

ISR

www.isr.at

SPÉCIAL FRANÇAIS



ERSCHEINUNGSORT WIEN • VERLAGSPOSTAMT 1110 WIEN • P.b.b. • ZULASSUNGSNUMMER 02Z031057M

FOTO: © STANSEHORNBAHN / E. AMMON

Step in easy ...
... go up safely!

GANGLOFF
SWITZERLAND
Cabins

T +41 31 387 51 11
F +41 31 382 11 86
www.gangloff.com

TÉLÉPHÉRIQUES
UNE RÉVOLUTION À LA MONTAGNE

TECHNIQUE
LES OSCILLATIONS SUR LES INSTALLATIONS DE TRANSPORT À CÂBLES

Transports à câbles en milieu urbain

MANIFESTATION Transports à câbles en milieu urbain, tel était le thème d'une journée d'étude organisée conjointement par le G.A.R.T.^(I), le C.E.R.T.U.^(II), et le S.T.R.M.T.G.^(III) à Toulouse le 10 octobre 2012.



Alain Soury-Lavergne

Plus précisément il s'est agi d'examiner les possibilités des transports à câbles aériens, en mettant de côté les systèmes sur voies rigides, funiculaires et autres, qui sont déjà bien connus.

Le sujet était déjà le thème principal du 10^{ème} Congrès de l'OITAF^(IV) à Rio de Janeiro en octobre 2011, mais il n'a peut-être pas été suffisamment traité, et en tout cas il l'a été principalement entre spécialistes. Or en matière de transports urbains les décisions sont avant tout politiques et doivent s'appuyer sur un consensus suffisant des populations concernées, consensus qui passe d'abord par une information détaillée des responsables techniques et politiques de l'organisation de la cité. D'où la nécessité de faire connaître les tenants et les aboutissants de la technologie des transports à câbles.

Le CERTU, en liaison avec le STRMTG, a publié à cet effet en juin 2012 une étude de 141 pages, dont une préfiguration avait été présentée à Rio de Janeiro lors de la première séance consacrée aux transports en milieu urbain.

En fait les technologies sont connues, les éléments favorables

aux transports par câbles identifiés ; il reste à sortir de l'image de transport de loisir, sans considérer pour autant les transports par câbles comme un outil miracle, mais comme un complément significatif à la panoplie des solutions de transport urbain.

Parmi les questions posées propres aux transports en élévation est celle de l'intrusion visuelle avec le phénomène de rejet « *nomy* » (*not over my back-yard*). Pour le moment en France la question n'est pas juridiquement résolue avec une vieille loi de 1941 basée sur un survol de 50 m. Il s'y ajoute un problème de sécurité concernant l'incendie possible d'un bâtiment survolé. De nouvelles dispositions doivent être prises.

Une autre question est posée par la compatibilité des flux entre deux modes de transport : l'arrivée d'un train (flux discontinu) provoque au départ de la télécabine qui suit (flux quasi continu) un engorgement momentané.

Au regard de ces inconvénients il faut mettre en avant les avantages que sont la légèreté de l'infrastructure, son peu d'emprise au sol, la rapidité de réalisation, les capacités de franchissement, le silence et l'absence de pollution, en tout cas locale. La question de la consommation énergétique a été à peine esquissée et les points de vue à son sujet devront être développés.

Le débat a été illustré par nombre

d'exemples anciens ou récents : New-York (Roosevelt Island), Nijni-Novgorod, Madeira, Cologne, Bolzano, Alger et autres nombreuses installations en Algérie, Taipei (Maokong, Taiwan), et bien entendu Medellin (Colombie) et Rio-de-Janeiro (Brésil)... La liste est déjà longue, mais pas assez encore pour que ce système soit intégré dans la culture des populations à desservir. Comme l'a fait remarquer un participant, plus il y aura des installations à câbles plus les réticences tomberont, c'est ce qui vient de se produire vis-à-vis des tramways.

En ce moment, en France, plusieurs projets sont activement étudiés : à Brest, à Toulouse, dans le Val-de-Marne. Des réflexions sont en cours à Grenoble et dans le « Grand Paris » où pas moins de 14 « tramways du ciel » pourraient compléter le réseau plus traditionnel.

L'évolution technologique n'est pas terminée. Il reste à mettre au point, comme l'a souligné l'ingénieur Denis Creissels, un transport à câbles ayant des caractéristiques de service semblables aux systèmes traditionnels : nombreuses stations, ligne suivant une voirie existante, pré-embarquement au niveau du sol à l'entrée de l'ascenseur, accostage de la cabine de l'ascenseur avec la cabine de ligne...

ASL

^(I) G.A.R.T., Groupement des Autorités Responsables de Transport, www.gart.org

^(II) C.E.R.T.U., Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'urbanisme et les constructions publiques, www.certu.fr

^(III) S.T.R.M.T.G., Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés, www.strmtg.equipement.gouv.fr

^(IV) O.I.T.A.F., Organizzazione Internazionale Trasporti a Funne, www.oitaf.org

La première télécabine 10 places réalisée en Suisse

CWA La télécabine 10 places la plus moderne de Suisse, équipée de 41 cabines du type OMEGA IV-10 LWI, a été inaugurée le 12 décembre 2012 à Vercorin.



L'intérieur avec sièges rabattables recouverts de tapis



L'extérieur des cabines OMEGA IV-10 LWI destinées à Vercorin

Le village de vacances de Vercorin se trouve à l'extrémité du Val d'Anniviers, perché sur un plateau surplombant la vallée du Rhône. Il possédait jusqu'ici une télécabine, construite en 1973, montant à la Crête du Midi (2356 m), le sommet le plus proche entre le Val d'Anniviers et le Vallon de Réchy. Cet appareil vient d'être remplacé par une nouvelle installation équipée de cabines ultra-modernes.

Les 41 nouvelles cabines OMEGA IV-10 LWI, de couleur blanche, sont très spacieuses et d'accès aisé. Grâce aux banquettes rabattables et à une plate-forme au niveau du sol il est possible de transporter en toute sécurité aussi bien des personnes à mobilité réduite que des objets hauts et encombrants.

En hiver, les passagers peuvent déposer skis et snowboards en tout confort dans les porte-skis CWA-VARIA-5S1B. Les ouvertures des porte-skis sont configurées pour permettre de loger de façon optimale et en toute sécurité aussi bien les skis free style que les ski carving classiques.

MEILLEUR CHOIX

Vercorin dispose ainsi désormais d'une des télécabines les plus modernes de Suisse, répondant à tous les critères de qualité des installations réalisées par le groupe Doppelmayr/Garaventa. Pour Vercorin, les cabines de CWA étaient le meilleur choix : les éléments ayant pesé sur la décision étaient essentiellement le rapport qualité/prix ainsi que la qualité reconnue et durable des produits CWA.

PHOTOS: CWA

GeroVari Reamer





**outil d'alésage
innovatif
pour bagues en plastique**

Hans Langesee contact en France:
M. Meister: T: +33 608845888,
itrade@wanadoo.fr, www.langesee.at

SOLUTIONS POUR VOTRE SUCCÈS

www.tkm.at

Une révolution à la montagne

BARTHOLET Le constructeur suisse d'installations de transport à câbles Bartholet fait actuellement fureur dans le monde entier avec son nouveau siège dessiné par Porsche.



Inauguration du télésiège débrayable 6 places de Laax. Les sièges dessinés par Porsche avaient suscité un vif enthousiasme déjà avant l'inauguration. De g. à dr. : Thomas Spiegelberg, directeur général de Bartholet ; Reto Gurtner, président de Weisse Arena Laax ; Martin Hug, directeur des constructions de Weisse Arena Laax et Roland Bartholet, président du conseil de surveillance de Bartholet.

Dans le cadre de la stratégie « Une révolution à la montagne » du groupe Weisse Arena, la société Bartholet Maschinenbau AG basée à Flums s'est vu attribuer en 2010 la construction du nouveau télésiège débrayable 6 places de Lavadinas-Fuorcla Sura. Cette installation de 2 kilomètres de long totalisant 19 pylônes, qui vient remplacer l'ancien appareil biplace d'Alp Ruschein, va être inaugurée pour la saison d'hiver 2012/13. Le nouveau télésiège pourra fonctionner à la vitesse de 6 mètres/seconde, soit un gain en rapidité d'un mètre/seconde par rapport aux autres installations. L'augmentation de vitesse s'inscrit dans le droit fil de la stratégie de Reto Gurtner (pré-

sident du conseil de surveillance de Weisse Arena AG) qui souhaite pouvoir répondre toujours mieux aux besoins de la clientèle et en particulier lui éviter les longues files d'attente aux moments de pointe.

DES SIÈGES AU DESIGN FUTURISTE

La réalisation de ces sièges confortables est l'aboutissement d'un long processus de recherches poursuivi depuis 2010 en collaboration avec le studio Porsche Design. Pour passer de l'idée à sa mise en œuvre, en accordant toute leur importance au design et à la fonctionnalité, il a fallu tenir compte de nombreux facteurs. Les efforts conjugués d'une équipe associant

techniciens de la construction et designers ainsi que des spécialistes de Weisse Arena AG ont permis de mener cette tâche à bien.

Les « sièges-oasis » modernes, avec coques de protection et chauffage solaire, système de sécurité pour enfants et éléments en fibre carbone, présentent en outre la particularité de pouvoir pivoter latéralement de 45°. Ceci en association avec un nouveau système d'absorption des vibrations qui garantit un transport encore plus doux et plus confortable. Reto Gurtner a pu apprécier tous ces avantages lors de sa visite à Flums, fin juin, à l'occasion du 50^e anniversaire de Bartholet Maschinenbau AG. Le chauffage des sièges est assuré par des panneaux photovoltaïques montés sur le dossier des sièges. Ce mode de chauffage se passe entièrement d'accumulateur.

L'idée du pivotement latéral, une première mondiale, était l'un des objectifs sur lesquels reposait l'élaboration du siège. Elle répond à la demande de Reto Gurtner qui souhaitait voir les passagers profiter mieux encore du fabuleux spectacle de la nature se déroulant sous leurs yeux pendant le trajet. L'équipe de conception travailla d'arrache-pied sur cette idée futuriste et finit par trouver la solution optimale. La nouvelle suspension permet au siège de pivoter automatiquement de 45° dans le sens opposé à la marche lorsqu'il quitte la station. Les passagers bénéficient ainsi d'une vue intégrale sur l'extraordinaire panorama qu'of-frent les montagnes d'Alp Ruschein/Bündner Vorab.



SYSTÈME SPÉCIAL DE STOCKAGE DES SIÈGES DANS LES GARES

L'installation dispose d'un système spécial de stockage des sièges dans les gares qui a évité de prévoir une structure spéciale pour mettre les nouveaux sièges à l'abri. Le stockage des sièges, 43 par gare, s'effectue simultanément à la gare amont et à la gare aval. L'opération prend tout juste 20 minutes. A cet effet, les stations ont été équipées d'une voie de stockage séparée. Les avantages avérés de ce système sont la réduction de moitié du temps nécessaire ainsi qu'une moindre consommation d'énergie.

Le retard pris au printemps pour le démarrage du chantier en raison de la surabondance de neige a pu être rattrapé par la suite grâce à l'efficacité des entreprises ayant participé à la réalisation. La construc-

tion des gares débuta en août avec la gare aval. Une fois les fondations achevées, ce fut le tour de la gare amont en septembre. Egalement au mois d'août on a pu procéder à l'installation des fûts de pylônes, pesant jusqu'à 5 tonnes, déposés sur le site par un hélicoptère de type KAMOV. Grâce à la coordination parfaite entre les équipes, les travaux se sont effectués avec fluidité et sans avoir à enregistrer d'accident. Une autre étape importante, le tirage des câbles, a eu lieu mi-septembre.

LIVRAISON DES SIÈGES

Les sièges au design futuriste sont arrivés à Laax à partir de début novembre et le montage a commencé aussitôt. Les coussins de fabrication spéciale garantissent un extrême confort. Après la période d'essai, la réception par l'Office

fédéral des Transports (BAV) a eu lieu fin novembre. Depuis le 1^{er} décembre 2012, date d'ouverture de la saison à Weiss Arena Laax, le nouveau télésiège offre aux skieurs le plaisir d'un trajet d'un confort exceptionnel avec une vue grandiose sur le paysage de montagnes qui s'offre à leurs yeux.

Avec leur design futuriste et leurs coussins fabriqués spécialement pour eux, les sièges de Porsche ultra-confortables avaient déjà attiré l'attention avant l'inauguration.

FICHE TECHNIQUE

Projet Lavadinass-Fuorcla Sura, Type : télésiège débrayable 6 places avec stockage des sièges dans les gares

Altitude gare aval de Lavadinass	1904 m
Altitude gare amont de Fuorcla Sura	2528 m
Longueur selon la pente	2142 m
Nombre de pylônes	19
Débit	1800 p/h phase initiale, 2400 p/h phase finale
Nombre de sièges	65 phase initiale 86 phase finale
Vitesse	0,5 - 5 m/s

MENTIONS 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 : Bohmann Druck und Verlag **GESCHÄFTSLEITUNG • GÉRANTS :** MMag. 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); **REDAKTIONSASSISTENZ UND ANZEIGENVERWALTUNG • ASSISTANTE RÉDACTION ET PUBLICITÉ :** Birgit Holzer; E-Mail: isr.zv@bohmann.at, Internet: www.isr.at **ANZEIGENVERKAUF • DÉMARCHAGE PUBLICITÉ :** Mag. (FH) Josef Schramm, Dietrich Kops **LAYOUT & ELECTRONIC PUBLISHING • MAQUETTE :** Markus Frühwirth (REPRO MEDIA) **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 Riita, 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 **ITALIEN • ITALIE :** Dr. Ing. Heinrich Brugger, Claudia de Medicistr. 19, I-39100 Bozen, Tel. +39/0471/300 347, Mob.+39 347 590 73 05, E-Mail: h.brugger@alice.it **USA, KANADA • 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 **TSCHECHIEN, SLOWAKEI UND POLEN • RÉP. TCHÈQUE, 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 **GUS • CEI :** Dr. David Patarai, Shertavastr. 18/16, Tbilissi-1060, Georgien, Tel. & Fax +995/32/373785, E-Mail: david.patarai@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 **CHINA • CHINE :** Dr. Ou 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 **AUTORISIERTE ÜBERSETZER • TRADUCTEURS AUTORISÉS :** Dr. Chris Marsh (E), Andrée Pazmandy Lic. ès. L. (F), Federico Dalpiaz (ES), Mag. Hubert Rinner (IT) **VERTRIEBSLEITUNG • DISTRIBUTION :** Angelika Stola, Tel.: +43/1/740 95-462, Erscheint 6 mal jährlich/6 numéros par an **ABONNEMENTS • abo@bohmann.at • INLAND • AUTRICHE :** Einzelpreis/prix du numéro : € 20,60; Jahresbezugspreis/prix de l'abonnement complet : € 113,20 (inkl. 10 % MwSt) **AUSLAND • ÉTRANGER :** Einzelpreis/prix du numéro : € 23,95; Jahresbezugspreis/prix de l'abonnement complet : € 133,30 (inkl. MwSt, inkl. Porto u. Versandkosten), Die Abonnementgebühr ist im Voraus zu entrichten. Das Abonnement ist spätestens 30 Tage vor Bezugsjahresende schriftlich kündbar. **BANKVERBINDUNGEN • COMPTES BANCAIRES :** Bank Austria Creditanstalt AG 653-092-700; Österr. Postsparkasse 1732.755 **DRUCK • IMPRESSION :** AV+ Astoria Druckzentrum, A-1030 Wien, Faradaygasse 6, **DRUCKAUFLAGE 1. HALBJAHR 2012 • TIRAGE 1^{er} SEMESTRE 2012 :** 5.750 exemplaires.



Une technologie de fraises pour les champions du monde

PRINOTH Une amélioration continue garantit en particulier la piste parfaite quel que soit le niveau d'enneigement. Les skieurs d'élite du monde entier eux-mêmes misent sur les promesses de Prinoth en termes de qualité pour la Coupe du monde de Schladming 2013.

De belles pistes témoignent d'un travail de fraisage bien fait. La fraise Power vient à bout de toutes les situations en termes d'enneigement ou de sol irrégulier.



La piste s'étend à l'infini, parfaitement préparée. Les spectateurs se déchainent. Les genoux tremblent. L'adrénaline monte. Soudain, le coup d'envoi est donné. Pour que la compétition mondiale se déroule dans des conditions optimales, de nombreux facteurs doivent être réunis. Dans des courses où les vitesses atteignent les 130 km/h, il est in-

dispensable de posséder une solide technique, une bonne dose de courage, des forces hors du commun et des nerfs à toute épreuve. Mais ce qui compte par-dessus tout, pour atteindre le but au plus vite, c'est une piste parfaite.

Prinoth est le fournisseur exclusif des domaines de ski Planai et Hochwurzen pour la Coupe Schladming 2013 et sera chargé d'assurer des conditions de piste optimales pendant la Coupe du monde. Pour lui, comme pour les sportifs, c'est le résultat qui compte. « Une bonne piste détermine tout dans les sports d'hiver, de A à Z. L'état des pistes constitue donc la base de la compétition. S'il n'est pas optimal, la course sera difficile », explique Karl Höflehner, directeur technique par procuration de Planai Bergbahnen. De belles pistes témoignent d'un travail de fraisage bien fait. La fraise Power vient à bout de toutes les situations en termes d'enneigement ou de sol irrégulier. « Le résultat est profond et présente une plus grande finesse de grain, ce qui allonge considérablement la durée de vie des pistes », assure Karl Höflehner.

RENTABILITÉ ET PERFORMANCE D'EXCELLENCE

Autre avantage décisif de la fraise Power : son efficacité. Le concept de fabrication allonge sa durée de vie et garantit une meilleure répartition du poids. Les dents de la

fraise sont particulièrement résistantes à l'usure et assurent une qualité durable du produit. Leur disposition spéciale permet de réduire la vitesse de rotation et, en conséquence, la consommation en carburant de la dameuse.

DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉCOLOGIE POUR UNE COUPE DU MONDE « VERTE »

En janvier, 23 véhicules aux couleurs de la Styrie, les traditionnels blanc et vert, assureront la préparation des pistes pour la Coupe du monde. La « Coupe du monde verte » qui se déroulera en plein cœur de la Styrie n'a pas la performance pour seul objectif : elle en appelle également à la conscience écologique de chacun. Prinoth prend clairement position pour la protection de l'environnement et engage, dans cette lignée, le nouveau Leitwolf, première dameuse conforme à la norme Euromot III B, mais aussi son Husky E-motion. La version diesel-électrique de cette dameuse polyvalente et talentueuse est, avec le nouveau Leitwolf, en tête de course en matière de technologie propre. Le Beast est également dans les starting-blocks. Grâce à sa largeur de travail exceptionnelle de 7,1 m, le Beast atteint un rendement de damage de 40 % supérieur à celui des autres véhicules et permet de réaliser des économies d'argent significatives de par sa vitesse de damage élevée.

ARCHITEKTUR AWARD 2013

**Le prix d'architecture pour
une réalisation remarquable
en montagne**

Le règlement :

Gare aval

Gare amont

Restaurant d'altitude

Projet global

Conditions de participations :
Connectez-vous sur www.isr.at pour les télécharger



Photo: 120RF

Comment se déroule la fabrication d'une cabine de téléphérique ?

SIGMA La réponse à cette question a été fournie aux participants de l'ITTAB 2012 (Conférence internationale des Autorités techniques de Surveillance des remontées mécaniques) dans le cadre d'une visite à Veyrins chez le constructeur français de cabines Sigma.



simuler jusqu'aux effets d'éclairage tels qu'ombrage et réflexion de la lumière) et produit final.

L'usine Sigma de Veyrins se consacre presque exclusivement à la fabrication des cabines Diamond destinées aux télécabines – qu'il s'agisse de l'équipement d'appareils neufs ou du remplacement de véhicules vétustes sur les appareils anciens. De mai à novembre la fabrication de cabines pour les installations de sports d'hiver absorbe l'entière force de travail des 70 salariés. L'usine sort de 1000 à 1500 cabines Diamond par an.

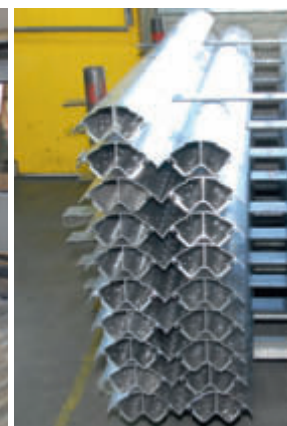
LES ÉTAPES DE PRODUCTION D'UNE CABINE DIAMOND

Au cours de la visite, les participants ont pu suivre le processus de fabrication d'une cabine Diamond, de l'entrepôt de matériaux à la sortie d'usine. Les photos en bas de page illustrent un certain nombre d'étapes de production essentielles.

Fig. 1 : Cette machine entièrement automatique sert à la découpe au laser et à l'emporte-pièce d'élé-

Après avoir souhaité la bienvenue aux visiteurs, Francis Charamel, président de Sigma, présenta succinctement la structure de cette entreprise spécialisée dans la fabrication de cabines de téléphériques de tous types. Sigma, qui intervient dans le monde entier, est une filiale à 100% de Poma. M. Charamel ne manqua pas de faire remarquer que le ser-

vice design de l'usine utilisait déjà depuis le milieu des années 90 le procédé 3D pour la modélisation des cabines. Cette technique indispensable pour réaliser des formes spéciales à surface fortement incurvée, comme celle par exemple du « London Eye », permet d'obtenir une excellente concordance entre rendus (calcul d'images de synthèses 3D photoréalistes, permettant de



ments en tôle d'aluminium.

Fig. 2 : C'est sur cette machine que les profilés d'angle des châssis de cabines sont coupés à la dimension et usinés.

Fig. 3 : Les profilés d'angle préparés sont prélevés sur cette pile pour arriver au pliage. Il n'est plus nécessaire de retoucher les extrémités des profilés après le pliage.

Fig. 4 : C'est là que sont assemblés les châssis de cabines. Le châssis est fixé dans la machine de manière à pouvoir tourner autour d'un axe horizontal.

Fig. 5 : Après être passés par l'atelier de peinture le toit, le plancher, les fenêtres et les portes sont montés sur le châssis.

Fig. 6 : Après de contrôle final, les cabines Diamond sont prêtes à quitter l'usine.



C'est dans une ambiance décontractée que s'est déroulée la visite de l'usine Sigma en compagnie de M. Francis Charamel. A ses côtés, Daniel Pfeiffer, directeur du STRMTG et directeur de l'ITTAB 2012, Gaëtan Rioult, STRMTG, et Jean-Paul Huard, vice-président de Poma (de g. à dr.).

PROJETS SPÉCIAUX DE SIGMA

Lors du buffet sur lequel s'achevait la réunion de l'ITTAB, Jean-Paul Huard, vice-président de Poma, a saisi l'occasion de la présence d'un public international pour présenter aux participants, avec commentaires à l'appui, une documentation vidéo sur les prestigieuses installations réalisées par Poma à l'internationale. ISR avait déjà consacré des articles à toutes ces réalisations : le « London Eye », le « Roosevelt Island Tram » à New York, les véhicules d'APM destinés à l'aéroport du Caire et le projet de Grande Roue géante pour Las Vegas.

PHOTOS: J. NEIEZ



Les oscillations sur les installations de transport à câbles



5^e partie.

Oscillations dans les travées : excitateurs possibles

RETO CANALE
Dipl.-Ing. EPFZ
Directeur du CITT

DANS LE CADRE DE LA SÉRIE D'ARTICLES « Les oscillations sur les installations de transport à câbles », nous allons maintenant nous intéresser aux oscillations des câbles se manifestant dans les travées ; dans le présent chapitre, nous rechercherons les excitateurs possibles.

Les oscillations se produisant dans les travées ne peuvent, elles aussi, être provoquées que par une modification des forces agissant sur le câble (Cf. 1^{ère} partie, « Les oscillations sur les installations de transport à câbles », ISR 5/2011, p. 52). Les causes possibles de ces modifications de forces sont les suivantes :

- Variation brusque de la tension du câble (accélération ou décélération, modification de la valeur de la traction exercée par le véhicule lors du passage sur les pylônes) ;
- Variation de la charge verticale dans une travée ;
- Variation de la répartition des charges en ligne ;
- Influence extérieure.

VARIATION BRUSQUE DE LA TENSION DU CÂBLE

Accélération ou décélération : Sur toutes les installations, le lancement et le freinage entraînent des varia-

tions de la tension du câble. Les processus d'accélération et de décélération provoquent, en interaction avec les masses en mouvement, des oscillations dont l'ampleur est fonction de l'élasticité et de la flèche du câble dans les travées du système.

Les variations de vitesse au niveau de la motrice ont pour conséquence une modification de la tension du câble ; autrement dit, la tension du câble augmente d'un côté tandis qu'elle diminue de l'autre ce qui signifie que la flèche diminue d'un côté tandis qu'elle augmente de l'autre.

Le résultat étant en premier lieu une excitation de l'oscillation transversale de base dans le plan vertical dans les travées (Fig. 1).

Modification de la valeur de la traction exercée par le véhicule lors du passage sur les pylônes : La modification de l'inclinaison du câble sur le chariot/sur l'attache lors du passage des véhicules sur les pylônes, se traduit par une modification de la traction exercée par le véhicule, avec pour conséquence une modification de la tension du câble.

Dans le cas d'une installation bicâble à va-et-vient, le passage des véhicules en pleine charge, à la descente, sur les pylônes de deux travées voisines présentant une importante différence d'inclinaison, pourra provoquer une forte oscillation du câble tracteur vers le haut dans la travée supérieure (sauf dans le cas de doubles câbles porteurs et de câbles tracteurs sur cavaliers) (Fig. 2).

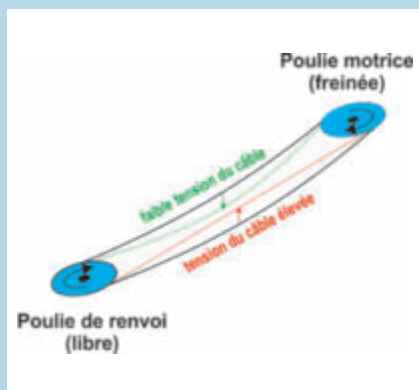


Fig. 1 : Les variations de vitesse au niveau de la motrice provoquent des oscillations verticales des travées.



Fig. 2 : Oscillation du câble tracteur due à une modification de la traction exercée par le véhicule au passage sur les pylônes

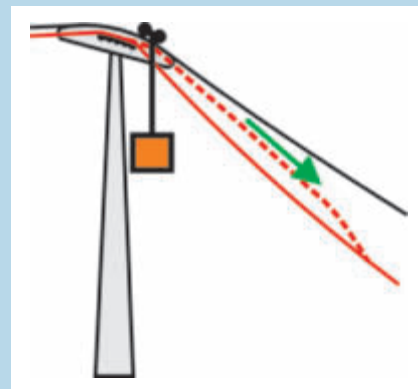


Fig. 3 : Le câble tracteur est soulevé lorsque le véhicule franchit un pylône

VARIATION DE LA CHARGE VERTICALE DANS UNE TRAVÉE

Passage du véhicule sur les pylônes sur une installation bicâble à va-et-vient : Lorsque le véhicule franchit un pylône, le câble tracteur est soulevé des galets supports ; la force verticale s'exerçant alors un bref instant sur le câble tracteur déclenche une onde transversale (Fig. 3).

Cette onde est successivement réfléchiée entre le véhicule et l'autre extrémité de la travée et vice-versa (Fig. 4).

Au fur et à mesure que le véhicule s'approche de l'extrémité de la travée, l'énergie contenue dans cette onde se trouve concentrée sur une section de câble de plus en plus courte ; la fréquence augmente en permanence alors que l'amplitude d'oscillation diminue proportionnellement (Fig. 5).

Largage d'une charge : Si l'on largue une charge depuis un véhicule en ligne il en résulte une nouvelle situation d'équilibre pour la flèche verticale de la travée concernée (Fig. 6).

Etant donné que cette modification de charge se produit normalement sur un délai très court, il en résulte une oscillation transversale du câble autour de la nouvelle position d'équilibre (Fig. 7).

Une modification de la charge n'intervient pas seulement en cas de largage de lest ou de chargement d'un véhicule. La chute de la neige ou de la glace amassées sur les câbles ou sur le véhicule peut elle aussi provoquer d'importantes modifications des forces ayant pour conséquence des oscillations correspondantes.

Oscillations de travées courtes : Dans les travées courtes qui se rencontrent le plus souvent dans les stations, il peut arriver qu'une oscillation transversale soit provoquée par le système « câble - galet » ou « câble - poulie » (voir aussi « Les oscillations sur les installations de transport à câbles », ISR 2/2012, p. 52).

On observe ce type d'oscillations de travées lorsque la fréquence propre de la travée considérée coïncide avec celle de l'excitateur potentiel à l'extrémité de la tra-

vée. Les causes les plus fréquentes sont l'ondulation du câble ou la polygonalité d'une poulie. Ces oscillations de travées peuvent être à l'origine de bruits importants (« vrombissement ») ou de fatigue de matériau.

Modification de la répartition de la charge en ligne

Avec la tendance à l'augmentation des vitesses et de la longueur des travées, nous nous trouvons en présence d'installations sur lesquelles on observe des oscillations non négligeables. Ces oscillations de travée sont caractérisées par un échange de longueur de câble entre travées voisines ; on parle de « pompage ».

Pour que ces oscillations s'établissent, les conditions suivantes doivent être réunies :

- a) même fréquence de résonance dans deux travées voisines,
- b) présence d'un excitateur,
- c) faible amortissement.

ad a) : Deux travées voisines dans lesquelles la tension du câble est approximativement la même et la charge à peu près identique ont en gros la même fréquence de résonance lorsqu'elles sont de même longueur.

ad b) : Lorsqu'un véhicule se trouve sur un pylône, son poids s'exerce directement sur le pylône, la travée est équilibrée.

Lorsque le véhicule continue sa course, son poids provoque une augmentation de la force verticale et donc une augmentation de la flèche dans la travée concernée ; puis la flèche diminue au fur et à mesure que le véhicule s'approche du pylône suivant. Ce processus se répète à intervalles réguliers puisque l'espacement des véhicules est généralement régulier.

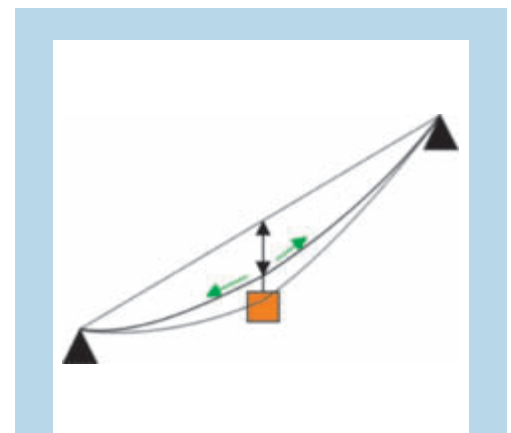


Fig. 7 : Oscillation de la travée après largage d'une charge

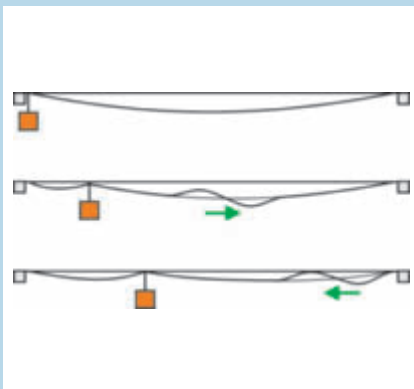


Fig. 4 : Propagation de l'oscillation du câble porteur entre le véhicule et l'autre extrémité de la travée

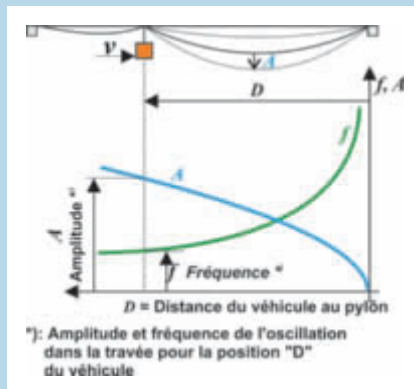


Fig. 5 : Lorsque le véhicule s'approche de l'extrémité de la travée, la fréquence de l'oscillation du câble augmente tandis que l'amplitude diminue.

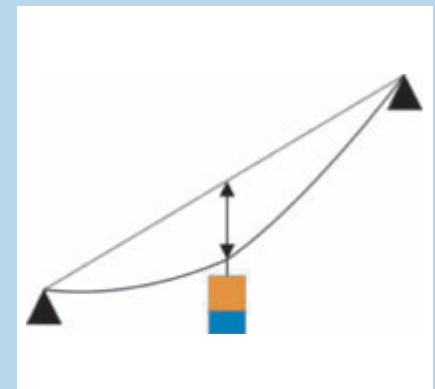


Fig. 6 : Flèche verticale fonction de la charge dans une travée

ad c) : Etant donné que l'amortissement qui intervient ici ne représente qu'une petite partie de la friction de roulement sur les pylônes, nous avons dans ce cas pratiquement affaire à un système non amorti (Fig. 8).

INFLUENCES EXTERNES

Chute d'objets : Outre qu'elle risque d'entraîner une surcharge de divers composants de l'installation, la collision avec le câble d'objets étrangers au système (chute d'arbre, engins motorisés, etc.) provoque fréquemment des oscillations massives du câble du fait de modifications de forces importantes et subites.

Influence du vent : Concernant l'effet du vent, on ne tient le plus souvent compte que de la force horizontale plus ou moins constante qui s'exerce sur le câble, ou bien l'on se concentre sur les oscillations des véhicules parfois très fortes ; en revanche, on sous-estime l'effet du vent sur le comportement d'oscillation des portées. Les causes les plus connues de ces oscillations sont les « tourbillons de Bénard-Karman » et le « Galloping ».

Tourbillons de Bénard-Karman : Dans la mécanique des fluides, le terme de tourbillons de Bénard-Karman désigne un phénomène selon lequel l'écoulement d'un fluide autour d'un corps de section circulaire donne naissance à des tourbillons alternés en arrière de ce corps. Ce phénomène a été démontré et calculé pour la première fois en 1911 par Theodore von Karman (Fig. 9).

Ces tourbillons produisent une force verticale au plan défini par la direction du vent et le câble. Sous l'effet des tourbillons de Bénard-Karman, cette force change périodiquement de sens, imprimant ainsi au câble une oscillation transversale (Fig. 10).

Il peut ainsi arriver que les tourbillons de Bénard-Karman impriment un débattement transversal aux cabines de forme circulaire d'une installation mono-câble. Ceci peut se produire même en l'absence de vent ; il suffit du vent relatif de l'installation.

Galopping : Lorsque l'air s'écoule le long d'un profil de section plutôt oblongue et que pour une raison ou une autre une légère rotation est imprimée au profil (en s'éloignant de la position symétrique au flux d'air), la « pression de l'air » fait tourner le profil jusqu'au point auquel le couple antagoniste résultant de ce mouvement est assez important pour que le profil rebondisse, ce qui entraîne une oscillation de rotation. On désigne cette oscillation par le terme de Galopping.

Le profil des câbles givrés peut prendre la forme oblongue qui, sous l'effet d'un écoulement d'air approprié provoque une rotation du câble et déclenche un phénomène de Galopping (Fig. 11).

Au prochain chapitre de la série d'articles « Les oscillations sur les installations de transport à câbles » nous étudierons les moyens dont on dispose pour éliminer ou réduire les oscillations de travées.

Je tiens à remercier ici le P^r Josef Nejez et M. Georg Kopanakis non seulement pour la révision critique du présent texte et leurs précieux conseils mais aussi pour la coopération intéressante et constructive poursuivie depuis de longues années et allant bien au-delà de ces articles.

Reto Canale

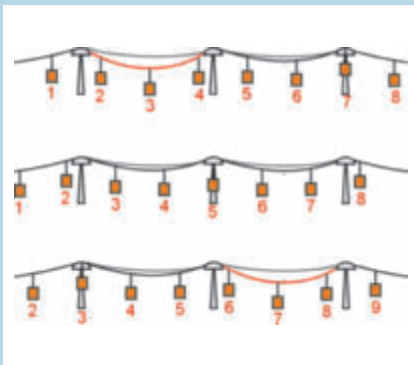


Fig. 8 : Le déplacement régulier des véhicules dans les travées peut provoquer des oscillations de pompage, en particulier lorsque les travées voisines sont approximativement de même longueur.

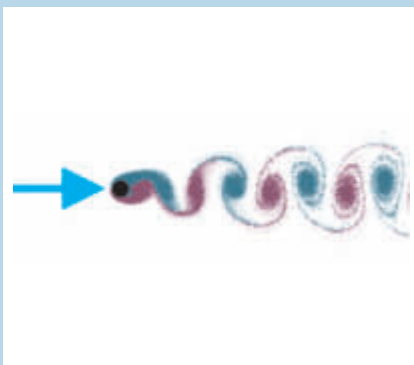


Fig. 9 : Tourbillons de Bénard-Karman derrière un corps de section circulaire

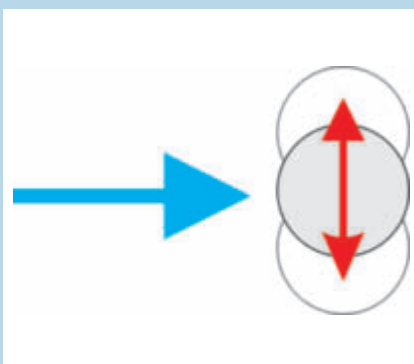


Fig. 10 : Oscillations du câble provoquées par les tourbillons de Bénard-Karman

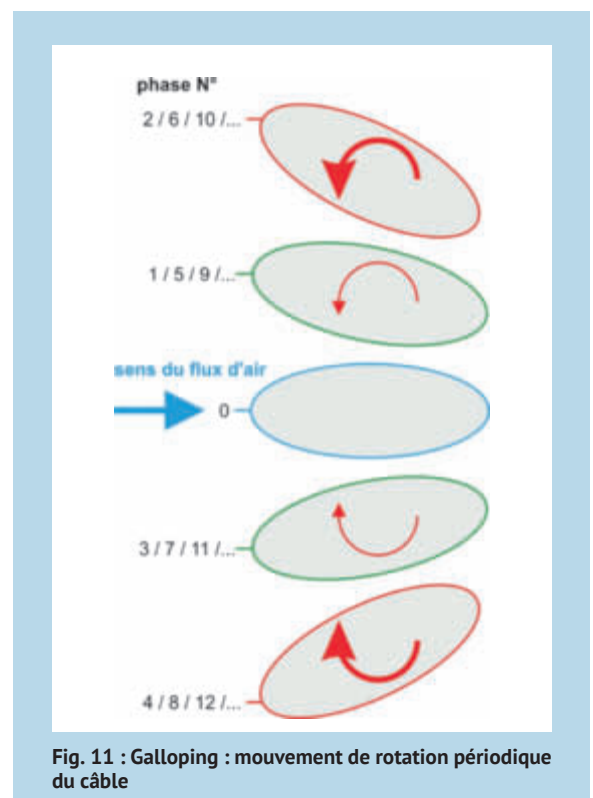


Fig. 11 : Galopping : mouvement de rotation périodique du câble