

Lac de Salanfe

Intervention complexe à 1900 m d'altitude

Assainissement du barrage du Lac de Salanfe

Situé au fond du vallon de Van, entre les vallées valaisannes du Trient et d'Illiez, le barrage de Salanfe se déploie dans un contexte minéral vertigineux. Datant des années 1950, il souffre depuis quelques années d'un gonflement du béton et nécessite donc des travaux de rénovation pour décompresser la structure. Visite guidée avec les principaux intervenants.

Par Emilie Veillon

Après une longue série de virages en épingle à cheveux, la route qui mène au vallon de Van débouche sur une paroi rocheuse traversée par un funiculaire. Cette liaison qui descend jusqu'à la plaine fut mise en service dans les années 1950 pour la construction du barrage de Salanfe. Elle est encore à l'heure actuelle l'unique moyen de transport terrestre des matériaux, machines et intervenants du chantier en cours. Ce barrage-poids, réalisé dans les années 1950, mesure 52 m de haut pour une épaisseur de 40 m à la base et une longueur au couronnement de 600 m. Composé de 41 blocs de 14 m de large en général, son volume est de

230 000 m³ de béton pour une retenue de 40 millions de m³ d'eau. Après avoir réalisé 60 années de service sans peine, cet ouvrage présente néanmoins des symptômes liés à son vieillissement. Il souffre d'une réaction alcali-granulat soit un gonflement du béton dû à une réaction chimique interne entre le ciment et les granulats.

«L'analyse des déplacements de l'ouvrage a révélé que le coude du barrage bouge de manière significative. De plus, une fissuration importante est progressivement apparue dans les galeries. En prélevant des carottes de béton, nous avons identifié une réaction entre le ciment et

les granulats du béton. Cette dernière produit l'apparition d'un gel qui va d'abord boucher les pores du béton et continue de s'étendre en créant une microfissuration dans le béton», analyse Olivier Vallotton, ingénieur pour le compte du bureau Stucky SA qui suit ce barrage depuis plusieurs années. Selon le spécialiste, cette maladie a davantage de risques de se développer dans un contexte spécifique avec certains types de matériaux. A savoir une conjonction entre le milieu humide du barrage, sa masse, et une combinaison entre les propriétés du ciment et des granulats engendrant un potentiel de réaction. «Si rien



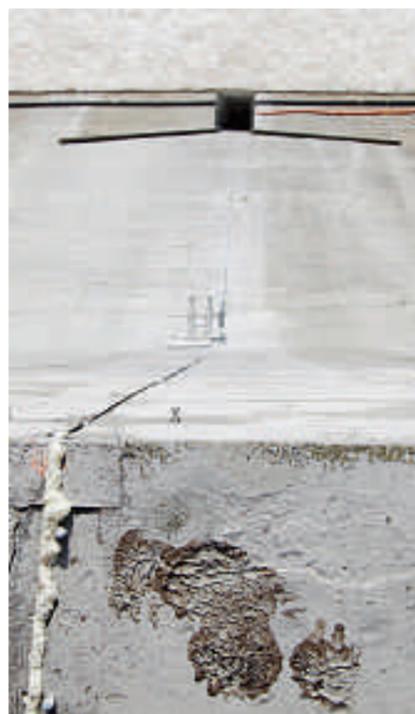
Le barrage de Salanfe, réalisé dans les années 1950, mesure 52 m de haut pour une épaisseur de 40 m à la base et une longueur au couronnement de 600 m. Les travaux d'assainissement consiste à décompresser le béton suite à l'enlèvement de tranches verticales de 11 à 15 mm par sciage. Le principal défi du chantier était de faire des coupes d'une surface allant jusqu'à 240 m² d'un seul trait de scie.

n'était fait, la stabilité du barrage surveillée régulièrement ne serait pas mise en danger pour autant, mais mieux vaut prendre les devants. Le but de l'intervention est de soulager le barrage un certain

moment pour que la poursuite de son gonflement n'engendre pas de désordre supplémentaire. La réaction s'arrêtera d'elle-même quand le potentiel des granulats sera épuisé dans un laps de temps

indéterminé. Cette réaction qui apparaît de plus en plus sur des murs de soutènements et des barrages est complexe dont l'évolution demeure encore incertaine. L'opération pourrait être renouveler d'ici 15-20 ans», ajoute le spécialiste. Les travaux consistent à assainir ce barrage afin de limiter les conséquences et de lutter contre les effets de ce gonflement. Concrètement, le béton de l'ouvrage est décompressé suite à l'enlèvement de tranches verticales de 11 à 15 mm par sciage. Une fois la coupe effectuée, le barrage se referme spontanément

Salvan



pour libérer sa pression interne. Le sciage s'exécute en continu jour et nuit pour éviter un blocage du câble dû à ce resserrement soudain.

Travaux impressionnants

Ce chantier d'envergure cible par la même occasion la réfection d'autres parties du barrage, comme la construction d'un nouveau bâtiment abritant la vanne vidange de fond ou la remise en état de l'ensemble du couronnement avec un nouveau revêtement et le remplacement des rambardes de protection. Le budget global estimé à 6,7 millions de francs est entièrement pris en charge par Salanfe SA, société fille d'Alpiq Holding. Mené à bien par un consortium composé de JPF

La scie de 3 tonnes est disposée sur des rails à crémaillères fixés au couronnement. Un système de châssis rigide et de poulies permet au câble de suivre sa course entre l'ouvrage et la scie, en avançant à une vitesse oscillant entre 18 et 25 m/sec.

Constructions SA et l'entreprise Mauroux SA forage et sciage de béton armé, le projet a nécessité un important travail en amont. «Nous avons dû chercher des informations à l'étranger, car c'est la première fois que des travaux de cette ampleur sont entrepris en Suisse et seulement la 5^e fois qu'on scie un barrage en

Europe. Les intervenants n'ont donc que très peu de recul au niveau de l'exécution», note Raymond Mivroz, chef du département des Travaux & Ouvrages Spéciaux pour le compte de JPF Construction SA qui collabore depuis plusieurs années avec Eric Cottet, directeur de l'entreprise Mauroux SA. «Le principal défi était de faire des coupes d'une surface allant jusqu'à 240 m² d'un seul trait de scie. Il s'agit d'une superficie démentielle, puisque habituellement au sein de notre entreprise, les plus grandes coupes réalisées avec une scie à câble n'excédaient pas 25 m². A cela s'ajoute le fait que tailler dans un barrage qui retient une telle masse d'eau est très impressionnant», enchaîne Eric Cottet, qui s'est

Depuis avril dernier, l'étape principale des travaux réunit un peu moins de 20 scieurs, foreurs, fraiseurs, cordistes, et ingénieurs en génie civil qui se relaient en permanence.

Les boues découlant des eaux utilisées pour refroidir le câble sont récoltées et acheminées à une centrale de traitement au pied du barrage.

rendu à l'étranger avec la société Nestag pour acquérir une machine de découpe à la hauteur du défi. Le chantier s'échelonne sur deux années. Une phase d'essai a été réalisée l'an dernier sur 490 m² de sciage. Ces tests ont permis d'améliorer beaucoup de points techniques. Toutes les informations recensées durant

cette période ont permis d'affiner les modélisations réalisées en amont afin de parvenir à un projet définitif d'assainissement. «Après les trois premiers traits de scie d'une épaisseur de 15 mm, nous nous sommes aperçus que le barrage réagissait moins fortement que sur le modèle numérique. Nous avons donc choisi de poursuivre le sciage plus finement avec des traits de coupe d'une épaisseur de 11 mm, mais plus nombreux. Finalement, il s'est avéré que les traits de scie se sont refermés de 4 à 5 mm en moyenne, laissant ainsi encore de la place pour la poursuite du gonflement du béton», relève Olivier Vallotton. Depuis avril dernier, l'étape principale des travaux réunit un peu moins de 20 ouvriers nuit et jour sur le site. Scieurs, foreurs, fraiseurs, cordistes, et ingénieurs en génie civil se relaient en permanence. Les sciages concernent le tiers supérieur de l'ouvrage en partant de la partie médiane avant de progresser vers les rives. «Les traits de scie partent de 24 m sous le couronnement du barrage jusqu'à 10 m pour ceux qui se situent à proximité des rives. Puisque le niveau du lac monte, on a commencé par les traits de scie les plus bas. Le planning dicté par le niveau du lac n'autorisait aucun retard! C'est une course contre la fonte afin de ne pas avoir à imposer des restrictions d'exploitation qui consisteraient à turbiner pour faire baisser le niveau du lac. A noter encore qu'au préalable, plus de 10000m³ de neige ont été déplacé entre le couronnement, les accès et les places d'installations pour permettre le début des travaux», détaille Eric Cottet.

Câble diamanté

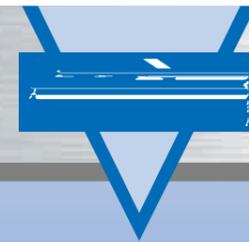
Chaque trait de scie suit le même protocole. Dans un premier temps, l'ouvrage est carotté sur toute son épaisseur depuis l'amont pour permettre le passage du câble diamanté. Les épaisseurs sont variables: jusqu'à 18 m au point le plus bas. Un dispositif spécifique d'implantation pour garantir avec précision la direction des carottages a dû être mis en place. Avec une marge d'erreur de 0,5 mm par mètre, donc 9 cm de déviation possible, la précision est essentielle. Le barrage étant construit par bloc, avec des joints tous les 14 m, il était impératif de garder la parallèle avec ces derniers. Le câble est ensuite introduit dans ce forage pour scier le barrage de bas en haut. La scie de 3 tonnes est disposée sur des rails à crémaillères fixés au couronnement. Un système de châssis rigide et de poulies permet au câble de suivre sa course entre



De gauche à droite : Raymond Mivroz, chef du département des Travaux & Ouvrages Spéciaux pour le compte de JPF Construction SA, Eric Cottet, directeur de l'entreprise Mauroux SA, Olivier Vallotton, ingénieur pour le compte du bureau Stucky SA et Fabrizio Prezzemoli, ingénieur et directeur de chantier pour le compte de JPF Constructions SA.



Le couronnement du barrage ne mesure que 5 m de large. Sur cette étroite plateforme, ouvriers, autogrupe et machine de sciage évoluent dans un jeu d'attention, d'habileté et de souplesse pour jongler d'un trait de scie à l'autre.



Un service de qualité avant tout...



- Outils diamantés et machines pour le sciage, forage et ponçage
- Filiale en Suisse Romande à Givisiez / FR et siège à Eptingen / BL
- 12 conseillers techniques compétents dans votre région
- Large stock avec un service de livraison rapide et efficace
- 2 ateliers mécaniques avec du personnel qualifié
- Compétence et soutien technique lors de travaux spéciaux



Nestag Diamant- & Schleiftechnik AG
www.nestag.com



Siège à Eptingen: Industriegebiet Matten, 4458 Eptingen **Telefon** [062] 285 10 10 **Telefax** [062] 285 10 20
Filiale à Givisiez: Rte André Piller 33E, 1762 Givisiez **Téléphone** [026] 460 84 80 **Téléfax** [026] 460 84 88

44188

Les bandes BFL-Mastix garantissent à long terme l'étanchéité des joints dans les ouvrages en béton



Mastix SA

1018 Lausanne
Tél. 021 648 29 49
mastix@mastix.ch

www.mastix.ch
www.mastix.info

44264

Building, vos immeubles prennent de l'assurance

La solution qui vous offre une couverture complète, simple et flexible

La nouvelle solution de la Vaudoise pour vos bâtiments locatifs, industriels ou commerciaux saura répondre avantageusement à l'ensemble de vos besoins d'assurance dans un unique contrat.
vaudoise.ch

Là où vous êtes. **vaudoise**

44115

l'ouvrage et la scie, en avançant à une vitesse oscillant entre 18 et 25 m/sec (100 et 150 km/h) tout en étant refroidi avec des jets d'eau en permanence.

«Les boues découlant des eaux utilisées pour le refroidissement du câble sont récoltées au pied du trait de scie. Elles sont ensuite acheminées à une centrale de traitement au pied du barrage par une conduite de fond fixée provisoirement sur le parement aval, le tout se déversant dans deux bacs de rétention. L'eau passe par différentes étapes de décantation, filtration et traitement avant d'être à nouveau refoulée par pompage au sommet du barrage pour le refroidissement du sciage ou des forages. Les bacs ont été remplis une première fois avec l'eau du lac, le système fonctionne depuis en circuit fermé. 90 % de l'eau est récupérée», se réjouit Fabrizio Prezzemoli, ingénieur et directeur de chantier pour le compte de JPF Constructions SA. La filtration se fait par le biais d'une presse à boue adaptée qui permet de sécher les liquides directement sur le site. Ainsi, les boues sèches, sous forme de galettes, peuvent être évacuées en funiculaire, à raison de 4 à 5 m3 par semaine.

Étanchéité «Mastix»

Terminés en juin, les travaux de sciages (totalisant 3600 m²) et de carottage ont débouché sur la fin des opérations d'étanchement en amont côté lac, puis en aval. Après le sciage, le nouveau joint doit être étanché sur les parements amont et aval du barrage. Une fraise conçue spécifiquement, crée une encoche de 60 sur 40 mm, de forme trapézoïdale, sur l'emplacement du trait de scie. Cette fraise commandée à distance depuis un groupe hydraulique est fixée sur un rail sur toute la hauteur du sciage pour garantir la verticalité des joints. Les joints sciés verticaux sont traités par la société Mastix SA. «Pour cet objet, l'étanchéité des joints sciés est réalisée par des bandes BFL-Mastix fabriquées spécialement pour cet ouvrage. Il s'agit de bandes dont le noyau déformable en caoutchouc/bitume est confiné dans une enveloppe permettant une adaptation aux mouvements de fermeture des joints dans le temps», note Jacques Michod

ingénieur et directeur de Mastix SA, une société qui exporte ses produits en Amérique du Nord pour traiter entre autre d'ouvrages similaires au barrage de Salanfe, comme par exemple le barrage de Beauharnois sur le fleuve Saint-Laurent près de Montréal. Les bandes BFL-Mastix sont un produit d'origine Suisse, elles

sont fabriquées en Suisse Romande dans les ateliers de Mastix SA à Lucens. La protection du joint se fait par la pose d'une bande SikaDur Combiflex encolée au béton du barrage.

Pour réaliser deux découpes par semaine de 240 m² chacune, 24 h sur 24, une logistique inflexible de chantier est primordiale. Le couronnement du barrage ne mesure que 5 m de large. Sur cette étroite plateforme, ouvriers, autogrupe et machine de sciage évoluent dans un jeu d'attention, d'habileté et de souplesse pour jongler d'un trait de scie à l'autre. Tous les lundis matins, une première équipe procède dans l'ordre à la mise en place de la scie par la pose des rails de guidage, des poulies, des récupérateurs d'eau. Une deuxième équipe prépare la coupe suivante afin d'optimiser l'avancement du sciage. «Le chantier comprend un poste de carottage et un poste de sciage qui fonctionnent en 3 x 8 à deux. A cela s'ajoute un poste de fraisage et de

pose du joint amont, ainsi qu'un autre qui cible l'exécution et la modification de la chambre des vannes», détaille Fabrizio Prezzemoli.

Le transport des matériaux se fait par la voie du funiculaire, via des bennes. Dans un souci de protection de l'environnement, le recours à l'hélicoptère est autorisé uniquement pour le transport des charges importantes. Dans le même objectif, la mise en place d'une centrale à béton sur le site de Salanfe a permis de produire le béton nécessaire à la réfection de la chambre des vannes. Le personnel quant à lui est hébergé du lundi au vendredi à l'Auberge de Salanfe, située à quelques pas du barrage. «La mise en place et le bon déroulement du chantier étaient une contrainte de taille. Toute la logistique annexe, à savoir l'hébergement des ouvriers et le transport des matériaux, représente à elle seule le quart du budget des travaux», conclut Raymond Mivroz.

L'ÉTANCHÉITÉ DURABLE...

Un concept qui s'est imposé dès la création de la société MASTIX SA

La société vaudoise Mastix SA s'est développée depuis le début des années 80 pour solutionner et commercialiser un système d'étanchéité durable. Le premier mandat concernait l'étanchéité des canalisations avec des tuyaux en béton. Les emboîtements de ces derniers se brisaient par grand froid car les bandes d'étanchéité étaient rigides.

La solution proposée par Mastix consista en un produit restant souple à basse température. Ce développement a amené naturellement le fabricant à solutionner d'autres problèmes liés à l'étanchéité d'éléments en béton préfabriqué.

Dans les ouvrages en béton les produits ou systèmes proposés ne tenaient pas compte de leur adhérence au béton frais et de leur capacité à s'adapter aux mouvements dans les ouvrages au cours de leur durée de service.

Suite à cette analyse Mastix a créé des bandes avec un noyau souple pour s'adapter aux mouvements et un revêtement de gravillons pour l'adhérence au béton frais.



Le type de bande BFL-Mastix avec système de confinement mis en œuvre au barrage du Lac de Salanfe.

De nombreux essais auprès du laboratoire des matériaux de l'EPFL et du laboratoire du TFB en Suisse ont apporté les preuves scientifiques de l'efficacité des bandes BFL-Mastix.

Les bandes BFL-Mastix ont été utilisées dans des barrages, des tunnels, pour le traitement des joints de bordure sur les ponts, dans des ouvrages enterrés, dans les fondations d'immeubles et de parkings, dans des bassins pour le traitement des eaux polluées, dans des piscines et des réservoirs d'eau. À titre d'exemple, Mastix est intervenu sur le barrage de Beauharnois près de Montréal, le barrage Daniel Johnson, le barrage de Cleuson, le barrage des Toules, le tunnel de la Perche et le tunnel du Banné sur la RN 16.

L'entreprise Mastix SA est certifiée SQS ISO 9001 depuis 2005.

Au cours des trente dernières années, la société vaudoise a acquis une riche expérience dans le domaine de l'étanchéité durable et continue d'en faire profiter les prescripteurs et les utilisateurs soucieux de qualité à long terme.

MAUROUX SA

FORAGE - SCIAGE DE BETON

Active dans toute la Suisse romande depuis 25 ans pour tous travaux de: forage, sciage de béton et démolition contrôlée.

Forage de béton armé, pierre naturelle



Sciage au câble



Sciage de béton armé, pierre naturelle



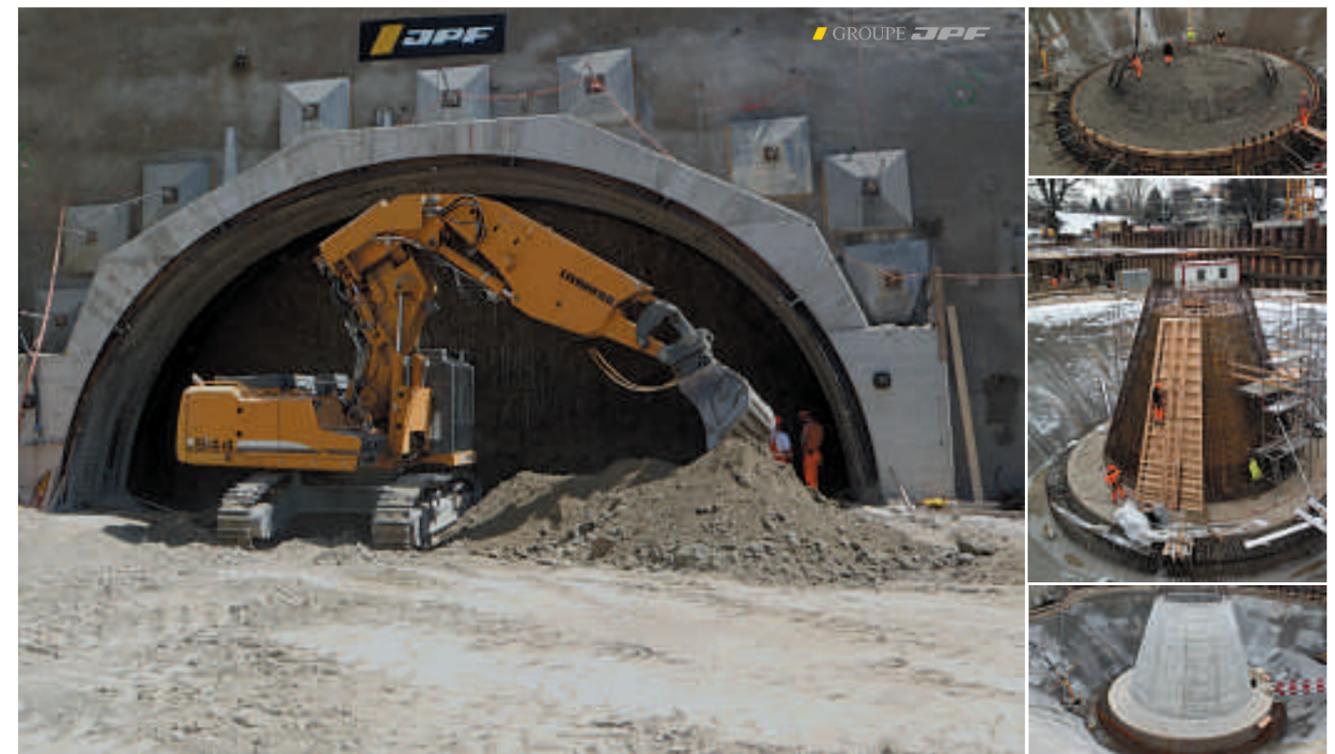
Sciage de sol



mauroux.sa@bluewin.ch
www.mauroux-sa.ch

Z.A. Bois-du-Pâquier
1628 Vuadens
079 634 37 69
026 912 69 90

44177



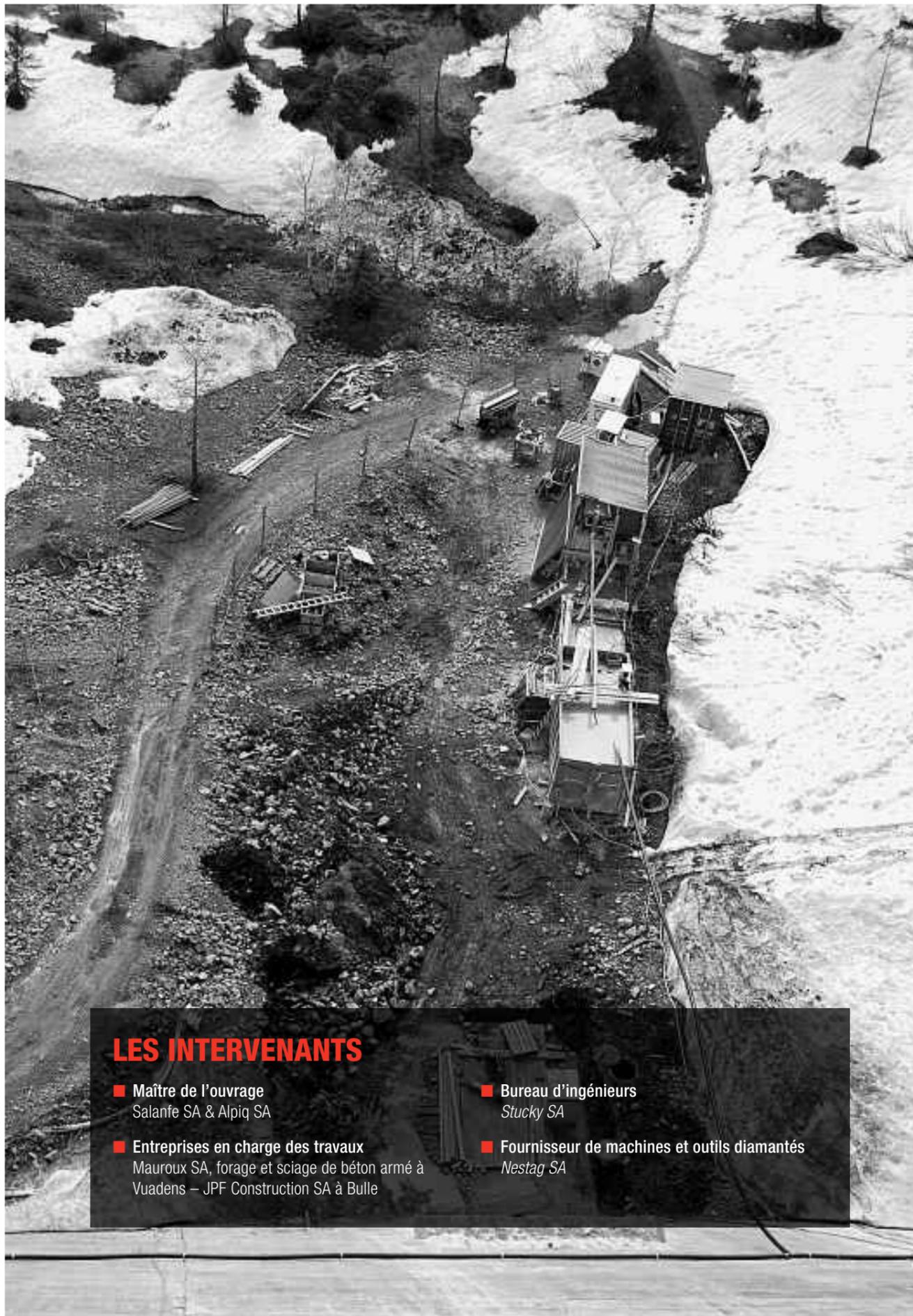
GENIE-CIVIL ET TRAVAUX SPÉCIAUX

VOS PROJETS DE TOUTES DIMENSIONS... NOUS LES RÉALISONS AVEC PASSION!

www.jpf.ch



44187



LES INTERVENANTS

- Maître de l'ouvrage
Salanfe SA & Alpiq SA
- Bureau d'ingénieurs
Stucky SA
- Entreprises en charge des travaux
Mauroux SA, forage et sciage de béton armé à
Vuadens – JPF Construction SA à Bulle
- Fournisseur de machines et outils diamantés
Nestag SA



Bienvenue dans la Banque qui,
comme vous, est une PME.

Raiffeisen finance un logement en propriété sur quatre en Suisse et octroie au total pour plus de 100 milliards de francs de crédits hypothécaires. Cette proximité avec le secteur de la construction nous permet de connaître au mieux vos besoins. Mais ce n'est pas la seule raison qui fait de nous le partenaire bancaire idéal de votre entreprise : en tant que banque locale indépendante sur le plan entrepreneurial, nous sommes aussi une PME. Nous sommes flexibles et parlons votre langage. Pour les investissements, les liquidités, le trafic des paiements et votre succession, appuyez-vous sur un partenaire équitable et solide. Convenez sans tarder d'un entretien conseil. www.raiffeisen.ch/pme

Ouvrons la voie

RAIFFEISEN