

Remplacement des organes de sécurité au barrage de l'Hongrin

Autor(en): **Zurwerra, Iwan / Perottet, Pierre**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **103 (2011)**

Heft 3

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941817>

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.

1^{ère} centrale pompage/turbinage en Suisse

Type: Barrage à double voûte

Année de construction: 1969
 Altitude max. du plan d'eau 1255 m s.m.
 Altitude minimale du turbinage 1180 m s.m.
 Altitude de l'axe de la prise d'eau 1176 m s.m.
 Altitude de l'axe des turbines 376.8 m s.m.
 Volume du lac: 52 Mio. m³

Hauteur des murs: 123 m (Nord), 95 m (Sud)
 Puissance installée: 4 x 60 MW (Peltonturbinen) 240 MW
 Puissance installée avec FMHL+ : 420 MW
 Débit de pompage: 24.3 m³/s
 Débit de turbinage: 32.6 m³/s
 Débit de turbinage avec FMHL+ : 58.0 m³/s

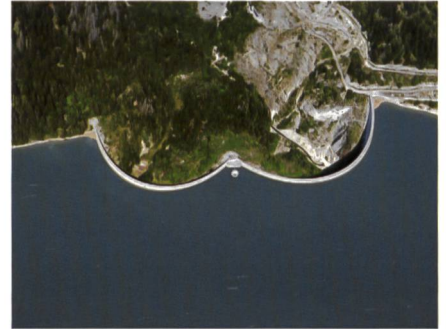


Tableau 1. Les données clé du premier aménagement suisse de pompage-turbinage.

transport. De plus, de l'eau est pompée du Lac Léman.

Par une galerie d'amenée d'environ 8 km de long, l'eau est transportée par la suite par le puits inclinée d'environ 1.2 km de long sur les quatre turbines avec une puissance de 60 MW chacune.

La centrale se trouve dans une caverne proche du fameux Château de Chillon près de Montreux.

Le tableau 1 résume les données techniques de la première installation pompage-turbinage en Suisse.

1.4 Le mandat du projet

HYDRO avait été mandatée en 2005, dans le cadre du plan de maintenance à dix ans, pour analyser l'état des organes de sécurité. A la demi-vie de la concession, différentes possibilités de réhabilitation avaient été étudiées. La solution initiale de réviser les organes de sécurité au barrage Nord avait été abandonnée après consultation des experts en faveur d'un remplacement complet de ceux-ci.

Le but de ce projet est de réaliser les travaux comme décrit ci-dessous avec une indisponibilité minimale de l'aménagement en respectant la sécurité des personnes et des biens.

Le périmètre du projet comprend les travaux suivants:

1. Prise d'eau barrage Nord:

- Remplacement de deux vannes papillon DN 3000, tuyaux intermédiaires, by-pass et contrôle-commande.

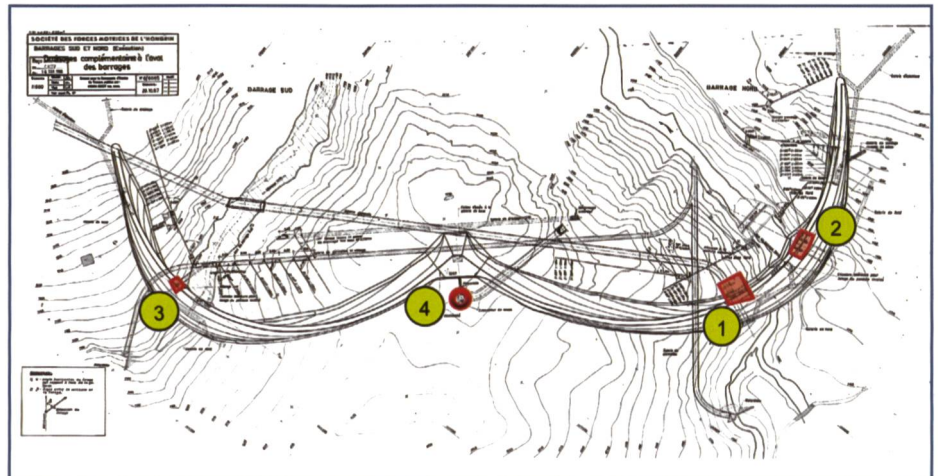


Figure 2. Vue d'ensemble des chantiers.

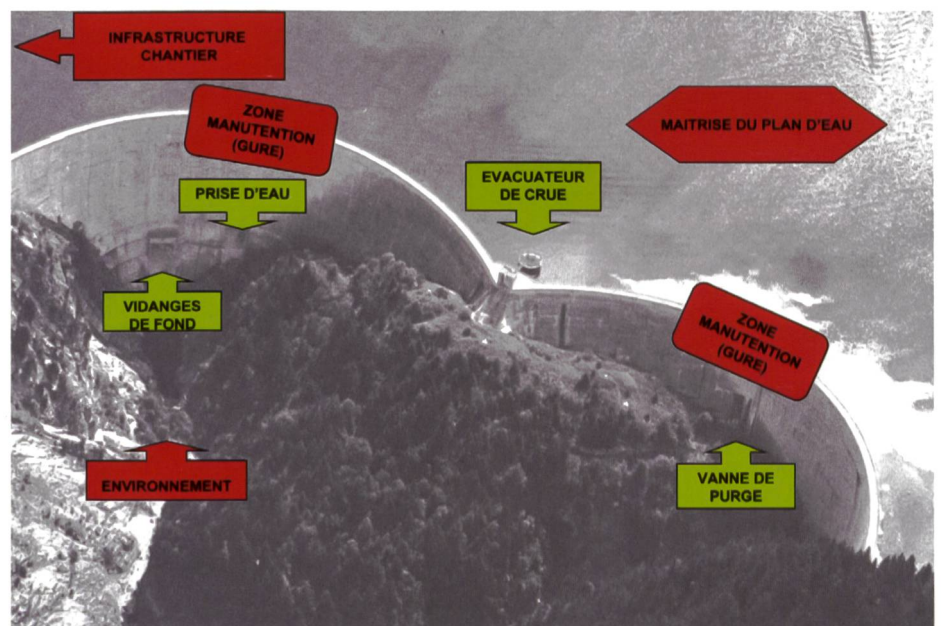


Figure 3. Structuration du projet (objets principaux en vert).

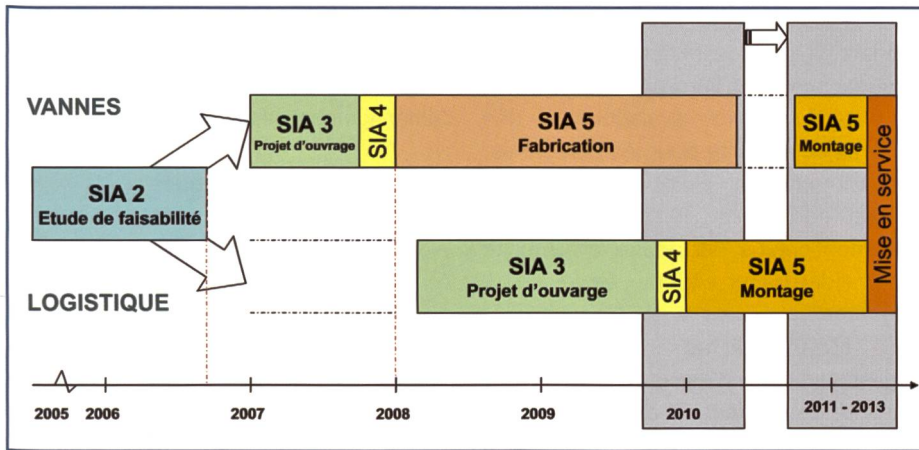


Figure 4. Phasage selon Norme SIA 112.

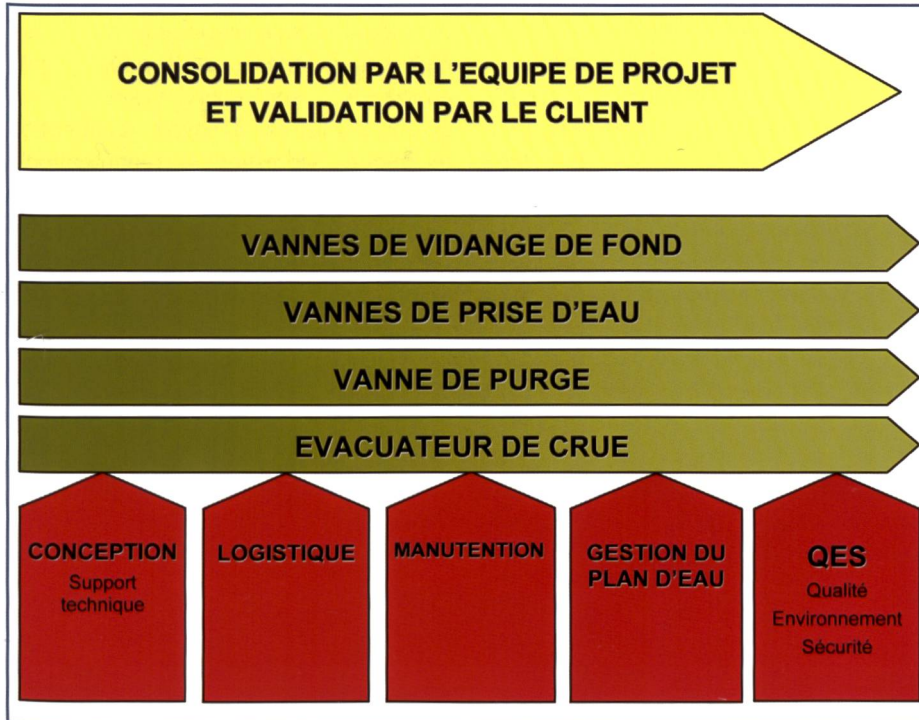


Figure 5. Structuration de l'analyse des risques.

- Nouvelle protection anti-corrosion du blindage et nouvelle grille d'entrée DN 8500 côté amont du lac.
- 2. Vidanges de fond barrage Nord:
 - Remplacement de deux vannes papillon DN 1800, deux vannes à jet creux DN 1600, tuyaux intermédiaires et contrôle-commande.
 - Nouvelle protection anti-corrosion du blindage et des grilles d'entrée.
- 3. Purge au barrage Sud:
 - Révision deux vannes tiroir, révision groupe hydraulique et contrôle-commande.
 - Nouvelle protection anti-corrosion du blindage et grille.
- 4. Evacuateur de crues à la culée centrale:
 - Assainissement du béton.

1.5 Contraintes et restrictions

Le mandataire demande l'indisponibilité la plus courte possible. Les travaux prévus

au barrage de l'Hongrin se retrouvent dans un contexte général de projets voisins en cours, entre autres le projet «Hongrin-Léman plus». Des contraintes importantes sont citées ci-dessous:

- Délai de livraison des organes de sécurité
- Disponibilité des entreprises clé
- Site éloigné
- Pas d'accès direct aux organes de sécurité et au pied du barrage
- Conditions climatiques
- Apport naturel des eaux
- Exigences environnementales

2. Planification du projet

2.1 Structuration du projet

Ce projet d'envergure complexe demande une analyse systématique. La structuration se fait par objet. Le périmètre du projet est subdivisé dans les quatre lots principaux

vidanges de fond et prise d'eau au barrage Nord, évacuateur de crues à la culée centrale et vannes de purge au barrage Sud. Les objets secondaires à savoir logistique, manutention, maîtrise du niveau du lac et l'environnement fournissent le support nécessaire à la réalisation des lots principaux. Les aspects importants liés à la complexité de ce mandat passionnant sont décrits ci-dessous:

- Aménagement clé pour l'alimentation en énergie électrique de la Suisse romande
- Pas de possibilité de comparaison avec des projets similaires
- Coûts d'investissement élevés
- Contraintes environnementales
- Situation de risques élevée
- Solutions innovatrices (logistique, transport)
- Ressources: coordination des spécialistes
- Planning très strict

2.2 Organisation du projet

HYDRO gère ses projets de manière générale avec une organisation matricielle. Sous la responsabilité du chef de projet de l'unité gestion de projets, plusieurs chefs de projet partiels des unités techniques travaillent avec leurs équipes de spécialistes. De plus, un membre du département exploitation avait été intégré dans l'équipe de projet.

Les mandats partiels et leurs tâches sont structurés selon des critères techniques et assignés pour tous les lots principaux et secondaires selon la structuration du projet (voir image 3). Par exemple, le chef de projet partiel mécanique et protection anticorrosion est responsable pour les études et la fabrication de tous les organes de sécurité et la protection anticorrosion. Pour la partie logistique, un autre chef de projet partiel est responsable. Un aspect important dans l'organisation est le contact direct avec le responsable de la production de l'énergie.

2.3 Déroulement du projet selon Norme SIA 112

L'image 4 montre le déroulement simplifié. Après la phase SIA 2 en 2005-2006, les études détaillées pour les organes de sécurité avaient été avancées. La soumission et l'appel d'offres étaient terminés fin 2007 avec l'adjudication à l'entreprise ADAMS Schweiz AG. La priorité a été mise sur les vannes en raison du long délai de fabrication.

A partir de 2008, le concept de la logistique et de l'infrastructure de chantier

était élaboré en parallèle du projet de détail pour les organes de sécurité. Le projet de détail pour la logistique et l'infrastructure de chantier était terminé fin 2009. L'état actuel d'avancement des travaux (août 2010) est décrit dans le chapitre 4 ci-dessous.

3. Concept de la solution

3.1 Logistique/Infrastructure de chantier

L'accès au barrage est assuré par une route militaire depuis la Lécherette en dessous du Col des Mosses. Le couronnement du barrage se trouve à une altitude de 1257 m sm. La largeur disponible du couronnement à l'intérieur des bordures est d'environ 3.40 m.

Les chantiers Nord se trouvent à une profondeur de -83 m pour la prise d'eau et env. -91 m pour les vidanges de fond.

Les vannes de purge au barrage Sud se trouvent à environ -75 m depuis le couronnement.

Le seul accès possible à différentes chambres des vannes se fait depuis le couronnement. De là, les pièces d'un poids maximal d'environ 26 t sont abaissées avec une grue mobile spéciale. Pour le transport des personnes, un ascenseur de chantier avec une charge utile de 2 t sera installé.

Pour que le chantier soit exploitable pendant la période hivernale toutes les mesures possibles seront mises en place. En plus du service avalanche et des mesures de sécurité pour les personnes, une alimentation électrique adéquate et des containers de réfectoire sont également prévus. Par la suite, la faisabilité a été validée par un expert externe.

3.2 Maîtrise du lac

La gestion du plan d'eau durant les travaux présente un élément clé de ce projet. En plus de la solution initiale de percer le barrage en dessous du niveau des vannes de vidange de fonds, une nouvelle solution sans abaissement du lac est élaborée actuellement.

La première variante prévoyait deux forages carottés d'un diamètre 800 mm à travers le barrage Nord. Avec ces deux puits, un débit maximal de 12 m³/s peut être évacué. Ce débit est possible pendant la période hivernale de janvier à mars. Plus les travaux sont déplacés vers le printemps, plus ce débit augmente.

Pour augmenter la flexibilité dans le choix de la période de réalisation durant l'année, la deuxième variante ne prévoit plus un abaissement du niveau du lac. Deux obturateurs d'un diamètre de 4700 mm seront posés sous l'eau sur les deux trompes de vidange. Une première étude a démontré

la faisabilité. La solution définitive sera choisie dès que la période économiquement la plus favorable pour la mise hors service de l'aménagement sera connue.

3.3 Gestion des risques

3.3.1 Généralités

Au sein de ce projet, une analyse systématique des risques avait été réalisée. En collaboration avec un partenaire externe, tous les risques avaient été analysés. La procédure choisie est présentée par la suite.

L'analyse de risques suit la structuration du projet. Pour les objets principaux, selon périmètre du projet, plusieurs processus de support (objets auxiliaires) sont nécessaires. Les objets auxiliaires, à savoir «conception technique», «logistique», «manutention», «gestion des eaux» «QES», sont commun à tous les objets principaux. Chacun des objets a été analysé selon la norme ONR 49001, selon laquelle HYDRO est certifié.

3.3.2 Gestion des risques: exemple manutention

Après l'analyse systématique des travaux de manutention avec les tonnages y relatifs, un concept avait été élaboré en collaboration avec le fabricant des grues et l'entreprise de manutention. Le levage et

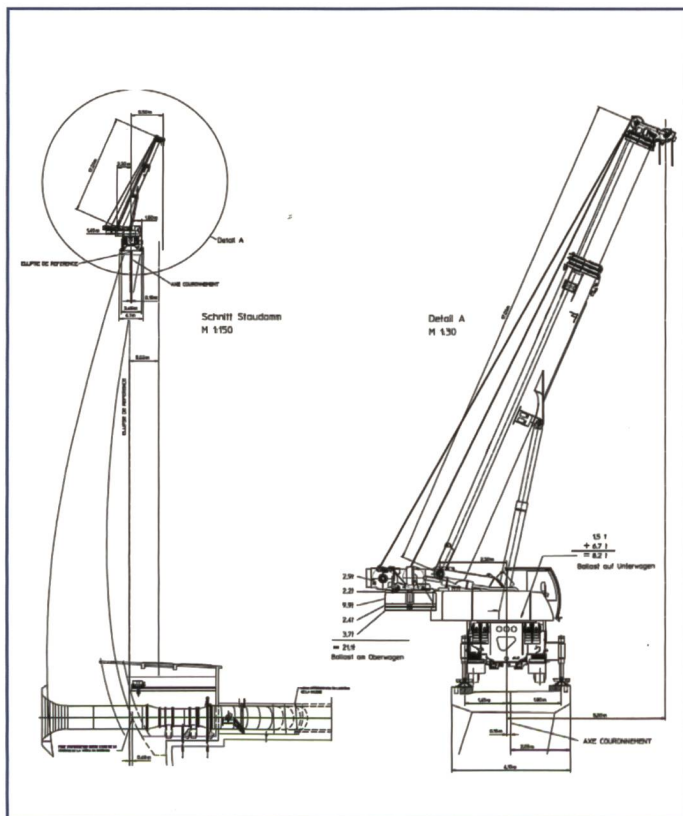


Figure 6. L'extrait du plan montre les dimensions de la grue à 130 t sur le couronnement et la profondeur d'abaissement vers la chambre des vannes à la prise d'eau au barrage Nord.



Figure 7. 29 octobre 2009: Essai de levage à 28 t sur le couronnement Nord, qui confirmait les concepts théoriques in situ.



Figure 8. Vanne papillon DN 3000 de la prise d'eau Nord lors de la réception en hiver 2009–2010.



Figure 9. Travaux de protection anticorrosion en dessous des vannes de la purge Sud.

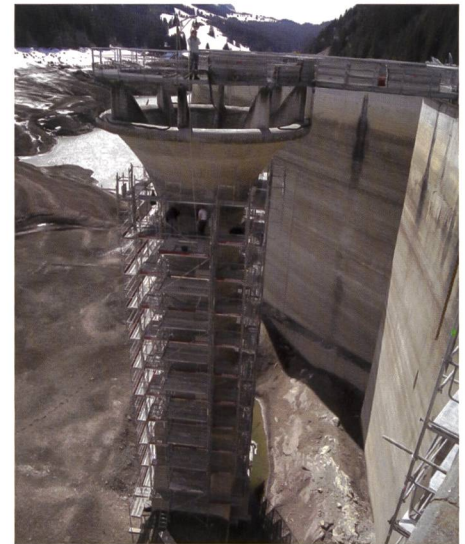


Image 10. Travaux d'échafaudages sur l'évacuateur de crues.



Figure 11. Equipement de l'obturateur.

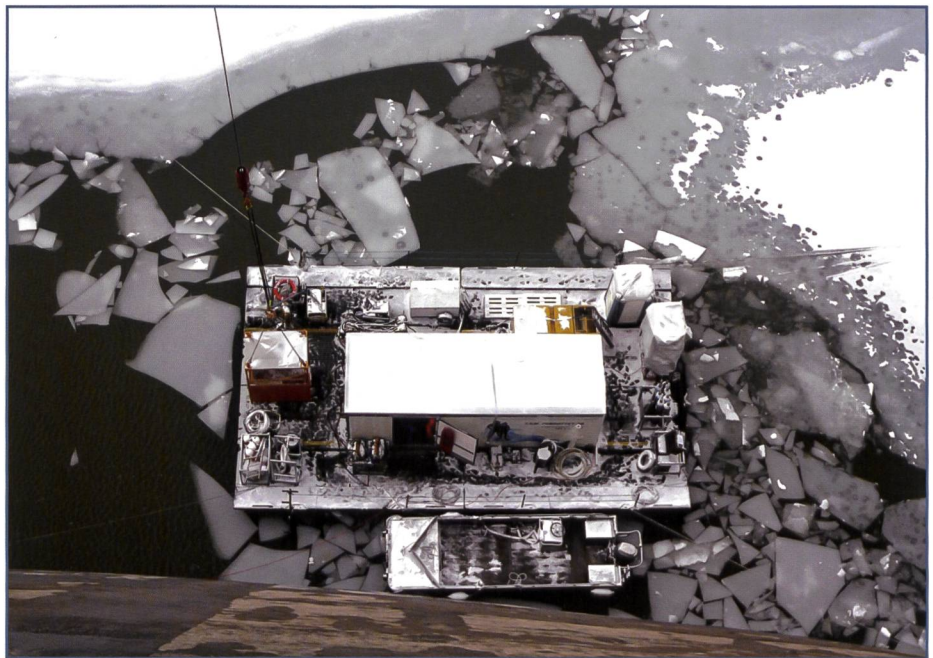


Figure 12. Plateforme de travail.

l'abaissement des anciennes et nouvelles vannes d'un poids unitaire maximal de 26 t et la largeur du couronnement d'environ 3.40 m représentent des contraintes élevées à la faisabilité.

Déjà à un stade très avancé, un premier essai chez le fabricant avait démontré la faisabilité de levage des charges jusqu'à 30 t. Par la suite, la stabilité du mur du barrage ainsi que le couronnement lui-même avaient été vérifiés par un ingénieur spécialisé (voir image 6).

Ayant élargi le couronnement pendant la période de septembre à octobre 2009, des essais de levage avec une charge maximale de 28 t étaient réalisés à fin octobre 2009. Ceux-ci confirmaient la faisabilité pratique de la manutention

avec des grues mobiles (image 7). En collaboration étroite avec le fabricant des grues, l'entreprise de levage et les organes officiels de la SUVA, toutes les procédures de travail étaient analysées et validées.

4. Réalisation

4.1 Barrage Nord: Fabrication des organes de sécurité

Après la signature des contrats avec la maison ADAMS Schweiz AG début 2008, la conception des organes de sécurité avait commencé. Sous le suivi intense des études et de la préparation par HYDRO et des partenaires tiers, la fabrication est en cours actuellement. Les deux vannes papillon DN 3000 et le tuyau intermédiaire pour la prise d'eau au barrage Nord ont été

réceptionnés à fin avril 2010. La livraison a eu lieu fin mai 2010. L'image 8 montre une des vannes papillon DN 3000 ouverte lors de sa réception à l'usine et les dimensions de ces organes impressionnants.

4.2 Travaux au barrage Sud

Le but primordial était de réaliser ces travaux déjà en 2010. Les essais de levage en automne 2009 permettaient de préparer les travaux au barrage Sud. Afin d'isoler la zone de travail, un obturateur avait été posé côté amont du lac par des plongeurs (voir chapitre 5). Ces travaux devaient être coordonnés entre l'exploitant et le responsable de production hydroélectrique. Le marnage du niveau du lac ne devait pas dépasser un certain seuil durant les travaux subaquatiques. Suite



Figure 13. Chambre de pression et poste de régie pour scaphandriers.

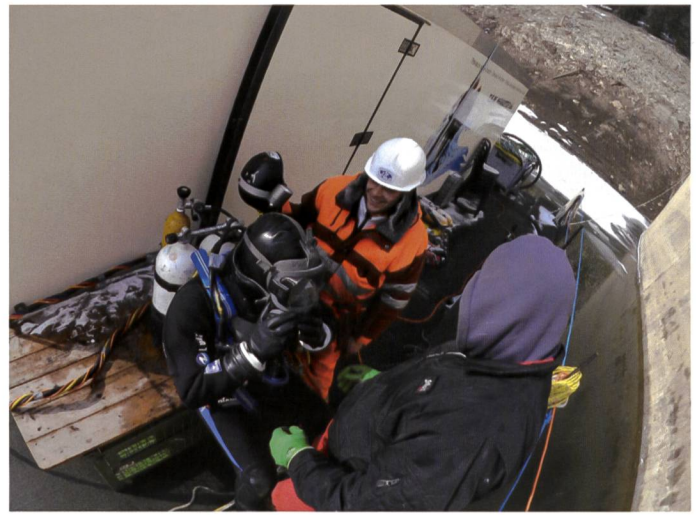


Figure 14. Préparation des plongeurs.

à la phase de préparation, de décembre 2009 à février 2010, le chantier avait ouvert le 22 février 2010 avec le nettoyage de la neige sur la route d'accès et la mise en place de l'infrastructure nécessaire.

En parallèle, des travaux de démontage des vannes les travaux préparatoires pour le sablage et la peinture débutaient (image 9).

La coordination de tous les travaux était assurée par la direction locale des travaux sur site à plein temps. Ces travaux étaient terminés le 7 mai 2010 avec la remise en service des vannes révisées. Depuis cette date, l'exploitation de l'aménagement fonctionne de nouveau sans contrainte. Le chantier était terminé à la fin août 2010 avec la remise en état du couronnement.

4.3 Travaux à l'évacuateur des crues à la culée centrale

Pour l'assainissement des bétons à l'évacuateur des crues, un échafaudage était mis en place (voir image 10). Après le traitement des surfaces endommagées, par haute-pression, les armatures ont été traitées avec un produit anticorrosion pour être ensuite reconstituées par un mortier de ragréage. Les joints des étapes de bétonnage étaient protégés par une bande d'étanchéité. Ces travaux étaient également terminés pour la mi-mai 2010.

5. Entreprise TSM Perrottet SA: Travaux subaquatiques au barrage Sud

L'article qui suit a été rédigé par notre partenaire et sous-traitant TSM Perrottet SA. La maison TSM Perrottet SA était en charge des travaux subaquatiques.

Exigences du client HYDRO Exploitation SA:

- Isoler et étanchéifier la purge du barrage Sud, diamètre de la trompe d'entrée 1600 mm
- Profondeur d'intervention des scaphandriers – 29 m, profondeur transformée en lac en montagne – 32 m, cote du couronnement 1257 m sur mer.
- Accès routier difficile sur une route étroite couverte de neige et glace depuis la route du col des Mosses.
- Poids maximal des pièces d'équipement limité à 5.5 t.
- Réalisation en hiver.
- L'étanchéité absolue de l'obturateur doit être garantie: les travaux de sablage et de peinture nécessitent un milieu sec.

Afin de pouvoir répondre à ces exigences, toute la procédure a été validée au siège à Sugiez FR.

- Equiper l'obturateur (2.3 t) avec le joint d'étanchéité et les vannes de remplissage/vidange.
- Positionner les points d'attelage selon la pente de la surface du mur du barrage.
- Monter des fixations pour la plateforme de travail provisoire et le dispositif de forage sur la bride de l'obturateur.
- Tous les scaphandriers prévus pour cette mission devaient exercer toutes les procédures au sec, afin d'être prêts à les réaliser sous l'eau avec une visibilité minimale.
- Pose du dispositif de forage, forage de huit trous, évacuation des carottes de forages, pose des ancrages chimiques.
- L'obturateur était rempli avec de l'eau et sous pression afin de tester le joint d'étanchéité et sa fiabilité.

5.1 Notre plateforme (ponton) de travail

Afin de réceptionner toutes les installations nécessaires à la réalisation de cette mission, une plateforme de travail avait été mise en place. Deux pontons en aluminium joignables d'une surface totale de 12 x 8 m étaient prévus au vu de la limitation de poids. Contre la formation de la glace, un rideau de boules d'air avait été monté sous la surface d'eau afin de garantir une zone de travail vide. Comme déjà essayé sur le canal de la Broye devant notre siège, la plateforme avait été aménagée en utilisant les grues mobiles. La chambre de compression, le container de régie, le générateur, les compresseurs à basse et haute pression, les groupes hydrauliques, les batteries de gaz de respiration, l'outillage, l'équipement de plongée et d'autre matériel avaient été fixés afin de résister à des conditions hivernales.

Les machines les plus importantes sont installées à double, afin de ne pas perdre de temps lors des éventuelles pannes.

5.2 La sécurité

Afin de respecter les règles de la SUVA et nos propres standards, une chambre de pression avec un «chamber master» sur site est indispensable. La chambre de compression la plus proche du chantier, située à Genève, ne peut pas être atteinte quand il fait mauvais temps. Le médecin hyperbare à Genève ainsi que la REGA sont informés. Une place d'atterrissage pour l'hélicoptère est définie.

5.3 L'équipe de scaphandriers

L'équipe est constituée comme suit: le responsable de la mission, le superviseur des scaphandriers, le chamber master,



Figure 15. Tout ok.

trois scaphandriers et un scaphandrier suppléant.

5.4 La journée typique des scaphandriers

- Vérification de la chambre de compression
- Contrôle de toutes les vannes, joints, prises d'air de respiration, les moyens de communication, les stocks en gaz et les étanchéités des points d'accès (trou d'homme) par le chamber master.
- Contrôle du répartiteur de gaz et des moyens de communication, de la surveillance par vidéo et du gaz

de respiration par le superviseur des scaphandriers.

- Préparation de l'équipement des scaphandriers et contrôle de l'équipement de remplacement (quantité et pression).
- L'équipe de «surface» prépare tout l'outillage prévu.
- Briefing de l'équipe: organisation de l'équipe de scaphandriers et du scaphandrier de secours.
- Pendant l'intervention du scaphandrier, le scaphandrier de secours se tient à disposition entièrement équipé et prêt à intervenir.
- A travers la ligne de vie (tuyaux flexible) comprenant l'alimentation en gaz de respiration, téléphone et lumière ainsi que la mesure de la profondeur, le superviseur est en contact permanent avec le scaphandrier.
- Scaphandrier No 1 est sous l'eau. Il termine son intervention.
- Le scaphandrier No 2 en stand-by reprend la suite.
- Le scaphandrier No 3 se met en stand-by.
- Dès que le No 2 termine sa mission, c'est le scaphandrier No 3 qui démarre.
- Le scaphandrier No 1 reprend le rôle du scaphandrier de secours.

Les types de gaz de respiration utilisés sont:

Nitrox 30/70% pour l'intervention pendant les travaux. Pour la décompression à partir d'une profondeur de 6 m, l'oxygène à 100% est utilisé. Le temps maximal d'intervention par scaphandrier avait été limité à 60 minutes, afin de se laisser

la possibilité de faire intervenir le même scaphandrier plusieurs fois.

5.5 Les conditions météorologiques

On savait que ce chantier se réaliserait en hiver. Par contre, de se retrouver en mars avec des températures de -21°C était inhabituel. Le vent fort venant du Nord ainsi que les chutes de neige aggravaient encore cette situation. L'équipement de plongée atteignait ses limites.

5.6 Les travaux

L'équipe avait accompli sa mission grâce à son expérience professionnelle et les exercices menés à sec avec plein de succès. Malgré les conditions hors du commun, tous les travaux à savoir les inspections préalables, la prise des mesures, le film, le nettoyage à haute pression, la mise en place de l'obturateur, les forages ainsi que le démontage avaient été effectués sereinement, en respectant la sécurité et sans accident.

Adresse des auteurs

Florian Vuistiner

Chef de projet HYDRO Exploitation SA

Rue des Creusets 41, CH-1951 Sion (VS)

Tel. +41 (0) 27 328 44 11

vuf@hydro-exploitation.ch

Pierre Perrottet, Directeur

TSM Perrottet SA, Ch. de la Tour du Chêne 10,

CH-1786 Sugiez, Tel. + 41 (0)26 673 11 62

www.tsm-perrottet.com

Informations complémentaires:

www.alpiq.com

www.hydro-exploitation.ch

Découvrez toutes nos prestations sur
www.hydro-exploitation.ch/prestations

Entdecken Sie unsere Leistungen auf
www.hydro-exploitation.ch/leistungen

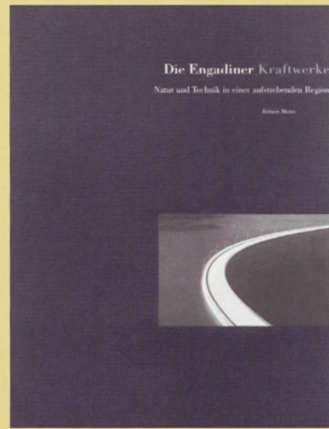
Nos aménagements - notre savoir-faire
Ihre Kraftwerke - unser Know How

HYDRO Exploitation SA, CP 750, CH-1951 Sion, Tél. +41 (0)27 328 44 11, Fax. +41 (0)27 328 44 12, www.hydro-exploitation.ch

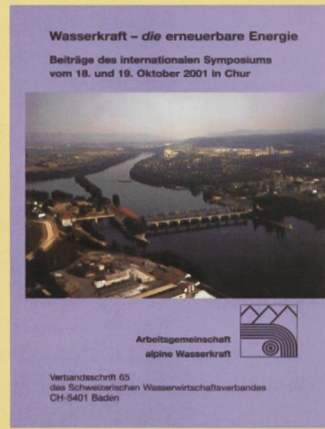




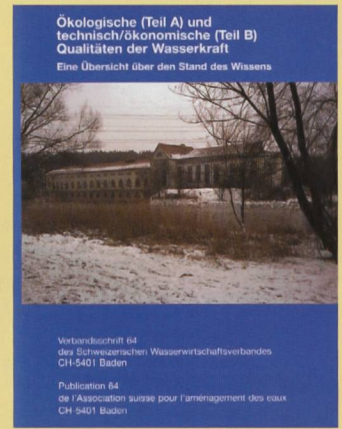
VS: Nr. 67, *Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband 1910-2010, ein Portrait*, von Dr. Walter Hauenstein, 2010, 156 S. Format 17 x 24 cm, ISBN 978-3 85545-155-5, CHF 40.-.



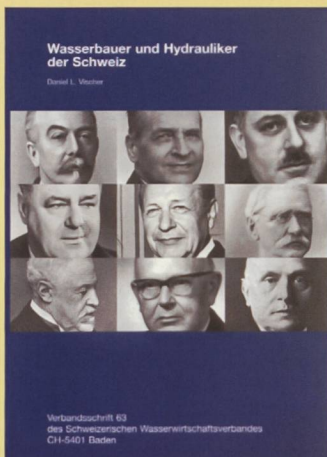
VS: Nr. 66, *Die Engadiner Kraftwerke - Natur und Technik in einer aufstrebenden Region*, von Robert Meier, 2003, 207 S., Format 28.5 x 20.5 cm, ISBN 3-85545-129-X, CHF 60.-.



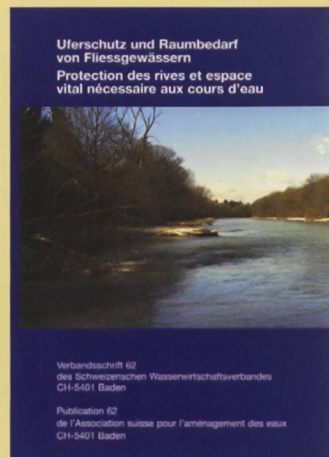
VS: Nr. 65, *Wasserkraft - die erneuerbare Energie*. Beiträge des internationalen Symposiums vom 18./19. Oktober 2001 in Chur, CHF 30.-.



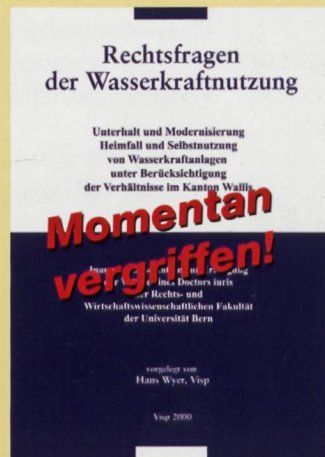
VS: Nr. 64, *Ökologische (Teil A) und technisch/ökonomische Qualitäten der Wasserkraft*. ecoconcept Zürich und Schnyder Ingenieure AG, Ottenbach, CHF 40.-.



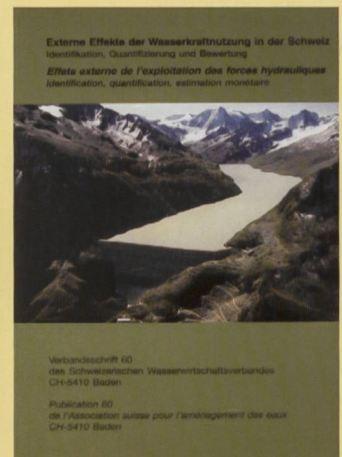
VS: Nr. 63, *Wasserbauer und Hydrauliker der Schweiz*. Kurzbiographien ausgewählter Persönlichkeiten, 2001, von Daniel L. Vischer, CHF 50.-.



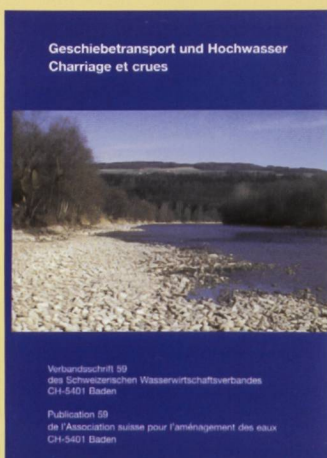
VS: Nr. 62, *Uferschutz und Raumbedarf von Fliessgewässern/Protection des rives et espace vital nécessaire aux cours d'eau*, 2001, Vorträge in Biel, CHF 40.-.



VS: Nr. 61, *Rechtsfragen der Wasserkraftnutzung*. Unterhalt und Modernisierung, Heimfall und Selbstnutzung von Wasserkraftanlagen im Kanton Wallis. CHF 50.-.



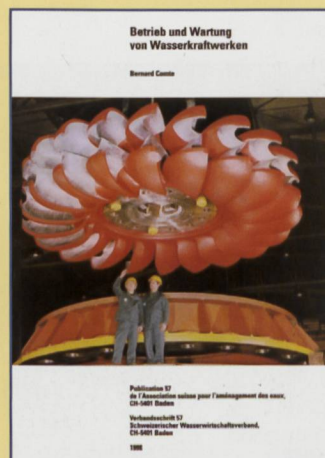
VS: Nr. 60, *Externe Effekte der Wasserkraftnutzung / Effets externes de l'exploitation des forces hydrauliques*, 1999, CHF 50.-.



VS: Nr. 59, *Geschiebetransport und Hochwasser/Chariage et crues*, Vorträge in Biel, 1998, CHF 50.-.



VS: Nr. 58, *Entsorgung und Geschwemm*, Stand der Technik - Kosten - Zukunft, Vorträge in Bad-Säckingen, 1998, CHF 50.-.



VS: Nr. 57, *Betrieb und Wartung von Wasserkraftwerken*, 1998, Bernard Comte, CHF 120.-.



VS: Nr. 54, *Directives pour l'exploitation et la maintenance des groupes hydroélectriques*, 1995, Bernard Comte, CHF 98.-.