique.
- Remplacement des 5 anciens réflecteurs situés sur les longrines et buton d'origine.



Figure 5. Armatures des longrines avec tuyau de réserve pour les ancrages.

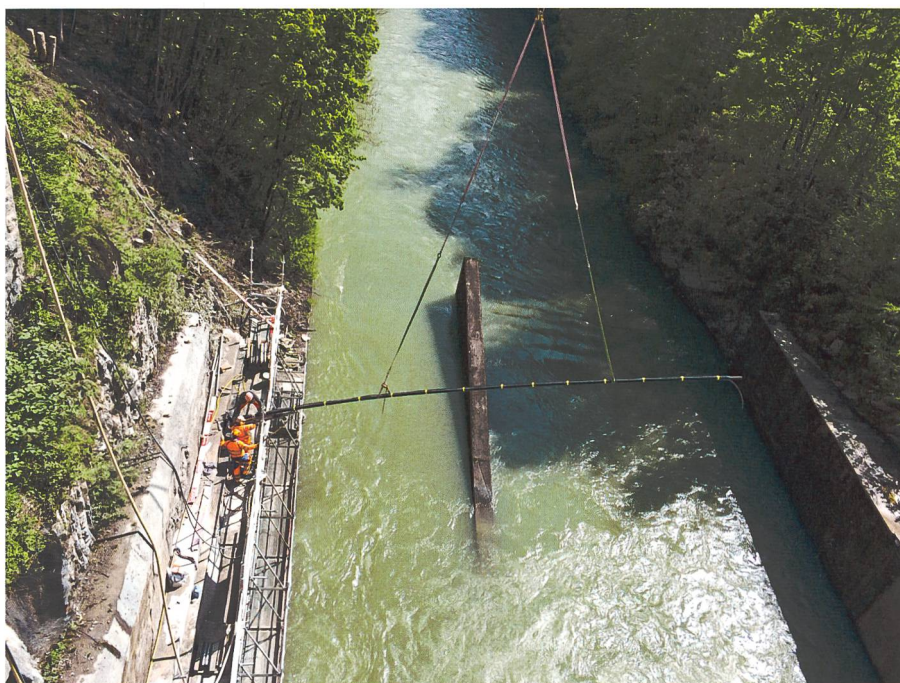


Figure 6. Mise en place d'un ancrage.

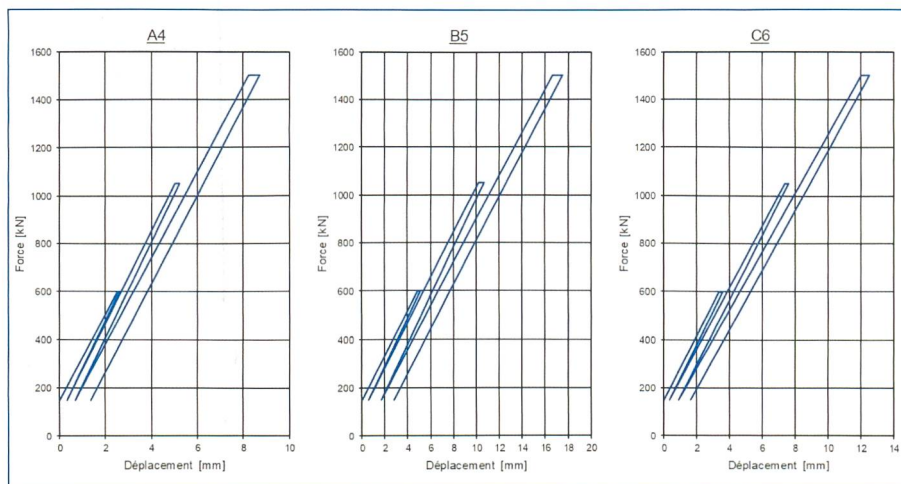


Figure 7. Résultats des essais d'arrachement.



Figure 8. Presse pour l'essai d'arrachement.

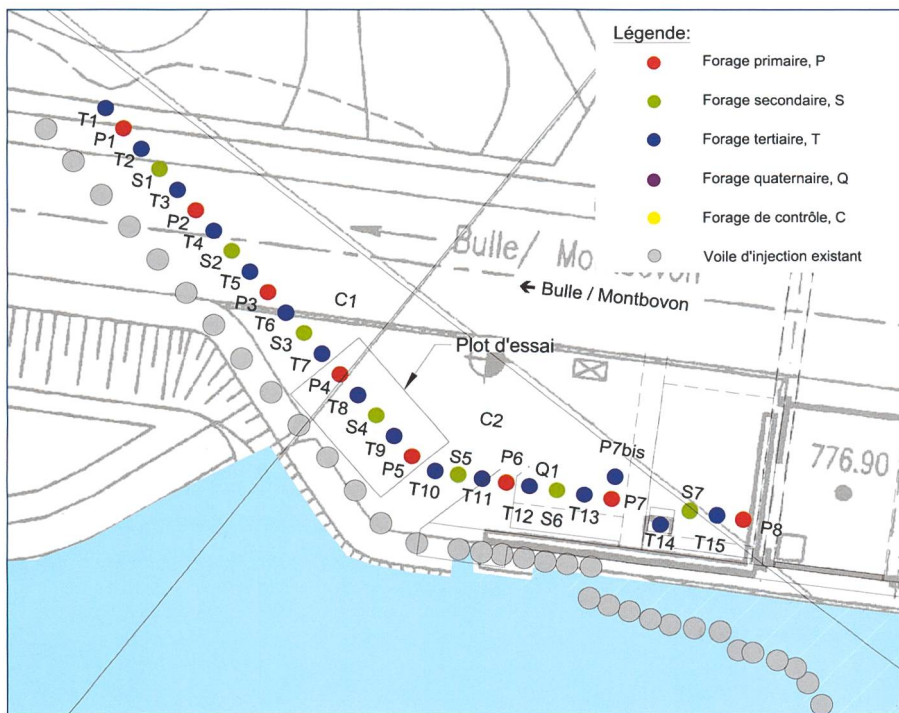


Figure 9. Schéma d'implantation des forages du nouveau voile d'injection.

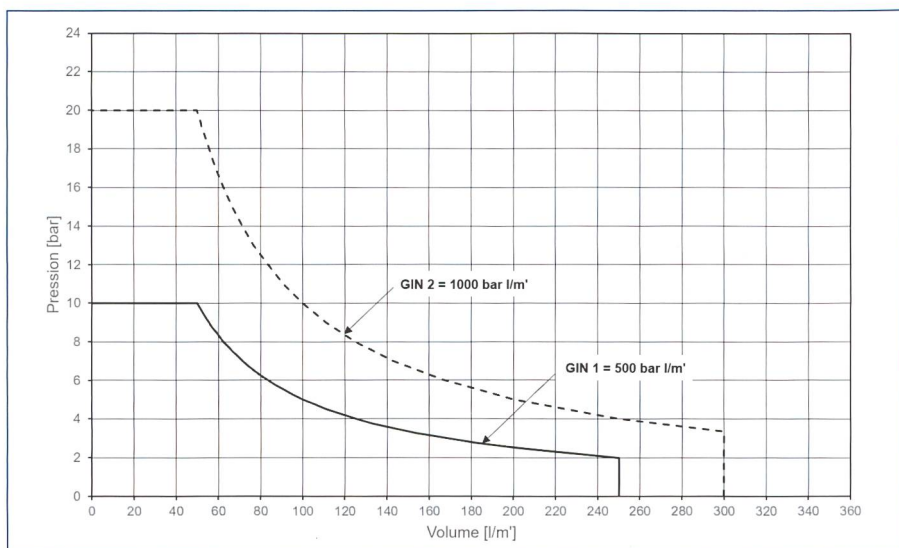


Figure 10. Courbes GIN.

4. Renforcement du voile d'injection

4.1. Caractéristiques des travaux d'injection

Lors de la construction du barrage, un voile au large a été réalisé en rive gauche comprenant 12 forages verticaux de 15 m et espacés entre eux de 2 m. Contrairement au voile au droit du barrage dont la densité de forage était plus grande (espacement de 1 m). En rive gauche, l'absorption moyenne de ciment avait atteint 56 kg/m.

Les travaux de renforcement du voile d'injection en rive gauche ont compris la réalisation de 33 forages injectés, exécutés de manière alternée sur une unique rangée (voir Figure 9):

- 8 forages primaires (P1 à P8) espacés en moyenne de 5 m.
- 7 forages secondaires (S1 à S7) espacés en moyenne de 2.5 m.
- 15 forages tertiaires (T1 à T14 et P7bis) espacés en moyenne de 1.25 m.
- 1 forage quaternaire (Q1) et
- 2 forages de contrôles (C1 et C2).

Les forages, de 75 mm de diamètre et 30 m de profondeur, ont été réalisés verticalement depuis la surface au marteau fond de trou. L'ensemble des paramètres de forage (vitesse d'avancement, pression d'injection et couple) a été enregistré automatiquement sur un ordinateur type Lutz. Un tubage a été mis en place sur les premiers mètres (en moyenne 5 m) forés dans du remblai. L'injection des forages a été réalisée au moyen d'un coulis eau-ciment stable selon la méthode GIN (Grouting Intensity Number). La composition du coulis a été définie sur chantier sur la base d'essais dont la finalité était de trouver la meilleure recette respectant les critères suivants:

- Viscosité selon le cône de Marsh: max. 42 sec.
- Décantation: max. 5 % après 90 min.

Le coulis ainsi retenu était composé de ciment type Dorodur H70 avec un rapport e/c de 0.9 sans adjuvant. Une seconde recette (Dorodur H70, e/c=1, 0,4 % de fluidifiant type Dynamon SX14) a également été utilisée pour la partie supérieure (de 4 à 10 m) des forages tertiaires afin de déterminer si un coulis plus fluide permettait une meilleure absorption. Ce qui ne s'est pas vérifié. Les paramètres d'injection ont été définis sur la base des contraintes et conditions locales et comprenait deux GIN différents: le premier appliqué au premiers 10 m proche de la surface et le second pour les 20 m suivants (voir Figure 10).

Pour la partie haute du forage (10 premiers mètres depuis la surface), le paramètre GIN a été fixé à 500 l/m × bar avec une pression maximale de 10 bars (pression statique, mesurée à pompe arrêtée) et une absorption maximale de coulis de 250 l/m. Pour la partie basse (20 derniers mètres), le paramètre GIN était de 1000 l/m × bar avec une pression maximale de 20 bars et une absorption maximale de 300 l/m (voir Figure 11).

4.2. Exécution des travaux

4.2.1 Plot d'essai

Un plot d'essai, intégré au voile final et situé dans sa partie centrale, a été réalisé au début des travaux. Son but était d'adapter les divers critères d'injection aux conditions rencontrées in situ. Il était composé de 5 forages de 30 m (2 primaires, 1 secondaire et 2 tertiaires) repartis sur une ligne d'injection d'une longueur totale de 5 m. Le premier forage primaire ainsi qu'un forage de contrôle traversant le plot

d'essai ont été carottés. Les autres forages ont été exécutés par méthode destructive. Des essais Lugeon ont été effectués dans un des forages primaires ainsi que dans le forage de contrôle (voir Figure 12).

Les essais de perméabilité avant injections du forage primaire P5 indiquaient des terrains relativement peu perméables avec des valeurs Lugeon généralement inférieures à 5 Lu exception faite d'une passe où une valeur de 11 Lu a été mesurée.

L'absorption de coulis de ciment dans les forages primaires était de 122 kg/m et de 144 kg/m dans le secondaire. Elle s'est réduite à 85 kg/m dans les forages tertiaires.

Suite aux injections du plot d'essai, un forage de contrôle a été carotté. Les essais de perméabilité du C1 ont révélé des valeurs de l'ordre de 5 Lu dans la partie supérieure du forage et <2 Lu en dessous de 15 m. Sur la base des résultats du plot d'essai, il a été décidé de faire systématiquement des forages tertiaires.

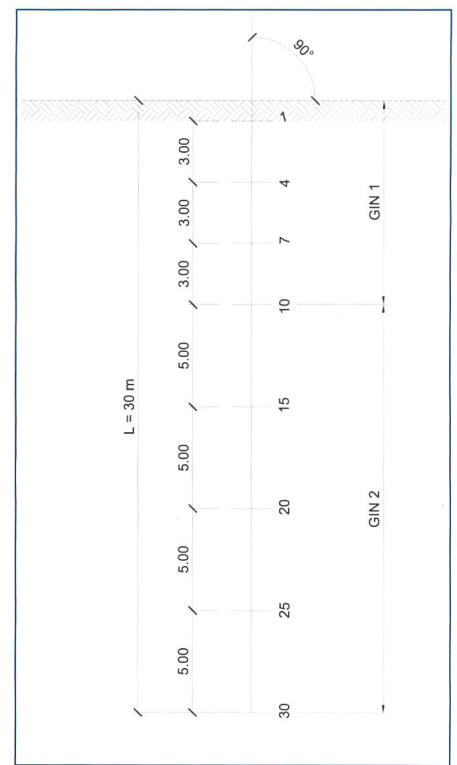


Figure 11. Coupe type d'un forage.

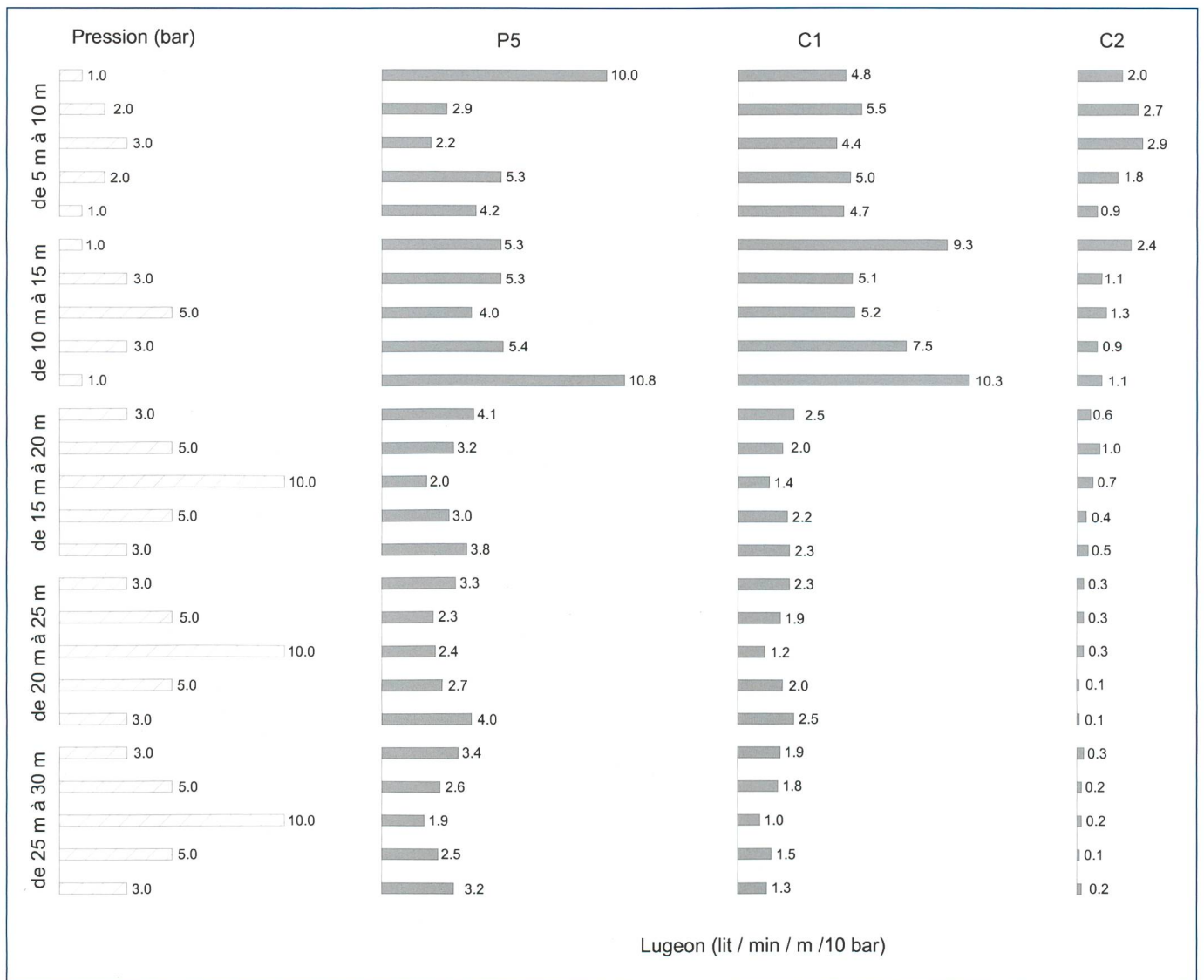


Figure 12. Résultats des essais Lugeon.

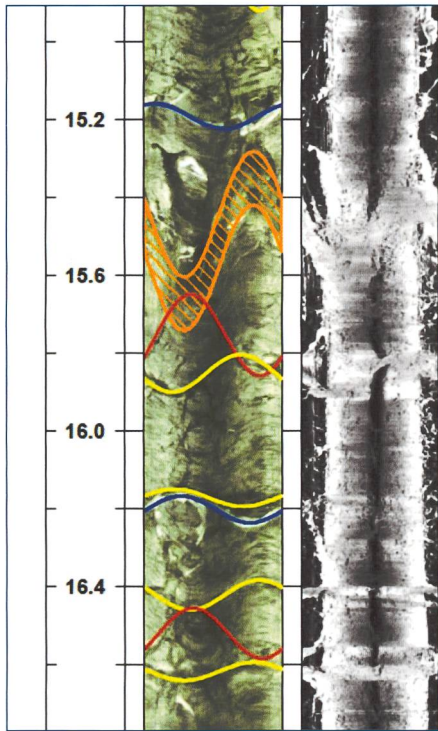


Figure 13. Résultat d'un essai OPTV.

4.2.2 Forages de reconnaissances

Les conditions géologiques rencontrées ont été déterminées au début des travaux d'injection sur la base des deux forages carottés du plot d'essai. Les observations des carottes ont été complétées par les scans optiques (voir Figure 13) qui ont été réalisés dans les deux forages carottés ainsi que dans un des forages destructifs.

Les conditions géologiques au droit du voile d'injection peuvent être résumées comme suit:

- Sous une couche de remblais d'une épaisseur variant de 2 à 7 mètres, le massif rocheux est constitué d'alternances de schistes argileux et de calcaires du Complexe Schisteux.
- Le massif rocheux, d'un RQD moyen de l'ordre de 40 %, est parcouru de nombreuses discontinuités, en particulier des joints de stratifications et des fractures soudées par de la calcite ou avec des remplissages limoneux.
- On notera que dans la partie supérieure des forages (au-dessus de 15 m), les fractures sont fréquemment oxydées, signe qu'elles sont hydrauliquement conductrices, mais elles présentent souvent un remplissage limono-argileux millimétrique à centimétrique particulièrement en ce qui concerne les fractures parallèles à la stratification. Plus en profondeur, on n'observe pas d'oxydation et peu de remplissage limoneux par contre des fractures ouvertes ont été mise en évidence par le scan optique.

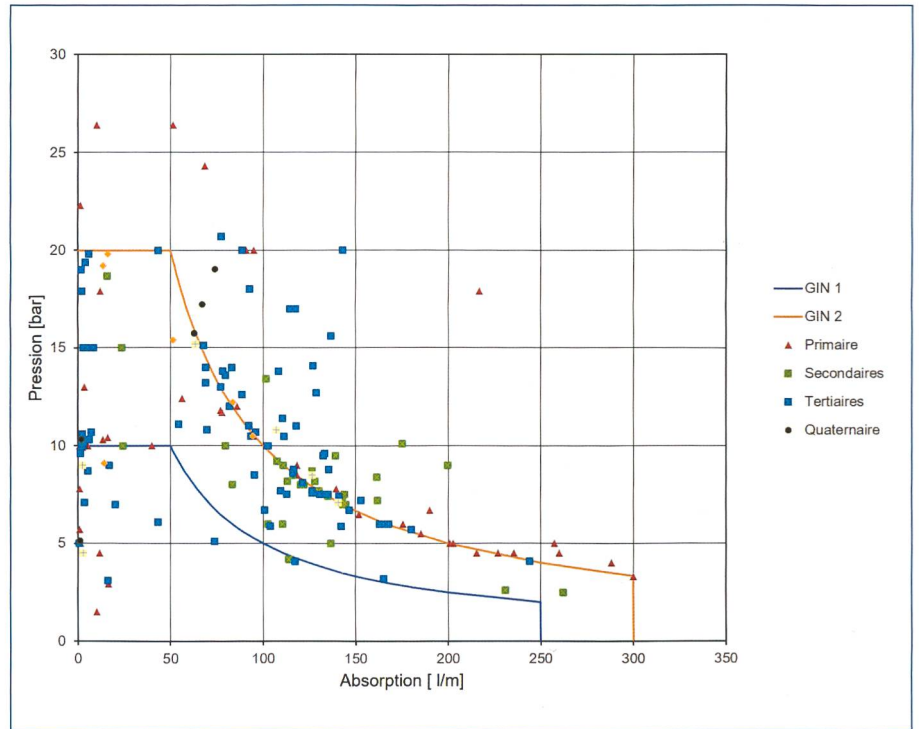


Figure 14. Résultats des injections.

- Des niveaux mylonitisés assez compacts ont été rencontrés localement. En général ils ne présentent pas de trace de circulation d'eau, mais peuvent former localement des écrans étanches du fait de leur composition argileuse.

4.2.3 Réalisation de l'extension du voile

Les séquences de forages ont été respectées (primaire, secondaire, tertiaire). Les injections de deux forages d'une même série ont été faites simultanément tout en respectant une distance minimale de 8 m entre eux. Un minimum de 24 heures entre les injections de ces forages et les forages intermédiaires a été imposé afin d'assurer la prise du coulis.

Les injections des forages ont eu lieu par méthode ascendante sur toute la longueur du forage. La limite supérieure des injections étant déterminée par la position des remblais.

Suite aux injections des forages tertiaires, seul un forage quaternaire a été estimé nécessaire.

Les résultats des injections sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Aucune diminution d'absorption n'a été observée entre les forages primaires et secondaires. Par contre entre les forages secondaires et tertiaires l'absorption est réduite d'un facteur de l'ordre de 70 %. Une réduction d'environ 50 % est aussi visible entre les forages Tertiaire et le forage Quaternaire. Les résultats des injections sont illustrés sur la Figure 14.

L'analyse des résultats amène les observations suivantes:

- Les injections de surface (GIN 1) ont été arrêtées soit par atteinte de la pression maximale soit par injection d'un faible volume de coulis à très faible débits. Ces deux cas de figure révèlent la faible injectabilité de la masse rocheuse dans la tranche de supérieure de la rive gauche. Ceci peut être expliqué par les remplissages limoneux des fractures plus fréquents en surface rendant difficile la pénétration du coulis ainsi que par les pressions maximales possibles plus faibles.
- Les résultats des injections des passes plus profondes (GIN 2) montrent que, globalement, d'une série à la suivante le volume absorbé diminue alors que la pression finale augmente. Ces résultats sont satisfaisants témoignant que la méthode employée est adaptée aux conditions locales.

4.2.4 Forages de contrôle

A la fin des injections, un forage carotté de 30 m a été exécuté avec un angle de 15° sur la verticale afin de recouper une zone du voile où des absorptions importantes avaient été localement observées. Les essais de perméabilité ont révélé des valeurs inférieures à 2 Lu dans la tranche injectée du massif. Des valeurs faibles d'absorption ont été enregistrées (47 kg/m), en particulier dans les passes profondes, confirmant les basses valeurs de perméabilité.



Figure 15. Foreuse tricycle AK 14.

La fin des travaux a donc été décidée sur la base de la réduction des quantités absorbées et des résultats Lugeon satisfaisants.

5. Chantier

En moyenne il y avait 8 personnes sur chantier dont 3 pour les travaux du voile d'injection et 5 pour ceux de l'éperon rocheux. L'équipe pour les injections était composée de 1 contremaitre, de 1 centraliste injection et de 1 manoeuvre. Celle pour les travaux de l'éperon comprenait 1 contremaitre, 1 maçon, 1 machiniste, 1 cordiste et 1 manoeuvre.

Les principales machines présentes sur chantier étaient: 1 grue à montage rapide Liebherr 34 K (30 m de portée, 24 m de hauteur utile et 1200 kg de charge utile), 1 foreuse EGT 1500 pour le voile d'injection, 2 foreuses tricycle AK 14 pour les ancrages de l'éperon (voir Figure 15).

Les rendements observés sont les suivants:

- Forage destructif dans l'éperon rocheux: 1 pcs/jour/foreuse.
- Forage destructif pour le voile d'injection: 1 h 45/forage, soit environ 3.5 min./m.
- Forage carotté: 5 m/jour.

Concernant les installations de chantier, la base vie se trouvait en rive droite du barrage alors que les installations propres aux deux interventions étaient en rive gauche. La route d'accès traversant le barrage a été maintenue en service durant toute la durée des travaux moyennant une gestion de trafic à l'aide de feux de signalisation.



Figure 16. Drains et piézomètres dans le barrage.



Figure 17. Vue de l'éperon une fois les travaux terminés.

Une stratégie de surveillance accrue avant, pendant la durée des travaux et l'année d'après a été mise en place, sur la base des exigences techniques de l'OFEN formulées sous forme de conditions dans le permis de construire. Elle comprend les points suivants:

- Avant les travaux: réalisation d'une campagne de mesure complète de l'ensemble des mesures d'auscultation, y compris la géodésie et le nivellement.
- Pendant les travaux: relevé hebdomadaire de la piézométrie et des infiltrations du barrage ainsi que relevé mensuel de la géodésie.

- Après les travaux: relevé géodésique mensuel des nouvelles cibles sur l'éperon rocheux durant la première année puis annuel dès la suivante.

Un nouveau fissuromètre a également été installé sur le joint amont du barrage avant les travaux d'injection afin de pouvoir détecter tout comportement anormal du barrage (par ex. soulèvement). Finalement, un filet d'eau a été introduit en permanence dans les drains situés proche de la zone d'injection afin d'éviter leur colmatage par du coulis. L'effet des travaux sur le comportement du barrage, et plus précisément sur la piézométrie,

pourra être quantifié dans quelques mois sur la base des mesures d'auscultation. Il est possible de dire que les travaux n'ont pas eu d'impacts défavorables sur le barrage et que le seul incident à déplorer est l'obstruction de l'un des drainages par l'injection du voile (voir *Figure 16*).

Les travaux se situant à proximité d'étendue d'eau de surface (retenue à l'amont et rivière à l'aval), des mesures spécifiques ont été mises en place pour éviter toute contamination. Elles comprenaient notamment la mise en place de bâches de protection et de récupération fixées à l'échafaudage ainsi que des systèmes de récolte des eaux, de décontamination et de neutralisation. Les eaux récol-

tées étaient, après traitement, évacuées via le réseau d'eaux usées.

La réalisation des travaux n'a eu que peu d'impacts sur l'exploitation de l'aménagement qui a pu rester en service durant toute la durée du chantier. Une adaptation du règlement de manœuvre des vannes a été appliquée durant les travaux afin de privilégier l'ouverture des vannes situées le plus loin de la zone de travail en premier. En cas de prévision de crues, les ouvriers étaient prévenus afin de prendre les mesures nécessaires. Au total 3 crues sont survenues durant la période des travaux occasionnant des ouvertures des vannes avec des lâchers de 50 m³/s, sans créer aucun dégât.

6. Coût des travaux

Le montant total des travaux s'élève à 1 million de CHF, les prestations des mandataires et du MO comprises. Une vue de la falaise, travaux terminés, est visible sur la *Figure 17*.

Adresse des auteurs

Isabelle Fern, Lombardi SA,
Route des Grives 4, CH-1763 Granges-Paccot,
isabelle.fern@lombardi.group
Ariane Jonneret, Norbert SA,
Grande Rue 44, CH-1680 Romont
geol-rmt@norbert-sa.ch
Jean-Claude Kolly, Groupe E SA,
Route de Morat 135, CH-1763 Granges-Paccot,
jean-claude.kolly@groupe-e.ch



megura.ch

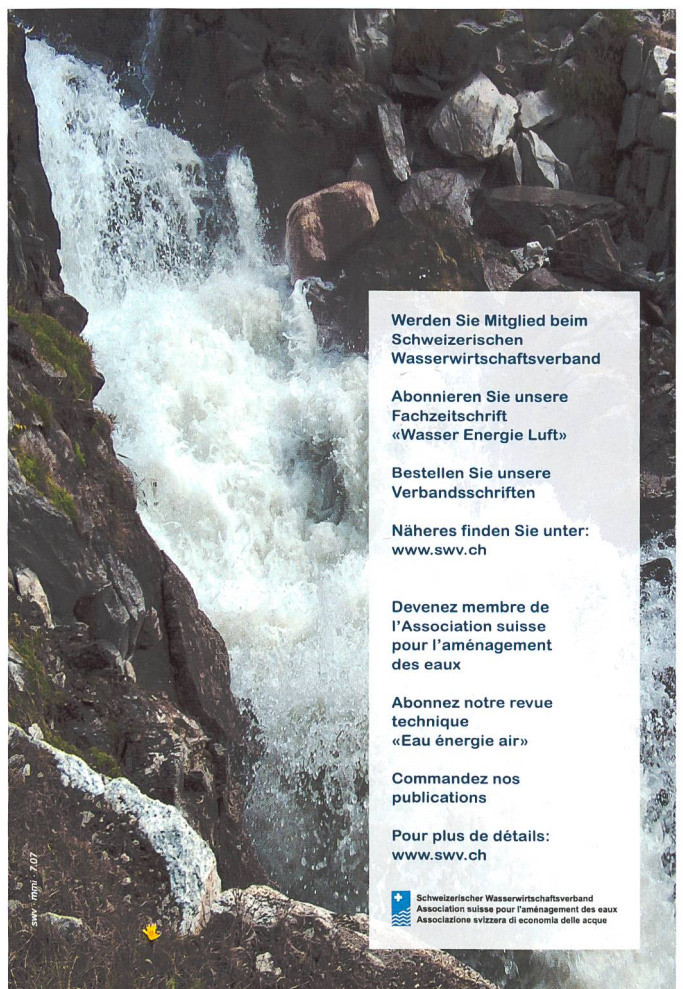
IZABELA,
BUNTSTIFT

**Auffällig kreativ. Unsere Lernende.
Weil wir einfach mehr können.**

Ob Druck-, Verlags- oder Onlineleistung – mit der Effingermedien AG als Partner fallen Sie auf. Weil wir nicht den Standard, sondern das Optimum bieten. Weil unser Team niemals 08/15, sondern immer einzigartig ist. Und: weil Sie bei uns einfach viel mehr bekommen. Und das seit 150 Jahren.

effinger medien
viel mehr als Druck.

General Anzeiger Rundschau e-journal aargau eins^A



Werden Sie Mitglied beim Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband

Abonnieren Sie unsere Fachzeitschrift «Wasser Energie Luft»

Bestellen Sie unsere Verbandsschriften

Näheres finden Sie unter: www.swv.ch

Devenez membre de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux

Abonnez notre revue technique «Eau énergie air»

Commandez nos publications

Pour plus de détails: www.swv.ch

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Association suisse pour l'aménagement des eaux
Associazione svizzera di economia delle acque