Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 106 (2014)
Heft: 1

Artikel: Nouvelle centrale de Navizence
Autor: Zuber, Georges-Alain / Lazaro, Philippe / Jungo, Philippe
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939729

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Nouvelle centrale de Navizence

(Forces Motrices de la Gougra SA)

Georges-Alain Zuber, Philippe Lazaro, Philippe Jungo, Laurent Mivelaz, Marc Soldini

Zusammenfassung

Das Kraftwerk Navizence in Chippis ist heute ein Teil der Anlagen der Kraftwerksgesellschaft Gougra AG[1], welche das Wasser des Val d'Anniviers und des Turtmanntals nutzt. Die Zentrale, die 1908 in Betrieb genommen und in den 50er-Jahren erneuert wurde, wurde damals mit sieben horizontalen Pelton-Turbinen ausgerüstet. Die installierte Leistung der Zentrale lag bei einer installierten Leistung von 50 MW, dies bei einer Ausbauwassermenge von 10.5 m³/s und einer Nettofallhöhe von 540 m. Die jährliche Produktion lag bei 290 GWh, wobei 55% der Produktion auf die Sommermonate fiel.

Die Gesamterneuerung des Kraftwerkes Navizence sowie das Projekt-Budget von 75 Mio. CHF wurden im November 2007 genehmigt. Die Erneuerung beinhaltet folgende Arbeiten:

- *Die vollständige Erneuerung der Gebäudehülle des Kraftwerkes und der Unterstation;*
- *In drei Etappen der Ersatz der sieben Maschinengruppen durch drei neue Vertikal-Pelton-Turbinen mit einer installierten Leistung von je 23.7 MW und einer Ausbauwassermenge von je 4.75 m³/s;*
- *Der Ersatz alle Hilfseinrichtungen sowie aller mechanischen Anlageteile.*

Für die Leitung des Gesamtprojektes hat die Gougra AG die Alpiq AG delegiert. Und für die Planung und Ausführung der Arbeiten wurde das Ingenieurkonsortium GICN (Groupement Ingénieurs Centrale Navicence) mit folgenden Büros mandatiert: Lombardi SA (Leitung Konsortium), Groupe E SA sowie sd ingénierie dénériaz & pralong Sion SA.

Die Arbeiten wurden im März 2010 gestartet und dauern bis März 2014. Während den gesamten Erneuerungsarbeiten wurde der laufende Betrieb praktisch durchgehend sichergestellt. Um die neuen Maschinen auf die bestehende Druckleitung sowie auf den bestehenden Unterwasserkanal anzuschliessen, wurde die gesamte Anlage nur während sehr kurzer Zeit vollständig abgestellt.

Die neue Zentrale wurde mit einer Leistung von 70 MW ausgerüstet, wobei 50 MW mit der aktuellen Galerie möglich sind. Die restlichen 20 MW sind für den geplanten Weiterausbau der Anlagen vorgesehen. Eine zukünftige Leistungserhöhung setzt den Bau einer neuen, 8.2 km langen Galerie voraus.

Der vorliegende Artikel beschreibt die wesentlichen Punkte des Projektes in den Bereichen Bau und Elektromechanik, wobei das Augenmerk vor allem auf die logistischen Lösungsansätze gesetzt wird, wie der laufende Betrieb trotz komplexer Baustelle stetig gewährleistet werden konnte.

Résumé

La centrale hydroélectrique de la Navizence à Chippis (Valais) fait aujourd'hui partie intégrante de l'aménagement des Forces Motrices de la Gougra SA [1] qui exploite les eaux du Val d'Anniviers et de la vallée de Turtmann. La centrale, mise en service en 1908 puis réhabilitée dans les années 1950, était jusqu'ici équipée de sept groupes Pelton à axe horizontal. La puissance installée de l'aménagement était de 50 MW avec un débit équipé de 10.5 m³/s pour une chute nette de 540 m. La production annuelle s'élevait à quelque 290 GWh (dont 55% en été).

Le projet de réhabilitation de la centrale a été approuvé en novembre 2007 avec un budget de 75 mio. de CHF. Il inclut les principaux travaux suivants:

- *réhabilitation complète de l'enveloppe de la centrale et de la sous-station;*
- *remplacement en trois étapes distinctes des sept groupes existants par trois groupes Pelton à axe vertical d'une puissance unitaire de 23.7 MW avec un débit de 4.75 m³/s;*
- *remplacement de tous les équipements auxiliaires électriques et mécaniques.*

Quant à l'organisation du projet, les Forces Motrices de la Gougra ont délégué la représentation du propriétaire à Alpiq SA et mandaté en 2007 le Groupement Ingénieurs Centrale Navience (GICN), composé des bureaux Lombardi SA (pilote), Groupe E SA et sd ingénierie dénériaz & pralong Sion SA, en tant que mandataire principal pour les études et le suivi de la réalisation.

Les travaux ont démarré en mars 2010 et se sont achevés en mars 2014. L'aménagement a été maintenu en service, totalement ou partiellement, durant toute la durée des travaux. Les arrêts d'exploitation ont été limités à de très courtes périodes afin de permettre la connexion des nouvelles installations sur la conduite forcée et le canal de fuite existants.

La nouvelle centrale dispose d'une capacité de 70 MW: 50 MW avec la galerie d'amenée actuelle et 20 MW de réserve en vue d'un possible développement futur de l'aménagement. Une augmentation de puissance ultérieure nécessiterait toutefois la construction d'une nouvelle galerie d'amenée en charge longue de 8.2 km.

Le présent article décrit les aspects saillants de ce projet de réhabilitation (travaux de génie civil et équipements électromécaniques) en mettant notamment l'accent sur la solution originale adoptée pour maintenir la centrale en service durant les travaux et pour installer les nouveaux équipements à l'intérieur de l'enveloppe de la centrale existante.

1. Historique et caractéristiques principales de la centrale de la Navizence

Les eaux du bassin versant du Val d'Anniviers sont en partie exploitées dès 1908 depuis Vissoie pour la production hydroélectrique dans la centrale de la Navizence. Celle-ci alimentait à son origine les installations d'électrolyse de l'industrie de l'aluminium sise à Chippis. La centrale, alors équipée avec onze groupes Pelton à axe horizontal, a été complétée avec une douzième machine en 1912. Les équipements de production ont été successivement remplacés en deux étapes par sept nouveaux groupes: entre 1939 et 1941 puis entre 1951 et 1954.

La construction de l'aménagement des Forces Motrices de la Gougra entre 1952 et 1961 (voir *Figure 1*) a justifié l'accroissement de la capacité du palier de la Navizence (palier Vissoie–Chippis) pour turbiner les apports supplémentaires accumulés temporairement dans le barrage de Moiry. Cette transformation a nécessité une adaptation de la galerie d'amenée et la construction d'une troisième conduite forcée en 1955. Les trois conduites ont été successivement remplacées par une conduite unique en 1984.

Depuis le renouvellement de la concession du dernier palier de la Navizence en 2004, les Forces Motrices de la Gougra exploitent l'ensemble de l'aménagement. L'homologation de la concession et le permis de construire pour la nouvelle centrale de la Navizence ont été délivrés en février 2009, respectivement en mars 2010.

La centrale, qui turbine aujourd'hui les eaux de la rivière Navizence dérivées à Vissoie et celles des deux paliers supérieurs (Moiry-Mottec et Mottec-Vissoie), est implantée sur le site industriel de la société Constellium (voir *Figure 2*). Les ouvrages principaux du palier Vissoie-Chippis sont les suivants:

- la galerie d'amenée à écoulement à surface libre, L = 8.56 km et Q_{max} = 11.5 m^3/s;
- la conduite forcée, L = 1.1 km, D = 1.67 m et Q_{max} =14 m^3/s;
- la centrale équipée de sept groupes Pelton (Q_D = 1.5 m^3/s pour chacun) à axe horizontal pour une puissance installée de 50 MW;

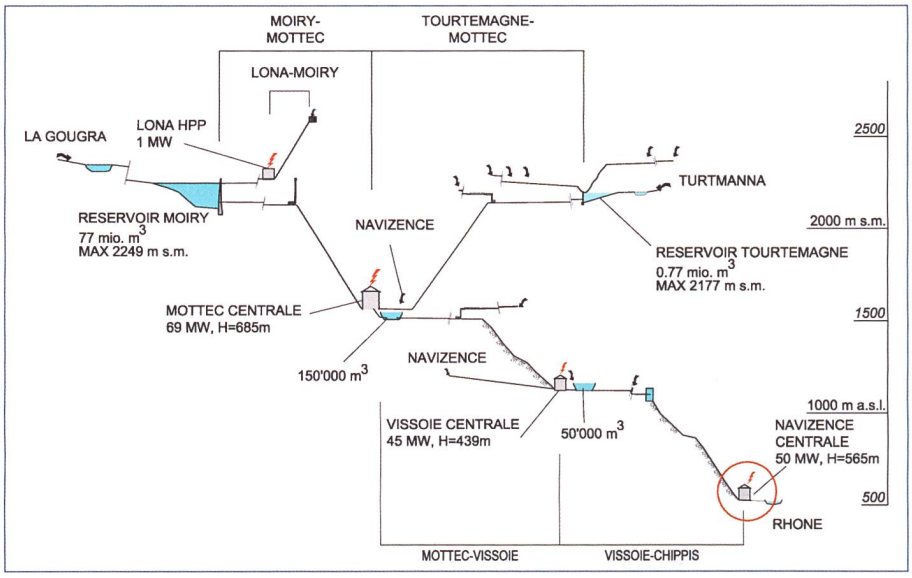


Figure 1. Aménagement des Forces Motrices de la Gougra.

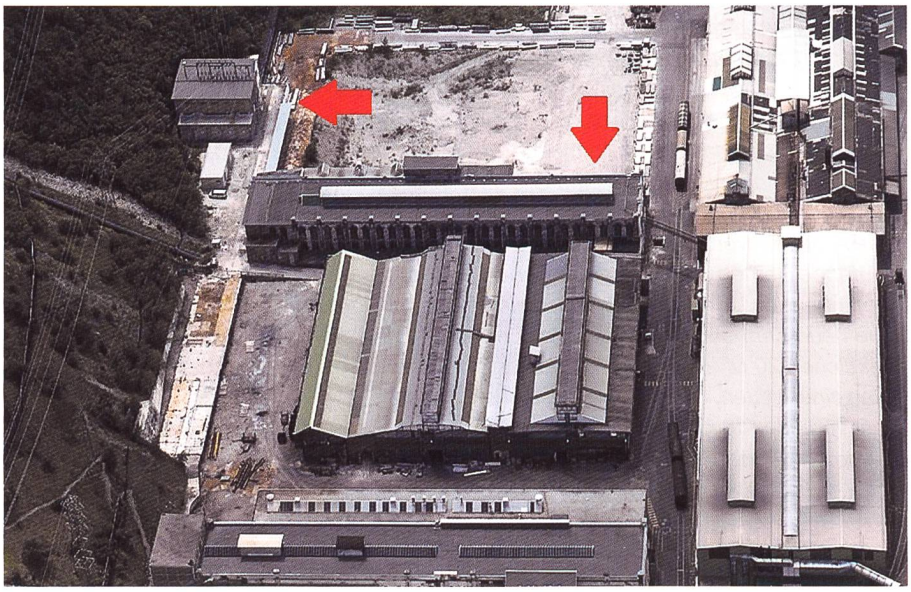


Figure. 2. Vue générale de la centrale de la Navizence et de la sous-station avant les travaux de réhabilitation.

- le canal de fuite qui achemine les eaux turbinées au Rhône;
- la sous-station connectée aux réseaux 65 kV.

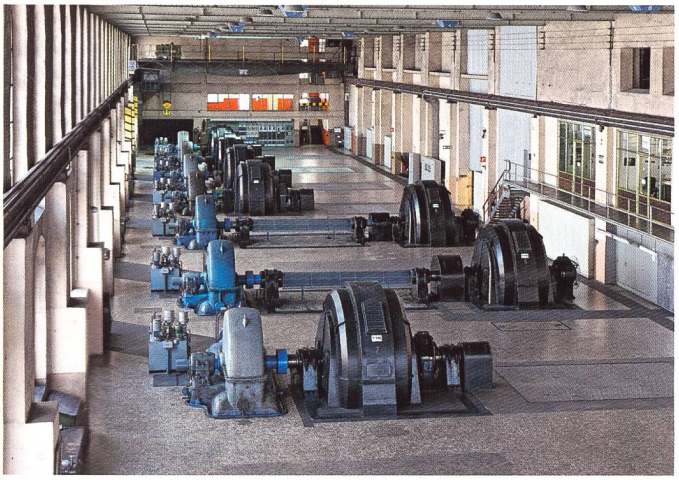
Le bâtiment de la centrale occupe une superficie de quelque 2400 m^2 (B × L = 20 m ×120 m). Les sept anciens groupes (voir *Figure 3*) étaient connectés à la sous-station 5.5 kV installée à l'intérieur de la centrale. Cette sous-station était utilisée à son origine pour alimenter le site industriel de Chippis. Elle comprenait alors 24 départs qui ont été automatisés entre 1989 et 1993 en même temps que les groupes de production.

La sous-station 65 kV se trouve dans le bâtiment au Sud-Ouest de la centrale (voir *Figure 2*). Celui-ci a été construit dans les années 1950 et la liaison à la centrale se fait par le biais d'une galerie.

2. Description des travaux

Les caractéristiques générales du palier Vissoie-Chippis n'ont pas été modifiées par le projet, si ce n'est l'augmentation du débit équipé de la centrale en vue d'un possible développement futur et pour satisfaire aux exigences d'exploitation. Par conséquent, le projet ne concerne que la modernisation des installations sans autres modifications importantes.

[1] *Forces Motrices de la Gougra SA est une société anonyme appartenant à Alpiq SA (54%), Rhonewerke AG (27.5%), Commune d'Anniviers (7.7%), Commune de Sierre (7.5%), Commune de Chippis (1.8%), Sierre Energie SA (1%) et Commune de Chalais (0.5%). Alpiq SA a le mandat de gestion de la société. Ces installations sont exploitées, sur mandat, par Hydro Exploitation SA.*



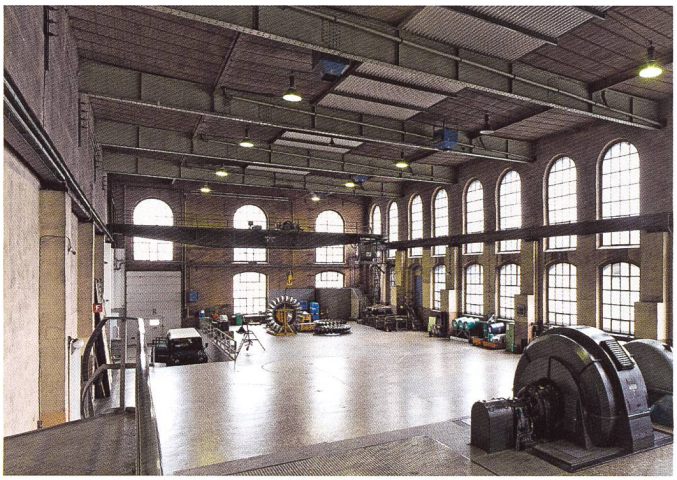


Figure 3. Vue de la salle des machines et des sept groupes Pelton à axe horizontal de la centrale de la Navizence (parties Sud à gauche et Nord à droite); photo: M. Martinez.

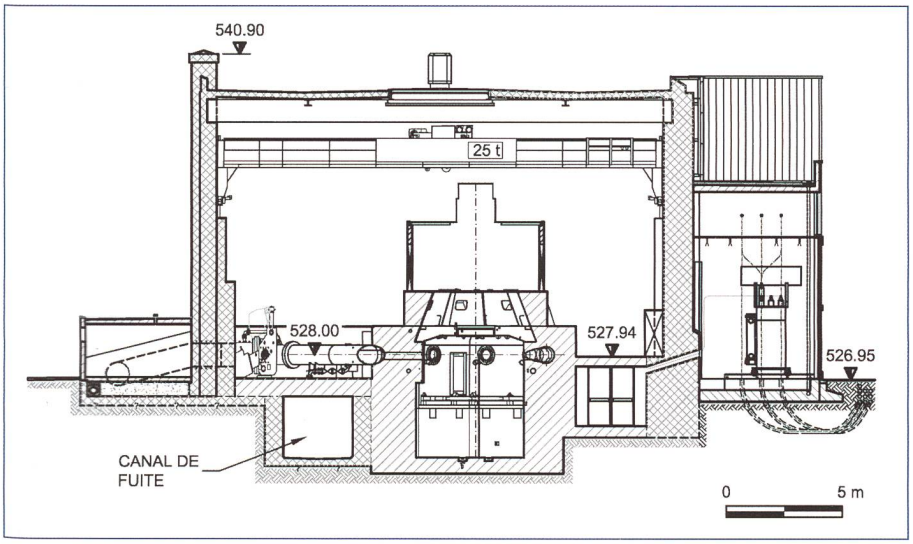


Figure 4. Section type de la nouvelle centrale de la Navizence.

La centrale existante (voir *Figure 3*) est spacieuse et permet d'accueillir les trois nouveaux groupes Pelton.

Les principaux défis de ce projet ont consisté à installer les nouvelles machines à axe vertical dans le gabarit intérieur du bâtiment existant, garantir une exploitation optimale de l'aménagement durant les travaux en limitant les arrêts complets de la centrale et minimiser l'impact sur l'environnement.

Les études préliminaires envisageaient la construction d'une nouvelle centrale à proximité immédiate de l'existante mais les coûts pour la dépollution des sols se sont révélés excessifs. Les variantes analysées étaient également très contraignantes du point de vue technique pour la connexion des nouvelles installations sur la conduite forcée et le canal de fuite existants. Ces variantes ont donc été écartées car jugées non optimales dans le contexte local.

La nouvelle centrale est équipée avec trois groupes Pelton verticaux (P = 23.7 MW, Q = 4.75 m^3/s, H = 560 m), plus efficients. Ces derniers ont été dimensionnés notamment de manière à garantir une capacité de 9.4 m^3/s lors des révisions permettant de coordonner la maintenance de l'entier de l'aménagement et, ainsi, de réduire les coûts liés aux indisponibilités des groupes. Si nécessaire, un quatrième groupe pourrait être installé ultérieurement dans la centrale pour accroître la capacité du palier. Un groupe de 120 kW a également été installé dans la partie Sud de la centrale permettant ainsi de garantir l'alimentation en eau potable du village de Chippis.

Les fondations de la centrale se trouvent sur des matériaux meubles de type sableux-graveleux (remblais et alluvions) dont l'épaisseur varie entre 10 m du côté du versant et 50 m à l'angle Nord du bâtiment. Pour éviter, ou du moins réduire, tout tassement différentiel des groupes, chaque groupe a été positionné sur 25 micro-pieux longs de 15 m chacun. Pour des raisons de sécurité, les tassements sont suivis tant pendant qu'après les travaux afin de s'assurer du comportement satisfaisant des nouvelles installations.

La chute et le débit unitaire permettaient en théorie l'implantation de groupes Pelton ou Francis. Cependant, les eaux de la Navizence sont relativement chargées en sédiment ce qui suppose des travaux d'entretien fréquents sur les turbines. Après une comparaison globale des coûts sur une période de plusieurs années, il s'est avéré que la solution Pelton était meilleure, notamment par le fait que les travaux de maintenance sont plus simples et moins coûteux que la variante Francis.

Un autre défi du projet fut le remplacement du répartiteur de centrale. En effet, pour des raisons d'exploitation, il a été décidé que le nouveau répartiteur serait entièrement bétonné bien que l'ancien était libre, posé sur des sellettes avec possibilité de se déformer. Le bloc d'ancrage du nouveau répartiteur, fondé sur des matériaux meubles, ne pouvait pas reprendre à lui seul toutes les sollicitations, compte tenu également du montage et bétonnage en plusieurs étapes distinctes des éléments. La première étape a été la plus critique, l'ancien répartiteur devant être modifié pour se raccorder au nouveau groupe n°3 (voir étape 1 de la *Figure 6*). En effet, dans cette configuration, seul le coude était bétonné et il y avait lieu de reprendre les efforts sans que le bloc ne se déplace; il faut ici préciser que la déformation axiale maximale du répartiteur existant a été mesurée à plus de 8 mm entre les situations sous et sans pression. Les efforts dans ce nouveau bloc d'ancrage ont pu être réduits en définissant par calcul la température de clavage amenant le meilleur compromis en terme de contraintes dans le tuyau et d'efforts

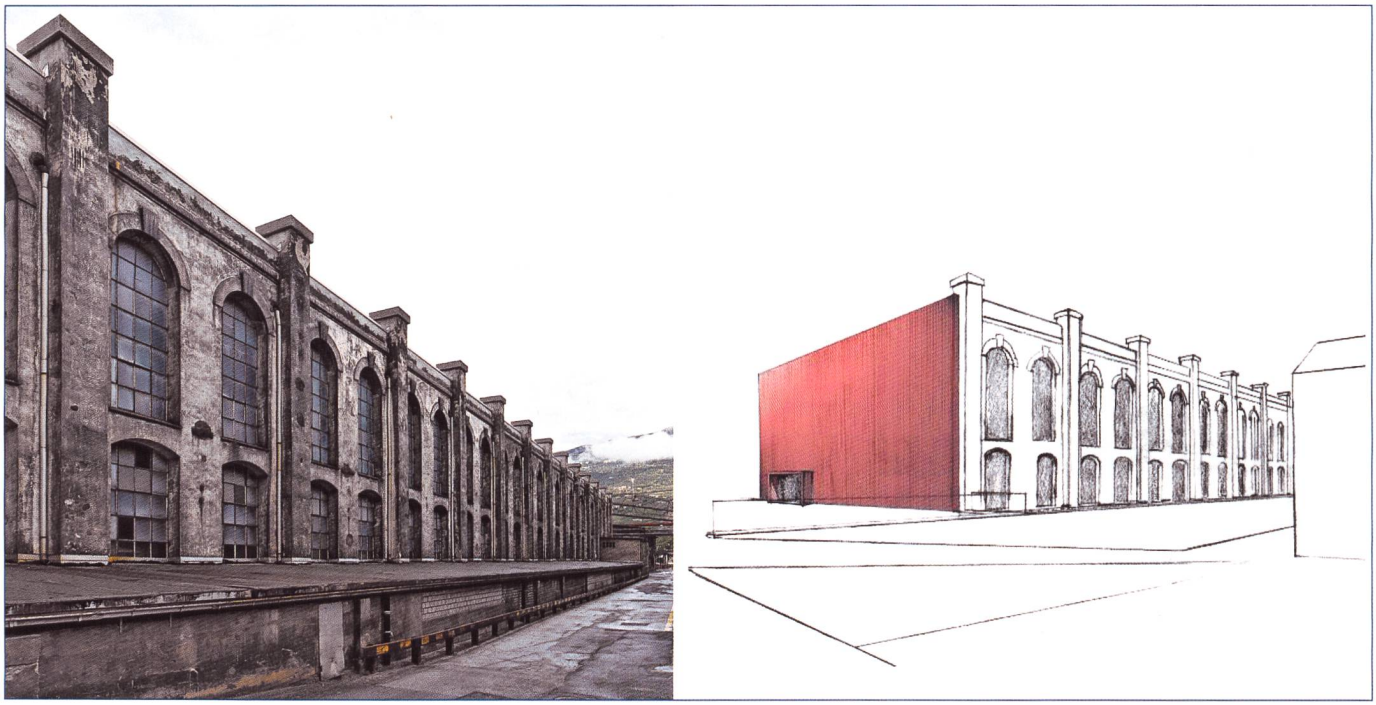


Figure. 5. Vue de la façade Est de la centrale avant les travaux de réhabilitation et croquis de la nouvelle enveloppe.

admissibles sur l'ancrage du coude pour les différents cas de charges considérés. Cette température de clavage a été fixée à 15 °C.

L'état général de l'enveloppe de la centrale a été évalué comme globalement satisfaisant. Celle-ci a été complètement assainie. Une nouvelle peau constituée de panneaux en acier a été posée sur les façades Ouest et Sud pour donner un aspect moderne à la centrale tout en intégrant la fonction primaire du site industriel. Les façades Est et Nord, avec de grandes fenêtres (voir *Figure 5*), caractéristiques des bâtiments industriels du début XXe, ont été entièrement rafraichies redonnant l'aspect originel.

L'extrémité Sud de la centrale, inutilisée dans la nouvelle configuration, a été raccourcie d'une vingtaine de mètres permettant la construction de places de parc et l'espace pour une route d'accès. La façade Sud est entièrement reconstruite en béton afin de laisser l'accès à un nouveau quai de déchargement et bâtie de manière à créer un refend parasismique. Un contreventement de toiture métallique, ainsi qu'un autre de façade sur les côtés Est et Nord viennent compléter et garantir la résistance du bâtiment vis-à-vis des sollicitations sismiques et cela dans le respect des normes en vigueur.

Les deux anciens ponts roulants ont été remplacés au début des travaux par deux nouvelles installations d'une capacité de 25 tonnes chacune (voir *Figure 7*). Il est possible de les accoupler pour la manutention des pièces les plus lourdes des nouveaux groupes. Les piliers qui soutiennent les voies de roulement ont été de ce fait renforcés pour supporter les nouvelles charges exigées.

Tout l'équipement auxiliaire électrique et mécanique de la centrale a été remplacé. La coexistence entre le câblage des anciens systèmes et des nouveaux s'est également révélée complexe à gérer. De nombreuses alimentations et tableaux des groupes existants ont dû être déplacés tout en maintenant les machines en service.

3. Phases principales et planning des travaux

Les travaux se sont déroulés en trois phases distinctes permettant ainsi de minimiser les arrêts d'exploitation (voir *Figure 6*).

Durant la Phase 1 (avril 2010–août 2011), les anciens groupes ont été maintenus en service et le nouveau groupe (n°3) a été monté à l'extrémité Nord de la centrale sans aucune interférence avec l'exploitation normale de l'aménagement. Pour ce faire, une entrée temporaire a été réalisée dans la façade Ouest en complément de l'entrée principale en façade Nord. La zone des travaux a été isolée du reste de la centrale au moyen d'une cloison rigide et les poussières aspirées hors de la centrale. Le montage des deux nouveaux ponts roulants ainsi que le remplacement des voies de roulement dans la zone de chantier ont permis par la suite d'aider les équipes de génie civil à la démolition de la dalle existante et à l'excavation de la fosse du nouveau groupe ainsi que des locaux au sous-sol. La cadence de ces travaux a été perturbée par la présence des fosses en acier des anciens groupes et par les exigences très sévères pour la limitation des vibrations, ceci afin d'éviter tout endommagement des groupes en service à seulement quelques mètres de distance. La profondeur de la fosse résulte d'un compromis entre la hauteur totale du groupe à axe vertical, celle des ponts roulants, et le niveau du Rhône pour assurer une exploitation satisfaisante de la centrale lors des crues.

Les travaux de cette phase ont inclus également la connexion sur l'extrémité de l'ancien répartiteur qui longe le pied de la façade Est, ainsi que le raccordement au canal de fuite. Les parois de ce dernier ont été reprofilées avec de la gunite sur toute la longueur de l'ouvrage, soit quelque 300 m. La centrale a été mise hors service durant un mois seulement pour permettre les connexions sur les ouvrages existants. Cet arrêt a également été mis à profit pour réaliser les travaux de maintenance extraordinaire sur l'ensemble de l'aménagement.

Le long de la façade Ouest, des locaux pour accueillir les transformateurs ont été créés et une batterie de tubes à câbles reliant la centrale à la station de couplage a été posée.

Les montages du groupe et de la vanne sphérique ont été effectués sans difficulté particulière et dans le respect du programme initial. Le nouveau groupe a

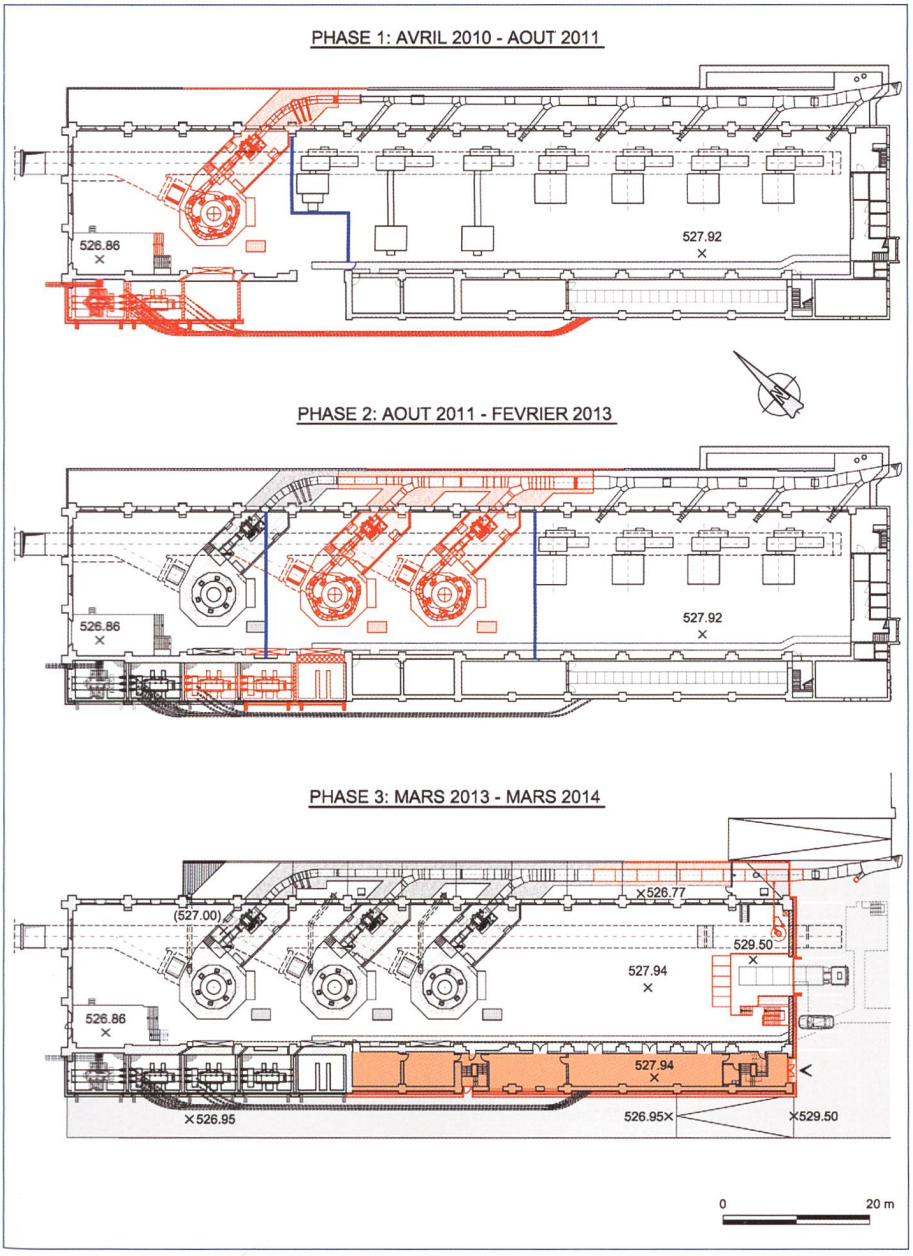


Figure. 6. Phases principales des travaux.

été testé et réceptionné entre juin et juillet 2011.

La Phase 2 (août 2011–février 2013) a débuté avec la démolition puis la construction de la bifurcation du répartiteur sur les groupes n°1 et 2. Cette intervention a nécessité l'arrêt de la centrale pour séparer la zone des travaux du reste de la centrale. La paroi rigide de chantier Nord a été modifiée et une nouvelle paroi a été montée afin de délimiter la nouvelle zone de chantier. Les quatre anciens groupes et le nouveau groupe n°3 ont ainsi pu rester en service et garantir la pleine capacité de production.

Egalement pour cette phase de chantier, les travaux ont débuté par le renouvellement des voies des ponts roulants et la pose du contreventement de toiture. L'ouverture créée en façade Ouest reste le seul accès possible pour le transit des matériaux et des machines de chantier.

Les trois nouveaux groupes ont été mis en service pour la première fois simultanément en février 2013 conformément au programme préétabli.

La Phase 3 (mars 2013–mars 2014) a consisté essentiellement à démolir la partie Sud de la centrale et assainir complètement l'enveloppe de la centrale et des équipements auxiliaires.

Un dernier arrêt d'exploitation a été nécessaire en février–mars 2013 afin de démanteler les quatre derniers groupes et de substituer le dernier élément du répartiteur. Le montage d'un nouveau petit groupe de 120 kW complète les installations.

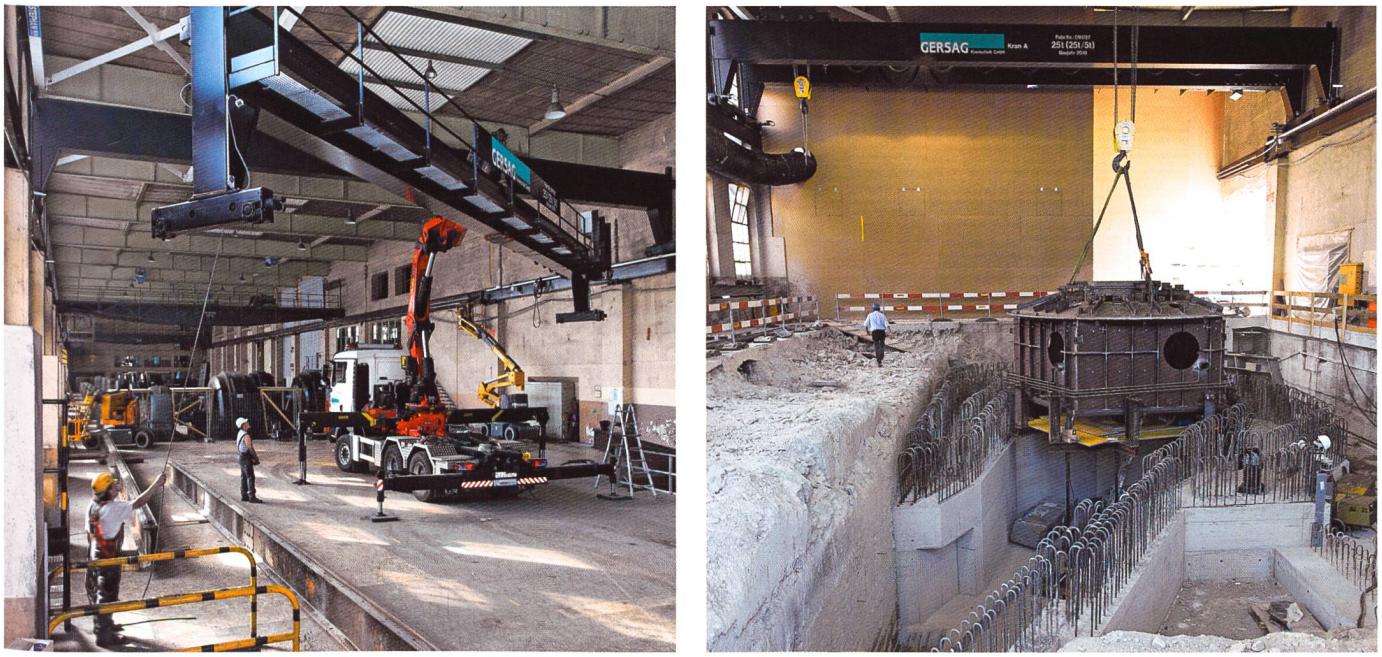


Figure 7. Phase 1 des travaux: Installation des nouveaux ponts roulants et construction du groupe n°3.

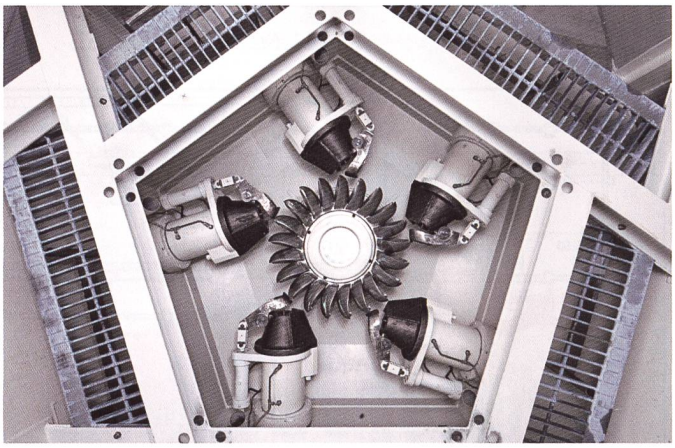


Figure 8. Phase 2 des travaux: construction des groupes n°1 et n°2; turbine Pelton; photo: M. Martinez.

Les derniers travaux de génie civil et d'architecture ont ainsi pu être réalisés sans plus perturber l'exploitation des groupes, notamment la construction des nouveaux locaux en sous-sol pour accueillir les pièces de rechanges des nouvelles installations, la construction d'un quai de déchargement en façade Sud ainsi que l'aménagement des locaux administratifs avec la salle de commande le long de la façade Ouest. La pose des nouvelles vitres ainsi que le rafraichissement des façades ont été effetuésen fin d'année 2013. Les travaux d'étanchéité de toiture, d'isolation et de revêtement de façade ont complété les travaux extérieurs jusqu'en mars 2014.

Concernant le chauffage de la centrale, ce dernier est assuré par les pertes de chaleur des groupes moyennant des aérochauffeurs. Pour les locaux administratifs, en revanche, une pompe à chaleur a été installée sur le toit du bâtiment.

4. Conclusion

La construction de la nouvelle centrale de la Navizence a posé de nombreux défis compte tenu de la complexité des travaux, de l'espace restreint à disposition (voir *Figure 8*) et de la délicate interaction avec l'exploitation normale de l'aménagement. Les travaux se sont terminés en mars 2014 avec un retard d'environ neuf mois sur le programme initial, sans toutefois affecter la production électrique de la centrale, ni le budget de 75 mio. de CHF octroyé en 2007.

Le succès de ce projet est le résultat d'une étroite et solide collaboration entre toutes les parties impliquées.

Adresses des auteurs

Georges-Alain Zuber
Forces Motrices de la Gougra SA
Av. Général Guisan 2, CH-3960 Sierre
georges.zuber@alpiq.com

Philippe Lazaro
Lombardi SA,
Via R. Simen 19, CH-6648 Minusio
philippe.lazaro@lombardi.ch

Philippe Jungo, Laurent Mivelaz
Groupe E SA
Route de Morat 135, CH-1763 Granges-Paccot
philippe.jungo@groupe-e.ch
laurent.mivelaz@groupe-e.ch

Marc Soldini
sd ingénierie dénériaz & pralong Sion SA
Rue de Lausanne 15, CH-1950 Sion
m.soldini@sdplus.ch