

Neues Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance = Nouvelle station de pompage-turbinage du Nant de Drance

Autor(en): **Aeberhard, Jörg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von
Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des
associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **98 (2007)**

Heft 2

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-857403>

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.

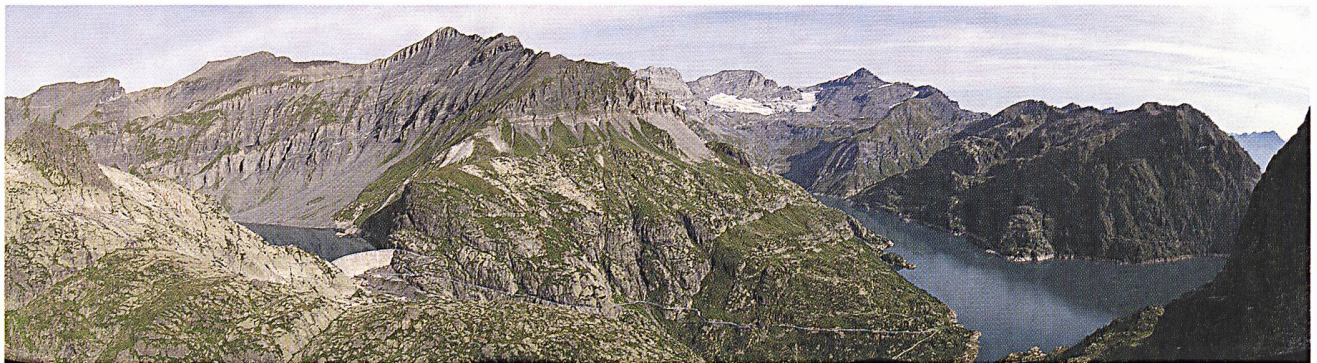
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

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.

Neues Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance

Das Projekt und seine Beurteilung durch die Atel



Speichersee Vieux Emosson (links) und Speicher Emosson (rechts). Die neue Pumpspeicheranlage «Nant de Drance» wird in der Bildmitte zwischen den beiden Seen über 500 Meter tief im Fels gebaut (Bilder Atel) / La retenue du Vieux Emosson (à gauche) et la retenue d'Emosson.

Es ist für einen Wasserkraftproduzenten ein erfreuliches, aber seltenes Ereignis, ein Grossprojekt für den Ausbau der Wasserkraft anzuzeigen. Es hat sich ja herumgesprochen, dass die Wasserkraft im Vergleich mit anderen Energieressourcen als ökologischer und technischer Bestleister gilt. Diese Qualitäten kommen bei dem hier vorzustellenden Projekt eines Pumpspeicherkraftwerkes voll zum Tragen. Die Wirkungsweise eines Pumpspeicherkraftwerkes ist bekannt: Zu Schwachlastzeiten wird Wasser in einen höher gelegenen Stausee gepumpt. In Spitzenzeiten wird das Wasser abturbiniert und Strom erzeugt. Bei unserem Projekt Nant de Drance – so heisst auch der konzedierte Gebirgsbach – werden zwei nahe gelegene, bestehende Speicherseen in unterschiedlicher Höhe unverändert für die Wasserumwälzung genutzt. Die Speicher gehören zum Kraftwerk Emosson, das mit einer Pumpspeichermöglichkeit aufgewertet wird. Mit Ausnahme der Deponie des Ausbruchsgesteins und den Baustelleninstallationen sind praktisch keine Auswirkungen der unterirdischen Anlagen auf die Umwelt festzustellen.

■ Jörg Aeberhard

Speicherressourcen im Alpenbogen

In der Schweiz sind derzeit lediglich rund 300 MW Leistung in Umwälzwerken installiert, zusätzlich sind in Speicherkraftwerken 1200 MW Pumpenleistung hauptsächlich für die Wasserzubringung installiert. Dies ist eigentlich wenig im Vergleich mit der Variabilität der schweizerischen Versorgungsleistung während eines Tages von rund 5000 MW oder mit der Variabilität der Pro-

duktion von Windenergie in Deutschland, die bereits heute innerhalb weniger Stunden eine Leistungsveränderung von gut 15 000 MW aufweist. Wir nutzen die vorhandenen Speicherressourcen im Alpenbogen für die Bereitstellung von Leistung in der schweizerischen und europäischen Stromversorgung schlecht. So erstaunt es nicht, dass in allen Regionen der Schweiz Projekte für neue Pumpspeicheranlagen diskutiert werden. So auch dieses Projekt im Wallis. Als Projektträgerschaft hat sich ein Konsortium gebildet, an dem SBB mit 40% und Atel mit 60% beteiligt sind.

Warum diese Partnerschaft?

Die SBB sind seit Jahrzehnten im Projektgebiet mit Wasserkraftanlagen vertreten. Sie haben in den 50er-Jahren auch die Staumauer Vieux Emosson gebaut. Atel ist zur Hälfte am grossen Kraftwerk Emosson beteiligt, welches mit dem zweitgrössten Speichersee der Schweiz das untere Becken für die Pumpenanlage beisteuert. SBB und Atel sind traditionell mit gemeinsamen Leitungen und Kraftwerken verbunden. Der dritte Partner im Projektgebiet – die EDF – beteiligt sich nicht direkt am Projekt, stimmt dem Vorhaben aber als Aktionär der Atel zu.

Wie sieht das Projekt aus?

Das künftige Pumpspeicherkraftwerk (oder Umwälzkraftwerk) turbiniert das Wasser aus dem bestehenden Speicher Vieux Emosson auf einem durchschnittlichen Gefälle von 300 m. Das Wasser wird im Speicher Emosson gesammelt und wieder hochgepumpt. Es wird Wasser genutzt, das einzig auf dem Gemeindegebiet von Finhaut anfällt – ein gänzlich schweizerisches Projekt also. Bis heute diente der Speicher Vieux Emosson nur zur Wasserrückhaltung; das Wasser wird derzeit Anfang Winterperiode in den See Emosson abgelassen. Wir streben eine maximale Turbinierleistung von 630 MW und eine Pumpenleistung von maximal 620 MW an. Das bedingt ein Triebwassersystem mit beachtlichen Dimensionen. Zur Erhöhung der Disponibilität ist ein doppelt ausgelegtes Druckleitungssystem gewählt worden. Je zwei Maschinen zu rund 150 MW wer-

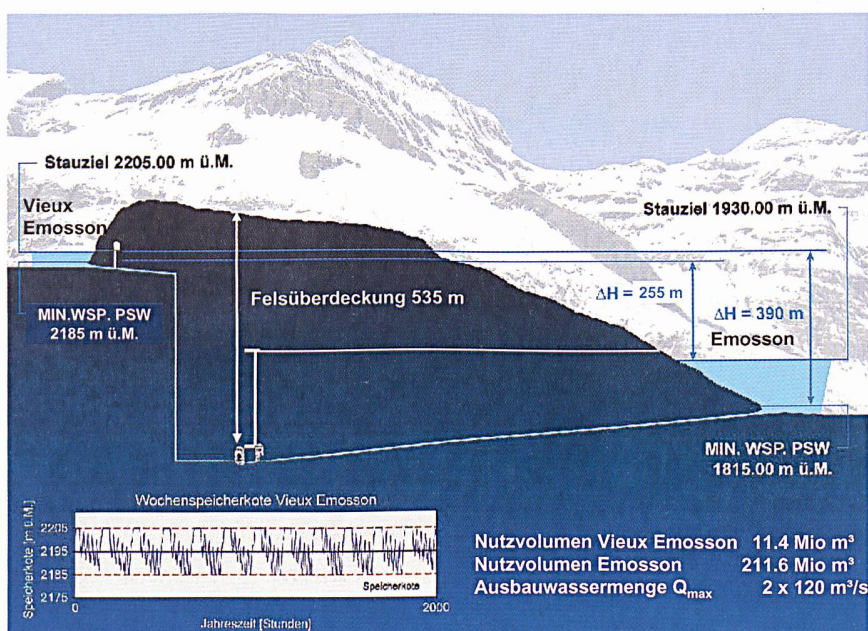


Speicher Vieux Emosson (vorne) und Speicher Emosson (hinten).
La retenue du Vieux Emosson (au premier plan) et la retenue d'Emosson (en arrière-plan).

den von einem Triebwasserweg gespeist. Die Durchmesser der beiden vertikalen Druckschächte betragen 6,5 m. Pro Strang wird bis zu 120 m³/s Wasser durchgeleitet. Das entspricht etwa dem durchschnittlichen Aarefluss bei Bern.

Mit dem vorgesehenen Einsatzkonzept werden jährlich 1500 GWh produziert. Dafür sind 1800 GWh Pumpenenergie erforderlich. Das hydraulische Konzept ist auf einen Wochenspeicher ausgelegt. Gepumpt wird nachts und am Wochenende. Nachdem je nach Staukote im unteren und oberen Speicherbecken eine hohe

Variabilität des Gefälles berücksichtigt werden muss, sind asynchrone Maschinen mit variabler Geschwindigkeit vorgesehen. Dies ermöglicht im optimalen Wirkungsgrad zu turbinieren und erlaubt auch im Pumpenbetrieb, die Last fein zu regulieren. Mit dieser Fähigkeit kann ein wesentlicher Beitrag an die Stabilität des schweizerischen Netzbetriebes geleistet werden. Wir gehen davon aus, dass diese Qualität im künftigen Regelmarkt auch hoch gefragt ist. Die Maschinen werden in einer grossen Felskaverne untergebracht. In einer zweiten Kaverne sind die



Schnitt durch die auf 1680 m ü.M. liegende Kavernenanlage.
Schéma de coupe des cavernes à 1680 m s.m.

Trafos und die Schaltanlagen untergebracht. Die Felsüberdeckung der Kavernen beträgt rund 500 m. In mehreren Sondierbohrungen ist im Sommer 2005 die Felsqualität untersucht worden: Das Projektgebiet weist gute, homogene Gesteinsformationen auf.

Das Projekt tangiert keine bisher unberührten Flussläufe, und es produziert auch keine Sunk- und Schwallerscheinungen in einem Fließgewässer. Das Wasser pendelt zwischen den beiden bestehenden, 1,5 km voneinander entfernten Speichern in unterirdischen Stollen hin und her. Und es ist auch nicht geplant, die bestehenden Speicherseen zu vergrössern.

Grosse Investitionen

Der Zugang zur Felskaverne erfolgt über einen 5,5 km langen Zugangsstollen, der im Tal bei Châtelard beginnt. Der Stollen unterquert den Speichersee Emosson 300 m tiefer als der Seegrund. Mit weiteren Sondierbohrungen wird auch in diesem Bereich die Felsqualität getestet. Durch den Stollen wird der ganze Ausbruch für Kavernen und Triebwasserwege abtransportiert und unmittelbar beim Stollenausgang neben dem bestehenden Ausgleichsbecken der Châtelard-Zentralen deponiert. Damit kann der Baustellenverkehr minimiert werden. Rund 1 Mio. m³ Lockergestein müssen deponiert werden. Über diesen Stollen wird auch der künftige Betrieb bedient und die Energie zu- und abgeführt. Daneben gibt es auch einen kleineren Flucht- und Belüftungsstollen aus dem Kavernenbereich an die Oberfläche. Die genauen Zufahrten ab der Kantonsstrasse werden derzeit noch studiert. Die Energie wird ab diesem Zugangsportale auf einem bestehenden Leitungstrasse abgeführt und in die 380-kV-Hochspannungsleitungen bei Martigny eingeschleuft. Das bedeutet auch, dass die im Ausbau stehende 380-kV-Leitung durch das Wallis gemäss bestehender Planung fertig erstellt werden muss. Umweltauswirkungen gibt es praktisch keine. Das ganze Kraftwerk wird über 700 Mio. Fr. kosten. Die Bauzeit wird rund 7 Jahre betragen. Die Maschinen werden etappiert frühestens im Jahre 2014 ans Netz gehen. Das Projekt gehört damit zu den grössten Investitionen, die Atel und SBB bis anhin in die Wasserkraft getätigt haben. Allerdings sind die Bauentscheide noch nicht gefällt. Derzeit haben die Partner SBB und Atel die technische Detailprojektierung und die Erstellung des Umweltberichtes in Auftrag gegeben. Im günstigsten

ten Fall werden Konzessionsgesuch und Bauprojekt Anfang 2007 öffentlich auf-
liegen.

Warum realisiert Atel ein Pumpspeicherkraftwerk?

Atel geht davon aus, dass der Bedarf nach rasch regulierbarer Energie und Leistung steigen wird. Während in der Schweiz modulierbare Speicherenergie praktisch voll ausgebaut ist, werden in Zukunft auf Bandproduktion ausgelegte Kapazitäten (Kohlekraftwerke, Kernkraftwerke, Gas-Kombikraftwerke) zugebaut. Im europäischen Verbundnetz stammen bereits heute gegen 90% des Stromverbrauchs aus Bandenergieanlagen. Zudem werden beschränkt prognostizierbare und unstetig nutzbare erneuerbare Energien (Wind, Sonne) vermehrt genutzt. Im Jahr der vollständigen Inbetriebnahme 2015 werden gegen 40 000 MW Windkapazität erwartet. Beide Produktionsarten verlangen Ergänzungsenergie. Der schlecht regelbaren Produktionsart bei Windkraftwerken steht ein wachsender, volatiler Bedarf nach Strom gegenüber. Diese Effekte müssen – eben mit Pumpspeicherkraftwerken – in Einklang gebracht werden.

Das gilt selbst dann, wenn die Energie in einem Pumpspeicherkraftwerk zweimal umgewandelt werden muss. Dies wird etwa der Pumpspeicherung entgegeng gehalten. Sie würde im Grunde genommen Energie verbrauchen und nicht erzeugen. Wir gehen von einem Wasserzyklus-Wirkungsgrad von knapp über 80% aus. Die für den Pumpenantrieb erforderliche Energie muss vorerst einmal produziert werden, je nach Herkunft mit unterschiedlichen Wirkungsgraden. Dieser zweimaligen Energieumwandlung steht ein mehrfacher Nutzen gegenüber: Einmal kann die Energie dann zur Verfügung gestellt werden, wenn es der Konsument verlangt. Dann kann durch Aufnahme von Leistung überschüssige Energie im Netz sinnvoll genutzt werden; gleichzeitig wird die Netzstabilität garantiert. Und schliesslich kann Reserve- und Regulierenergie bereitgestellt werden, die rasch einsetzbar ist. Sie steht immer dann zur Verfügung, wenn andere Quellen nicht zur Verfügung stehen oder rasch wieder wegfallen (wie beim Wind).

Dieser mehrfache Nutzen wiegt unseres Erachtens den Verlust von Energie durch den Pumpenbetrieb bei weitem wieder auf. Der Zielkonflikt zwischen Verlust an Energiemengen und Gewinn an Spitzenleistung muss natürlich sorgfältig abgewogen werden. Entscheidend

ist auch, dass die Pumpspeicherung die ökologisch beste Produktionsart ist gegenüber anderen Regelenergieressourcen. Für diese Art der Stromproduktion bietet sich am ehesten noch die Gasturbine an, die aber bezüglich Wirkungsgrad, Ökologie und auch Wirtschaftlichkeit keine Vorteile bietet.

Damit leisten wir auch einen Beitrag an die umweltpolitischen Ziele. Ohne einen Ausbau der grossen Wasserkraft –

wenn es auch bloss ein Ausbau der Leistung ist – sind die CO₂-Ziele kaum zu erreichen.

Deutschland bezeichnet die Windenergie als grossen Exportschlager. Dank unseren Voraussetzungen im Alpenbogen können wir diese Windenergie konsumieren und als gezielte Leistung an die Landes- und Bahnstromversorgung zurückerliefern. Uns bleibt ein volkswirtschaftlicher Mehrwert.

Nouvelle station de pompage-turbinage du Nant de Drance

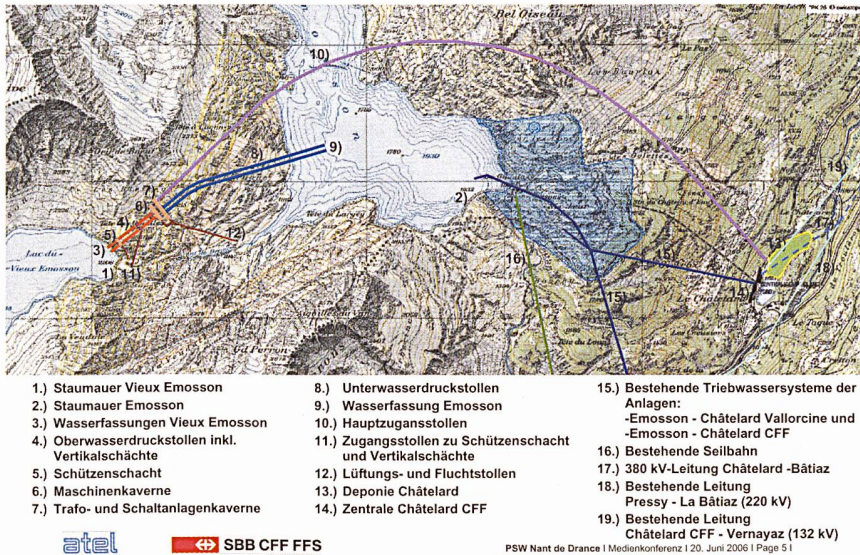
Le projet et son évaluation par Atel

Pour un producteur d'électricité hydraulique, c'est un événement réjouissant mais rare de pouvoir vous présenter un grand projet d'extension de l'utilisation de l'énergie hydraulique. On dit que l'énergie hydraulique constitue le meilleur vecteur du point de vue écologique et technique en comparaison avec d'autres sources d'énergie. Ces qualités sont mises aujourd'hui pleinement à profit dans le projet d'usine de pompage-turbinage que nous allons vous présenter. Le mode de fonctionnement d'une usine de pompage-turbinage est connu. Aux heures de faible charge du réseau électrique, de l'eau est pompée dans un lac réservoir situé plus en altitude. Aux heures de pointe, cette eau est à nouveau turbinée pour produire de l'électricité. Dans notre projet Nant de Drance, du nom du torrent de montagne concédé, deux bassins de retenue existants mais situés à des altitudes différentes vont être utilisés sans modification pour des transferts d'eau. Ces bassins de retenue sont propriétés de l'aménagement d'Emosson et des CFF et leur exploitation sera enrichie par cette possibilité de pompage-turbinage. À l'exception du dépôt de la roche d'excavation et des installations de chantier, ces installations souterraines ne laisseront pratiquement aucune trace dans l'environnement.

L'arc alpin est peu utilisé

La Suisse dispose à l'heure actuelle d'un potentiel de près de 300 MW installés en stations de transfert d'énergie par pompage, tandis que les barrages-réservoirs disposent encore de 1200 MW de capacité de pompage supplémentaires, essentiellement pour des besoins de col-

lecte des eaux. C'est en fait relativement peu comparé à la variabilité de la puissance de production suisse qui peut atteindre 5000 MW dans la journée ou encore à la fluctuation de la production d'énergie éolienne en Allemagne qui est actuellement capable de variations de puissance de 15 000 MW en quelques heures. L'arc alpin est en réalité peu utili-



Situation.

sé pour la mise à disposition d'énergie électrique par pompage en Suisse et en Europe. Il n'est donc pas étonnant que dans toutes les régions de Suisse de nouvelles installations de pompage-turbinage soient en cours de discussion. C'est pourquoi j'ai le plaisir de vous présenter notre propre projet en ce domaine. Pour la réalisation de ce projet, il s'est constitué un consortium auquel les CFF participent pour 40% et Atel pour 60%.

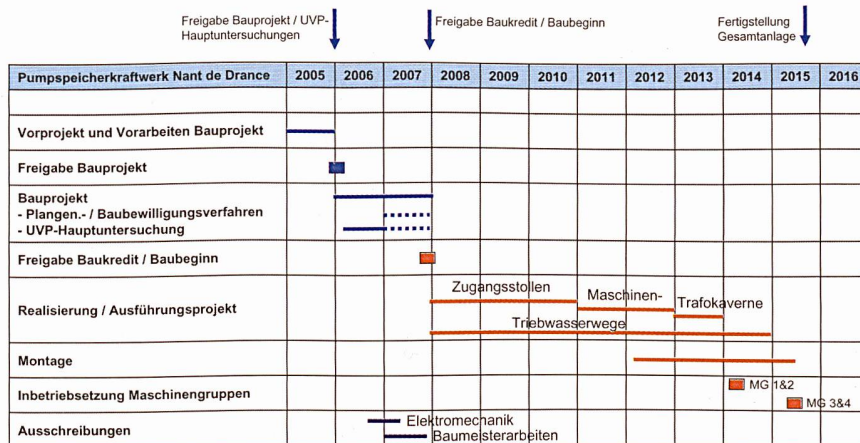
d'Emosson qui gère avec la deuxième plus grande retenue de Suisse le bassin inférieur de l'installation de pompage. Les CFF et Atel entretiennent un partenariat traditionnel avec des usines électriques et des lignes de transport communes. Le troisième partenaire de la zone de projet, à savoir EDF, ne participe pas directement au projet, mais le soutient en sa qualité d'actionnaire de Atel.

Pourquoi un tel partenariat?

Les CFF exploitent depuis des décennies des centrales hydrauliques dans la zone de projet. Ce sont eux qui ont réalisé le barrage du Vieux Emosson dans les années 50. Atel participe pour moitié à l'important aménagement électrique

Comment se présente le projet?

La future centrale de pompage-turbinage (ou station de transfert d'énergie par pompage) turbine l'eau contenue dans la retenue du Vieux Emosson existante avec une hauteur de chute moyenne de 300 m. Cette eau est recueillie dans la retenue d'Emosson pour être repompée vers la



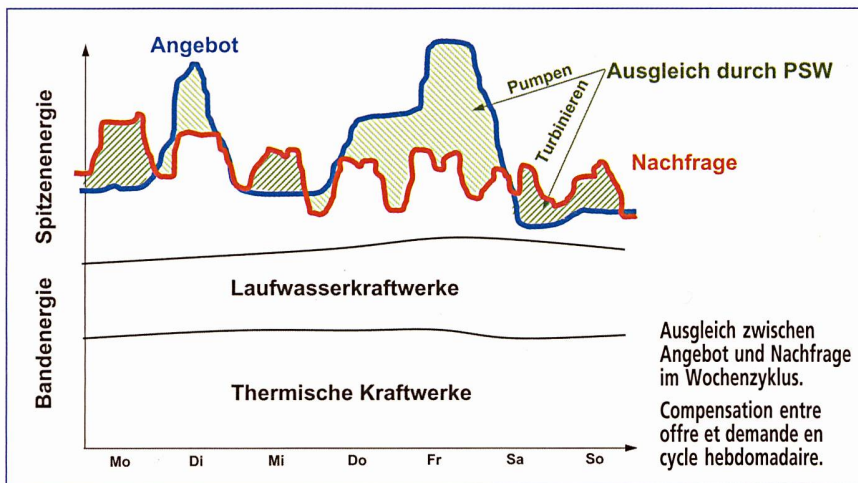
Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance – Meilensteine.
Station de pompage-turbinage Nant de Drance – dates de référence.

retenue d'origine. L'eau utilisée est issue de la seule commune de Finhaut, il s'agit donc d'un projet totalement suisse. Jusqu'à présent, la retenue du Vieux Emosson ne servait que de réserve d'eau; l'eau n'est actuellement relâchée dans la retenue d'Emosson qu'au début de la période d'hiver. Nous visons une puissance de turbinage de 630 MW et une puissance de pompage de 586 MW. Ceci nécessite un réseau de conduites d'eau motrice de dimensions respectables. Afin d'augmenter la disponibilité, un système à double conduite forcée a été choisi. Chacune de ces deux conduites alimente deux machines de près de 150 MW. Le diamètre des deux puits blindés verticaux est de 6,5 m. Chaque branche est capable d'un débit de 120 m³/s. Ceci correspond grosso modo au débit de l'Aar à Berne.

Le concept de mise en œuvre prévu permettra la production annuelle de 1500 GWh. Pour ce faire, il sera nécessaire de disposer de 1800 GWh d'énergie pour le pompage. Le concept hydraulique est fondé sur une gestion de stockage hebdomadaire. Le pompage aura lieu la nuit et en fin de semaine. Comme il est nécessaire de prendre en compte une variation importante de la hauteur de chute selon le niveau d'eau dans les bassins supérieur et inférieur, il est prévu d'installer des machines asynchrones à vitesse variable. Ceci permet de turbiner avec un rendement optimal et de procéder aussi à une régulation fine de la charge en mode de pompage. Cette capacité peut apporter une contribution importante à la stabilité d'exploitation du réseau électrique suisse.

Nous partons en effet du principe que cette qualité sera toujours très appréciée sur le futur marché de régulation. Les machines seront installées dans une grande caverne taillée dans la roche. Une deuxième caverne renfermera les transformateurs et les installations de couplage. Les cavernes seront recouvertes par près de 500 m de roche. Plusieurs forages de sondage effectués au cours de l'été 2005 ont permis de confirmer la qualité de la roche: la zone de réalisation du projet présente donc de bonnes formations géologiques homogènes.

Le projet ne touche aucun cours d'eau resté jusqu'à présent intact et ne produit pas non plus d'effets d'abaissement de niveau et de vagues de lâcher dans quelque torrent que ce soit. L'eau effectue simplement des allers et retours en galeries souterraines, entre deux bassins de retenue distants de 1,5 km. Et il n'est pas non plus prévu d'agrandissement des lacs de retenue existants.



De grands investissements

L'accès à la caverne sous la roche s'effectue par une galerie de 5,5 km de long débouchant dans la vallée près de Châtelard. Cette galerie passe sous la retenue d'Emosson, à 300 m au-dessous du fond du lac. D'autres forages de sondage seront effectués pour confirmer la qualité de la roche dans cette zone. La galerie d'accès servira à l'évacuation des déblais de creusement des cavernes et des galeries d'eau motrice, ces matériaux qui seront stockés en sortie de galerie, à côté du bassin de compensation des centrales de Châtelard. Le trafic d'engins de chantier sera donc limité au minimum nécessaire. Près de 1 million de m³ de roches friables doit ainsi être déposé à l'extérieur. Cette galerie servira aussi à l'exploitation future de l'ouvrage ainsi qu'à l'amenée et à l'évacuation de l'énergie. Une petite galerie de fuite et de ventilation reliant les cavernes à l'air libre sera également creusée. Les accès précis à partir de la route cantonale sont encore à l'étude. À la sortie du portail, l'énergie produite sera évacuée par une ligne aérienne existante pour être raccordée à proximité de Martigny aux lignes haute tension de 380 kV. Ceci signifie également que l'artère de transport 380 kV, actuellement renforcée sur son parcours valaisan, devra être terminée selon le calendrier actuel. Les effets sur l'environnement sont donc pratiquement nuls. Le coût de l'ensemble de l'installation projetée est évalué à 700 millions de CHF environ. La réalisation doit s'étaler sur sept ans. Les machines seront couplées au réseau, par étapes, au plus tôt en 2014. Le projet fait partie des plus gros investissements consentis jusqu'alors par Atel et les CFF dans le domaine de l'énergie hydroélectrique. Les décisions de construction n'ont toutefois pas encore été prises. Pour le moment, les partenaires Atel et CFF ont

commandé l'étude de détail technique et l'élaboration d'un rapport sur l'environnement. Dans le cas le plus favorable, la demande de concession et le projet de construction ne seront présentés aux pouvoirs publics qu'au début 2007.

Pourquoi Atel cherche-t-elle à réaliser une unité de pompage-turbinage ?

Atel part du principe que la demande en énergie et en puissance rapidement ajustable va croître. Alors qu'en Suisse, l'énergie stockable et modulable est pratiquement totalement exploitée, il est nécessaire d'étoffer les capacités assurant la production en ruban (centrales thermiques au charbon, centrales nucléaires, centrales combinées à gaz). Sur le réseau maillé européen, près de 90% de la consommation actuelle d'énergie électrique sont assurés par des installations de production en ruban. Il sera aussi de plus en plus fait appel à des énergies renouvelables, mais à la disponibilité incertaine (vent, soleil).

En 2015, soit l'année de la mise en service de la totalité des installations du projet Nant de Drance, il est attendu une capacité de production éolienne de 40 000 MW. Ces deux types de production nécessitent une énergie d'ajustement. Au type de production difficilement réglable des centrales éoliennes s'oppose un besoin croissant mais volatil en électricité. Ces effets doivent être harmonisés, notamment en recourant aux stations de transfert d'énergie par pompage.

Et ceci reste correct même si l'énergie d'une centrale de pompage-turbinage doit être convertie deux fois. C'est notamment ce qui est reproché au stockage d'eau par pompage. L'opération consommerait en quelque sorte de l'énergie sans en produire. Nous partons du principe

d'un rendement du cycle de l'eau dépassant très légèrement 80%. L'énergie électrique nécessaire au pompage de l'eau doit d'abord être produite, et par des sources aux rendements les plus divers. Mais cette double conversion de l'énergie est équilibrée par un avantage aux multiples facettes: tout d'abord cette énergie peut être mise à disposition lorsque le consommateur l'exige. Ensuite, cette ponction de puissance permet d'utiliser judicieusement l'énergie excédentaire du réseau, ce qui garantit simultanément la stabilité du réseau. Elle permet enfin de mettre à disposition une énergie de réserve et de régulation rapidement engageable. Cette énergie est ainsi disponible quand d'autres sources ne le sont pas ou présentent des défaillances ponctuelles (comme pour l'éolien). Cette utilisation multiple de l'énergie ainsi accumulée compense à notre avis largement la perte d'énergie découlant du pompage.

Le conflit d'objectifs entre la perte de quantités d'énergie et le gain de puissance d'heures de pointe doit bien sûr être soigneusement pesé. Mais il convient aussi de faire remarquer que le stockage par pompage constitue le type de production le plus écologique par rapport aux autres ressources d'énergie de régulation. Pour ce type de production, c'est la turbine à gaz qui entre tout d'abord en ligne de compte, mais cette source d'énergie électrique ne présente aucun avantage du point de vue rendement, écologie et rentabilité. Avec le transfert d'énergie par pompage, nous contribuons ainsi aux objectifs de la politique de l'environnement. Sans extension des capacités hydroélectriques, et même s'il ne s'agit que d'une extension des capacités existantes, les objectifs de réduction du CO₂ rejeté ne pourront pas être atteints.

L'Allemagne considère l'énergie éolienne comme le grand succès d'exportation futur. Grâce aux conditions dont nous disposons sur l'arc alpin, nous sommes en mesure de consommer cette énergie éolienne afin de la restituer sous forme de prestation ciblée pour alimenter le réseau national en courant à fréquence industrielle et en courant basse fréquence pour la traction des chemins de fer. Et cette valeur ajoutée économique nous appartient pleinement.

Adresse des Auteurs
 Jörg Aeberhard
 Leiter hydraulische Produktion
 Aare-Tessin AG für Elektrizität (Atel)
 Bahnhofquai 12
 CH-4601 Olten

FLUKE®

Robust, zuverlässig und immer einsatzbereit.

Fluke bietet einfach alles:

Zweipoltester, Multimeter, Strommesszangen, Installationstester, Elektrotester und Thermometer. Robuste Werkzeuge, mit denen Sie Ihre Arbeit leichter, sicherer und effizienter machen.

Zum Beispiel die innovativen **Zweipoltester** oder die **revolutionären Multifunktionstester der Serie 1650** – die neue Massstäbe für den Installationstest nach NIV setzen. Oder die berührungslosen **Infrarot-Thermometer der Serie 60** – ideal für Messungen in schwer zugänglichen Bereichen oder an laufenden Maschinen.

Sind Sie einsatzbereit?

Testen Sie jetzt das Fluke Komplettangebot bei Ihrem Distributor.

Fluke. *Damit Ihre Welt intakt bleibt.*

Fluke Switzerland GmbH

www.fluke.ch

☎ 044 580 75 00



**Das Komplettangebot für
Elektroinstallations-Profis**

**Die neue Sammelschienenklemme für
VERTIGROUP - Die kostensparende und
multifunktionale Montagelösung**



**Die Produktvorteile der neuen Sammel-
schienenklemme**

- **Direkte Montage auf Sammelschiene ohne Bohrung**
- **Für die komplette VERTIGROUP Reihe 00 – 3, Doppellastschaltleiste und NH-Trennleiste 1000 A**
- **Montagefreundliche, leicht einhängbare Sammelschienenklemme für 10 mm – Schienen**
- **Sammelschienenklemme unverlierbar ab Werk montiert**
- **Abgang oben durch einfaches Drehen der Klemme**
- **Gleiche Ausschnittsmasse (Höhen) aller Größen auch bei Abgang oben und unten**
- **Gleiche Einbautiefen bei allen Größen**
- **Stromwandlereinbau ohne zusätzlichen Platzbedarf**
- **Einsetzbar auch für Neutralleitertrenner Typ NS**

