

# Les téléphériques lourds de la nouvelle centrale de pompage de Linth-Limmern

L'UCT et Garaventa ont, à l'occasion du démantèlement imminent des deux téléphériques lourds hautes performances de la nouvelle puissante centrale de Linth-Limmern, organisé, le 27 août 2016, une manifestation spécialisée. Le but de la manifestation a été de pouvoir visiter les téléphériques installés sur la centrale.

*La nouvelle digue d'accumulation du Muttsee a été consacrée dans le cadre d'une cérémonie. Avec 1054 mètres, elle est la plus longue de Suisse et située la plus en altitude d'Europe.*



en dehors des machines et des matériaux nécessaires, les matériaux de creusement de la cavité souterraine pour construire la digue d'accumulation sur le Muttsee. Les deux téléphériques de transport de matériaux sont d'autre part équipés d'une cabine pour 40 personnes. Par ailleurs, un funiculaire souterrain a été construit pour le transport de quatre transformateurs d'un poids atteignant jusqu'à 225 tonnes, lequel est en service depuis 2014 et sera conservé pour la postérité.

*Texte et illustrations:  
Damian Bumann*

## Des téléphériques bien utilisés

A l'automne 2016, le premier des deux téléphériques lourds Tierfehd-Chalktrittli et Ochsenstäfeli-Muttsee sera démantelé par Garaventa, étant donné que la construction de la centrale touche lentement mais sûrement à sa fin. Les deux téléphériques constituaient un goulet d'étranglement pour accéder au chantier d'altitude. Le maître de l'ouvrage exigeait du fournisseur des téléphériques une haute sécurité pour assurer la disponibilité des installations. En cas d'arrêt prolongé, Garaventa aurait dû verser une importante indemnité. Cela n'a jamais été le cas. Garaventa a réalisé les travaux de maintenance périodiques et une transmission de rechange était sur place en cas de nécessité.

La première section, en service depuis décembre 2009, a réalisé jusqu'à la fin août 2016 environ 96 000 courses. La seconde section, environ 124 050. La raison du plus grand nombre de courses de la seconde section est due au fait que celle-ci a dû transporter,

## Des dimensions impressionnantes

Les deux téléphériques de matériaux sont constitués par deux pistes et sont des téléphériques à va-et-vient à double voie. Sur la voie 1 était suspendue une cabine pour 40 personnes



*La composition des téléphériques lourds sur la voie 1 comprend deux trains de roulement de 24 rouleaux avec des suspensions et des élévateurs ainsi qu'un train de roulement supplémentaire de 16 rouleaux et une cabine de 40 personnes.*



Les turbines de pompage et les génératrices à moteur sont logées dans la caverne des machines d'une longueur de presque 150 mètres.



Un des quatre transformateurs de 190 tonnes qui ont été transportés avec le funiculaire dans la centrale de la caverne.

avec un train de roulement de 16 rouleaux conjointement avec un autre de 24 rouleaux. Deux suspensions sont fixées sur le second train de roulement, lesquelles sont conçues pour une charge de 12,5 tonnes. Sous les suspensions sont disposés des élévateurs atteignant une hauteur de course de 30 m. Ces élévateurs sont équipés d'un treuil et sont entraînés hydrauliquement. La voie 2 est équipée des mêmes trains de roulement que la voie 1, cependant sans cabine. Les importantes dimensions des téléphériques apparaissent en accédant à la cabine qui n'est atteinte qu'après avoir franchi 150 marches. Cette impression commence déjà en passant à côté des grandes poulies de 6 m dans l'imposant bâtiment de la station aval. Le poids de tension du câble de traction y est d'autre part disposé. La station aval est conçue sous la forme d'une construction métallique. Les forces de câbles sont dirigées dans le sous-sol au moyen de fondations massives en béton ainsi que d'ancrages dans la roche. Le train de roulement pourvu de 24 rouleaux sur des câbles porteurs d'une épaisseur de 90 mm surprend. On atteint la cabine de Gangloff par un escalier qui suit la selle de la station. Les passagers parviennent dans la cabine par un quai latéral.

### Station d'entraînement d'altitude

La vitesse maximale des installations s'élève à 5 m par seconde. Cependant, seule une vitesse de 3 m par seconde a été utilisée pour de nombreuses charges. En règle générale, quatre courses/heure ont été réalisées, y compris le temps de transport et de manutention. Les câbles porteurs entièrement fermés de Fatzer sont tendus de façon fixe. Ils sont ancrés dans la station d'altitude par un manchon. Le reste des câbles porteurs est enroulé sur des bitons dans les stations inférieure et supérieure. Le poids par mètre courant s'élève à 47,6 kg. Le câble tracteur supérieur présente un diamètre de 58 mm, l'inférieur de 30 mm. L'entraînement des téléphériques est respectivement disposé en altitude. Deux poulies d'entraînement à double gorge sont respectivement entraînées par une transmission et un moteur AC (puissance nominale: 1150 kW). Ceci garantit les couples et puissances importants exigés. Du fait de la taille du câble de traction, les poulies d'entraînement présentent un diamètre de 4,6 m. La puissance nominale du moteur diesel de l'entraînement de secours atteignant 380 kW est aussi impressionnante. Celui-ci pourrait, en cas de besoin, assurer une vitesse d'1 m par seconde. Le sauvetage intervient

au moyen d'un appareil de treuilage à partir de la cabine, dans la mesure où le terrain le permet. Sinon le téléphérique à treuil de la station d'altitude serait utilisé. Ce téléphérique de sauvetage est équipé d'un moteur diesel d'une puissance de 60 kW. Les deux téléphériques à va-et-vient peuvent transporter des charges de 40 tonnes (1<sup>re</sup> section) et jusqu'à 30 tonnes pour la seconde. Sinon les deux téléphériques sont identiques.

### Une visite bien organisée

Environ 170 personnes ont alors eu la possibilité, à l'invitation de Garaventa et de l'UCT, de visiter les deux téléphériques lourds ainsi que la grande nouvelle centrale de Linth-Limmern avec le funiculaire lourd de Linthal. Les participants inscrits ont été préalablement répartis en groupes de 12 personnes et sur des créneaux horaires de visite différents, de manière à assurer un parfait déroulement du programme de visite de la grande centrale. Cette répartition en groupes a dû être effectuée pour des raisons de place. Les groupes ont chacun été accompagnés d'un représentant qualifié d'Axpö, de même que de Garaventa. La visite a respectivement commencé par un film d'Axpö dans le centre d'information de Tierfehd avant de se rendre au Muttsee avec les deux téléphériques lourds, afin



*Malgré une apparence particulièrement simple, les deux véhicules sont équipés d'une technique pour téléphériques ultramoderne.*



*L'entraînement du funiculaire est disposé dans une caverne séparée en dessous de la station d'altitude.*

de pouvoir visiter la toute dernière digue d'accumulation, la plus élevée d'Europe et la plus longue de Suisse. On est ensuite revenu à la station inférieure de la seconde section d'Ochsenstäfeli, d'où on a été conduit par des bus à la nouvelle grande caverne souterraine. De là, on est ensuite parvenu à la station inférieure avec le funiculaire lourd à Tierfehd. Le cercle de cette visite très intéressante a ainsi été fermé.

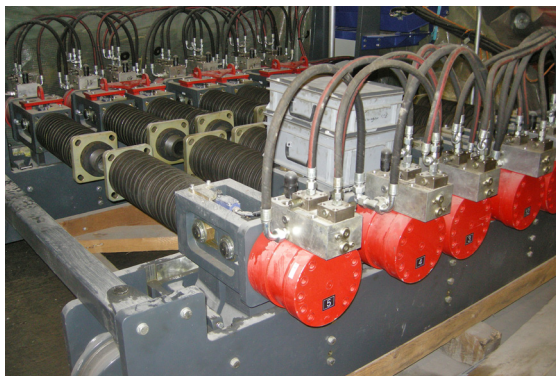
### Une caverne impressionnante

La centrale d'accumulation-pompage des Alpes glaronnaises constitue le plus important projet d'Apox et, avec un total de 2,1 milliards de francs, un important investissement dans la sécurité d'approvisionnement de la Suisse. On dispose avec Linthal 2015 d'une installation très flexible qui, en quelques minutes, peut aussi bien produire d'importantes quantités de courant qu'absorber les excédents momentanés et relever par des pompes de l'eau dans le Muttsee, situé 630 m plus haut, qui peut être accumulée pour un turbinage ultérieur. Le premier groupe de machines a pu être synchronisé au réseau dans les délais en 2015. La nouvelle digue d'accumulation du Muttsee a, cette année, été testée avec le programme d'accumulation officiel et inauguré en septembre 2016. L'année prochaine, les groupes de machines restants 3 et 4 seront encore et finalement

raccordés au réseau. La nouvelle centrale a une puissance de pompage et de turbinage de 1000 MW. Ceci correspond, du point de vue puissance, à la centrale de Leibstadt ou à la centrale hydraulique de Cleuson Dixence. La durée de la construction s'est élevée à six ans. Une nouvelle centrale souterraine a été creusée au pied de la digue existante du Limmernsee à environ 600 m à l'intérieur de la montagne, laquelle comporte une salle de machines et de transformateurs. Les dimensions de la caverne des machines sont impressionnantes: longueur 149,9 m, largeur 30,6 m, hauteur 53 m. Deux conduites sous pression disposées parallèlement relient le Muttsee à la centrale et deux au Limmernsee. L'accès à la centrale est assuré à partir de Tierfehd par une galerie d'accès d'une longueur d'environ 4 km, dans laquelle circule le funiculaire lourd de Linthal. La caverne des machines héberge les quatre groupes d'une puissance respective de 250 MW. Les quatre transformateurs de machines de 280 MVA d'ABB sont disposés dans la caverne des transformateurs un peu plus petite. La tension du courant produit passe de 18 kV à 400 kV pour pouvoir transporter le courant par le réseau suisse.

### Funiculaire lourd

Ces quatre transformateurs ont dû effectuer un long voyage avant de pouvoir finalement être montés dans la caverne. Chacun des quatre transformateurs d'un poids de 190 tonnes a été transporté de l'usine de transformateurs allemande d'ABB à Bad Honnef par péniche, chemin de fer, camion et finalement funiculaire lourd de Tierfehd à la caverne. Ce défi à couper le souffle a duré 16 jours. C'était également une des raisons pour lesquelles le plus grand funiculaire lourd a été construit pour la caverne de la nouvelle centrale. D'autre part, il assure un accès durable et indépendant des conditions atmosphériques à la centrale. Il s'agit d'un funiculaire va-et-vient de deux véhicules circulant sur une voie unique avec des évitements. L'installation est conçue pour des transports normaux jusqu'à 40 tonnes et 30 personnes et circule dans cette configuration à 6 m/seconde. Les transports de personnes sont effectués dans des cabines fermées pouvant être placées sur les plates-formes de chargement horizontales des véhicules. Les plates-formes de chargement doivent être réglées sur l'inclinaison de la voie pour le transport de charges lourdes. D'autre part le véhicule opposé est également chargé, de manière que les conditions de charge restent équilibrées pour l'entraînement. Dans le cas d'éléments particulièrement



*Un wagon de freinage comportant 14 pinces de freins-parachutes fixées au wagon plat côté amont transmet les forces de freinage par deux barres de traction massives au véhicule.*



*Des transports spéciaux atteignant 215 tonnes ont été réalisés avec le funiculaire lourd.*

lourds de la centrale, à partir de 80 tonnes, un train de roulement supplémentaire est monté sur le véhicule de transport de charges. Tous les transports lourds sont chargés à l'extérieur de la galerie du tunnel dans la zone d'entrée et parviennent, par une galerie horizontale et des plates-formes de révision basculables, sur la voie inclinée. De manière à assurer le transfert dans la galerie horizontale, les véhicules sont séparés du câble et déplacés par un véhicule de traction (par ex. un camion). Un des véhicules est équipé d'une tête d'extrémité de câble, de manière à pouvoir réaliser rapidement et en toute sécurité le processus de séparation du câble. L'accrochage et le décrochage de la douille de câble lourde s'effectuent à l'aide d'un dispositif de levage réglable. Les deux véhicules du nouveau funiculaire sont, malgré leur apparence particulièrement simple, d'une technique ultramoderne. Ils possèdent de tout nouveaux bogies nouvellement développés d'un diamètre de roue de 750 mm et quatre pinces de freins-parachutes intégrées d'une force de freinage unitaire de 90 kN.

### **Entraînement d'exécution redondante**

Un véhicule séparé spécial est utilisé pour les transports spéciaux à partir de 215 tonnes, lequel, en raison de sa faible

hauteur de construction, est dénommé de wagon plate-forme. Un wagon de freinage fixé au wagon plate-forme côté amont, doté de 14 pinces de freins-parachutes, transmet les forces de freinage apparaissant par deux barres de traction massives au véhicule. Etant donné que ces forces de freinage sont symétriquement réparties sur les deux rails, les pinces des freins-parachutes du côté boudin sont relevées pour le passage des aiguillages. Le système de remplacement basé sur des releveurs de torons est utilisé dans ces domaines pour préserver le niveau de sécurité, même en l'absence de freins-parachutes. L'entraînement du funiculaire est disposé dans une caverne séparée en dessous de la station d'altitude. Six étages complets doivent être franchis pour parvenir de la salle de commande à la salle des machines. L'unité d'entraînement est constituée par deux lignes d'entraînement qui, selon le mode de fonctionnement, sont utilisées séparément ou en commun. Afin d'éviter un excès de freinage dans ce funiculaire plutôt plat, sans câble de retenue, les deux systèmes de freinage de l'entraînement (frein de service et de sécurité) sont équipés d'une temporisation. Les systèmes de freinage séparés sont encore une fois répartis en deux canaux, de manière qu'en cas de défaut de fonctionnement, au maximum la force de la demi-force de freinage non régulée réagisse, afin que,

même en cas de panne, aucune situation dangereuse ne puisse survenir. La totalité du système d'entraînement est de construction redondante et garantit ainsi une haute disponibilité.

Pour les visiteurs, cette manifestation a été une possibilité unique de connaître les superlatifs en matière de téléphériques et de construction de centrales. Dommage que les deux téléphériques lourds doivent maintenant être démantelés, car il sera d'autant plus difficile de pouvoir transmettre à la postérité dans quelles circonstances difficiles a été construite l'importante, nouvelle et performante centrale d'accumulation-pompage de Linth-Limmern. En conséquence, il ne restera plus que des photos et des films ainsi que des articles spécialisés pour montrer à la postérité les performances techniques qui ont été nécessaires pour édifier la centrale. D'ici novembre 2016, les câbles de la seconde section seront démontés et, l'année prochaine, le reste des éléments. Une année après, la première section sera également entièrement démontée.