

---

# Gagnez les hauteurs avec ABB

—  
Le nouveau funiculaire de Stoos peut transporter 1500 personnes par heure dans les deux sens. Il dessert le village de montagne Stoos et ses 150 habitants et parcourt un dénivelé de 743 m en quatre minutes.

—  
Découvrez en vidéo le funiculaire le plus raide du monde:  
[tiny.cc/stoosbahn](https://tiny.cc/stoosbahn)





Les montagnes exercent une grande fascination. Avec le développement des téléphériques dans les zones montagneuses, la montée devient facile – il suffit de grimper dans la prochaine cabine pour gagner facilement le sommet. Le confort, la sécurité et la performance énergétique des chemins de fer n'ont cessé de s'améliorer au fil des années. Et ce, grâce aux solutions techniques d'ABB entre autres.

Pourquoi grimper sur ces hautes montagnes? «Parce qu'elles sont là», a répondu Sir Edmund Hillary, premier homme à avoir conquis l'Everest. Cela n'explique cependant pas vraiment pourquoi des millions de personnes gagnent chaque année les sommets des Alpes par exemple. Que ce soit le sentiment d'immensité et de liberté qui les anime ou simplement la magnifique vue qui les attend, les touristes affluent.

#### **Le téléphérique, un facteur économique**

Dans les Alpes, on recherche des idées créatives, faciles à commercialiser. Les téléphériques sont en cela un facteur économique important. Le terme téléphérique englobe non seulement les télécabines qui transportent les voyageurs au-dessus du sol, mais aussi les remontes-pentes, ainsi que les funiculaires dans lesquels la cabine est entraînée sur un système de rails. Il existe 2900 téléphériques en Autriche, 2450 en Suisse et 1600 en Allemagne. En 2015, les usagers des téléphériques et de services tels que l'hébergement et la restauration ont généré un chiffre d'affaires total de 740 millions EUR en Allemagne, 1100 millions en Suisse et 1300 millions en Autriche.

### Le choix des airs

Le téléphérique présente un fort potentiel aussi du point de vue des sports d'hiver et du tourisme de randonnée. Face aux problèmes d'engorgement sans fin, ce moyen de transport à courte distance profite d'une troisième dimension et peut non pas remplacer le système, mais le soulager. Le chemin de fer dans les airs a de nombreux atouts. Statistiquement, c'est le moyen de transport le plus sûr. Les délais de construction sont relativement courts et l'espace nécessaire est réduit. Étant électrique, il aide aussi à réduire les polluants. Dans certaines métropoles d'Amérique du sud et d'Amérique centrale en particulier, ces cabines qui s'élèvent au-dessus des habitations font partie du paysage urbain. Les systèmes de transport urbains ne représentent pour le moment que 10% du marché des téléphériques, mais la tendance est à une croissance rapide. C'est ce qu'écrit le Tagesspiegel à l'occasion de l'inauguration de la ligne de téléphérique qui relie deux mégapoles en Bolivie La Paz et El Alto. Cette ligne est le téléphérique urbain le plus long du monde. En Europe, les téléphériques ne sont encore qu'un segment de niche, mais ils sont de plus en plus envisagés.

### Un moyen de transport ancien à fort potentiel

La première construction ayant permis le transport de marchandises et de personnes par câble date vraisemblablement de 250 av. J.-C. en Chine. Le plus ancien téléphérique d'Allemagne,

le Predigtstuhlbahn situé à Bad Reichenhall, fonctionne encore aujourd'hui avec les câbles porteurs, le système d'entraînement et les machines de 1928, année de sa construction. Depuis, la technique a néanmoins beaucoup évolué. «Aujourd'hui, les chemins de fer offrent aux usagers et aux amoureux de la montagne un plus grand niveau de confort et de sécurité», souligne Ueli Spinner, directeur commercial Grands comptes et Service chez ABB Suisse. Souvent, ce sont des détails pas toujours visibles, comme certaines fonctions de sécurité spéciales: «Nous développons notamment des

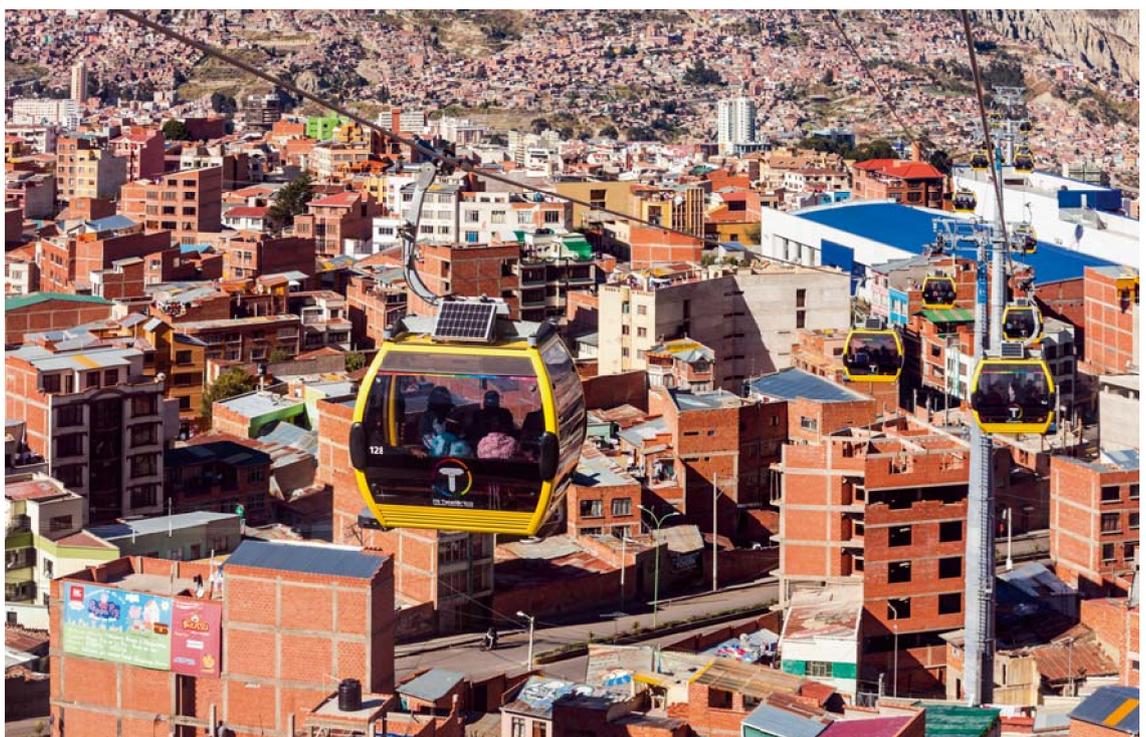
—  
Les systèmes de transport urbains ne représentent que 10% du marché des téléphériques, mais la tendance est à une croissance rapide.

fonctions d'arrêt électroniques pour empêcher le téléphérique de partir tant que des voyageurs montent encore.»

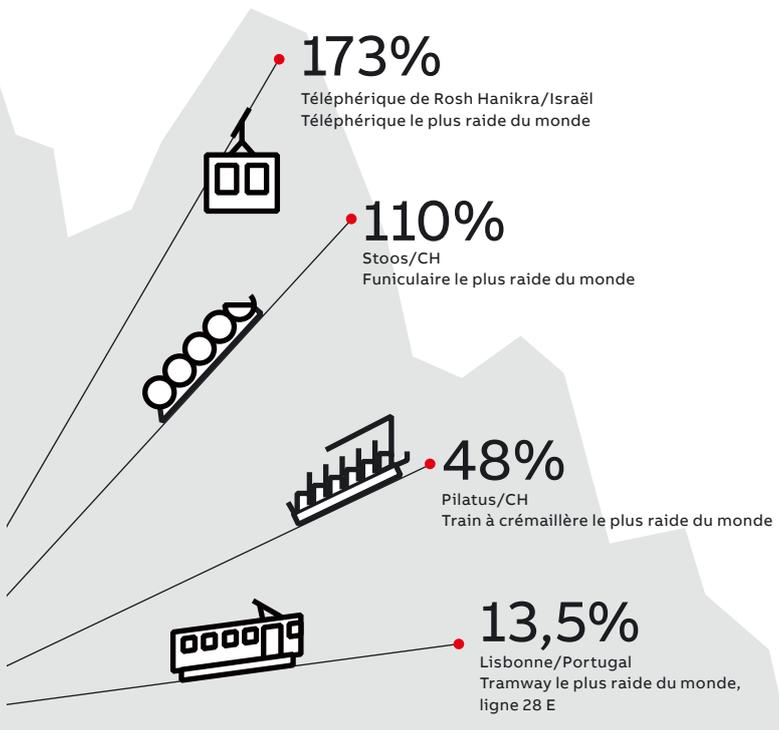
### Un record mondial

Le funiculaire inauguré le 17 décembre 2017 à Stoos dans la vallée Muotatal en Suisse établit un record vertigineux. Avec une pente de 110%, c'est le funiculaire le plus raide du monde.

—  
La ville de La Paz en Bolivie va établir d'ici 2019 le plus grand réseau de téléphériques urbain du monde. Six nouvelles lignes viendront compléter les trois existantes. 1400 cabines planeront alors au-dessus des toits des maisons. La Paz est située à une altitude de 3600 m. À l'ouest se trouve El Alto, encore plus haut. De nombreuses personnes font la navette entre ces deux villes. Elles pourront faire le trajet entre El Alto et El Paz en 15 minutes seulement, confortablement installées dans un téléphérique, au lieu de passer des heures dans les embouteillages.



## Des pentes raides!



Les téléphériques sont le moyen de transport idéal pour toutes les pentes.

Cette construction spéciale présente des défis en termes de statique et de dynamique: «Nos ingénieurs ont tout particulièrement été consultés pour des questions d'entraînement et de freinage. Dans le cadre de son fonctionnement normal, l'énergie est produite électriquement avec le moteur d'entraînement, la mécanique d'entraînement et le câble. Deux moteurs d'entraînement ABB d'une puissance continue totale de 2,3 MW sont dimensionnés pour un double entraînement de 1,15 MW chacun. Le système ACS800 assure quant à lui une variation continue de la vitesse», explique Erich Megert, directeur Marketing chez Sisag AG. La commande a été construite par la société suisse. Les ingénieurs se sont particulièrement concentrés sur le système de freinage parachute du véhicule qui agit sur le rail en cas de rupture du câble: «Il s'agit d'un système de freinage qui doit couvrir tous les cas de charge avec des critères de déclenchement très variés», souligne M. Megert.

Le design des deux véhicules est très inhabituel avec leurs quatre compartiments de voyageurs cylindriques respectifs, tels des tonneaux grim pant la montagne. Ils sont équipés d'une compensation de dévers qui permet à chaque compartiment de tourner en fonction du dévers et de compenser ainsi élégamment la différence de déclivité. Le niveau des voyageurs reste lui toujours horizontal.

## Performance énergétique dans la vallée de Lenzerheide

Aujourd'hui, la plupart des téléphériques en Suisse sont équipés de la technologie d'ABB qui possède des dizaines d'années d'expérience dans les chemins de fer de montagne et les téléphériques. «Le défi actuel consiste surtout à développer la technique sur le plan de la performance énergétique», explique Ueli Spinner. Le téléphérique reliant Arosler Hörnli et Urdenfürggli dans la vallée de Lenzerheide et mis en service en 2014 en est un parfait exemple. D'une capacité de 150 personnes par cabine, la nouvelle liaison de la Steurer Seilbahnen AG compte parmi les plus importantes de Suisse. ABB a fourni les deux entraînements, incluant un moteur asynchrone et un convertisseur de fréquence ACS800. Quand un téléphérique descend, son convertisseur de fréquence passe en mode générateur et transforme l'énergie de freinage en énergie de traction pour l'autre téléphérique. L'excédent de courant est envoyé aux téléphériques voisins ou à d'autres installations. Autre innovation: un Smart Grid automatique de Sisag est installé au sommet de la montagne. En cas de besoin, ce système de gestion de l'énergie en réseau peut réduire la vitesse d'un téléphérique pendant une courte durée et délester certains consommateurs, par ex. des canons à neige ou la ventilation du restaurant en altitude.

## En route pour la Zugspitze!

Le nouveau téléphérique de la Zugspitze est une bonne illustration des réalisations techniques d'aujourd'hui. Il a été inauguré trois jours avant Noël, après trois années de travaux. L'ancien téléphérique avait atteint ses limites en matière de capacité. Il transportait 270 voyageurs toutes les heures vers le haut du sommet. Le nouveau

Aujourd'hui, la plupart des téléphériques en Suisse sont équipés de la technologie d'ABB qui possède des dizaines d'années d'expérience dans les chemins de fer de montagne et les téléphériques.

en transporte 580. Le nouveau téléphérique bat trois records mondiaux: avec une hauteur de 127 m, il possède le pilier d'acier le plus haut; il parcourt le plus grand dénivelé – 1950 m – et, parce qu'il possède un seul pilier porteur, il a la plus grande portée libre du monde avec 3213 m. Ce téléphérique à mouvement de va-et-vient a



Entièrement vitrées et très spacieuses: les nouvelles cabines étaient le point de mire le jour de l'inauguration le 21 décembre 2017.

Un regard sur la station inférieure du téléphérique de la Zugspitze révèle les deux moteurs synchronisés d'ABB.

Découvrez les impressions du voyage dans le téléphérique de la Zugspitze: [tiny.cc/abb\\_zugspitze](http://tiny.cc/abb_zugspitze)



## Trois questions à



**UELI SUTTER**  
CHEF DE PROJET DES VENTES  
CHEZ GARAVENTA AG

### Le nouveau funiculaire de Stoos est le plus raide du monde. Quel a été le plus gros challenge?

J'en citerai trois. D'abord les différences de déclivité: c'est le funiculaire le plus raide de ce type avec une pente de 110%, mais les quais sont horizontaux. Ensuite, le poids des véhicules: ils doivent être les plus légers possibles pour réduire la puissance d'entraînement et donc la consommation d'énergie. Et enfin la vue: nous souhaitions créer une expérience optimale avec un vitrage panoramique.

### Comment est née l'idée de cet étonnant design?

Nous l'avons imaginé en raison de la grande pente qui passe de 0% à 110% et de la très faible section du tunnel. En outre, le fait de ne pas utiliser une structure à suspen-

sion optimise la vue dans les cabines.

### Combien de temps a duré la phase d'essais?

Les essais, de la pose des véhicules jusqu'à l'inauguration, ont duré environ neuf semaines. La mise en service n'a pas été simple: elle a débuté par les premières marches de référence sur les voies et à travers les tunnels. Les poulies ont ensuite été ajustées. Après des essais de freinage, nous avons progressivement augmenté la vitesse de marche jusqu'à la vitesse maximale de 10 m/s. Des contrôles de sécurité ont été effectués avec une consigne précise des résultats afin de préparer la réception auprès de l'Office fédéral des transports. Et un essai d'exploitation approfondi a été réalisé pour finir.



été construit par Garaventa AG, société suisse du groupe Doppelmayr/Garaventa, leader mondial de la construction de téléphériques. Deux cabines avancent à l'opposé l'une de l'autre sur le téléphérique, sur une construction à câble porteur qui les maintient dans les airs. Des câbles de traction actionnés par un moteur électrique assurent l'entraînement.

### Des câbles en acier

Les câbles sont la pièce maîtresse de tous les téléphériques. C'est ce qu'affirment les constructeurs du nouveau téléphérique de la Zugspitze: les quatre câbles porteurs et les deux câbles de traction ont été fabriqués à partir de 5,5 millions de mètres de câble au total. Les deux gros câbles porteurs, d'un diamètre de 7,2 cm chacun pour une charge de rupture maximale de près de 700 t, maintiennent les cabines dans les airs. À l'intérieur se trouve un câble à fibre optique pour la transmission de données entre la station inférieure et supérieure. Le câble de traction du bas d'un diamètre de 4,1 cm et celui du haut d'un diamètre de 4,7 cm forment une boucle de traction.

Une parfaite interaction entre le moteur, le convertisseur de fréquence et la mécanique est

nécessaire pour garantir un déplacement sûr et en douceur des cabines. La tâche incombe à la commande construite par la société suisse Frey AG Stans. «Le maître d'ouvrage a spécifié plus de 120 points dans un cahier des charges détaillé, par ex. comment la commande doit fonctionner et communiquer avec les autres éléments du système pour aboutir à un fonctionnement sans défaut et une disponibilité maximale», indique Martin Niederberger, directeur adjoint de Frey AG Stans.

### Un double concept d'entraînement

Une très grande puissance est nécessaire à la traction des cabines sur le long parcours dont la pente atteint 104%. Cette puissance est fournie par un double concept d'entraînement. Dans la station inférieure, deux moteurs triphasés de 800 kW d'ABB installés côte à côte contribuent au transport des voyageurs sur la montagne à une vitesse de 10,6 m/s. L'entraînement à deux moteurs est alimenté par des modules de puissance hautement disponibles de la série ACS880 d'ABB. Ces convertisseurs de fréquence d'une grande précision de réglage sont polyvalents et peuvent être parfaitement adaptés aux exigences des téléphériques. «Nous utilisons depuis des dizaines d'années des produits d'ABB pour les composants d'entraînement», souligne M. Niederberger.

### Sécurité en cas d'urgence

Des composants de puissance redondants d'ABB sont également utilisés pour les situations d'urgence: un moteur triphasé de 280 kW pour la traction de secours et un moteur CA de 250 kW réglé par un convertisseur de fré-

Ces convertisseurs de fréquence d'une grande précision de réglage sont polyvalents et peuvent être parfaitement adaptés aux exigences des téléphériques.

quence pour la traction montante. «Ces équipements de sauvetage sont déterminants en cas d'incident et doivent être conformes à de strictes exigences pour une fiabilité absolue», explique M. Niederberger. Dans le même esprit, en cas de panne d'alimentation, une très grande installation de secours de 2 MW assure le fonc-



tionnement du téléphérique de l'Eibsee, sans aucune restriction.

### Un système électrique performant, même à haute altitude

En haute montagne, à plus de 2000 m d'altitude, les conditions climatiques sont rudes. Les températures très basses, l'humidité et surtout la faible pression atmosphérique malmènent les installations électriques. Dans les alimentations électriques, l'air sert d'isolant électrique. La densité de l'air et sa rigidité diélectrique – l'intensité de champ à laquelle résiste un matériau ou une substance sans produire d'étincelle – sont décisifs pour le pouvoir isolant. Or, plus l'altitude est élevée, plus la rigidité diélectrique est faible en raison d'une diminution de la densité de l'air.

Cependant, qu'il s'agisse de contacteurs, de contacteurs-disjoncteurs ou de disjoncteurs, les produits basse tension d'ABB s'adaptent parfaitement aux hautes altitudes: «En haute montagne, les installations électriques requièrent une distance d'isolement et des lignes de fuite plus grandes», explique Bernhard Caviezel de la division locale Produits d'électrification chez ABB Suisse. «Si les équipements sont réglés selon les paramètres prédéfinis et testés par ABB, il est possible de compenser la baisse de rigidité diélectrique. Les installations fonctionnent alors parfaitement, même là-haut sur la montagne. Des clients renommés comme Doppelmayr, utilisent depuis fort longtemps de nombreux produits d'ABB à haute altitude et en sont satisfaits.»

Informations: ueli.spinner@ch.abb.com

Autre exemple d'application de la technologie d'ABB: la Skiarena Andermatt-Sedrun. En plein développement, elle va devenir le plus grand site de sports d'hiver de la Suisse centrale: de nouveaux téléphériques ont été récemment mis en service et d'autres sont en préparation. Les installations ont été réalisées par Garaventa, Leitner et Bartholet; toutes sont dotées de commandes de Frey AG Stans ou de Sisag AG. Et toujours avec des entraînements d'ABB.

Découvrez comment la technologie d'ABB contribue à votre détente en haute altitude dans les Alpes: [new.abb.com/alps/fr](http://new.abb.com/alps/fr)

