

Transports par câble en milieux urbain et périurbain



Bron
27 septembre 2011



PCI transports
du quotidien
PCI interface voirie
transports collectifs

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

CETE de Lyon – CETE Méditerranée – CERTU – STRMTG
Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

www.developpement-durable.gouv.fr



Contexte



- **Les transports par câbles, des systèmes bien connus en montagne**
 - Mais pour une clientèle spécifique avec des besoins de déplacements spécifiques

- **Moins connus en milieu urbain, et pourtant...**
 - Téléphériques et télécabines à New-York, Barcelone, Medellín, Caracas, Alger, Rio, Taipei...
 - Quelques projets en France
 - Des positions très fortes de certains acteurs
 - Deux constructeurs (Poma-Leitner et Doppelmayr)



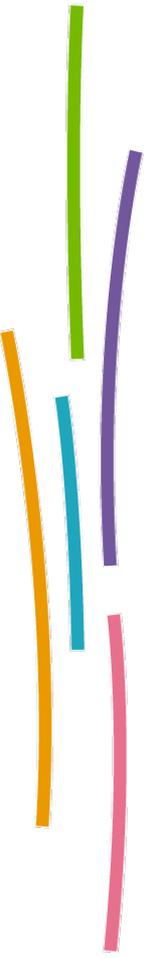
Objectifs de l'étude

- **Inscrire les systèmes de transport par câble dans la réflexion globale sur la pertinence des systèmes TCSP en milieu urbain**
- **Disposer d'éléments techniques et économiques sur les différents systèmes de transport par câble**
 - Coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance
 - Consommation énergétique
 - Capacité, vitesse d'exploitation, qualité de service
 - Insertion urbaine...
- **Implanter une expertise technique au sein du Réseau Scientifique et Technique du MEDDTL**
 - Perspective de projets

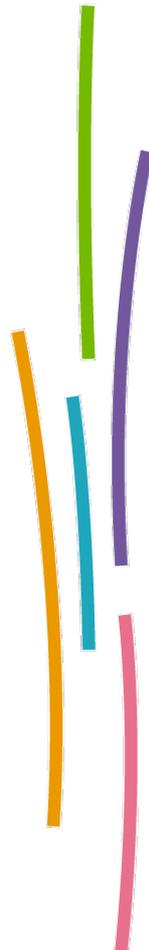


Organisation de l'étude

- **Pilotage : CERTU et STRMTG**
- **Réalisation : Pôles de Compétence et d'Innovation**
 - « Transports du quotidien » et
 - « Interface transports collectifs et voirie »
 - CETE Lyon et CETE Méditerranée
- **Déroulement :**
 - Phase 1 : immersion (janvier – octobre 2010)
 - Phase 2 : état de l'art du transport par câble (mai – novembre 2010)
 - Phase 3 : définition du domaine de pertinence (décembre 2010 – été 2011)



Les différents systèmes de transports par câble



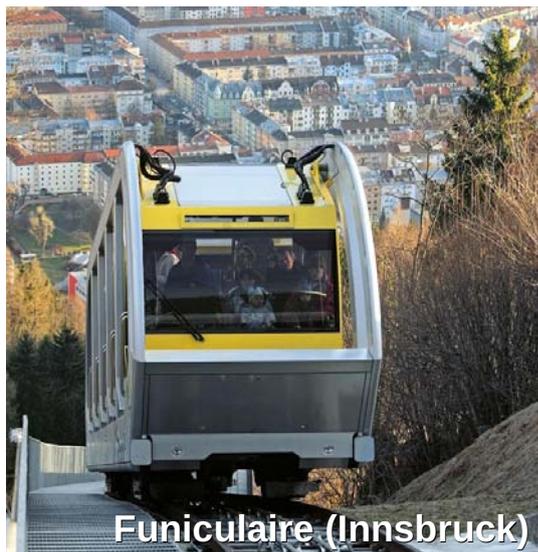
Les systèmes aériens

- **Téléphérique : cabines circulant en aller-retour**
 - 1 ou 2 cabines, souvent de grande taille (jusqu'à 200 places)
 - Arrêt systématique en gare
- **Télécabine : cabines circulant en boucle dans le même sens**
 - Un grand nombre de cabines de taille réduite (6 à 35 places)
 - Arrêt facultatif en gare, système débrayable
 - Systèmes monocâbles : 1 câble porteur et tracteur
 - Systèmes bicâbles ou tricâbles : 1 ou 2 câbles porteurs et 1 câble tracteur



Les systèmes au sol

- **Funiculaires**
 - Véhicules circulant sur rails
 - Tractés par un câble, mouvement de va-et-vient
- **Automated People Mover**
 - Véhicules circulant sur rails, entièrement automatiques
 - Tracté par un câble ou à motorisation embarquée
- **Des systèmes comparables à des « petits métros »**



Les autres systèmes non étudiés

- Téléskis
- Télésièges
- Ascenseurs
- Ascenseurs inclinés
- Ponts transbordeurs



Niveau de service, accessibilité, sûreté



Capacité

- **La capacité d'un transport par câble dépend de plusieurs facteurs**
 - Vitesse du câble
 - Nombre et capacité des cabines
 - Conditions d'embarquement/débarquement
- **La capacité dépend du type de système**
 - Téléphérique : capacité limitée, directement lié à la longueur
 - Télécabines : possibilité de capacités supérieures
- **Possibilité d'adapter la capacité pour répondre aux fluctuations de la demande**
 - Possibilité de faire varier la vitesse d'exploitation
 - Quelle gestion des périodes d'hyperpointe ?
- **Des difficultés pour augmenter la capacité d'une installation**
 - Sauf si cela a été anticipé



Vitesse, fréquence et régularité

- **Raisonner en terme de vitesse commerciale plutôt qu'en terme de vitesse du câble en ligne**
 - Des vitesses maximales en ligne pour chaque type de technologie
 - Des vitesses commerciales de l'ordre de 15 à 25 km/h (à l'heure de pointe) pour les installations analysées
- **La fréquence de passage des cabines en gare est très variable suivant les systèmes... et suivant les heures**
 - Medellín (télécabine) : 1 départ toutes les 12 à 17 secondes
 - New-York (téléphérique) : 1 départ toutes les 8 à 15 mn
- **Excellente régularité des transports par câble**
 - Site propre intégral



Accessibilité PMR

- **Comme pour tout système de transport, le transport par câble doit être accessible dans sa totalité en toute autonomie**
 - Arrêté du 13 juillet 2009
- **Accessibilité des gares et des cabines**
 - Question de l'accessibilité aux quais situés « en hauteur »
 - Une cabine plus grande donne plus d'aisance
- **Accessibilité lors de l'embarquement**
 - Bonne accessibilité pour les téléphériques
 - Situation plus contrastée pour les télécabines
 - Embarquement en mouvement courbe
 - Possibilité d'assistance humaine ou d'arrêt à la demande
 - Quelles dispositions pour permettre l'accessibilité en toute autonomie ?



Medellín

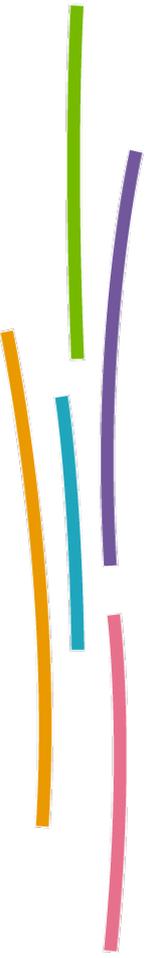
Confort

- **Dans les véhicules, des conditions de confort différent des autres véhicules de TCSP**
 - Pas de climatisation à ce jour
 - Chauffage possible lors du passage en gare
 - Éclairage par diode et système de communication indispensables
 - Plus ou moins de places assises suivant la configuration intérieure
- **De (très) bonnes conditions de confort lors du déplacement**
 - Peu de bruit, peu de balancements, pas d'à-coups
 - Des conditions variables suivant le type de système



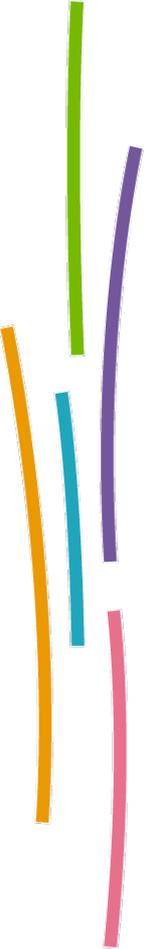
Disponibilité et continuité du service

- **Globalement, d'excellents taux de disponibilité**
- **Mais la maintenance et les opérations de contrôle peuvent affecter le service offert**
 - Des opérations de contrôles plus fréquentes sur les systèmes anciens en raison d'exigences réglementaires
- **Les conditions climatiques peuvent aussi perturber le fonctionnement des transports par câble**



Sécurité et sûreté

- **Un des systèmes de transport les plus sûrs en nombre de personnes transportées par km**
 - Des procédures de sécurité très strictes concernant la conception et la maintenance
- **Des procédures d'évacuation à intégrer**
- **Nécessité de contrôler le nombre de personnes à bord des cabines**

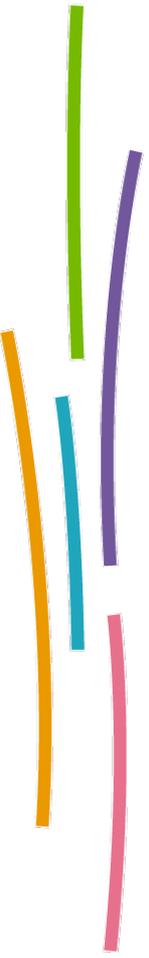


Insertion urbaine et contraintes réglementaires



Insertion en milieu urbain

- **Un tracé en plan contraint par les caractéristiques de ces systèmes**
 - Une succession de sections droites
 - Une longueur totale limitée à quelques kilomètres ?
- **Des atouts certains**
 - Des possibilités de franchissements de dénivelés ou d'obstacles
 - L'espace sous l'installation peut rester disponible



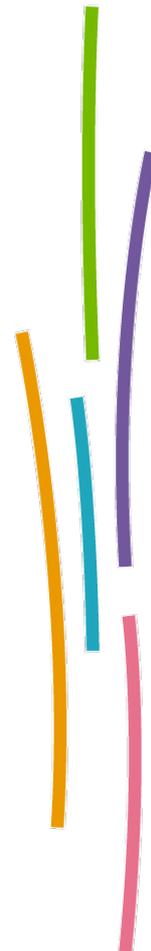
Implantation des gares et des pylônes

- **Des gares pouvant être imposantes**
 - Dimension du quai d'embarquement, en adéquation avec la technologie
 - Emplacement à prévoir pour le stockage et la maintenance des cabines
 - Conception urbaine retenue (architecture, aménagements pour le confort)
 - Éventuels aménagements de service dans l'enceinte
- **Nombre de gares limité (à ce jour, 6 gares maximum)**
 - Interdistance liée au système et à la position des dessertes des voyageurs
 - Gare intermédiaire avec accès voyageurs ou simple gare technique
- **Insertion des pylônes**
 - Emprise faible, marges de manœuvre sur leur positionnement



Protection des installations et des personnes en cas d'incendie

- **Couverture du risque d'incendie en respectant les distances de sécurité suivantes par rapport aux bâtiments :**
 - Verticalement : 20 mètres
 - Horizontalement : 8 mètres
 - Dérogations possibles après démonstration

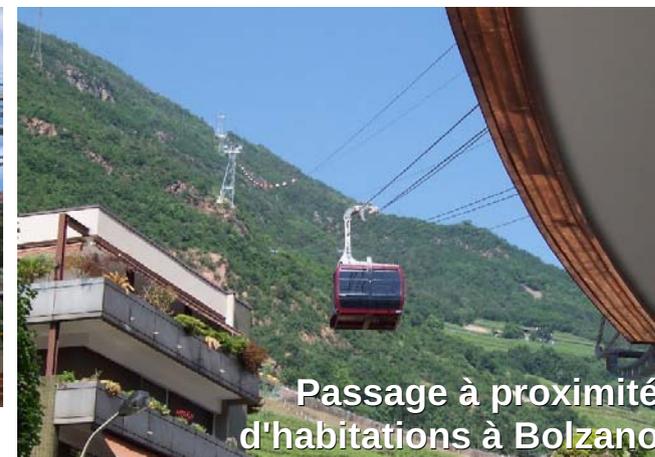


Impact du droit de propriété

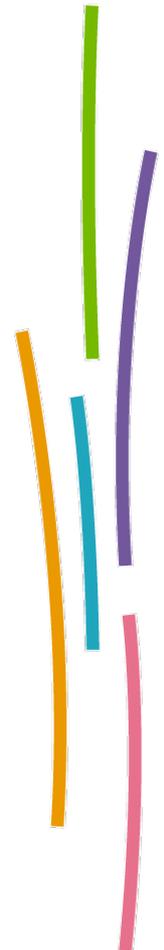
- **Situation moins favorable qu'en zone de montagne :**
l'article L342-22 du code du tourisme ne s'applique pas
 - Pas de recours à l'instauration de servitude assurant « le survol des terrains où doivent être implantées les remontées mécaniques [...] »
- **Quelles alternatives ?**
 - Survol de terrains publics
 - Servitudes conventionnelles
 - Expropriations
 - Ou de nouvelles dispositions législatives ?



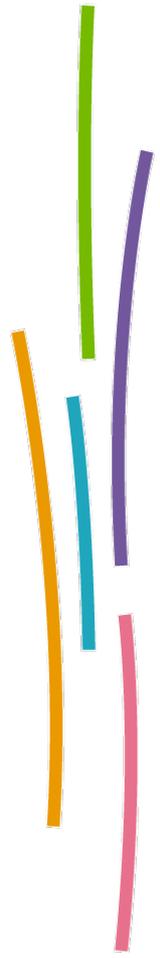
Effets sur l'environnement et le milieu urbain



- **L'impact visuel**
 - Travail possible sur le design et l'architecture
- **L'intrusion visuelle**
 - Un facteur bloquant pour les riverains ?
- **Les nuisances sonores**
- **Quels effets à long terme sur le milieu urbain ?**



Coûts

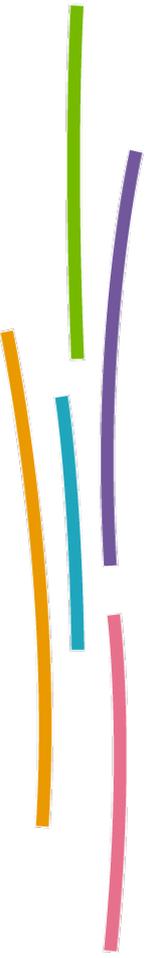


Coûts d'investissement

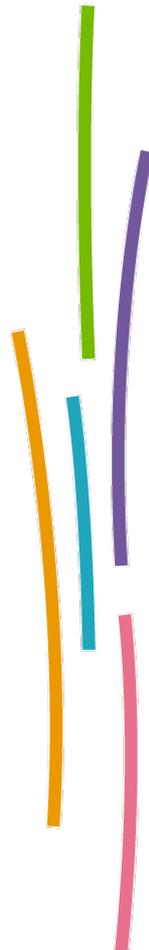
- **Difficile de définir des ratios d'investissement**
 - Chaque système est unique et dépend d'un nombre important de critères (capacité, volumes des gares, contraintes d'insertion, topographie...)
- **Un premier référentiel ?**
 - Trop peu d'exemples en milieu urbain pour établir un référentiel
 - Des exemples urbains mis en œuvre à l'étranger avec des coûts de génie civil différents
 - Des installations récentes en montagne qui permettent de définir des ordres de grandeur par poste de dépense
- **La problématique urbaine**
 - Intégration qui peut être contraignante
 - Dimension architecturale des gares et des pylônes à ne pas négliger
 - Prise en compte d'un fonctionnement plus intensif et continu sur l'année (système plus robuste, planification de la maintenance...)

Coûts d'exploitation

- **Charges de personnel : présence de 2 personnes en continu par station si accès aux cabines en mouvement**
 - Équipe de 25 personnes pour le téléphérique de New-York
 - 25 à 30 personnes pour la télécabine de Bolzano
- **Fort enjeu d'automatisation (arrêt complet, portes palières...)**
- **Charges de maintenance : des pièces à changer régulièrement en exploitation « urbaine**
- **Charges liées à l'énergie : variables suivant le profil et le type d'installation**
- **Coût total d'exploitation ?**



Critères énergétiques



Consommation énergétique

- **Des besoins énergétiques différents selon la technologie :**
 - Un ou plusieurs câbles
 - Système continu ou va et vient
 - Nombre de pylônes
 - Longueur et dénivelé
- **Télécabines monocâbles : les plus énergivores**
 - Nombre important de pylônes, frottements importants
- **Télécabines bicâbles et tricâbles : moins consommateurs**
 - Chariot se déplaçant sur des câbles spécifiques (moins de frottements)
- **Téléphériques va et vient : les moins énergivores**
 - La descente de la cabine opposée permet d'équilibrer les masses à vide
 - Limite la consommation nécessaire au fonctionnement de l'ensemble

Consommation énergétique

- **Un réel intérêt à adapter la vitesse pour limiter la consommation énergétique**
 - Exemple de Medellín

| Vitesse | | Consommation |
|-----------|---|--------------|
| Constante | 5 m/s de 4h30 à 23h30 | 12 000 kWh |
| Variable | 3,5 m/s de 4h30 à 15h15 4 m/s de 15h15 à 15h45 5 m/s de 15h45 à 20h40 3,5 m/s de 20h40 à 23h30 | 5700 kWh |

- **Impact de la charge sur la consommation ?**
- **Impact du dénivelé sur la consommation ?**

Merci de votre attention



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



PCI transports
du quotidien
PCI interface voirie
transports collectifs

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

CETE de Lyon – CETE Méditerranée – CERTU – STRMTG
Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

www.developpement-durable.gouv.fr