

SEPTEMBRE 2011

Partenaire de l'O.I.T.A.F.

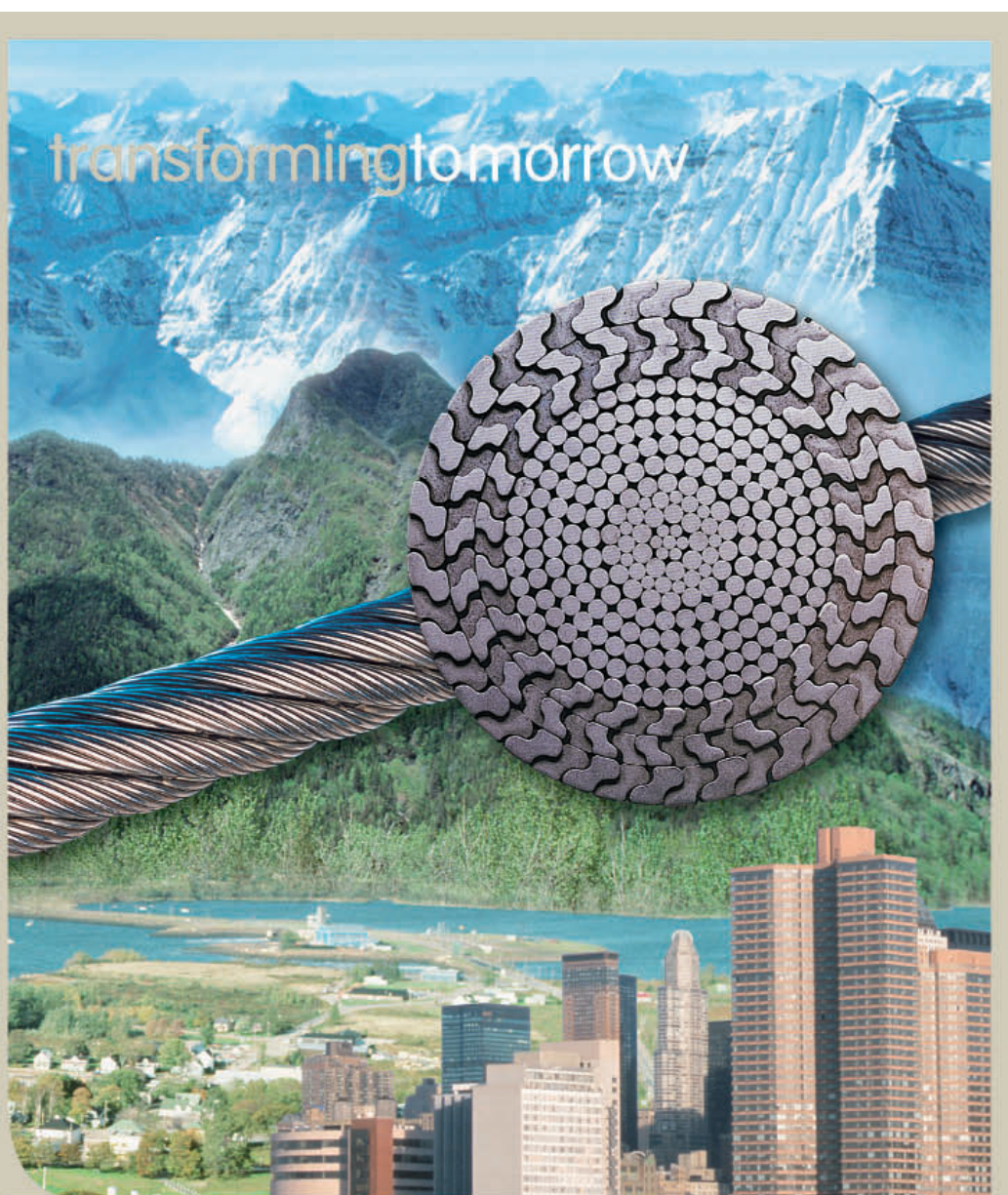
# ISR

www.isr.at

Congrès mondial  
de l'O.I.T.A.F. Rio 2011

REVUE INTERNATIONALE  
DES TÉLÉPHÉRIQUES

# Spécial SNTF



ArcelorMittal Wire France  
Special Wires Ropes  
25, av de Lyon | F - 01000 Bourg-en-Bresse  
T +33 474 32 82 16 | F +33 474 32 81 05  
cableway.ropes@arcelormittal.com  
www.arcelormittal.com



ArcelorMittal

BOUND TO BE THE BEST.

**Le nouveau treuil 4,5 tonnes devient la référence.**

Conjuguant performance et rendement, le nouveau treuil 4,5 tonnes entre en piste sur les PistenBully 600 W et PistenBully 600 Polar W. Puissance accrue, capacité de traction supérieure, sécurité maximale pour le chauffeur qui connaît en permanence la longueur de câble disponible, entretien et maintenance allégés, tous les atouts sont rassemblés pour atteindre les sommets !



# EDITORIAL

Pour l'édition spéciale d'ISR publiée à l'occasion du Congrès annuel de Domaines skiables de France à Toulouse, nous avons tenu à vous faire et nous faire plaisir en vous proposant deux articles techniques de haut niveau : l'un consacré aux « Installations à câbles en milieu urbain » et l'autre aux « Oscillations sur les installations de transport à câbles ».



**Christian Amtmann**  
Chef d'équipe

Dans le monde entier, on se creuse la cervelle à la recherche de solutions à la fois économiques et écologiques pour la mobilité de demain. Et l'on oublie tout simplement que la technologie du câble offre depuis longtemps les moyens les plus aptes à réaliser dans une optique de durabilité les concepts de transport du futur.

C'est bien pourquoi le X<sup>e</sup> congrès de l'O.I.T.A.F. a choisi pour thème cette formule nette et suggestive : « Transport à câbles : sûr, propre, un succès pour l'avenir ». L'objectif du Congrès de Rio de Janeiro devrait donc être, selon nous, de dégager clairement les nombreux avantages d'une installation à câbles pour le transport urbain et de formuler un argumentaire convaincant pour les architectes des futurs concepts de transports dans le monde entier. Josef Nejez, rédacteur technique d'ISR, a réuni pour vous, dans un article détaillé, tout ce qu'il importe de savoir sur le thème « Installations à câbles en milieu urbain ».

Les phénomènes d'oscillations se produisant sur les installations de transport à câbles sont trop souvent causes de pannes, voire de dommages sur l'appareil. C'est pourquoi nous avons décidé de débiter cette année la publication d'une série d'articles sur cet éminent sujet. En tant que participant au congrès annuel vous pourrez lire dès maintenant en exclusivité la première partie de cette série d'articles d'un haut niveau technique, signés Georg A. Kopanakis.

L'équipe de rédaction d'ISR vous souhaite un congrès très réussi et espère que vous aurez du plaisir à lire ce numéro spécial dont la « technique » est le grand thème.

*Christian Amtmann*

# SPÉCIAL SNTF



Page 42

## LE CÂBLE EN MILIEU URBAIN

**40** Josef Nejez : Les installations à câbles en milieu urbain

## TÉLÉPHÉRIQUES

**48** Bartholet Maschinenbau AG : Une grande variété de systèmes

## COMMENTAIRE

**49** Laurent Reynaud : Toute l'Europe

## PLANIFICATION

**50** Ecosign: un nouveau plan directeur pour Courchevel

## TECHNIQUE

**51** Georg A. Kopanakis et Reto Canale : Problèmes d'oscillations sur les installations à câbles

**52** Les oscillations sur les installations de transport à câbles, 1<sup>ère</sup> partie.

Page 43



## PISTE

**56** Kässbohrer : Un engin ultra-puissant pour les pistes exigeantes

## O.I.T.A.F.

**58** Congrès de l'O.I.T.A.F. : le programme

**59** Mentions légales

## Creative Design for World Class Resorts



**ecosign**  
Mountain Resort Planners Ltd.

**NORTH AMERICA**  
8073 Timber Lane P.O. Box 63  
Whistler BC Canada V0N 1B0  
tel: 604.932.5976  
Fax: 604.932.1897  
email: info@ecosign.com

**ECOSIGN EUROPA**  
Konrad Doppelmayr Str. 17  
Wolfurt Austria A-6960  
tel: 043.5574.90.690.11  
email: info@ecosign.at

**ECOSIGN ASIA**  
3-16-12 Nishikasai Edogawa-ku  
Tokyo 134-0088  
tel: 81.03.3680.8276  
email: ecosignasia@gol.com

website: [www.ecosign.com](http://www.ecosign.com)

# Les installations à câbles en milieu urbain

Dans son article de fond, Josef Nejez présente les différents aspects du transport par câbles dans le contexte urbain, en se concentrant sur la terminologie et les systèmes utilisés dans ce domaine.



**Prof. Dr. Josef Nejez**  
Rédacteur technique  
d'ISR

**Même si**, en France comme dans d'autres pays européens à relief montagneux, les investissements dans les transports à câbles se concentrent aujourd'hui essentiellement sur les activités de sports d'hiver, on ne saurait se faire d'illusions et il faut bien

constater que le tourisme d'hiver arrive en quelque sorte à saturation tandis que dans d'autres pays c'est le climat qui exclut d'emblée la pratique des sports d'hiver. En revanche, presque tous les pays sont concernés par les problèmes des transports publics dans les villes en continuelle expansion. Or, les installations à câbles peuvent apporter ici une solution intéressante, comme le prouve l'évolution de ces dernières années au cours desquelles des installations à câbles urbaines de tous types ont été réalisées.

Or, il convient d'abord de se demander ce que l'on entend précisément par « installations à câbles urbaines ». On en a souvent discuté bien que l'on puisse penser que l'épithète « urbaines » dise bien de quoi il s'agit. En fait, ce n'est pas le cas et je vais essayer ici de définir aussi clairement que possible ce qu'il faut entendre exactement par ce terme, tout en sachant que l'on va aussi rencontrer des cas limites n'entrant pas toujours dans le cadre de l'une ou l'autre définition.

Disons pour commencer qu'il n'existe pas de définition officielle du terme « installations à câbles urbaines ». Dans la profession, on entend par là des installations à câbles qui sont implantées tout au moins en partie en milieu urbain, d'une part, et sont intégrées dans un réseau de transports publics de proximité (TPP), d'autre part. Il ne suffit donc pas

Photo : Doppelmayr / Garaventa



Fig. 1 : Le funiculaire de « Taksim – Kabatas » à Istanbul /Turquie

qu'une installation à câbles se trouve dans une zone urbaine ; pour être considérée comme installation de transport à câbles urbaine elle doit en même temps remplir les fonctions d'un moyen de transport public. La principale caractéristique d'une installation à câbles urbaine est le fait qu'elle soit utilisée principalement pour le transport de citoyens, en particulier lorsqu'ils se déplacent pour leur travail, et non pas essentiellement pour le transport de touristes. En tant qu'élément d'un réseau de TPP, elle a à peu près les mêmes fonctions que les autobus urbains, les tramways, le métro ou le RER – dont elle se distingue cependant par un débit moins important et un rôle différencié (en général moins de stations). Les installations à câbles urbaines sont en particulier intéressantes dans

la mesure où elles vont être combinées avec d'autres moyens du réseau de TPP.

Cette interprétation « stricte » du terme d'installations à câbles urbaines a une bonne raison : il existe une différence essentielle entre ces installations et les autres installations à câbles en ce qui concerne les exigences de disponibilité et les heures de fonctionnement. La disponibilité exigée des installations à câbles urbaines est de l'ordre de 99,5 %. Elles peuvent être en service 20 heures par jour, 365 jours par an.

### Systèmes avec traction par câbles dans le contexte urbain

Il faut d'abord noter qu'il n'y a pas de distinctions claires entre les divers systèmes à câbles

quant à leur aptitude à fonctionner en milieu urbain, mais on verra qu'il existe en fait des préférences nettes découlant des exigences de l'exploitation dans le cadre des transports publics de proximité. Prenons pour commencer les deux grands groupes de systèmes avec traction par câbles : les installations liées au sol, autrement dit les funiculaires, et les installations téléportées ou téléphériques. Les particularités de ces deux groupes de systèmes entraînent des différences marquantes.

## Les funiculaires

Même si, ces dernières années, on a vu se multiplier les téléphériques urbains du type monocâble à mouvement unidirectionnel, la majeure partie des installations à câbles utilisées en milieu urbain sont des funiculaires. Comme les autres moyens de transports publics, les funiculaires ne posent pas le problème de l'exposition aux vents latéraux ; convenablement équipés sur le plan technique, ils présentent donc un très haut niveau de disponibilité, difficile à atteindre sur les téléportés en raison de l'influence possible des vents latéraux. Par ailleurs, la capacité des trains de cabines de funiculaires, liés au sol, peut être très supérieure à celle des cabines de téléphériques, ce qui – indépendamment d'autres paramètres tels que durée du cycle de voyage pour le système à va-et-vient et cadence de présentation des cabines sur le système unidirectionnel – permet d'obtenir des débits plus élevés, un paramètre essentiel pour les transports publics de proximité. Nous pouvons citer en particulier deux exemples de funiculaires urbains modernes : le « Taksim - Kabatas » d'Istanbul (Fig. 1) et le « Hungerburgbahn » d'Innsbruck (Fig. 2). Le funiculaire de « Taksim - Kabatas » qui relie sous tunnel le centre européen de la ville, Taksim, au quartier de Kabatas, sur le port, atteint un débit de 7 500 p/h. Le « Hungerburgbahn » d'Innsbruck est un funiculaire urbain dont une partie du trajet s'effectue en terrain plat tandis que l'autre partie présente un fort dénivelé. Pour cette raison, les véhicules sont dotés d'un système de compensation de niveau pour les compartiments voyageurs.

## Les téléphériques

Comme nous l'avons déjà dit, les téléphériques posent d'une façon générale le problème de l'influence des vents latéraux sur la disponibilité de l'installation ; en revanche ce système a d'autres avantages sur lesquels nous allons revenir. Il faut dire d'abord que la dis-



Fig. 2 : Le funiculaire du « Hungerburg » à Innsbruck/Autriche

ponibilité des téléphériques urbains peut être nettement améliorée par rapport à celle des installations touristiques grâce à un certain nombre de mesures techniques spéciales (p.ex. redondance dans la configuration de l'entraînement).

Le principal avantage des téléphériques est leur indépendance par rapport au transport individuel, simplement du fait du système : ils circulent en quelque sorte à un niveau supérieur. Dans le cas des funiculaires, cette indépendance n'est pas immanente au système, elle nécessite généralement la construction d'ouvrages (travées de pont ou tunnels). Et ceci représente en premier lieu un facteur de coûts. Le tracé d'un funiculaire passant au-dessus (pont) ou au-dessous (tunnel) du niveau de la circulation individuelle représente plusieurs fois celui d'un téléphérique avec pylônes et câbles. L'avantage du téléphérique sur le funiculaire concernant le coût de réalisation est particulièrement net lorsqu'il s'agit de franchir un fleuve ou un bras de mer. Autre avantage d'un téléporté : l'intérêt du trajet,

grâce à la vue souvent impressionnante qui s'offre aux passagers depuis les cabines. Si cet aspect présente peu d'intérêt pour qui prend le téléphérique tous les jours pour aller à son travail, il constitue par contre une attraction bienvenue pour le tourisme urbain.

Si l'on fait maintenant la distinction entre téléphériques à va-et-vient et installations à mouvement unidirectionnel, nous nous retrouvons face aux arguments habituels en faveur de l'un ou l'autre système, les principaux éléments à prendre en considération étant les possibilités d'implantation de pylônes et le débit souhaité. Normalement, on choisira le téléphérique à va-et-vient pour enjamber un bras de mer tandis qu'un système unidirectionnel conviendra mieux lorsqu'il s'agit de relier une banlieue au système de TPP existant.

Pour les téléphériques à va-et-vient urbains, on citera l'exemple du « Tram Roosevelt Island » établissant la liaison avec Manhattan par-dessus l'East River (Fig. 3) ou encore celui du téléphérique de « Marquam Hill », à



Fig.3 : Le téléphérique de « Roosevelt Island » à New York/USA

Portland, remarquable pour son design original (Fig. 4). Le nouveau « Tram » de Roosevelt Island, franchissant l'East River à Manhattan, est un double téléphérique à va-et-vient avec une cabine pour chaque appareil et voie de 3,2 m pour les double câbles porteurs. Le téléphérique de « Marquam Hill » de Portland, au design impressionnant, relie la Oregon Health & Science University et son environnement sur le Marquam Hill au South Waterfront District.

Pour les installations unidirectionnelles urbaines, on citera en particulier le téléphérique du « Renon », à Bolzano, dont l'originalité réside dans l'utilisation du système 3S (Fig. 5). Il relie la partie de la ville située sur le haut-plateau du Renon au réseau de transports publics de Bolzano.

Depuis quelques années, on constate en Amérique du Sud et en Afrique du Nord une tendance marquée à la construction de téléphériques urbains à mouvement unidi-

rectionnel utilisant le système monocâble. Nous citerons quatre exemples : Medellin, en Colombie, possède déjà trois « Metrocables » (Fig. 6) reliant des banlieues à une station de métro ; à Caracas, la télécabine 8 places de « San Agustín » (Fig. 7) a la même fonction. Les télécabines 15 places réalisées dans les villes algériennes de Constantine, Skikda et Tlemcen (Fig. 8) relient des zones de lotissement ou d'excursion au centre ville tandis que la télécabine 10 places « Moro de Alemaño », en 5 tronçons, récemment inauguré à Rio de Janeiro (Fig. 9) raccorde le quartier nord d'Alemaño au centre de la ville.

### Les APM

Une étude des systèmes de transport à câbles présentant de l'intérêt dans le contexte urbain se doit de faire également mention des APM (Automated People Mover ou systèmes de transports collectifs automatiques).

Selon la définition empruntée à une norme nord-américaine, l'Automated People Mover Standards de l'ASCE (American society of Civil Engineers), un APM est un moyen de transport guidé, fonctionnant en automatisation intégrale, doté de véhicules qui circulent sur une voie dédiée qui leur est exclusivement réservée ; dans le texte original : *An Automated People Mover (APM) is defined as a guided transit mode with fully automated operation, featuring vehicles that operate on guideways*



Photo : Leitner ropeways

5

Fig. 5 : Le téléphérique du « Renon » à Bolzano /Italie

*with exclusive right-of-way.*

Du point de vue technique, on distingue deux groupes d'APM : les systèmes à véhicules automoteurs et ceux à véhicules tractés par câbles. La plupart des véhicules d'APM aujourd'hui en service sont équipés de moteurs électriques embarqués ; ils n'entrent donc pas dans la catégorie des installations à câbles. On voit cependant se multiplier les APM dont les véhicules sont tractés par un câble : en quelque sorte des ascenseurs horizontaux ou une nouvelle déclinaison de la technologie des téléphériques à mouvement unidirectionnel, pouvant être considérés du point de vue technique comme des funiculaires horizontaux ou presque horizontaux. Ces systèmes de funiculaires APM présentent sur les autres systèmes de TPP l'avantage de leurs faibles coûts d'investissement et d'exploitation. Leur principale différence par rapport aux funiculaires classiques est contenue dans leur définition : le fonctionnement en automatisme intégral. Sur un APM, il n'y a donc ni agent d'accompagnement, ni préposé qui appuie sur la touche Départ après réception du signal voulu transmis par la station opposée ; le déroulement automatique du trajet est seulement surveillé à l'écran dans la salle de contrôle.

Actuellement, trois systèmes différents d'APM avec traction par câbles sont en service :

le Cable Liner Shuttle de Doppelmayr Cable Car

le Minimetro de Leitner

le Système de transport de personnes (STP) de Poma-Otis.

Un version spéciale du Cable Liner Shuttle est pour l'instant en cours de construction à Caracas, la capitale du Venezuela. Cet APM fonctionne selon le Pinched-Loop-System : quatre boucles de câble tracteur entraînées séparément, avec possibilité de connexion et déconnexion des véhicules d'une boucle à l'autre, permettent d'utiliser quatre trains de cabines circulant sur deux voies en fonctionnement unidirectionnel discontinu.

Du point de vue de leur spécificité en tant que moyens de transport en commun, les APM ont principalement pour vocation l'utilisation comme réseau secondaire de TPP et comme moyens de transport dans les aéroports.

Photo : Sigma



Fig. 6 : La télécabine 8 places « Metrocable 1 » à Medellín/Colombie

Photo : Doppelmayr



Fig. 7 : La télécabine 8 places de « San Agustín » à Caracas/Venezuela

Photo : Doppelmayr / Garaventa



Fig. 4 : Le téléphérique de « Marquam Hill » à Portland/Oregon/USA

# LE CÂBLE EN MILIEU URBAIN

## Réseau secondaire de transports publics de proximité

Vu leur débit typique, de 3 000 p/h environ, et leur vitesse normale de l'ordre de 8 m/s, les APM ne répondent pas aux besoins du réseau principal de transports urbains : leur débit, leur vitesse et la longueur possible du système seraient ici insuffisants. En revanche, ils sont parfaitement adaptés à l'utilisation comme moyens de desserte des stations du réseau principal. Si l'on se base sur le fait qu'une distance de 400 à 500 m à pied pour rejoindre la station du réseau principal la plus proche est considérée comme acceptable, il suffirait de quatre APM d'environ 1 km de long disposés en étoile autour d'une station de métro ou autre mode de transport public, pour multiplier par 5 la zone de desserte de cette ligne, étant donné que chacune des 4 stations externes desservirait à son tour un rayon de 400 à 500 m, et ceci pour un coût de réalisation modéré. Le fonctionnement des 4 APM peut être surveillé par une seule personne, depuis une salle de contrôle. (Cet exemple est tiré d'une conférence sur l'urbanisme présentée au Congrès mondial des APM en 1999 à Copenhague). Malheureusement, dans les milieux des transports publics et de l'urbanisme les responsables ne savent encore que peu de choses sur les avantages des APM. Il est toutefois permis d'espérer que le succès des APM mis en service ces dernières années entraînera la construction de nouvelles installations. A titre d'exemples d'APM urbain, on citera un système à mouvement unidirectionnel et un système à va-et-vient (Shuttle) : le Minimetro de Pérouse (Fig. 10), appelé « *linea rossa* » en raison de la couleur rouge des rails et le Cable Liner Shuttle de Venise (Fig. 11) baptisé officiellement « People Mover ».

## Installations à câbles pour aéroports

D'une façon générale, les installations à câbles pour aéroports relient différents terminaux entre eux et servent essentiellement au transport de passagers dans le périmètre de l'aéroport ; elles ne s'insèrent pas dans le tissu urbain et ne sont donc pas à proprement parler des installations de transport urbaines. Ceci dit, leurs paramètres de disponibilité et d'heures de fonctionnement ne diffèrent guère de ceux des installations implantées en milieu urbain ; on a donc généralement tendance à les assimiler à ces dernières. Le Cable Liner Shuttle de Mexico City Airport (Fig. 12)



Photo : Doppelmayr

Fig. 8 : La télécabine 15 places de Tlemcen/Algérie

constitue un exemple classique d'installation à câbles pour aéroport. Alors que tous les systèmes de traction par câble peuvent normalement être utilisés dans

presque toutes les catégories d'installations à câbles, il va de soi que les téléphériques font exception dans ce contexte.



Photo : K.Thibaudon/Poma

Fig. 9 : La télécabine 10 places « Moro de Alemão » à Rio de Janeiro/Brésil





8

## Autres types d'installations de transport à câble

Pour mieux circonscrire la notion d'installations à câbles urbaines par rapport aux autres systèmes de transport à câbles, il convient de rappeler d'une façon générale les principaux domaines d'utilisation des installations à

Photo : Doppelmayr



11

Fig. 11 : Le Cable Liner Shuttle (« People Mover ») de Venise/Italie

câbles et les caractéristiques qui en découlent. Nous citerons pour commencer les installations à câbles qui sont implantées dans un contexte urbain mais ne sont pas intégrées dans un réseau de TPP. C'est le cas des installations destinées aux expositions et des installations touristiques. Là encore nous sommes en présence de termes qui ne sont pas exactement définis mais se comprennent d'eux-mêmes et sont utilisés dans les revues techniques.

## Installations à câbles destinées aux expositions

Bien que généralement implantées en milieu urbain, les installations à câbles destinées aux expositions répondent à des besoins très différents de ceux des installations urbaines.

Elles ne doivent pas obligatoirement présenter le même niveau de disponibilité. Les pannes ne sont évidemment pas souhaitables, mais un arrêt de fonctionnement n'est pas aussi grave que dans le cas d'une installation assurant les déplacements domicile-travail. Les installations à câbles destinées aux expositions constituent typiquement l'attraction d'une exposition horticole ou

d'une exposition universelle ; elles sont normalement opérationnelles juste pour la durée de l'exposition et sont ensuite démontées pour être éventuellement réinstallées dans un autre lieu après adaptation. Les heures de fonctionnement sont fonction des heures d'ouverture de l'exposition et sont donc nettement moins longues que celles des installations urbaines intégrées dans le réseau de TPP. Enfin, les installations destinées aux expositions ont une double fonction : transporter les visiteurs d'un point de l'exposition à un autre et offrir aux passagers une vue intéressante. La vue que l'on a sur l'exposition depuis les cabines est au moins aussi importante que le transport de A à B. L'exemple le plus récent pour ce type d'installation est le 3S réalisé pour la BUGA 2011 à Coblenz (Fig. 13).

## Installations à câbles d'excursion

Il existe des installations à câbles d'excursion aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des villes mais elles ne sont pas intégrées au réseau de TPP. Concernant la disponibilité et les heures de fonctionnement, elles s'assimilent plus ou moins aux installations destinées aux expositions, à cette différence qu'elles ne sont pas prévues pour fonctionner quelques mois seulement mais sont conçues pour rester opérationnelles pendant des dizaines d'années. Les plus typiques sont les appareils réalisés à l'époque du grand essor des téléphériques à va-et-vient, dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Les villes situées au pied d'une hauteur

Photo : Leitner ropeways



10

Fig. 10 : Le Minimetro (« linea rossa ») à Pérouse/Italie



Fig. 13 : Le 3S de la BUGA 2011 à Coblenze/Allemagne



Fig. 12 : Le Cable Liner Shuttle de l'aéroport de Mexico City /Mexique

présentant un point de vue intéressant construisaient un téléphérique pour offrir aux citadins et aux touristes une possibilité d'excursion attrayante. On trouve un exemple intéressant à de Janeiro : le téléphérique à va-et-vient montant au Pain de Sucre est l'un des plus impressionnants représentants de ce type d'appareils (Fig. 14). Le vitrage intégral de la cabine confère au voyage un attrait inégalé. On trouve aussi dans de nombreuses villes des funiculaires anciens qui remplissent les conditions d'une installation d'excursion. Entrent également dans la catégorie des installations d'excursion les appareils implantés dans les parcs de loisirs et parcs à thèmes. L'exemple le plus prestigieux pour les installations de cette catégorie réalisées récemment est l'« Ocean Park Express » de Hongkong (Fig. 15), un funiculaire sous tunnel à voie légèrement inclinée, dont le design évoque un sous-marin.

Il n'est pas toujours possible de classer clairement une installation à câbles dans l'une ou l'autre de ces catégories. C'est par exemple le cas de la télécabine réalisée pour l'Expo 2008 à Saragosse (Fig. 16). Elle devait transporter les visiteurs de la gare principale de Saragosse à l'entrée du parc d'exposition en enjambant le fleuve Elbro. Or cette télécabine peut être considérée aussi bien comme une installation à câble urbaine (délestant la circulation) que comme une installation d'excursion. Bien que construite pour desservir l'exposition mondiale, ce n'est pas à proprement parler une télécabine d'exposition ; sauf que ses

Photo : Doppelmayr



15

Fig. 15 : L'« Ocean Park Express » à Hongkong/Chine



14



Fig. 14 : Un téléphérique en deux tronçons permet d'accéder au « Pain de Sucre » à Rio de Janeiro/Brésil ; les cabines ont été rénovées en 2008.

heures de fonctionnement étaient liées aux heures d'ouverture de l'Expo.

### Installations à câbles touristiques

Les installations à câbles destinées en pratique exclusivement au tourisme, qu'il s'agisse de tourisme d'été et d'hiver ou seulement de l'une des deux saisons, sont celles qui ont le moins de rapports avec les installations à câbles urbaines, en termes d'implantation comme en termes d'utilisation. Les installations destinées aux sports d'hiver représentent le plus grand nombre de toutes les installations, surtout depuis l'entrée en vigueur de la directive européenne aux termes de laquelle

les téléskis comptent désormais comme installations à câbles transportant des personnes (ce qui n'est guère connu en dehors de la profession). Concernant les installations à câbles destinées aux sports d'hiver on distingue encore entre appareils de desserte et appareils pour trajets répétitifs. Une distinction qui se défend au niveau de la disponibilité : en effet, une panne d'appareil de desserte reliant une station touristique à son domaine skiable ne représente pas seulement un gros problème pour l'exploitant ; il peut aussi en résulter une situation critique pour la sécurité des skieurs qui, à la fin de la journée, risquent de se trouver coincés dans une partie du domaine skiable où il n'existe pas de

piste redescendant sur la vallée. Les équipements technique de ces deux types d'appareils doivent répondre à différentes exigences visant à assurer la disponibilité (p.ex. redondance d'éléments déterminés).

Les coussins confortables ne présentent pas grand intérêt pour les installations urbaines ; en revanche, la climatisation des cabines peut être une exigence importante suivant les conditions climatiques régnant dans la ville considérée – un problème qui n'est pas facile à résoudre techniquement sur tous les systèmes dont les véhicules ne possèdent pas d'alimentation électrique suffisante le long du tracé.

*Josef Nejez*



16



Fig. 16 : Télécabine de l'Expo 2008 à Saragosse/Espagne

# Un grand variété de systèmes

Bartholet Maschinenbau AG (BMF) mise sur l'innovation et la qualité



Les stations de 22 m de long du télésiège 6 places « Mont Blanc » sont pré-assemblées dans les ateliers de montage de Flums.

Photos: Bartholet Maschinenbau AG

**Après des débuts** modestes, il y a une cinquantaine d'années, BMF est aujourd'hui une entreprise qui occupe plus de 200 salariés travaillant dans les 7 ateliers de production de Flums sur des projets réalisés dans le monde entier. Qualité et innovation sont les deux atouts maîtres de BMF qui est apprécié partout et en particulier en France pour sa fiabilité et sa créativité.

## Télésiège débrayable 6 places « Le Mont Blanc »

Ce sera la deuxième installation débrayable réalisée par BMF pour Les Arcs, France. Le télésiège débrayable 6 places de « l'Arpette » avait été installé en 2009 ; le télésiège débrayable 6 places « Le Mont Blanc », actuellement en cours de construction, sera opérationnel à la mi-décembre. Au stade final, il sera équipé de 86 sièges 6 places confortables et pourra transporter jusqu'à 2 700 per-

sonnes/ heure pour les déposer à la gare amont à 2 272 m d'altitude.

Les stations de 22 m de long ont été pré-assemblées au cours des dernières semaines à l'usine de Flums et vont bientôt être transportées vers Les Arcs. Le pré-assemblage des stations à l'usine réduit considérablement les délais de montage sur place.

## Funitel à Val Thorens

Le premier Funitel BMF va être installé à Val Thorens, France, un des domaines skiables les plus hauts d'Europe. Les Funitel, une variante moderne des télécabines, sont de plus en plus demandés. La particularité de ce système réside dans l'utilisation de deux câbles porteurs-tracteurs parallèles auxquels les cabines sont reliées par une suspente très courte. En rendant le système extrêmement stable au vent, cette solution offre aux passagers un confort supplémentaire. C'est précisément ce

qui a amené Val Thorens à opter pour un Funitel. Celui-ci va être réalisé en deux étapes : les premiers travaux de fondations et de génie civil ont été effectués en 2010. La majeure partie de l'ingénierie et la production des équipements mécaniques devaient être réalisées cette année. L'installation est désormais en cours de montage et sera opérationnelle début décembre.

## Installations à câbles destinées aux transports urbains

La société BMF ne travaille pas exclusivement pour les stations de sports d'hiver. L'année dernière, elle a réalisé deux installations de transport urbain qui ont confirmé sa renommée. Avec une installation à va-et-vient moderne en service depuis septembre 2010, Durango, un Etat de 123.181 km<sup>2</sup> au Nord du Mexique, est entré dans le club exclusif des villes ayant intégré une installation à câbles



Ce haut pylône du Funitel de Val Thorens est déjà en place – il manque encore les câbles.



Montage de la station aval du Funitel de Val Thorens



Le téléphérique de Durango, destiné aux transports urbains.

dans leur réseau de transport public. Grâce à l'initiative de l'ancien gouverneur, l'Etat de Durango est devenu ces dernières années un des plus gros centres de construction du Mexique. Cette croissance l'obligeait à trou-



Le téléphérique de « Vetruse » survole plusieurs routes et lignes de chemin de fer.

ver des solutions modernes pour résoudre des problèmes existant de longue date et, en même temps, offrir à sa capitale, Victoria de Durango, quelque chose d'unique. Après avoir étudié diverses propositions, on vit bientôt se dessiner la solution : un système de transport permettant à la fois de désengorger la circulation en centre ville et de disposer d'une attraction touristique particulière. L'idée d'une installation à câble pour Durango était née. Le téléphérique à va-et-vient relie le centre ville au Mont Mirador proche, à 663 m d'altitude. Cette installation dont la capacité est de 330 p/h à la vitesse de 7,0 m/s, présente de nombreux détails innovants, notamment un câble à fibres optiques intégré dans le câble porteur.

La ville tchèque d'Usti nad Labem a elle aussi trouvé la bonne solution, grâce au câble, pour résoudre ses problèmes de circulation. Le téléphérique à va-et-vient à deux cabines 15 places, le « Vetruse », opérationnel depuis octobre 2010, est tout d'abord un moyen de transport urbain qui permet de désengorger la circulation routière ; mais c'est en même temps une attraction touristique puisqu'il conduit les passagers directement du centre commercial au château de Vetruse. Sur son trajet qui prend à peine deux minutes pour couvrir une distance de 330 m, le téléphérique franchit trois rues, quatre lignes de chemin de fer, deux lignes d'autobus, une ligne haute tension et une forêt. Le vitrage intégral des cabines permet en outre aux passagers de jouir du très beau panorama. Le téléphérique circule entre 8 et 22 heures à raison d'un départ tous les quarts d'heure; le billet simple coûte 15 couronnes tchèques (60 centimes d'euro). Cette installation qui a déjà transporté plus de 80.000 personnes est un succès.

## Toute l'Europe

a connu de faibles précipitations sur la saison 2010-2011, et un printemps particulièrement précoce. La France conserve sa place de deuxième domaine skiable du monde par la fréquentation, derrière les Etats-Unis, et cela malgré un recul de 6% de notre fréquentation. Sans aucun doute, c'est grâce au travail de profilage des pistes, à la fabrication de neige de culture et au damage régulier du manteau neigeux que nos stations ont pu proposer, du début à la fin de la saison, des domaines skiables attractifs. L'engagement de répondre aux attentes de la clientèle en matière de diversité (espaces ludiques, pistes thématiques, snow-parks, luge, etc.) et de garantie neige n'est pas seulement une nécessité pour les comptes de nos entreprises : c'est aussi un enjeu pour nos salariés dont l'emploi est ainsi sécurisé, et c'est un enjeu pour l'emploi et l'activité de tous les partenaires de la station. Hébergeurs, restaurateurs, moniteurs, commerçants : tous ont pu mesurer cet hiver à quel point le "produit ski" est nécessaire pour attirer la clientèle en station. Ce type de saison révèle nettement les limites des stratégies de diversification. Certes, l'hiver, le client qui séjourne souhaite le maximum de choix, y compris dans les activités complémentaires au ski. Mais sans un domaine skiable ouvert et attractif, très peu de clients prennent la peine de venir jusqu'en station.

Activités de diversification et activités de glisse doivent cesser de s'opposer. Les premières sont utiles pour fidéliser une clientèle devenue zappreuse, les secondes sont indispensables.

Durant l'été, les domaines skiables ont beaucoup travaillé pour préparer le support de la glisse de l'hiver prochain : nouvelles remontées mécaniques, maintenance, travaux de piste... A la fin de l'automne, ils seront prêts, cette année encore, à relever le défi qui est le leur : faire vivre la magie du ski et sécuriser l'emploi de dizaines de milliers de personnes, salariés des stations en France.



Photo: SNTF

**Laurent Reynaud**  
Délégué Général  
Domaines Skiabiles de France

*Laurent Reynaud*  
[www.domaines-skiabiles.fr](http://www.domaines-skiabiles.fr)

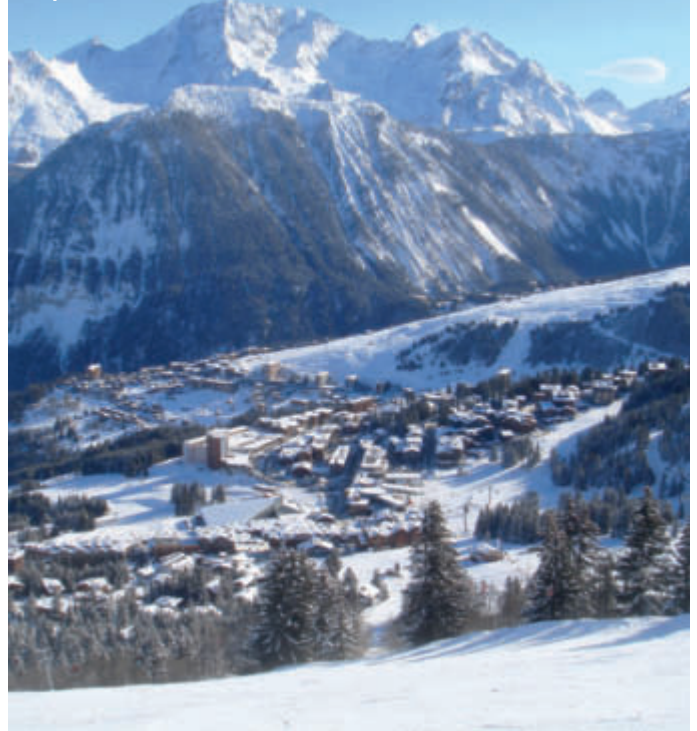
# Un nouveau plan directeur pour Courchevel

Ecosign prépare un nouveau plan directeur ...



Photos: Ecosign

... pour Courchevel



**Au printemps 2010**, la mairie de Saint-Bon Tarentaise a lancé un appel d'offres invitant les candidats à élaborer un plan directeur pour le domaine skiable de Courchevel. L'objectif de ce marché public visait à déterminer les perspectives en termes d'équipement (remontées mécaniques et pistes associées) sur les dix à quinze années à venir afin de permettre à Courchevel de redevenir l'une des premières stations de ski dans le monde.

Courchevel fait partie du célèbre domaine skiable français des Trois Vallées et attire environ 40 pour cent des skieurs des Trois Vallées, région comprenant également les stations de Méribel, Val Thorens et Les Menuires. Avec un total de 64 remontées mécaniques, 93 pistes de ski et 150 km de pistes, Courchevel est également la plus grande des quatre stations. Les différents systèmes de remontées mécaniques sont gérés par la Société des Trois Vallées (S3V),

sous l'égide du département de Savoie. La production de neige de culture et la sécurité, qui incombent à la mairie de Saint-Bon, sont également gérées par S3V sur la base d'un accord.

Le marché public de ce nouveau plan directeur a été attribué à Ecosign et à son partenaire local, la société CIME (Conseil & Ingénierie de Montagne et Environnement) qui a examiné l'âge et l'état des remontées mécaniques et a également assisté à des présentations et des réunions avec des clients. Ecosign a procédé à des évaluations techniques sur environ 5900 hectares, en relevant notamment l'altitude, l'aspect/l'orientation, l'ensoleillement et le degré d'inclinaison des pistes. La société a ensuite mené une étude de terrain pour déterminer la capacité « optimale » du domaine skiable de Courchevel lui permettant de maintenir son vaste réseau haut de gamme dans les meilleures conditions.

### PLAN DIRECTEUR : LES RECOMMANDATIONS

Après une étude soignée des équipements, Ecosign et CIME ont proposé de conserver 26 des 56 remontées existantes et de remplacer les 30 autres par 14 nouvelles installations. Le nombre total de remontées mécaniques serait ainsi réduit de 30% ce qui permettrait de diminuer les coûts d'exploitation et d'entretien tout en améliorant significativement le confort et les commodités de la clientèle. Ecosign a également coopéré avec le bureau d'architectes Wilmotte afin d'étudier le réaménagement de la célèbre zone de la Croisette en améliorant les installations de Courchevel 1300 Le Praz, Courchevel 1550 et La Tania. La mairie de Saint-Bon a analysé et approuvé le nouveau plan directeur et l'application du projet initial est actuellement en cours.

La mise en œuvre du plan directeur se fera sur une période de dix à quinze ans pour un coût total d'environ 96,7 millions Euros.

# Problèmes d'oscillations sur les installations à câbles

Les phénomènes d'oscillations sur les installations à câbles sont fréquemment à l'origine de pannes, voire de sinistres. C'est la raison pour laquelle ISR a consacré une série d'articles à ce sujet dans la partie en langue allemande de ses cahiers I/2010 à 3/2011. Le vif intérêt témoigné par nos lecteurs, nous conduit à publier maintenant cette série d'articles également en français et en anglais.



Photo: Archives

**Dipl.-Ing. (EPFZ)  
Georg A. Kopanakis**

**Etant donné que,** sur les installations à câbles, les problèmes dynamiques sont beaucoup plus complexes que dans le cas de systèmes statiques, on se borne fréquemment, au niveau de la construction, à les considérer dans une approche quasi-statique. Or,

dans l'exploitation des installations à câbles, on ne saurait contourner les lois de la physique : des phénomènes dynamiques se manifestent alors sous forme d'oscillations de différents types.

Au cours des années, de nombreux travaux de recherche relatifs aux « Problèmes d'oscillations sur les installations à câbles » ont été effectués dans les instituts des universités et hautes écoles techniques. C'est ainsi, par exemple, que s'intitulait une étude de base publiée en 1972 dans ISR par le P<sup>r</sup> Otto Zweifel, titulaire à cette époque de la chaire Engins de chantier et de transport à l'institut de l'Ecole Polytechnique fédérale de Zurich. Il écrivait alors dans un résumé de cette étude : « Dans cette introduction, nous rappellerons d'abord quelques éléments de la théorie des oscillations, dont tout ingénieur a entendu parler de façon plus ou moins détaillée au cours de ses études mais qu'il n'a généralement plus tout à fait présents à l'esprit. Puis nous attirerons l'attention sur quelques phénomènes d'oscillations particuliers, tels qu'on les rencontre sur les installations de transport à câbles. »

Dans le prolongement des recherches effectuées sous ce titre à ce même institut, qui a entre temps reçu le nom d'Institut pour la

construction légère et la technique des installations de transport par câbles, le P<sup>r</sup> Gabor Oplatka et son équipe (Reto Canale, Georg Kopanakis, Gabor Kovacs, Willi Müller et Thomas Richter) ont étudié scientifiquement une série de phénomènes oscillatoires rencontrés sur les installations de transport à câbles.

Le problème des oscillations n'a toujours rien perdu de son actualité dans le domaine des installations de transport à câbles. Dans l'esprit de l'introduction du P<sup>r</sup> Zweifel, Georg Kopanakis et Reto Canale ont bien voulu rédiger pour nos lecteurs une série d'articles dans lesquels ils rappellent les connaissances de base indispensables pour comprendre les phénomènes d'oscillations sur les installations de transport à câbles et indiquent des solutions possibles aux problèmes générés par les oscillations. Ils donnent un certain nombre d'exemples intéressants de problèmes rencontrés dans l'exploitation des installations à câbles (oscillations de câbles, répercussions sur les pylônes et les stations, oscillations provoquées par le vent et oscillations se produisant au passage des pylônes, au démarrage ou lors du freinage, d'un délestage brusque et lorsque des glaçons se détachent).

Les bases générales de la théorie des oscillations sont formulées avec une telle clarté dans l'article du P<sup>r</sup> Zweifel cité ci-dessus que nous avons décidé de les reprendre directement (Source : O. Zweifel : « Schwingungsprobleme bei Seilbahnen », anglais et allemand, ISR 3/1972, p. 159).

## Principes

L'apparition d'oscillations présuppose la présence d'un système oscillant. Un système oscillant simple est par exemple un pendule dé-

crivant des oscillations dans le champ de gravitation. Les cabines et les câbles d'une installation de transport à câbles peuvent eux aussi décrire des mouvements oscillants analogues à ceux d'un pendule dans le champ de gravitation. Un autre système oscillant simple est une masse suspendue élastiquement. C'est ainsi qu'une cabine suspendue à un câble porteur peut décrire un mouvement de bas en haut et inversement. Le système complet d'une installation de transport à câbles qui se compose des éléments élastiques et des masses les plus divers constitue un système oscillant extrêmement complexe, que l'on pourrait difficilement saisir dans toute sa diversité.

Ceci dit, la simple existence d'un système oscillant ne suffit pas pour provoquer l'apparition effective d'oscillations. On a besoin pour cela d'une excitation, autrement dit de l'apport d'énergie extérieure dans le système. De plus, cette excitation doit s'effectuer d'une façon bien déterminée pour que les oscillations soient réellement amorcées. C'est ce que nous allons démontrer en prenant l'exemple d'une masse suspendue à un ressort hélicoïdal.

Si l'on déplace avec une extrême rapidité l'extrémité supérieure de ce ressort selon un mouvement de bas en haut et retour, la masse reste immobile. Si, par contre, on effectue ce mouvement avec une lenteur extrême, la masse suit le mouvement sans que son déplacement ne s'accompagne d'oscillations. En revanche, il existe une fréquence pour laquelle la masse veut osciller d'elle-même ; cette



Photo: J. Nejez

**Dipl.-Ing. (EPFZ)  
Reto Canale**  
Directeur du CITT

fréquence est appelée fréquence propre d'une masse. Si l'excitation se produit à la même cadence, le moindre mouvement de l'extrémité du ressort déclenche une très forte oscillation. Ce phénomène s'appelle résonance.

La Fig. 1 illustre ce problème dans le cas d'un véhicule suspendu sur ressorts, passant sur des bosses d'amplitude  $a_0$ . L'amplitude de l'oscillation du véhicule est  $a$ , la vitesse du véhicule  $v$ . Sur le diagramme, le rapport d'amplitudes  $a/a_0$  est porté en ordonnées au-dessus du rapport de vitesses  $v/v_k$ ,  $v/v_k$  étant la vitesse critique pour laquelle les bosses frappent les roues exactement à la même cadence que la fréquence propre du véhicule. On voit effectivement sur ce diagramme que l'amplitude est toujours extrêmement forte en cas de résonance ( $v/v_k = 1$ ). Les différentes courbes représentées correspondent à différentes valeurs d'amortissement ( $D = 0$  amortissement nul,  $D = \infty$ , amortissement infiniment grand).

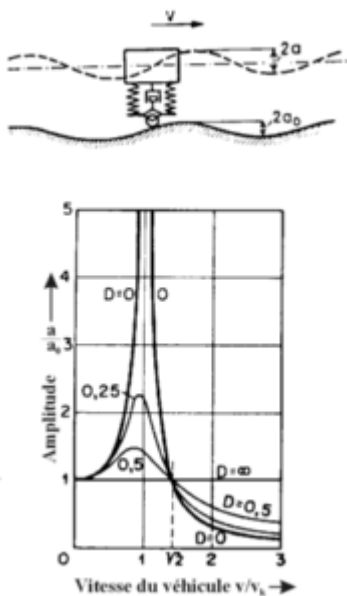


Fig. 1 : Oscillation de résonance d'un véhicule passant sur des bosses. Si les bosses frappent les roues à la même cadence que la fréquence propre du véhicule, il en résulte une oscillation de très grande amplitude.

En raison des phénomènes de résonance, il est extrêmement important de connaître la fréquence propre d'un système oscillant. Ainsi dans le cas d'une installation de transport à câbles, il est essentiel de connaître la fréquence propre des câbles oscillant transversalement et longitudinalement, avec ou sans masses co-oscillantes. A quoi il faut encore ajouter les fréquences propres des pylônes, des cabines, des entraînements, des contre-poids et d'autres encore.

(Source: O. Zweifel: „Schwingungsprobleme bei Seilbahnen“, ISR 3/1972, S. 159)

# Les oscillations sur les installations de transport à câbles, 1ère partie.

Considérations de base concernant les oscillations et les ondes (récapitulation des éléments de base de la théorie des oscillations présentant de l'intérêt pour aborder les problèmes d'oscillations spécifiques des installations de transport à câbles).

**Dans l'univers**, tout est en mouvement.

Pour le sujet qui nous occupe, à savoir les « oscillations », les mouvements peuvent être, en simplifiant, classés en deux catégories suivant que quelque chose est animé d'un mouvement de va et vient dans le champ d'un lieu fixe ou bien se déplace d'un endroit vers un autre.

Les mouvements entrant dans la première catégorie sont, par exemple, la vibration d'un corps, le mouvement d'un pendule, l'oscillation d'un circuit électrique oscillant, et bien d'autres encore. On parle alors d'une façon générale d'« oscillations » ou fréquemment aussi, dans le cas d'oscillations mécaniques, de « vibrations ». Les mouvements entrant dans la seconde catégorie sont entre autres le mouvement de la surface de l'eau lorsqu'il y a des vagues, la propagation d'une onde le long de la corde d'une guitare ou le long d'un câble ou encore la propagation du son. On parle alors d'« ondes ».

## Oscillations et vibrations

Un corps entre en oscillation lorsqu'il est exposé à une perturbation l'écartant de sa position d'équilibre, puis est forcé à revenir en direction de l'état de départ par une force FR, dite « force de rappel » (Fig. 1).

Les systèmes oscillants les plus simples sont l'« oscillateur masse-ressort » et le « pendule oscillant ». Leur déplacement se décrit facilement en termes mathématiques ; le mouvement qui en résulte est appelé « oscillation harmonique simple ». L'oscillation harmonique simple est caractérisée par le fait que la représentation graphique des positions successives du corps dans le temps est une courbe sinusoïdale (Fig. 2).

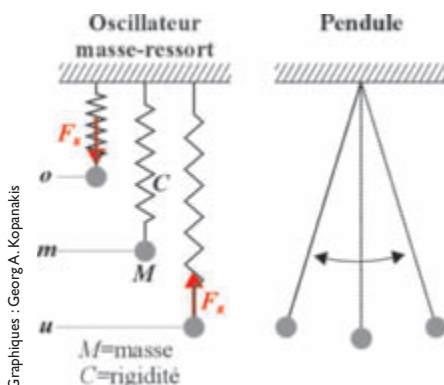


Fig. 1 : Oscillateur masse-ressort et pendule oscillant

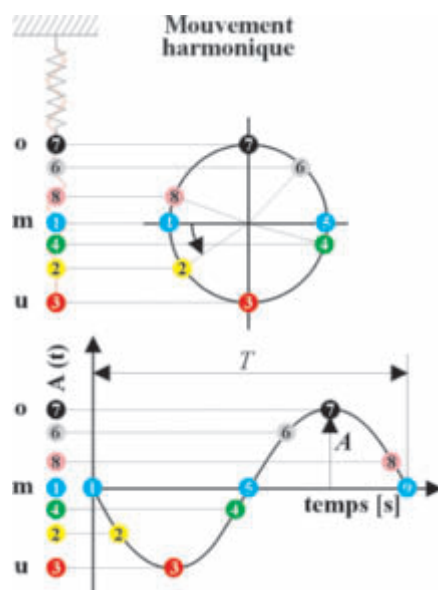


Fig. 2 : Mouvement harmonique



Pendant le processus d'oscillation, l'énergie cinétique est continuellement transformée en énergie potentielle et inversement. La vitesse et par conséquent l'énergie cinétique momentanée du système en position supérieure « o » ou en position inférieure « u » est égale à zéro tandis que son énergie potentielle atteint sa valeur maximale pour l'allongement maximum ou pour le raccourcissement maximum du ressort. En position moyenne « m » (position d'équilibre), la vitesse et par conséquent l'énergie cinétique momentanée du système ont une valeur maximale tandis que son énergie potentielle est égale à zéro puisqu'il ne s'exerce aucune charge sur le ressort. On appelle « période » le temps qui s'écoule jusqu'à ce que p.ex. la masse oscillante revienne une deuxième fois à la même position dans le même sens de déplacement ; la période est désignée par la lettre « T ».

On nomme « amplitude » la distance entre la position d'équilibre « m » et la position extrême « o » ou « u » ; elle est désignée par la lettre « A ».

On appelle « fréquence » le nombre de périodes (cycles d'oscillation) contenues dans une unité de temps ; elle est désignée par la lettre « f ». La fréquence est la réciproque de la période :  $f = 1/T$ .

## Les ondes

Les ondes se formant dans un « milieu » (comme l'eau, une corde de guitare ou un câble), sont également provoquées par une perturbation qui s'applique en un point donné du milieu considéré. Cependant, il ne s'agit pas ici du comportement global de l'ensemble du corps, mais du comportement et de l'interaction de chacune des particules qui constituent ce corps et participent à la formation et à la propagation des ondes.

Il est important de souligner que dans le cas d'une onde qui se propage, chaque particule prise individuellement décrit un mouvement harmonique autour d'une position fixe (position moyenne), comme c'est le cas lors de l'oscillation d'un système masse-ressort. Le déplacement de l'onde observé ne concerne donc que la modification de la forme du milieu, il n'y a pas de flux de masse ! (Fig. 3).

Lorsque les particules individuelles se déplacent transversalement par rapport au sens de propagation de l'onde, on parle d'« onde transversale » ; lorsqu'elles se déplacent paral-

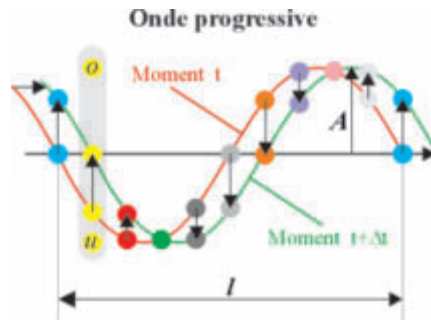


Fig. 3 : Onde progressive : lorsque l'onde se déplace dans le sens de la propagation, chaque particule se déplace autour de sa propre position médiane. On a pris ici pour exemple la « particule jaune » qui décrit, pendant que l'onde se propage, une oscillation harmonique entre les deux positions extrêmes.

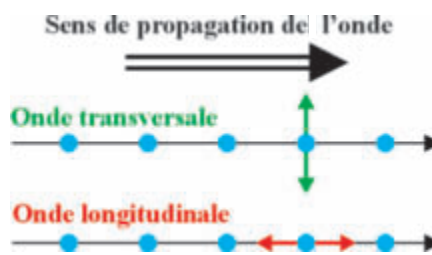


Fig. 4 : Sens de propagation de l'onde

lèlement au sens de propagation de l'onde, il s'agit d'une « onde longitudinale » (Fig. 4).

Un exemple typique d'onde transversale est l'onde apparaissant sur une corde de guitare ou sur un câble après excitation (pincement). Un exemple typique d'onde longitudinale est le son.

La distance de deux particules successives présentant la même composante y et se déplaçant dans le même sens est appelée « longueur d'onde » ; elle est désignée par la lettre « λ ». La période « T » est le temps que l'onde met pour se déplacer d'une longueur d'onde.

Comme pour les oscillations, on appelle « amplitude » d'une onde la distance entre la position de repos et chacune des positions extrêmes d'une particule ; on la désigne également par la lettre « A ».

Dans le cas des ondes, le nombre de longueurs d'onde passant par un point fixe pendant une unité de temps correspond à la « fréquence ».

Lorsqu'une onde se déplace le long d'un milieu infiniment long, p.ex. le long de la surface de la mer, on parle d'« onde progressive ». Une « onde progressive » est caractérisée par un sens de propagation constant et par le fait que n'importe quelle longueur d'onde est possible (Fig. 3).

Lorsqu'une onde se déplace le long d'un milieu fini, elle est réfléchiée à chaque extrémité du milieu. Autrement dit, le sens de propagation de l'onde s'inverse après réflexion. Dans ce cas, on ne peut donc avoir que des longueurs d'onde données qui dépendent de la longueur du champ. On parle alors d'« onde stationnaire » (Fig. 5).

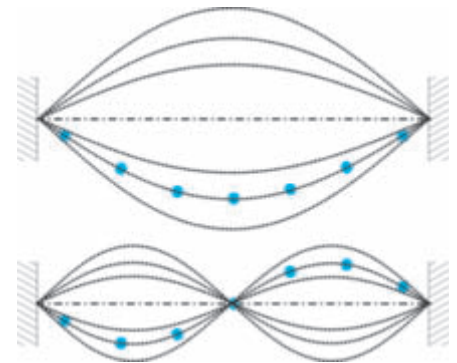


Fig. 5 : Onde stationnaire ; seules certaines longueurs d'onde sont possibles.

## L'amortissement

Théoriquement, autrement dit p.ex. dans un environnement exempt de frictions, un corps qui serait entré en oscillation sous l'effet d'une perturbation unique devrait continuer indéfiniment à osciller ; en effet, la conversion d'énergie dont il a été question plus haut se poursuivrait sans cesse et sans perte. En revanche, si un système réellement existant – p.ex. dans un environnement où il existe des frictions – est abandonné à lui-même après avoir été exposé à une perturbation unique, le système finit par s'immobiliser du fait de l'énergie cédée en permanence à l'environnement sous forme de pertes par friction. On appelle « amortissement » le processus de réduction de l'amplitude. Les systèmes existant dans la réalité sont toujours amortis ; ils se distinguent seulement par l'importance de l'amortissement (Fig. 6).

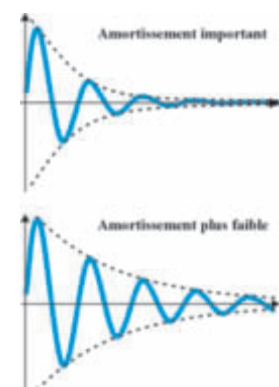


Fig. 6 : Amortissement

## Oscillation libre, oscillation provoquée et fréquence propre

Après être entré en oscillation sous l'effet d'une perturbation unique puis abandonné à lui-même, le système existant dans la réalité effectue une « oscillation libre ». Mais étant donné que, comme nous l'avons dit ci-dessus, il cède continuellement de l'énergie à l'environnement, au bout d'un certain temps, soit au bout d'un certain nombre de cycles d'oscillations, il finira par s'arrêter. La fréquence d'un tel système à oscillation libre dépend de la masse et de la rigidité du système lui-même. Cette fréquence est déterminante pour le système considéré et reste constante. On l'appelle « fréquence propre » du système.

Pour pouvoir continuer à osciller, un système existant dans la réalité a besoin d'un apport d'énergie venant de l'extérieur. Une perturbation répétée, dite « excitateur », alimente le système en énergie et permet le maintien de l'oscillation. On parle alors d'« oscillation forcée » (Fig. 7). Dans le domaine des installations de transport à câbles nous serons le plus souvent en présence de phénomènes d'oscillations forcées et d'ondes forcées.

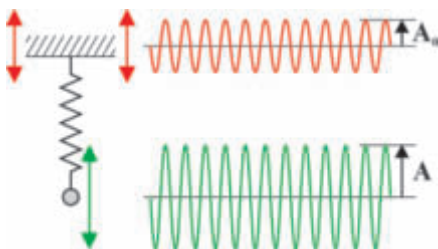


Fig. 7 : Oscillation forcée

## Apparition et intensité des oscillations et types d'excitateurs

L'apparition d'oscillations présuppose l'existence simultanée d'un « système susceptible d'osciller » et d'un « excitateur » propre à fournir de l'énergie au système – une seule fois ou de façon continue.

On dit qu'un système est susceptible d'osciller lorsqu'il possède une masse et est doté d'élasticité. Etant donné que, comme on le sait, tous les systèmes existant dans la réalité ne sont ni dépourvus de masse, ni idéalement rigides, ils pourront être mis en oscillation à condition, bien sûr, d'être en présence d'un excitateur approprié.

■ Dans le cas d'une excitation unique, l'amplitude d'oscillation décroît plus ou moins vite suivant l'importance de l'amortissement (Fig. 6).

■ Un système peut aussi être excité plusieurs fois, mais aléatoirement. Dans ce cas, on n'est pas en présence d'un excitateur périodique. On parle alors d'excitation stochastique (aléatoire).

■ Enfin, lorsque l'excitation est harmonique, le système décrit lui aussi une oscillation harmonique ; sa fréquence correspond dans ce cas à la fréquence de l'excitateur.

Le plus important dans le cas de l'oscillation forcée est le fait que l'amplitude de l'oscillateur dépend de la fréquence de l'excitateur. En effet, lorsque dans le cas d'une oscillation non amortie la fréquence de l'excitateur concorde avec la fréquence propre de l'oscillateur, l'amplitude de l'oscillateur croît jusqu'à l'infini. On parle alors de « résonance ». Pour un système existant réellement, ceci signifie que lorsqu'il y a résonance l'amplitude du système peut atteindre une valeur très importante, en particulier en cas de faible amortissement, et que le système est alors soumis à une charge plus forte (Fig. 8).

## Comment lutter contre les oscillations

La première manière de lutter contre une oscillation gênante est d'intervenir, comme on essaie toujours de le faire, au niveau de la cause, donc en cherchant à supprimer l'excitateur, qu'il s'agisse d'une excitation unique ou d'une excitation périodique. Or, comme nous le verrons plus tard, ceci n'est possible que dans de très rares cas. On doit donc trouver d'autres méthodes qui, même si elles n'aboutissent généralement pas à éliminer entièrement l'oscillation, permettent d'en réduire suffisamment l'intensité pour éviter toute perturbation significative (solicitation accrue des éléments de structure, bruit, réduction du confort, etc.).

Les autres méthodes énumérées ci-dessous ne peuvent malheureusement pas être appliquées ou être efficaces pour tous les phénomènes d'oscillation ; il faudra donc les étudier au cas par cas.

■ Le désaccord de la résonance obtenu en modifiant soit la fréquence de l'excitateur, soit la fréquence propre de l'oscillateur est une méthode efficace mais entraîne fréquemment des restrictions au niveau de l'exploita-

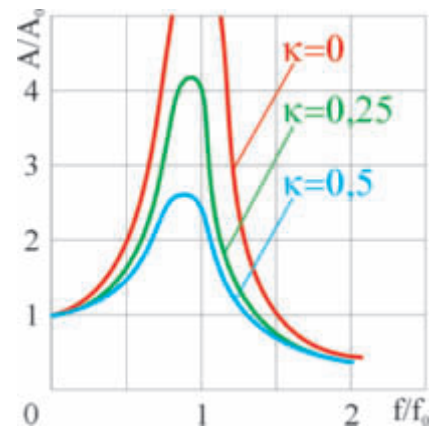


Fig. 8 : Résonance : Le diagramme montre la courbe d'amplitude de l'oscillateur en tant que fonction de la fréquence de l'excitateur. L'axe x (fréquence de l'excitateur) est « normalisé » pour la fréquence de résonance de l'oscillateur ( $f_0$ ) ; autrement dit, la valeur « 1 » correspond à la valeur de résonance de l'oscillateur. L'axe y (amplitude de l'oscillateur) est « normalisé » pour l'amplitude de l'excitateur ( $A_0$ ) ; autrement dit, la valeur « 1 » correspond à la valeur de l'amplitude de l'excitateur – en d'autres termes, l'oscillateur décrit exactement le mouvement qui lui est imprimé par l'excitateur. Plus la fréquence de l'excitateur se rapproche de la fréquence de résonance de l'oscillateur, en partant de petites valeurs, plus l'amplitude de l'oscillateur augmente. Dès que la fréquence de l'excitateur est plus grande que la fréquence de résonance, l'amplitude de l'oscillateur diminue successivement. Lorsque la fréquence de l'excitateur est suffisamment élevée, le système finit par s'immobiliser. «  $\kappa$  » est la « constante d'amortissement ».

tion ou d'importantes modifications au niveau de la construction.

■ L'amortissement de l'oscillation n'est efficace que dans le cas d'oscillations dont l'amplitude « n'est pas trop faible ».

■ L'isolation de l'excitateur (interruption du flux d'énergie entre l'excitateur et l'oscillateur) peut nuire à la stabilité et/ou la géométrie du système.

■ La superposition d'une contre-oscillation, dite aussi mesure active de lutte contre les oscillations, suppose une intervention permanente sur le système.

Au prochain chapitre, nous examinerons les oscillations apparaissant sur les éléments de structure d'une installation à câbles par suite du passage du câble sur des galets et des poulies.

Pour terminer, je tiens à remercier MM. Reto Canale, Dipl.-Ing. EPF Zurich (directeur de l'organe de contrôle intercantonal CITT), et Istvan Szalai, Dipl.-Ing. EPF Zurich (directeur général de Garaventa AG) pour leur révision critique et leur précieuses suggestions.

Georg A. Kopanakis

# ISR

www.isr.at

- édité en 6 langues
- diffusé dans le monde entier
- réseau international de correspondants
- site Internet en 7 langues



Régie publicitaire :  
Dietrich Kops  
Tél. +43 1 740 95-460 •  
dietrich.kops@bohmann.at

[www.isr.at](http://www.isr.at)

# Un engin ultra-puissant pour les pistes exigeantes

Le PistenBully 600 est le « vaisseau amiral » des engins de damage Kässbohrer

**Kässbohrer Geländefahrzeug AG** est connue pour son esprit de pionnier et sa puissance d'innovation – deux qualités qui l'ont amenée, au cours des plus de 40 ans d'histoire du produit PistenBully, à développer de nombreuses technologies porteuses d'avenir. Aujourd'hui, ses engins sont utilisés dans le monde entier pour le damage des pistes alpines ou de fond aussi bien que pour l'aménagement des Funparks, et ceci à la plus grande satisfaction des usagers. La famille de produits PistenBully donne des résultats convaincants dans presque toutes les « arènes » du monde, que ce soit en pleine neige, dans les stations de ski indoor ou sur un terrain particulièrement sensible. Le « vaisseau amiral » de la flotte PistenBully est l'ultra-puissant PistenBully 600 – un champion avéré de l'entretien des pistes. Légère-

ment plus petit mais tout aussi performant, le PistenBully 400 réunit toutes les qualités indispensables pour travailler sur les toits du monde.

## Le PistenBully 600

Le PistenBully 600 convainc clients et conducteurs par sa ligne marquante et ses grands vitrages qui descendent très bas pour dégager la vue sur les chenilles. Cet hercule doit sa puissance à son moteur de 400 ch. ainsi qu'à toute une série de détails techniques remarquables, le fabricant accordant toujours la plus grande attention à l'ergonomie, au confort de conduite et à la simplicité d'utilisation. La précision des manœuvres dans toutes les situations est garantie par l'excellente conception du train roulant, avec un châ-

sis porteur en acier à grain fin extrêmement résistant au froid. Tous les détails, depuis le siège du conducteur jusqu'au volant, ont été soigneusement étudiés pour répondre aux besoins du conducteur. Le demi-volant, qu'il a bien à sa main, peut être relevé, abaissé ou déplacé horizontalement en continu. L'écran multifonctions intégré affiche simultanément les principaux états de fonctionnement, tels que vitesse de l'engin ou effort de traction du treuil. Toutes les fonctions peuvent être commandées par joystick ou depuis le Terminal-Control-Center. Les exploitants de Funparks qui ne veulent pas renoncer à la puissance de cet engin opteront quant à eux pour le PistenBully 600 *Park*. Grâce au porte-outils arrière et à la commande PSX, la fraise ParkFlex du ParkBully dispose d'un champ de mouvement extrêmement important. La



Le PistenBully 600 est le vaisseau amiral de la flotte d'engins de damage Kässbohrer.

Photos : Kässbohrer



Une puissance accrue, une plus grande longévité des pignons et des coussinets de même qu'une longueur de câble utile de 1 050 m sont autant d'atouts du nouveau treuil de 4,5 t.

cinématique spéciale du porte-outils permet au conducteur du ParkBully de soulever les outils extrêmement loin.

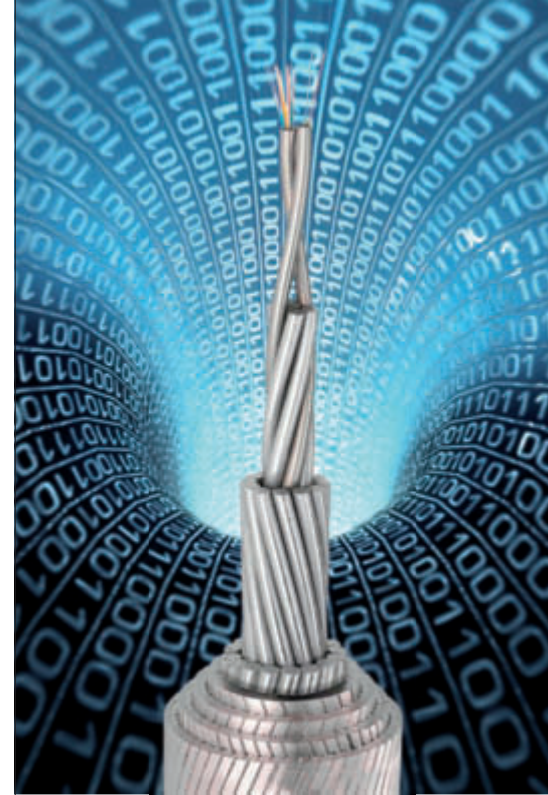
## Le PistenBully 600 Polar

Avec ses 400 ch et sa lame de 4,60 m de large, le PistenBully 600 Polar n'a pas son égal pour déplacer d'énormes masses de neige. Autre avantage : il développe plus de force en consommant nettement moins de combustible. Et, ce qu'il ne faut pas oublier : son extraordinaire couple de 2 200 Nm permet d'augmenter encore le rendement surfacique. La conception exemplaire de l'éclairage du PistenBully 600 offre également dans le cas du PistenBully 600 Polar une vision optimale aussi bien devant que derrière l'engin qui peut aussi être fourni en option avec projecteurs au xénon et phares TreeLine. Les phares SideFinder de l'équipement en série éclairent les zones de travail latérales et arrière de la lame.

## Pour monter encore plus haut sur les pentes raides, le treuil 4,5 t

Le PistenBully 600 et le PistenBully 600 Polar peuvent également être fournis avec treuil. Depuis longtemps déjà, on a pris l'habitude

d'utiliser le treuil non seulement pour les travaux sur pentes raides mais aussi pour déplacer de grosses quantités de neige. Kässbohrer passe pour être l'inventeur de ces engins à treuil et l'esprit innovant de la société lui permet de perfectionner en permanence cette technologie. Le modèle le plus récent est le treuil de 4,5 tonnes. Une puissance accrue, une plus grande longévité des pignons et des coussinets de même qu'une longueur de câble utile de 1 050 m sont autant d'atouts du nouveau treuil. En même temps, la nouvelle technologie assure un travail encore plus rapide et encore plus précis : le potentiomètre de force de traction permet de retrouver immédiatement les positions de travail fréquemment utilisées – que ce soit pour le réglage de la force de traction du treuil ou celui de la pression de la fraise. Bien évidemment, Kässbohrer pense toujours aussi à la sécurité du conducteur : des capteurs et des signaux sonores l'informent en cas d'anomalie d'enroulement et lui indiquent la longueur de câble restante. La caméra sur l'arrière facilite la surveillance et permet d'apprécier immédiatement la qualité de la piste : même en marche arrière avec le treuil, le conducteur a sous les yeux tout ce qu'il faut voir : l'image couleurs fournie par la caméra est automatiquement transmise à l'écran.



## À l'origine nous transportons des personnes - aujourd'hui également des données!

Les câbles porteurs INTEGRA DATA garantissent une communication performante des données entre la montagne et la vallée - sans l'ajout coûteux d'infrastructure supplémentaire.

Nous équipons nos câbles de fibres optiques de haute technologie, situées au cœur du câble.

Avec cette solution, les câbles INTEGRA DATA disposent d'un moyen de communication intégré pour les données, grâce auquel les informations sont transmises de manière sûre et à une portée illimitée - nous livrons avec le câble INTEGRA DATA un paquet complet et performant comprenant toutes les interfaces techniques.

## INTEGRA DATA

Le câble porteur clos qui transmet et fait circuler l'information.

**FATZER**<sup>®</sup>   
Depuis 175 ans.

**FATZER AG** Câblerie

Salmsacherstrasse 9 • CH-8590 Romanshorn

Tél +41 71 466 81 11 • Fax +41 71 466 81 10

# Congrès de l'O.I.T.A.F. : le programme



Photo : oitaf.org

Que vous propose le X<sup>e</sup> Congrès des Transports à Câbles de l'O.I.T.A.F en 2011 à Rio de Janeiro ?

**Dans les dernières** livraisons d'ISR, nous avons donné une vue d'ensemble des objectifs et des thèmes qui joueront un rôle de premier plan au X<sup>e</sup> Congrès des Transports à câbles de l'O.I.T.A.F à Rio de Janeiro. Vous trouverez cette fois ci-dessous le programme détaillé du congrès, y compris celui des manifestations annexes.

Pour commencer, quelques renseignements d'utilité générale : le congrès se déroulera du 24 au 27 octobre 2011 à la station intermédiaire « Urca » du téléphérique du Pain de Sucre. Les langues de travail seront l'anglais, l'allemand, le français, l'italien, l'espagnol et le portugais. Vous trouverez tous renseignements utiles concernant l'inscription, le programme annexe, les excursions, etc. sur les sites <http://www.oitaf2011.com.br/> et [www.oitaf.org](http://www.oitaf.org).

Le congrès est placé sous le slogan : « Transport à câbles : sûr, propre, un succès pour l'avenir ».

## Mardi 25 octobre 2011

### Session 1 du Congrès

#### « LES INSTALLATIONS A CABLES DANS LE MILIEU URBAIN »

**Matinée :**

10:30 h : Début des communications après la cérémonie d'ouverture  
Modérateur : Josef Nejez

#### **Exposés :**

« Quelle place pour le transport par câble en ville ? » Michel Potier – chargé d'études aménagement transport – Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon – Lyon – France

« Les nouveaux concepts du transport urbain à l'exemple du télécabine 8-places San Agustín à Caracas, Venezuela » S.té Doppelmayer / Garaventa – Rudolph Andreas / exploitant

« Mini Metro Pérouse / Italie – L'acceptation des systèmes avec traction par câble dans le contexte urbain » S.té Leitner / Poma – Ermenegildo Zordan et un exploitant

« 2 millions de passagers en 6 mois : La TGD du BUGA Coblence – une histoire de succès » S.té Doppelmayer / Garaventa – Reinhard Fitz  
« Medellín / Colombie – Rapport sur l'impact social des installations à câbles dans le contexte urbain » S.té Leitner / Poma – Christian Bouvier et un exploitant de téléphérique

12:30 – 14:00 h : Pause déjeuner

Après-midi

14:00 h : Début des communications :

« Cable Liner Shuttle : une solution intelligente pour le transport urbain à l'exemple du People Mover de Venise et d'autres projets à succès » S.té Doppelmayer / Garaventa – Thomas Pichler

« 3S du Renon Bolzano / Italie – Une expérience couronnée de succès » S.té Leitner / Poma – Klaus Erharter

« Algérie : Déjà quatre remontées mécaniques urbaines en service » S.té Doppelmayer / Garaventa – Peter Baumann et exploitant  
Pause

### Session 2 du Congrès

#### « LES INSTALLATIONS A CABLES DANS LE MILIEU TOURISTIQUE »

16:00 h : Début des communications :

Modérateur : Jörg Schröttner

#### **Exposés :**

« Importance des téléphériques dans le cadre du développement régional des zones de montagne » Christian Bumann, Raphael Schönbächler – Association des Transports Publics – Remontées Mécaniques Suisses – Suisse – Conférencier : Christian Bumann

« Panorama mondial des stations de ski » Laurent Vanat – Laurent Vanat Consulting SARL – Genève – Suisse

« Multifonctionnalité des remontés mécaniques et leurs perspectives d'avenir en Amérique du Sud » Francisco Sotomayor – Pro Andes Institute – Santiago – Chili

« Situation actuelle et critères d'évaluation de la construction des installations à câbles en Chine » Zhang Qiang – Executive Vicedirector National Center of Passenger Aerial Ropeway Safety Supervision and Inspection – Pékin – Chine

Pause

« Les transports à câbles en Amérique du Nord - Impacts, avantages et perspectives d'avenir » Jim Fletcher, P.E. – Engineering Specialties Group – Boulder CO – USA

« Domaines skiables européens : les enjeux pour demain » Laurent Reynaud - Domaines Skiables de France – Francin – France

Fin de la 2<sup>ème</sup> session : env. 18:00 h

## Jeudi 27 octobre 2011

**Matinée**

08:30 h : Introduction à la visite technique du téléphérique

Modérateur : Ercilia Leite de Castro

#### **Exposés :**

« Les téléphériques panoramiques du Pain de Sucre » Achille Bonini – ingénieur-conseil en téléphériques – Rome – Italie

« Système de transport aérien des eaux » Diego Scofano / Giuseppe Pellegrini – Cia. Caminho Aéreo Pão de Açúcar – Rio de Janeiro – Brésil

09:00 – 10:15 h Visite technique du téléphérique du Pain de Sucre

**Session 3 du Congrès**

**« LE DEVELOPPEMENT DURABLE DES INSTALLATIONS A CABLES, ENVIRONNEMENT, PROBLEMES SOCIO-ECONOMIQUES »**

10:30 h : Début des communications  
Modérateur : Julien Noël

**Exposés :**

- « Durabilité dans les projets d'installations à câbles »  
Andreas Brandner – Chartered Consulting Engineer – Innsbruck – Autriche
  - « Développement durable des domaines skiabiles »  
Kurt Ramskogler – Co. Lieco – Kalwang – Autriche
  - « Management de l'énergie »  
Erich Megert – SISAG – Altdorf – Suisse
- Pause



(de g. à dr.): Heinrich Brugger (secrétaire général de l'O.I.T.A.F.), Jean Charles Faraudo (président de l'O.I.T.A.F.), Erelia Leite de Castro (p.d.g. de la Sugar Loaf Mountain Cable Car Society) et Guissepe Pellegrini (directeur technique de la Sugar Loaf Mountain Cable Car Society) lors d'une conférence de presse, en mai 2011 à Innsbruck.

- « Insertion d'un téléphérique en ville »  
Denis Creissels – Creissels Technologies – Meylan – France
  - « Télécabines et téléphériques dans le transport public urbain – Erreurs du passé et stratégies pour l'avenir »  
Ryan O'Connor & Steven Dale – Planning consultants – Wellington – Nouvelle-Zélande
- Conférencier : Ryan O'Connor
- « Installations à câbles : Architecture, structure et développement durable »  
Laura Kienbach – Leibniz Universität Hannover – Hannover – Allemagne
- 13:00 – 14:30 h : Pause déjeuner  
Après-midi

**Session 4 du Congrès**

**« TECHNIQUE ET SECURITE »**

14:00 h : Début des communications  
Modérateur : Peter Sedivy

**Exposés :**

- « Analyse de la durée de vie des câbles porteurs des téléphériques à matériaux à mouvement continu »  
Pier Giorgio Graziano – ingénieur-conseil en téléphériques – Turin – Italie
- « Nouvelle méthode de calcul de la ligne »  
David Pataraiia – Professeur à l'université technique de Géorgie – Tblissi – Géorgie

- « Comment vérifier avec Excel le plan d'évacuation des passagers sur un téléporté ? »  
Philippe Balzer – ingénieur conseil en risk-management - Toulouse – France
  - « Human Error : L'erreur humaine cause de défaillances »  
Gábor Oplatka – Prof. em. Dr. Dr. h.c. ETH – Zurich – Suisse
- Pause

- « Evolutions techniques les plus récentes dans le domaine des installations à câbles pour les domaines skiabiles et l'utilisation urbaine »  
Leitner – Poma
  - « Technologie et sécurité des remontées mécaniques dans le contexte urbain et dans les domaines skiabiles »  
Doppelmayer - Garaventa
- 17:40 h : Conclusion des travaux du congrès

Soirée : Dîner de Gala

**Langues du Congrès :**

Allemand, anglais, italien, espagnol, français, portugais

**Dernières informations**

Sur les sites du congrès [www.oitaf2011.com.br](http://www.oitaf2011.com.br) et de l'O.I.T.A.F. [www.oitaf.org](http://www.oitaf.org) vous trouvez tous renseignements concernant l'inscription, le programme-cadre, les excursions etc.

**MENDIIONS LÉGALES**

**Medieninhaber (Verleger) ● Edition :** Bohmann Druck und Verlag, Gesellschaft m.b.H. & Co. KG, A-1110 Wien, Leberstraße 122, Telefon: +43(1)740 95-0, Telefax: +43(1)740 95-537, DVR 0408689  
**Herausgeber ● Publication :** Komm.-Rat Dr. Rudolf Bohmann  
**Geschäftsleitung ● Administration :** Mag. Dr. Gabriele Ambros, Gerhard Milletich  
**Verlagsleitung ● Administration :** Mag. (FH) Patrick Lenhart  
**Redaktion ● Rédaction :** Chefredakteur Mag. (FH) Josef Schramm (JS); Leitender Redakteur Mag. Christian Amtmann (CA); Fachtechn. Redakteur Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Nejez (JN);  
 Redaktionsassistentin & Anzeigenverwaltung Birgit Holzner; E-Mail: [isr.zv@bohmann.at](mailto:isr.zv@bohmann.at), Internet: [www.isr.at](http://www.isr.at)  
**Anzeigenverkauf ● Démarchage publicité :** Mag. (FH) Josef Schramm, Dietrich Kops  
**Layout & electronic Publishing :** Markus Frühwirth  
**Umwelt ● Environnement :** Dipl.-Ing. Dr. Maria Nejez, Landschaftsarchitektin  
**Autoren und Mitarbeiter ● Collaborateurs :** Burgi Triendl-Schwetz, Innsbruck; Dr. Ing. Heinrich Brugger, Bozen; Dr. Gabor Kovacs, Zürich; Ing. Reijo Riila, Helsinki; Resham Raj Dhakal, Nepal  
**Frankreich ● France :** Alain Soury-Lavergne, 40 chemin de Malanot, F-38700 Corenc, Tel. +33(0)476 88 03 10, E-Mail: [a.soury-lavergne@experts-judiciaires.org](mailto:a.soury-lavergne@experts-judiciaires.org)  
**Italien ● Italie :** Dr. Ing. Heinrich Brugger, Claudia de Medicistr. 19, I-39100 Bozen, Tel. +39/0471/300 347, Mob. +39 347 5907305, E-Mail: [h.brugger@alice.it](mailto:h.brugger@alice.it)  
**USA – Canada :** Beat von Allmen, 2871 South 2870 East, Salt Lake City, Utah 84109, Tel. +1/801/468 26 62, E-Mail: [beat@alpentech.net](mailto:beat@alpentech.net)  
**Tschechien, Slowakei und Polen ● Rép. tschèque, Slovaquie et Pologne :** Dipl.-Ing. Roman Gric, Haškova 14, CZ-638 00 Brno-Lesná, Tel. +420/5/41 637 297, E-Mail: [gric@seznam.cz](mailto:gric@seznam.cz)  
**GUS ● CEI :** Dr. David Pataraiia, Shertavastri. 18/16, Tbilissi-1060, Georgien, Tel. & Fax +995/32/373785, E-Mail: [david.pataraiia@gmail.com](mailto:david.pataraiia@gmail.com); Maya Semivolosova  
**Rumänien und Bulgarien ● Roumanie et Bulgarie :** Dipl.-Ing. Petre Popa jr., str. Lunga 53 c/7, RO-500035 Brasov, Tel. & Fax +40/268/5436 98, E-Mail: [petre.popa@gmail.com](mailto:petre.popa@gmail.com)  
**China ● Chine :** Dr. Du Li, Dr. Schober Str. 84 199, A-1130 Wien, Tel. +43/1/889 74 10, Fax+43/1/889 87 19, E-Mail: [unicom@aon.at](mailto:unicom@aon.at);  
**Autorisierte Übersetzer ● Traductriceurs autorisés :** Dr. Chris Marsh (E), Andrée Pazmandy Lic. ès. L. (F), Federico Dalpiaz (ES), Mag. Hubert Rinner (IT)  
**Vertriebsleitung ● Direction de la distribution :** Angelika Stola, Tel.: +43/1/740 95-462, Erscheint 6 mal jährlich/6 numéros par année  
**Inland ● Autriche :** Einzelpreis: € 19,95; Jahresbezugspreis: € 109,90 (inkl. 10 % MwSt.)  
**Ausland ● Étranger :** Einzelpreis/prix du numéro: € 23,30; Jahresbezugspreis/prix de l'abonnement complet : € 130,00 (inkl. MwSt, inkl. Porto u. Versandkosten), Die Abonnementgebühr ist im Voraus zu entrichten. Das Abonnement ist spätestens 30 Tage vor Bezugsjahressende schriftlich kündbar.  
**Bankverbindungen ● Bank accounts :** Bank Austria Creditanstalt AG 653-092-700; Östern: Postsparkasse 1732.755  
**Druck ● Impression :** AV + Astoria Druckzentrum, A-1030 Wien, Faradaygasse 6  
**Druckauflage 1. Halbjahr 2011 ● Tirage 1<sup>er</sup> semestre 2011 :** 6.500

**BOHMANN**  
Verlagsgruppe

**ÖAK**  
Auflagenkontrolle

**P**  
P D N PARTNER

**GLV**  
UMWELTZEICHEN

Votre fidèle partenaire  
quel que soit votre destination!



DESIGN CONSTRUCTION SERVICE

**CWA**<sup>®</sup>  
Constructions



[www.cwa.ch](http://www.cwa.ch)