Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 112 (1986)
Heft: 8

Artikel: Le mini-métro de Serfaus (Autriche) - Une première mondiale au Tyrol
Autor: Weibel, Jean-Pierre
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75980

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le mini-métro de Serfaus (Autriche) – Une première mondiale au Tyrol

par Jean-Pierre Weibel, rédacteur en chef

L'interdiction de la circulation automobile dans les stations de sports d'hiver répond à un vœu justifié: conserver ou rendre à ces agglomérations une qualité de vie compatible avec l'idée qu'on se fait des vacances. Y retrouver les embouteillages urbains assortis des difficultés suscitées par la neige répond fort mal à ce souhait.
La voiture ainsi supprimée doit bien être remplacée par quelque chose, pour assurer les nécessaires déplacements des skieurs. Désormais, une solution meilleure que la création d'un réseau local d'autobus existe et a fait ses preuves: le mini-métro. En le présentant ici, nous espérons alimenter les réflexions des responsables de nos stations de montagne.

Serfaus: embouteillages urbains à la montagne

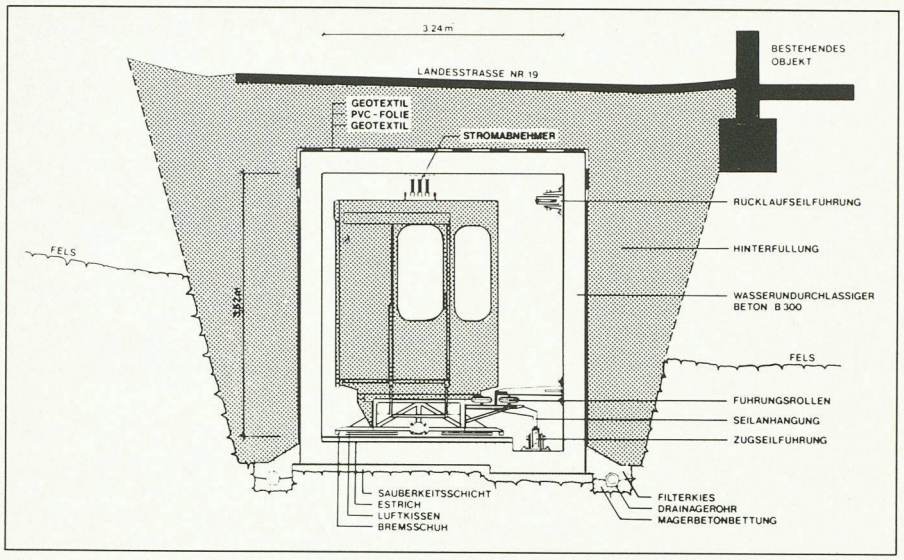
Serfaus? Avant d'y passer une journée le mois dernier, nous ignorions l'existence même de cette localité de la vallée de l'Inn, pourtant proche de l'Engadine dont elle a partagé l'histoire. Aujourd'hui, seuls des noms de lieux-dits et une tradition architecturale y rappellent le passé rhéto-romain.
Dominée par les 3007 m du *Furgler* et les 2897 m du *petit Furgler* (!), Serfaus (1427 m) constitue le point d'accès à des champs de ski desservis par des remontées mécaniques d'une capacité totale de 20000 personnes par heure, conduisant jusqu'à 2745 m. Cette station de 800 habitants connaît un succès touristique absolument remarquable, puisqu'*à une capacité d'hébergement de 3700 lits correspondent quelque 500000 nuitées par an!* De quoi faire rêver nombre d'offices du tourisme de notre pays...
L'exposition remarquable de la station et la beauté du site n'expliquent pas à elles seules ces chiffres. Les édiles de Serfaus ont misé sur la sérénité du cadre offert à leurs hôtes. C'est ainsi qu'ils ont été conduits à interdire la circulation automobile dans le village, à l'exception de l'accès lors de l'arrivée et du départ des vacanciers ainsi que des véhicules de service, suivant ainsi l'exemple de Saas Fee ou de Zermatt.
Le grand parc à l'entrée du village est distant d'un kilomètre et demi environ des stations aval de remontées mécaniques de base. Cette distance s'est révélée infranchissable à pied pour les grands sportifs que sont les skieurs (une excuse, toutefois: des chaussures empêchant pratiquement la marche). Il a donc fallu mettre en exploitation un service-navette d'autobus. L'accroissement du nombre d'hôtes et de skieurs venant pour la journée a fini par créer dans la rue principale, étroite et dépourvue de trottoir, une situation intenable, caractérisée par des embouteillages, par la prolifération de gaz d'échappement malodorants et par un risque croissant d'accidents.
Les édiles de Serfaus ont passé en revue tous les moyens imaginables, susceptibles de remplacer les bus, sans qu'aucun ne semble praticable.
Télésiège: incompatible avec la protection des sites et inapte à assurer la desserte de stations intermédiaires, souhaitées pour les clients des hôtels.
Tapis roulants souterrains: leur modeste vitesse de 0,5 m/seconde exclut évidemment leur utilisation pour parcourir une distance de l'ordre de grandeur d'un kilomètre. On voit mal le vacancier le plus flegmatique s'accommoder d'une demi-heure entre sa voiture et le téléphérique! Des solutions connues plus lourdes sont incompatibles avec la capacité financière d'un village de 800 habitants, même en tenant compte d'une fréquentation largement supérieure à la moyenne.

Mini-métro sur coussins d'air: des édiles courageux et efficaces

Le principe de petits véhicules-navettes, parcourant de façon entièrement automatique des distances comparables au cas de Serfaus, était connu depuis longtemps, notamment sur plusieurs aéroports américains et avec le VAL (véhicule automatique léger) de Lille. Outre le problème économique, déjà évoqué, la nécessité de réaliser une liaison souterraine restituant la rue principale aux piétons constituait une contrainte de taille. Après étude approfondie, les édiles de Serfaus ont décidé «d'enterrer» une solution en cours de réalisation aux Etats-Unis, la navette étudiée pour la ville de Tampa par la maison Otis. En bref, il s'agit d'un véhicule sustenté par coussin d'air et entraîné par câble. Il est incontestable que le devis des plus raisonnables soumis à Serfaus a facilité la décision des autorités en faveur de cette conception, qui s'apparente plus à un ascenseur, comme nous le verrons, qu'à un funiculaire traditionnel, comme c'est le cas pour le Métro alpin de Saas Fee, par exemple.
Il faut reconnaître aux autorités de Serfaus plus de dynamisme que d'attachement aux contraintes formelles. Alors

Une image familière dans certaines stations d'hiver...

Aujourd'hui à Serfaus.



Vue en coupe de la galerie.

que la question de savoir de quelle autorité de surveillance dépendait la concession pour un moyen de transport aussi hybride n'était pas résolue, les travaux étaient lancés dès juin 1984. La décision préjudiciait-elle *de facto* celle des instances officielles? Toujours est-il qu'une interruption momentanée des travaux n'en a heureusement pas retardé l'achèvement. La mise en service du «Dorfbahn», du reste une première mondiale, a eu lieu le 14 décembre 1985.

Le mini-métro sur pneu

Le métro de Serfaus consiste en deux cabines jumelées d'une capacité totale de 270 passagers, glissant sur 24 coussins d'air chacune et entraînées par câble. La ligne est à voie unique, puisque les deux cabines sont attelées entre elles en permanence. Elles circulent dans un tunnel constitué par un tube de section rectangulaire de 3,24 m de large et de 3,52 m de haut, construit à ciel ouvert le long de la rue principale. Cette dernière a été reconstruite ensuite par-dessus le tunnel.

Le trajet est de 1,3 km et comporte deux stations intermédiaires. La vitesse nominale est de 11 m/sec; ces 40 km/h contrastent avec les 1,8 km/h du trottoir roulant! L'entraînement par câble est mû par un groupe de 580 kW à courant continu, relevant de la plus pure technique des ascenseurs, dont Otis est le leader mondial. De fait, la sustentation par coussin d'air exceptée, le mini-rétro est pratiquement un ascenseur «mis à plat».

La simplicité de l'ascenseur

Comme un ascenseur, le mini-métro comporte une cabine normalisée et modulaire, il se déplace dans un tube pourvu de portes, et lorsque les portes de la cabine s'arrêtent en face de celles du tube, toutes s'ouvrent automatiquement. La translation des cabines est assurée à l'aide de câbles se déplaçant sous l'effet d'un treuil et sa commande est automatique.

La mise à l'horizontale implique toutefois un guidage plus étoffé que celui d'un ascenseur. Pour le mini-métro, il se décompose en guidage vertical, assuré par les coussins d'air, et horizontal, par des paires de roues équipées de pneumatiques et entourant une cornière latérale de guidage. Pour l'utilisateur, l'absence de bouton de commande indique seule que ce n'est pas un ascenseur!

On relèvera que l'idée d'un entraînement par moteur linéaire, caressée par Otis un certain temps, a été abandonnée parce que trouvée considérablement plus onéreuse.

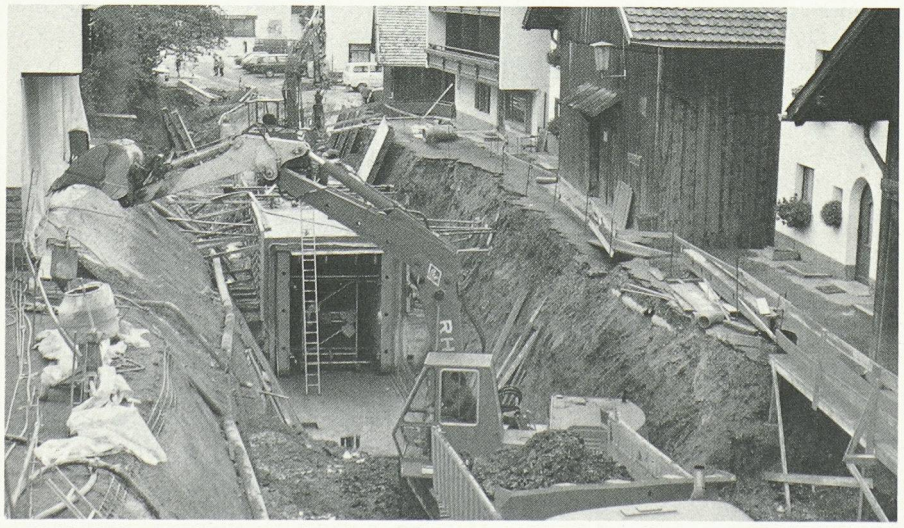
La sustentation

Le principe adopté est celui des coussins multiples (24 par cabine), qui soulèvent l'engin sur un film d'air, à 1 mm environ de la surface de glissement. Ils sont alimentés par un compresseur électrique de 16 kW par cabine. Le débit est de 0,25 m^3/sec, sous une pression de 0,2 bar.

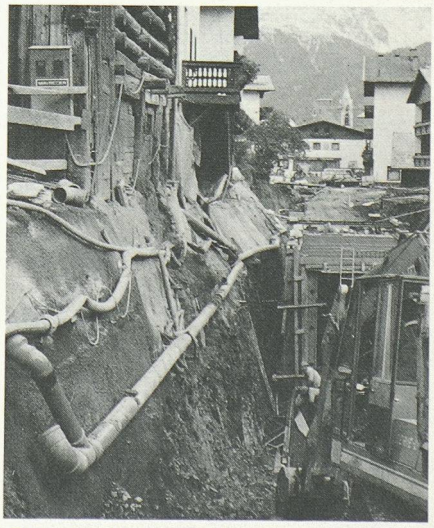
Cette formule ne pose que des exigences modestes quant à la qualité de la surface de glissement. Contrairement aux systèmes dits à jupe, comportant une grande chambre de sustentation (*Aérotrain, Hovercraft,* par exemple), les coussins d'air du mini-métro fonctionnent de façon pratiquement silencieuse. La faible hauteur assure une sécurité maximale en cas d'arrêt inopiné du compresseur; la cabine est alors recueillie par des patins en matière synthétique, qui servent de freins, avec une décélération de 1,7 m^2/sec. Cette dernière est ressentie sans angoisse ni inconvénient physique par les passagers. Le système est *fail-safe* en ce sens que la mise hors service d'un coussin sur 24 ne compromet aucunement le fonctionnement de l'ensemble. Ce système comporte du reste des caractéristiques autorégulatrices, puis des inégalités de charge dues à la concentration de passagers sont égalisées automatiquement et des surcharges de 30% ont été absorbées sans autre.

Le guidage

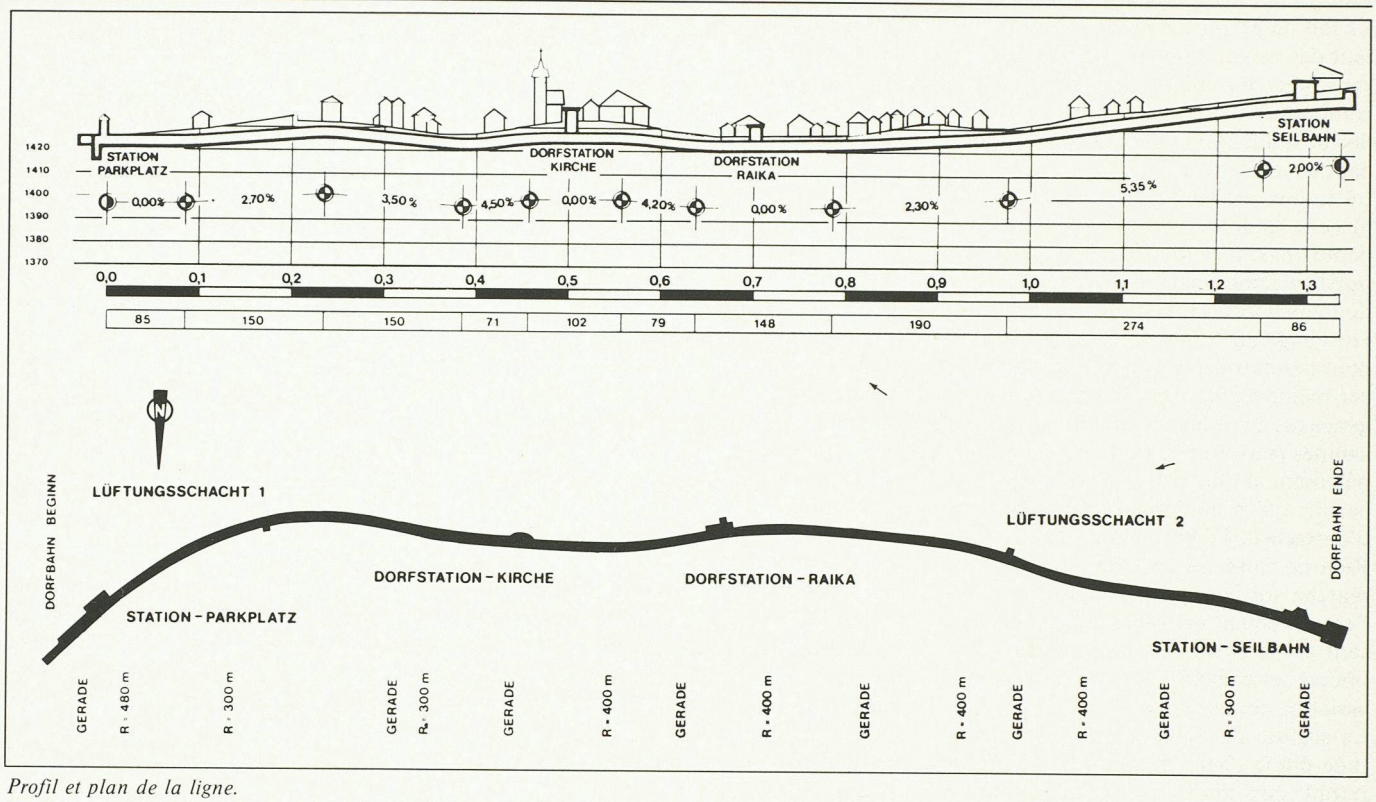
Le guidage par roues à pneumatiques enserrant une cornière est connu par son utilisation sur des ascenseurs. Combiné à la sustentation par coussins d'air, il



Le centre du village pendant la construction de la galerie à ciel ouvert. Il a fallu également déplacer les canalisations existantes.



Cette vue donne une idée des contraintes annexes qu'il a fallu maîtriser pendant les travaux.



Profil et plan de la ligne.

assure un confort de «roulement» absolument remarquable.

Les cabines

Les cabines utilisées à Serfaus correspondent au type déjà développé par Otis et utilisé à Tampa ainsi qu'en Afrique du Sud. Le fait d'avoir deux cabines jumelées plutôt qu'une découle de leur conception modulaire. Outre les portes de service latérales, elles sont équipées de portes de secours frontales permettant l'évacuation des usagers en cas de panne. La sonorisation, qui donne les indications d'utilisation et permet d'adresser des messages en cas de panne, ainsi qu'un éclairage de secours sont au service de la sécurité des passagers.

Les cabines ont été réalisées selon les plans d'Otis par une entreprise autrichienne spécialisée dans les téléphériques et les télécabines, de sorte que leur aménagement intérieur répond aux conditions d'utilisation spécifiques aux skieurs.

Le fonctionnement automatique

L'exploitation du mini-métro s'effectue de façon entièrement automatique, selon six programmes différents pilotés par ordinateur, tenant compte des conditions momentanées d'utilisation. C'est ainsi que peuvent être commandés des «trains directs», assurant le retour rapide des cabines en cas d'affluence unidirectionnelle, par exemple. Toutes les stations n'étant pas équipées du nombre maximal de portes correspondant aux cabines, les portes de ces dernières sont actionnées ou bloquées en conséquence, avec indication lumineuse de celles en service.

L'ensemble de la ligne, soit stations et intérieur des cabines, est surveillé par un réseau TV à circuit fermé, dont les écrans sont situés dans le centre de contrôle de la station amont, occupée par un seul homme. Les cabines ne sont pas accompagnées.

Les mesures de sécurité correspondent réellement à une protection optimale des usagers. Du reste, en trois mois et demi de service, le mini-métro n'a pas connu du tout d'incident de fonctionnement.

Le tunnel

Réalisé par un consortium local d'entreprises, le tunnel n'a pas posé de problèmes liés au système de mini-métro lui-même. La construction à ciel ouvert a évidemment facilité les travaux, mais a comporté des nuisances redoutables pour les riverains.

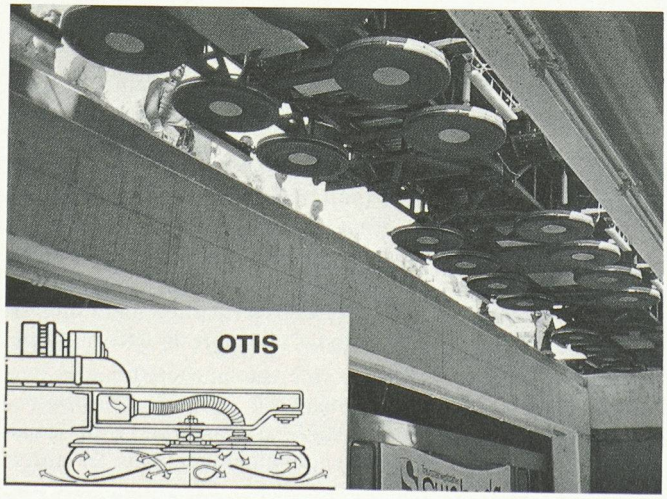


Schéma du coussin d'air et vue de la face inférieure d'une cabine, portée par 24 coussins.

Vue de l'une des deux cabines jumelées en une unité indissociable.

Le fait de passer dans une rue, comportant des canalisations et bordée de maisons plus ou moins anciennes, a par compte nécessité des mesures spéciales de consolidation et d'extension des fondations existantes.
Le tunnel est en béton armé coulé sur place à l'aide de coffrages glissants. La pente maximale de 5,35% et le rayon horizontal minimal de 300 m sont en deçà de l'enveloppe du système. Le gabarit a été élargi par rapport au projet initial, pour permettre à des piétons de se déplacer même à côté des cabines. Cette exigence est doublement superfétatoire : les cabines peuvent être franchies longitudinalement, d'une part, et les supports de la cornière font de l'espace libre une piste d'obstacle de 1,3 km de long, d'autre part. Rien ne s'oppose en effet à ce que l'on marche sur la surface de glissement. Si l'entraînement par câble et le guidage se font par le côté, c'est uniquement pour libérer cette surface lors du passage des assiettes des coussins.
La surface de «glissement» est constituée d'une chape de béton résistant au retrait, sans joints, lissée pour atteindre la précision demandée de 2 mm, mesurés sur 3 m.

Exploitation

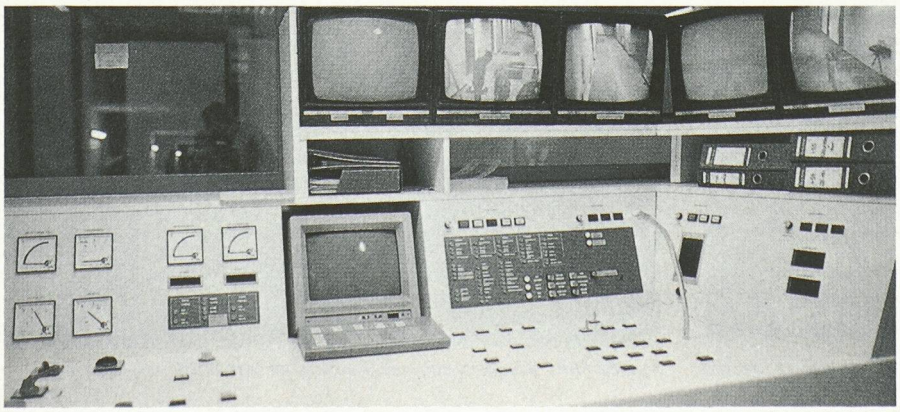
La mise en service s'est déroulée sans le moindre incident. On a très rapidement pu renoncer au personnel accompagnant les passagers. Ces derniers n'ont eu aucune peine à s'adapter à ce nouveau moyen de transport et se sont exprimés élogieusement à son sujet.
La souplesse offerte par les différents programmes d'exploitation a permis d'utiliser au mieux la capacité du mini-métro, qui est actuellement de 2000 personnes par heure. Elle est limitée par une procédure d'approche extrêmement lente des stations, «héritée» des prescriptions allemandes sur les ascenseurs ; une adaptation des modules électroniques de commande permettra d'améliorer la capacité dès le printemps, par un important gain de temps dans cette phase d'approche des stations.
Le village et particulièrement la rue principale connaissent depuis novembre 1984, date de l'achèvement du gros œuvre du tunnel, un calme apprécié des habitants et de leurs hôtes ; ils ont retrouvé leur fonction de lieux de rencontre, de communication ainsi que de terrain de jeux compromis durant ces dernières années.

Aspects financiers

Comme il l'a déjà été mentionné, le prix de l'ensemble ainsi que les frais d'exploitation ont constitué les critères de choix prioritaires, une fois décidé le principe d'une liaison.
Le coût total des travaux et du matériel s'est monté à 12 millions de francs pour 1,3 km de ligne, répartis moitié-moitié entre les travaux de génie civil et l'équipement.
Pour traduire dans les faits le prix qu'elles attachent à la tranquillité de leur village, les autorités mettent gratuitement le mini-métro à disposition de leurs hôtes et de leurs administrés, comme elles le faisaient pour les bus. C'est dire que l'optimalisation du coût d'exploitation ne le cède en rien à celui de l'investissement initial. Les premiers résultats enregistrés depuis la mise en service font apparaître des frais d'exploitation mensuels de 250000 schilling autrichiens (soit 25000 francs environ), contre 450000 schilling (45000 francs) pour les bus.
Pour une durée de fonctionnement de 10 heures, la consommation d'électricité se monte à 2000 kWh par jour, dont 50% pour la traction et 50% pour les auxiliaires.
Ces coûts d'exploitation sont couverts par les recettes des remontées mécaniques.
Une augmentation ultérieure de la capacité est d'ores et déjà prévue, par l'adjonction d'une troisième cabine, avec un renforcement correspondant de la puissance des machines, qui passerait de 580 à 900 kW environ.

Conclusions

La société qui exploite le mini-métro appartient entièrement à la commune de Serfaus. Elle a assumé elle-même le financement de sa construction, avec l'aide de subventions, notamment destinées à l'encouragement de l'innovation. Si les autorités ne surestiment pas la valeur de première mondiale de leur mini-métro souterrain («au plus tard lorsque le second sera construit, on ne parlera plus du nôtre»), elles attachent une importance primordiale à voir atteints tous les buts fixés lors de la décision initiale ; elles considèrent comme un atout inestimable le calme et la détente assurés à leurs hôtes par la limitation de la circulation de surface à un strict minimum. Les quelques heures passées à Serfaus nous ont permis de vérifier pleinement ce jugement.
Sur le plan technique, le mini-métro ne se range en aucun cas dans les réalisations spectaculaires. La fiabilité de son fonctionnement mérite en revanche l'attention. La simplicité de cette conception l'explique aisément, tout comme elle en a mis les coûts à la portée d'une commune de 800 habitants seulement.
Il ne fait pas le moindre doute qu'on tient là une solution que nos stations suisses ont tout intérêt à considérer avec attention, car elle pourrait certainement être transposée avec bonheur en plusieurs lieux.
Au-delà de cette application spécifique, on peut en imaginer d'autres, répondant à des problèmes précis dans des situations urbaines. Les ambitions du mini-métro sont limitées certes : la formule «ascenseur», même assortie d'un croisement analogue à celui des funiculaires, restreint la fréquence, la capacité et la longueur (2 à 3 km au maximum). Il s'agit donc d'une solution ne pouvant intervenir qu'à l'issue d'une analyse rigoureuse des courants de trafic ; ses applications limitées présentent en contre partie l'avantage d'un coût se situant entre 25 et 20% de celui du VAL, par exemple. C'est dire qu'en milieu urbain, le mini-métro peut se révéler particulièrement intéressant comme transport de diffusion fine.
Dans ce rôle, sa caractéristique la plus spectaculaire est celle de *permettre que soit envisagée sa rentabilité,* ce qui le distingue actuellement de tous les autres systèmes proposés. Cela nous permettra peut-être d'en parler bientôt dans notre pays.

Jean-Pierre Weibel

L'affluence de la semaine de Pâques nous a donné l'occasion de comparer, à deux jours d'intervalle, la situation à Serfaus avec celle d'une certaine station romande de notre connaissance. L'atmosphère détestable engendrée dans cette dernière par l'anarchie et l'agressivité des automobilistes — pour ne pas parler de l'état de ce qui est censé tenir lieu de trottoir — démontrait, si besoin était, que les édiles de Serfaus ont suivi la bonne voie en misant sur la qualité de l'ambiance offerte par leur station.
Le mini-métro met la dernière touche à l'évolution commencée par l'interdiction de la circulation. Par analogie, on peut imaginer que Saas Fee, entre autres, imite cet exemple parfaitement dans la ligne suivie jusqu'ici par ses responsables, pendant que d'autres stations de chez nous continueront à reconstituer dans leurs rues — avec le plus grand succès — les encombrements et les dangers de nos villes...