



HAL
open science

Transport par câble aérien en ville : pertinence et enjeux d'implantation

Pierre Zembri

► **To cite this version:**

Pierre Zembri. Transport par câble aérien en ville : pertinence et enjeux d'implantation. 2023, 10.51257/a-v1-trp1023. hal-04416503

HAL Id: hal-04416503

<https://hal.science/hal-04416503v1>

Submitted on 31 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Transport par câble aérien en ville : pertinence et enjeux d'implantation

Urban cable systems : relevance and challenges of implementation

par **Pierre ZEMBRI**

Professeur à l'école d'Urbanisme de Paris, Université Gustave Eiffel

Laboratoire Ville, Mobilité, Transport (LVMT), Univ. Gustave Eiffel, Ecole des Ponts

Résumé :

Cet article traite de l'implantation plus complexe que prévu des systèmes de transport par câble aérien dans les villes françaises et européennes. Les téléportés se caractérisent par une grande variété de configurations qui permettent une vaste gamme de dessertes. Leurs capacités horaires peuvent être équivalentes à celles des autobus à haut niveau de service voire de certains tramways. Seule la longueur des lignes (combinée au nombre de changements de direction sur le parcours) peut constituer un handicap du fait de vitesses de pointe légèrement plus faibles. Ce mode plus flexible qu'il n'y paraît peine toutefois à convaincre pour différentes raisons, comme la sous-estimation des coûts d'adaptation à l'environnement urbain ou la crainte de nuisances visuelles voire sonores.

Abstract :

This article deals with the more complex than expected implementation of aerial cable transportation systems in French and European cities. Aerial ropeways are characterized by a wide variety of configurations, enabling a vast range of services to be provided. Their hourly capacities can be equivalent to those of BRTs or even streetcars. Only the length of the lines (combined with the number of changes of direction on the route) can be a handicap, as peak speeds are slightly lower. However, for a variety of reasons, such as underestimation of the cost of adapting to the urban environment, or fears of visual or noise pollution, this more flexible mode is still struggling to win people over.

Mots-clés : transports urbains par câbles, mise en œuvre, adaptation, acceptabilité

Keywords: *urban cable systems, implementation, adaptation, acceptability*

Introduction

L'engouement pour les systèmes urbains de transport public de voyageurs par câble est réel depuis le début des années 2000, avec un intérêt croissant d'agglomérations de toutes tailles. Les avantages mis en avant sont notamment : des systèmes techniques éprouvés et fiables, une mise en œuvre a priori aisée du fait de contraintes d'implantation moins fortes que pour un système établi au sol, et un coût plus aisément maîtrisable.

Si on peut citer quelques implantations emblématiques tant en France qu'à l'étranger, comme Brest, Saint-Denis de la Réunion, Toulouse, Hong-Kong, Saint-Domingue et surtout la première référence médiatisée que constitue Medellin en Colombie, il est difficile de discerner un volume de réalisations à la hauteur des ambitions affichées. Les acteurs du secteur font unanimement état de blocages de natures diverses, tant de la part de certains élus et surtout techniciens des collectivités, que d'habitants riverains potentiels.

Les abandons enregistrés par exemple à Orléans, à Grenoble, Lyon ou en Île-de-France (où l'on avait recensé une quinzaine de projets dans les années 2010), posent la question des conditions d'une transposition en milieu urbanisé de systèmes de transport avant tout utilisés en milieu naturel (montagnes notamment) et plutôt pour des déplacements touristiques. Est-ce aussi facile que l'entendent les promoteurs des systèmes téléportés ? Est-ce aussi économique qu'anticipé ? Sans prétendre à l'exhaustivité, cet article vise à recenser les difficultés rencontrées et à proposer une réflexion plus approfondie sur certains points considérés à l'heure actuelle comme bloquants.

1 Une technique éprouvée, une fiabilité de haut niveau

La famille des transports par câble se caractérise par le recours à une force motrice extérieure aux véhicules les entraînant par le biais d'au moins un câble. On distingue en son sein les systèmes au sol comme les funiculaires, qui circulent sur une infrastructure continue avec un guidage par rails ou par pistes de roulement, et les systèmes aériens, plus communément appelés téléphériques ou téléportés. Ces derniers font jouer un second rôle au câble puisqu'il ne se limite pas à la traction du véhicule ; il le soutient également. Ce rôle éminemment sécuritaire (toute rupture de câble aurait des conséquences dramatiques) change la donne en termes d'appréhension par le public mais aussi par les élus et techniciens, ce qui a amené les constructeurs à proposer des solutions techniques permettant de limiter drastiquement les risques. Câbles tracteurs et câbles porteurs peuvent être dissociés, ou les deux fonctions peuvent être assurées par un câble qui sera alors baptisé « porteur-tracteur ». Notre propos portera plus particulièrement sur les systèmes aériens, les funiculaires et autres « cable cars » au sol ayant connu des développements peu contestés en milieu urbain, dans la mesure où leur impact visuel et leur emprise au sol ne sont guère différents de ceux d'autres véhicules de transport collectif urbain (autobus, tramways, etc.)(figure 1).

Figure 1 - Funiculaire du Rigiblick, dans l'agglomération de Zurich (Suisse). Les câbles de traction (un pour chaque cabine) sont bien visibles au centre de la voie (photo P. Zembri)



1.1 Qualités intrinsèques des systèmes téléportés et techniques disponibles

Les systèmes aériens sont largement répandus dans les stations de sports d'hiver, et plus marginalement dans certaines villes à vocation touristique comme Rio de Janeiro, Barcelone ou Grenoble. Leur développement a fait appel à plusieurs techniques se différenciant par le nombre de câbles mis en œuvre ainsi que par leur rôle porteur

et/ou tracteur.

Les systèmes aériens se décomposent en deux familles se distinguant par leur mode de fonctionnement [1] :

-les téléphériques sont des installations équipées d'un à deux véhicules fermés de moyenne à grande capacité circulant en va et vient, assujettis au même câble tracteur, avec des arrêts à chaque extrémité (Brest en constitue un exemple récent) ;

-les télécabines sont des installations équipées de plusieurs véhicules fermés de faible ou moyenne capacité circulant en mouvement unidirectionnel, et faisant donc demi-tour en bout de parcours selon une boucle (cas de Toulouse ou de Saint-Denis de la Réunion). Les cabines peuvent être débrayables en station, de manière à permettre le mouvement entrant et sortant des voyageurs. Il est possible d'en retrancher ou d'en ajouter selon le niveau de fréquentation.

Les technologies mises en œuvre sont variées. Le développement de redondances permet de garantir un niveau de sécurité plus élevé en cas de rupture accidentelle de câble. Ainsi, on est passé pour les télécabines de systèmes monocâbles (un seul câble à la fois porteur et tracteur) à des systèmes bicâbles (dits 2S) puis tricâbles (3S) associant un câble moteur à un ou deux câbles porteurs. Il existe également des systèmes dits double monocâble associant deux câbles à la fois porteurs et tracteurs. Un ensemble de câbles comportant plusieurs porteurs permet également de supporter des charges plus élevées, et d'accueillir davantage de passagers dans chaque cabine. C'est donc une disposition commune aux téléphériques à grande capacité, dont les cabines peuvent accueillir jusqu'à 60 personnes. L'augmentation du nombre de câbles permet également celle des portées (distance entre deux pylônes successifs), ce qui permet de limiter l'impact visuel (tableau 1).

Tableau 1 - Lien entre nombre de câbles, portées maximales et capacités unitaires pour les télécabines (source : CERTU [1])

Caractéristiques	Monocâble	Double monocâble	Bicâbles (2S)	Tricâbles (3S)
Capacité unitaire	15 places	30 places	17 places	35 places
Portée maximale	300 m	800 m	1500 m	3000 m

L'aptitude au franchissement d'obstacles est une qualité fréquemment mise en avant par les promoteurs des systèmes aériens : bras de mer ou grands fleuves, faisceaux importants d'infrastructures terrestres, fortes dénivelées. C'est la justification des premiers systèmes développés en milieu urbain comme le franchissement de la vallée encaissée de la Penfeld à Brest, celui des bassins du port de Barcelone ou d'un bras de l'East River à New-York.

Le déploiement des infrastructures est également rapide du fait de la préfabrication de ses constituants, et du caractère très ponctuel des travaux à effectuer : pylônes et stations ne requièrent pas d'emprises très étendues. Les câbles sont généralement déroulés par hélicoptère, ou plus récemment par drone. On peut suivre des emprises existantes déjà occupées par d'autres infrastructures comme des voies ferrées ou des routes. On peut également survoler, dans les limites de la réglementation en vigueur, des bâtiments et des propriétés privées, sans avoir besoin de procéder à de lourdes procédures d'expropriation. Le déploiement de systèmes aériens peut s'assimiler à celui de lignes électriques, même si les règles applicables peuvent différer.

Enfin, les systèmes téléportés sont considérés comme des modes durables, avec de très faibles émissions et des consommations d'énergie limitées par rapport aux autres systèmes de transports urbains. Cela tient notamment à la concentration de la motorisation en extrémité de ligne : les cabines ne sont pas motorisées et leur poids est donc limité. Les vitesses peuvent être modulées en fonction de la fréquentation, on peut également retirer des cabines en périodes creuses lorsqu'elles sont débrayables (télécabines).

L'énergie consommée est électrique : les émissions de CO2 dépendront donc du mix énergétique local, plutôt vertueux dans le cas français. Il est même envisageable de produire localement l'énergie consommée, à l'image du dernier téléporté mis en service à Saint-Denis de la Réunion (Papang) : des panneaux solaires implantés sur les emprises de la ligne fournissent jusqu'à 92 % de la consommation. Les niveaux de consommation sont réputés faibles, même s'il est difficile d'obtenir des données précises de la part des constructeurs. Le *Livre blanc du tramway aérien*, paru en 2008 [8], positionne le câble aérien (cabines débrayables de 8 places, 1 à 3 passagers) entre 0,28 kWh et 1,71 kWh par passager, valeurs légèrement supérieures à celle d'un tramway de 300 places (1 kWh) et d'un autobus chargé avec 60 passagers (1,35 kWh). On considère en outre que de l'ordre de 60 % de l'énergie peut être récupérée à la descente si l'installation le permet.

Les nuisances sonores sont globalement faibles, sauf aux abords et à l'intérieur des stations terminales et dans une certaine mesure au passage des pylônes [9]. En revanche, comme nous le verrons plus loin, les impacts paysagers peuvent être objet de débats, voire de contestations.

1.2 Débits, capacités et vitesse : quelle place pour les téléportés au sein de l'offre de transports publics urbains ?

La question des capacités d'emport est importante en milieu urbain, dans la mesure où les flux peuvent être massifs dans certains créneaux horaires. Celle de leur variation dans le temps est également non négligeable, une certaine adaptabilité aux évolutions de la demande étant nécessaire.

La capacité comporte deux composantes : le nombre de places offertes par véhicule, et la fréquence de passage de ces derniers.

On la calcule traditionnellement par unité de temps, ce qui donne un débit en personnes par heure et par sens (ou **pphpd : passagers per hour per direction**).

À titre d'illustration, le système de télécabine urbain de Saint-Domingue, inauguré en mai 2023, a un débit de 4500 pphpd, présenté par son constructeur POMA comme le plus important au monde. On se situe donc assez près du « tram du ciel », terme utilisé par un ouvrage de référence récent [2], si l'on replace les systèmes téléportés dans le contexte plus général des modes de transport urbain (tableau 2). En effet, un tel débit se compare à celui d'une ligne de tramways longs (rames de 45 mètres, 340 places) circulant à un intervalle de 5 minutes.

Tableau 2 - Capacités nominales d'emport et vitesses commerciales comparées des systèmes téléportés et des autres modes de transport public urbains (sources multiples)

Mode	Téléphérique	Télécabine	Bus conventionnel*	Bus à haut niveau de service**	Tramway***
Capacité (en pphpd)	2000	1000-4500	300-500	1680-2400	1800-4080
Vitesse commerciale (km/h)	9 – 18 km/h		10 – 20 km/h	15 – 25 km/h	18 - 35 km/h

*Autobus de 50 à 90 places circulant à une fréquence de 10 minutes

**Autobus de 140 à 200 places circulant à une fréquence de 5 minutes

*** Rames de 150 à 340 places circulant à une fréquence de 5 minutes

Si tous les systèmes téléportés en service sont loin d'atteindre la capacité d'emport maximale de leur catégorie, il existe des plages de recouvrement non négligeables avec des modes routiers ou ferroviaires réputés capacitaires.

La vitesse commerciale constitue un critère qui peut être déterminant pour le choix d'un système de transport public urbain. Elle est calculée sur un trajet donné (par exemple de terminus à terminus), en tenant compte à la fois de la vitesse de pointe des véhicules, mais aussi de tous les ralentissements ou arrêts occasionnés par le profil, la congestion, la signalisation ou la desserte des stations intermédiaires. Comparé à un autobus circulant sur une voirie banalisée et sujet à toutes formes de perturbations potentielles, un téléporté peut exciper d'une vitesse constante, les seuls ralentissements intervenant en station pour l'échange des voyageurs (le plus souvent sans arrêt complet des cabines), ou lors de changements de direction qui nécessitent une phase de ralentissement au moment du passage d'un câble tracteur au suivant.

Cet avantage peut jouer à plein en cas de trajet aérien plus direct que le tracé au sol (notamment s'il y a franchissement d'une dénivelée ou d'un obstacle). Dans le cas de tracés équivalents en distance, les modes terrestres peuvent valoriser une vitesse de pointe plus importante, à condition d'être en site protégé. Plus la distance à parcourir est importante, moins l'avantage du câble aérien sera évident en raison du différentiel de vitesses de pointe.

Si on s'intéresse aux trois dernières réalisations sur le territoire français (Brest, Saint-Denis de la Réunion, Toulouse), les vitesses commerciales s'établissent entre 9 à 10 km/h (Brest, Réunion) et 18 km/h (Toulouse). Elles sont proches de celles d'un autobus conventionnel pour la partie basse de la fourchette, et d'un autobus à haut niveau de service en site propre, voire d'une ligne lente de tramway pour le Teleo toulousain. La performance de ce dernier est notable quand on sait que la vitesse maximale en ligne s'établit à 7,5 m/s (soit 27 km/h) et qu'il y a un arrêt intermédiaire durant lequel les cabines circulent à 0,3 m/s.

Figure 2 - Le Teleo toulousain vu entre le terminus Paul Sabatier et l'hôpital de Rangueil (photo P. Zembri)



1.3 Fiabilité, disponibilité et maintenance : entre points forts et points faibles

L'expérience des systèmes téléportés est essentiellement celle d'installations utilisées une partie de l'année avec une forte saisonnalité liée à l'usage touristique. Cette utilisation limitée dans le temps permet de dégager des périodes de maintenance annuelle relativement longues sans nuire au service rendu. En période d'utilisation, la réglementation édictée par le STRMTG en France (service technique des remontées mécanique et des transports guidés) est très exigeante avec des visites quotidiennes, hebdomadaires et mensuelles nécessitant une interruption du service voyageurs. En milieu urbanisé et dans les conditions d'exploitation d'une composante du système des transports publics urbains, l'exigence de continuité du service est forte, et les marges de manœuvre par conséquent plus réduites.

On n'échappe donc pas à des arrêts programmés pour maintenance, bien plus longs et nombreux que pour des systèmes ne recourant pas à la traction par câble. Ainsi, hors arrêts liés à des incidents techniques, chaque installation subit une interruption de service pour maintenance annuelle de 10 à 15 jours. Il n'est pas rare que d'autres journées de fermeture soient décidées pour tester des procédures d'évacuation ou opérer des travaux de remplacement de composantes du système (câbles usés prématurément par exemple).

Pour autant, l'expérience des lignes urbaines déjà en service permet d'avoir du recul sur la fiabilité des systèmes téléportés en milieu urbain. C'est notamment le cas du réseau de liaisons installé depuis 2004 dans l'agglomération de Medellin (Colombie), considéré comme très fiable, et réellement intégré dans les habitudes de

déplacements de populations très dépendantes des offres de transport collectif [3]. Son taux de disponibilité s'établit à 99,6 % [1], en excluant du calcul les jours de maintenance programmée.

Si la maintenance programmée ou curative peut occasionner des journées d'arrêt de l'exploitation, la sensibilité des systèmes téléportés au vent est une donnée supplémentaire à prendre en compte dans les études d'implantation de nouvelles lignes. Selon la technologie mise en œuvre, la réglementation impose de ne pas exploiter au-delà de vitesses de vent comprises entre 70 km/h (pour les télécabines monocâbles), et 120 km/h pour les doubles monocâbles. La présence de plusieurs câbles garantit une meilleure stabilité, même si les tailles de cabines plus importantes permises par cette configuration occasionnent une prise au vent supérieure.

En termes de durée de vie, les installations de transport par câble sont comparables à celles d'un système ferroviaire. On compte 30 à 50 ans pour les cabines et pour les équipements fixes, hormis les pylônes qui peuvent aller au-delà. À titre d'illustration, les célèbres cabines en forme de bulle du téléphérique de la Bastille à Grenoble ont été installées en 1976, et elles sont toujours pleinement opérationnelles. Comme le matériel ferroviaire, elles peuvent subir des opérations de maintenance lourde à mi-vie pour modernisation et mise aux normes les plus récentes. Certains composants peuvent être remplacés au fur et à mesure de leur obsolescence sans affecter durablement l'exploitation. On peut penser par exemple aux câbles. Cette longévité des principaux composants n'exclut pas une réversibilité totale de l'équipement qui peut être démonté tout aussi facilement qu'il a été installé.

À retenir

- En termes de capacité, les systèmes de transport par câble sont équivalents à des modes des catégories autobus à tramway. Ils sont donc crédibles pour du transport relativement massif.
- En termes de fiabilité et de disponibilité, ils se situent dans la fourchette haute des techniques mises en œuvre en milieu urbain, si on fait abstraction de périodes d'arrêt pour maintenance plus longues.
- Plus les lignes sont longues (et le nombre d'arrêts intermédiaires élevés), moins les systèmes de transport par câble sont compétitifs par rapport à un site propre au sol.
- La longévité des infrastructures et des cabines est comparable à celle du matériel ferroviaire (30 à 50 ans).

2 Comment caractériser les implantations urbaines existantes ?

Le transport de voyageurs par câble aérien est apparu dès la fin du 19^{ème} siècle, et en milieu urbain puisqu'il s'agissait d'installations liées à des Expositions internationales, comme celle de Stockholm en 1897. Mais il s'agissait le plus souvent d'équipements temporaires qui n'ont pas perduré au-delà de l'évènement pour lequel ils avaient été construits. Le premier exemple « pérenne » est celui du téléphérique de Rio de Janeiro (Brésil), toujours en service, permettant d'accéder au célèbre Pain de Sucre. De longueur plutôt réduite (2 tronçons distincts) et franchissant une dénivelée importante,

il constitue l'archétype du créneau de pertinence des téléportés. D'autres liaisons urbaines, en très petit nombre par rapport aux installations développées au fil de l'engouement pour le tourisme montagnard, ont pu voir le jour durant le 20^{ème} siècle. On peut notamment citer Barcelone en 1931 (survol des bassins du port), Grenoble en 1934, Dinant, Namur et Huy (Belgique, entre 1956 et 1957), Toulon – Mont Faron (1959), Dubrovnik (1969), Barcelone – Monjuic (1970). Toutes ces lignes sont courtes et franchissent une dénivelée ou un obstacle physique notables. L'intégration au réseau de transports publics urbains n'est qu'anecdotique et la dimension tourisme-loisirs prédominante. C'est par la suite que les missions vont se diversifier, et l'intégration aux réseaux de transports publics urbain se systématiser, avec un accent sur les connexions aux autres modes.

2.1 Des lignes isolées, remplissant une mission spécifique

Qu'elles soient héritées d'expositions internationales ou à vocation touristique, les premières lignes urbaines demeuraient courtes et isolées du reste du réseau de transports urbains. Cet isolement était aussi bien physique (absence de correspondance directe) que tarifaire, avec le plus souvent une tarification spécifique.

Ce type de réalisation a perduré dans le temps, avec des réalisations récentes comme la télécabine de type 2S mise en place à Hong-Kong pour relier la station de métro de Tung Chung à l'île de Lantau, avec un parcours direct de 5,8 km permettant de s'affranchir des contraintes du relief en traversant une baie. Inaugurée en 2006, sa vocation touristique est totale car elle permet l'accès à un monastère (Po Lin) qui constitue une attraction majeure du territoire avec une représentation géante de Bouddha. Au-delà de ce point d'intérêt, la ligne permet d'accéder à un parc naturel avec de nombreuses possibilités de randonnée. Elle comporte deux changements de direction qui ont justifié des stations intermédiaires techniques (pour changer de boucle de câble de traction). La dénivelée est importante (540 m, avec le passage d'une crête).

On peut également citer une ligne mise en service à Londres à l'occasion des Jeux olympiques de 2012, baptisée Emirates Air Line du nom du sponsor privé qui a financé la moitié du coût du projet. Elle permet de traverser la Tamise au niveau de Greenwich en reliant entre elles deux stations de métro. Sa longueur est de 1 km, sans station intermédiaire mais avec une forte dénivelée pour dégager un tirant d'air permettant la circulation de grands navires sur le fleuve.

Figure 3 - L'Emirates Air Line de Londres (photo P. Zembri)



Dans les deux cas, ces liaisons ont leur propre tarification, même si les cartes de paiement spécifiques aux transports publics des deux agglomérations (Oyster Card pour Londres, Octopus pour Hong Kong) peuvent être utilisées. Elles sont présentées par les guides touristiques comme des attractions à part entière, et non comme des segments d'un système de transport urbain. On se rapproche ainsi des navettes fluviales ou maritimes, ou de lignes de tramway historiques.

Pour autant, des liaisons téléportées utilisables pour tous motifs et intégrées à la tarification urbaine ont commencé à voir le jour à partir des années 1950. Un cas emblématique de cette transition des usages est celui de la ville d'Alger qui inaugure dès 1956 une liaison téléportée entre sa partie basse littorale et des quartiers perchés une centaine de mètres plus haut : cette première ligne dite d'El Madania est équipée en téléphérique pour une longueur de 220 m et une dénivellée de 90 m. Elle est suivie de cinq autres lignes inaugurées entre 1984 et 2019. Les longueurs s'accroissent avec le temps, en passant de la technique du téléphérique à celle de la télécabine. Celle de Bab-el-Oued circule sur une longueur de 2000 mètres et comporte une station intermédiaire. Deux autres lignes sont en projet. Si toutes les lignes ne sont pas connectées efficacement au réseau de métro d'Alger, du moins dans l'état actuel de ce dernier qui est appelé à s'étendre, leur tarification est intégrée à celle de l'ensemble des transports urbains depuis 2016. D'autres villes algériennes ont développé des téléportés comparables, comme Annaba, Tizi Ouzou, Skikda, Tlemcen ou Constantine. Dans tous les cas, il s'agit de relier des quartiers ou des équipements de transport (comme des gares routières) en s'affranchissant de dénivellées importantes.

De manière plus anecdotique, lorsque la Metropolitan Transport Authority de New-York inaugure une ligne de téléphérique entre Manhattan et Roosevelt Island en 1976, il s'agit dans son esprit d'une solution transitoire en attendant la réalisation d'une ligne

de métro, effective en 1989. Mais la ligne a entretemps trouvé son public, est jugée valorisante par la population locale (ce d'autant plus qu'elle apparaît dans des films à grand succès comme King Kong (1993), Léon (1994) ou plus récemment Spiderman (2002)), et a accédé au statut d'attraction touristique : il est donc décidé de la maintenir et de la moderniser (2010).

2.2 Le passage vers des modes complémentaires aux systèmes urbains les plus capacitaires voire vers de rares réseaux complets

C'est la conception d'un réseau complémentaire de grande ampleur (par rapport aux réalisations précédentes) au sein de l'agglomération de Medellin (Colombie) qui change la donne, avec une large publicité internationale et un certain engouement du personnel politique et (dans une moindre mesure) des techniciens des collectivités pour un mode jusque-là loin d'être considéré comme légitimement urbain... Cet ensemble de réalisations étalées depuis 2004 donne également des références aux constructeurs, qui peuvent faire valoir la pertinence de cette solution technique, et sa reproductibilité dans des contextes comparables.

Figure 4 - La place des téléportés dans le plan schématique du réseau de Medellin (source : plan officiel de Metro de Medellin, version 2021)



La carte schématique du réseau urbain de Medellin (fig. 4) montre la place importante des téléportés dans l'architecture de ce dernier. On note en premier lieu la continuité de la désignation des lignes (H à P) par rapport à celles du métro (A et B), qui dénote une considération équivalente. On note également des correspondances systématiques et étroites entre les deux systèmes, mais aussi avec l'unique ligne de tramway (TA).

L'ensemble dessine un réseau ramifié autour de deux axes lourds se croisant à la station San Antonio. L'axe Nord-Sud est celui du Rio Medellin, qui coule dans une vallée aux bords encaissés. L'axe Est-Ouest correspond à deux de ses affluents, avec la même problématique d'encaissement. Les rebords de vallée sont difficilement accessibles par la route, avec de fortes pentes et des détours imposés. Or, ils sont densément peuplés, plus pauvres que la moyenne, et se retrouvent de fait enclavés. L'adoption de la technique des téléportés a permis d'équiper ces pentes dans des délais plutôt courts, et à coût maîtrisé. Les bonnes connexions avec les réseaux lourds permettent d'en démultiplier les effets, avec une accessibilité considérablement accrue. Plusieurs études *ex post* [3] soulignent en outre d'excellents résultats en termes d'inclusion sociale, voire même une réduction notable de la criminalité dans les quartiers desservis. Au-delà d'un choix de technique, il s'agit d'une politique urbaine et sociale dont le câble urbain s'est révélé un vecteur très adapté.

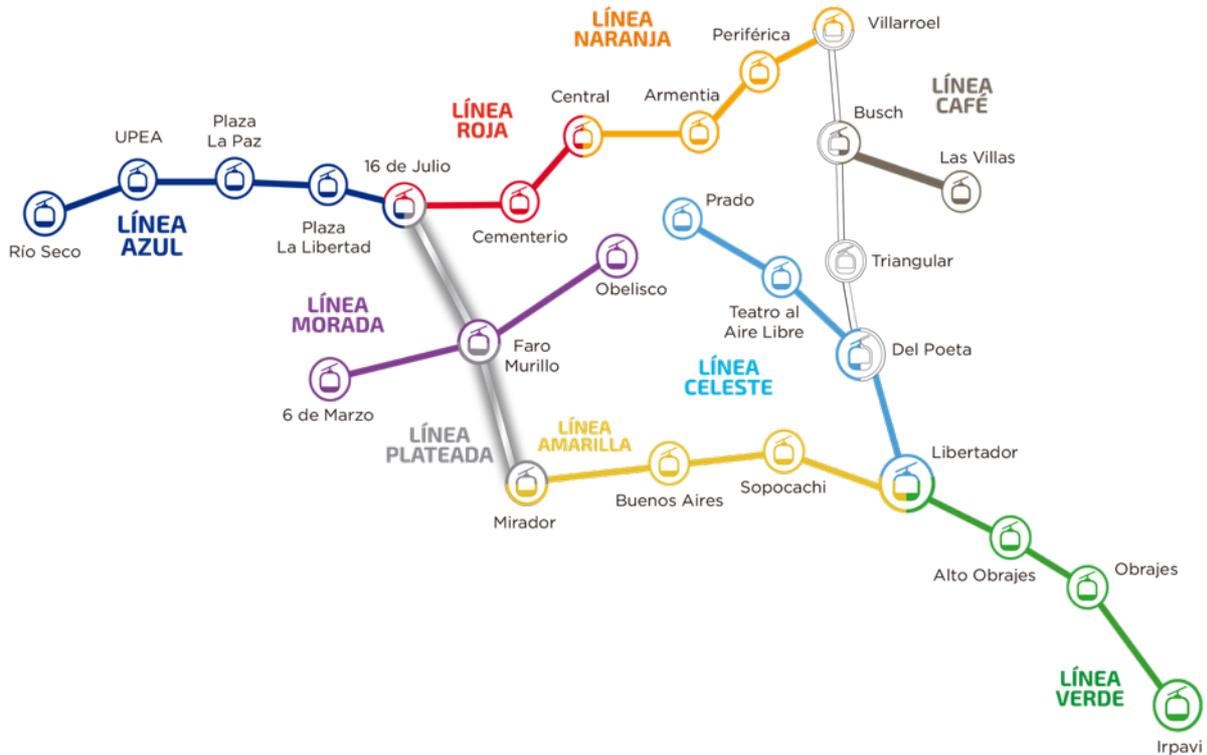
Ces résultats combinés à des coûts d'investissement abordables pour des métropoles aux ressources financières limitées ont suscité un véritable engouement en Amérique Latine avec la réalisation de réseaux comparables à Caracas (Venezuela), Guayaquil (Equateur), et dans l'état de Mexico (Mexique). Il ne s'agit pas de reproductions à l'identique du schéma de Medellin, les configurations spatiales n'étant pas comparables. Ainsi, le Cablebus de Mexico comporte deux lignes bien plus longues, totalisant 19,75 km, 13 stations (dont 9 intermédiaires), et parcourues par 682 cabines, ce qui permet d'acheminer des quantités de voyageurs comparables à celle d'une ligne moyenne de tramway : 45000 voyageurs par jour rien que pour la ligne 1 longue de 9,2 km ! Dans les Caraïbes, les deux lignes de téléphérique développées à Saint-Domingue depuis 2018 (une troisième ligne est en construction) complètent un réseau de métro comportant deux lignes.

De son côté, le système *Mi Teleférico* de La Paz se singularise par sa structure maillée, au point d'inaugurer un troisième modèle d'organisation. Il compte 10 lignes, comportant toutes des arrêts intermédiaires, mais plutôt courtes (3 km en moyenne). Elles sont parcourues par 1398 cabines de 10 places. Dans ce cas de figure précis, il n'y a pas d'autre mode plus lourd, ni de logique de hiérarchisation comme celle décrite plus haut pour Medellin. Les 10 lignes de télécabines ne sont pas isolées. Elles donnent correspondance au moins à une autre ligne. Désignées par des couleurs (jaune, bleu, orange, argent, café, etc.), elles sont aisément reconnaissables par la prédominance de ces dernières sur les bâtiments des stations. Il s'agit d'une structure de réseau unique en son genre, tirant le meilleur parti de la limitation en longueur des lignes et d'une topographie complexe.

Figure 5 - Schéma d'organisation du réseau Mi Teleférico de La Paz (Bolivie)
Source : Document officiel Empresa estatal de transporte por cable Mi Teleférico

RIM

RED DE INTEGRACIÓN METROPOLITANA
CADA VEZ MÁS CONECTADOS



Le transfert d'expérience de Medellin vers d'autres métropoles s'est donc accompagné d'adaptations importantes des réalisations, en allant jusqu'à la conception d'un réseau composé exclusivement de lignes de télécabines qui demeure à ce jour unique en son genre.

À retenir

- Les premiers téléportés installés en milieu urbain remplissaient des missions spécifiques et n'étaient pas considérés comme partie intégrante d'un système de transport public
- Le développement d'un réseau complémentaire d'un ensemble de lignes lourdes qui constituent l'armature du système de transport public devient crédible avec l'exemple réussi de Medellin.
- Avec La Paz, on entre dans une troisième logique d'organisation avec le câble aérien constituant le réseau-armature, et un ensemble de lignes connectées entre elles.

3 Les projets récents en France : beaucoup d'intentions, peu de passages à l'acte

Dans le contexte français, les téléportés étaient assimilés au tourisme de montagne et à quelques liaisons de niche de façon assez constante, au point que les constructeurs ont tenté dans un premier temps de les proposer au sol ou suspendus à des poutres de guidage pour les faire autant que possible ressembler à des transports urbains, tout en leur conférant de surcroît un caractère innovant. Cette tentative d'adaptation a débouché sur des concepts comme le Poma 2000, le SK ou les minimétros, mais très peu de réalisations effectives. Il faut attendre la fin des années 1980 pour que les constructeurs repartent du modèle traditionnel suspendu à un câble aérien et proposent des systèmes plus capacitaires, en mesure de concurrencer les modes routiers et ferroviaires plus traditionnels. Un symbole de cette rupture est la réponse spontanée du constructeur Poma en 1987 à l'appel d'offres du Syndicat des transports parisiens pour améliorer la desserte de l'aéroport d'Orly. Cette offre, qui mettait en œuvre des cabines de 32 places débrayables avec une technologie 3S, n'a pas été retenue au profit du métro automatique léger Orlyval. Les constructeurs n'ont cessé ensuite de pousser leurs pions et de courtiser techniciens et élus des collectivités...

3.1 Les premières tentatives d'urbanisation des téléportés à partir des années 1970 : un succès limité

Les villes françaises ont été des terres de mission pour des constructeurs basés sur le sol national comme Pomagalski ou Neyrpic dès les années 1970. Ces derniers ont tenté de promouvoir des systèmes débrayables innovants comme le Télérail (Neyrpic), suspendu à une poutrelle et tracté par un câble, ou le Poma 2000, initialement pensé comme une adaptation de la technique des remontées mécaniques aux transports urbains. Le schéma de montage était inversé par rapport à un téléporté traditionnel, les cabines évoluant sur une piste de roulement et la traction par câble s'effectuant par en dessous.

Trois lignes aériennes ont été envisagées à Grenoble, avec quelques rares mesures conservatoires encore visibles comme un immeuble percé dans le quartier de la Mutualité. Une piste d'essais a fonctionné à Voreppe avant l'industrialisation du concept dès 1976. Mais le projet grenoblois n'a pas été mené à bien, préférence étant donnée au tramway suite au concours organisé par le Secrétaire d'état aux Transports Marcel Cavallé (1975) et le choix de l'agglomération comme terrain privilégié de mise en œuvre du « métro léger » [4]. C'est finalement la ville de Laon (Aisne) qui a servi de terrain d'application sur un tracé en rampe continue entre la gare et la ville haute. Le Poma 2000 y a officié de février 1989 à août 2016, sans problème particulier (figure 6). Il n'y a pas eu d'autre réalisation du même type en France.

D'autres systèmes comparables ont été développés par la suite, comme le SK (Soulé – De Kermadec), avec la même base technique : traction par câble, cabines débrayables ralentissant en station sans s'immobiliser complètement, enchaînement de boucles de câbles pour permettre de parcourir des distances plus importantes. Mais le succès a été mesuré : 6 réalisations seulement dont une seule subsiste à ce jour, à Shanghai. L'originalité de ce dernier concept par rapport au Poma 2000 et aux lignes de téléportés en général résidait dans une vitesse de croisière plus élevée (36 km/h) pour les systèmes de seconde génération installés à Noisy-le-Grand et à Roissy Charles de Gaulle. Mais la complexité technique du système a créé des problèmes de fiabilité qui ont condamné le SK, incapable d'atteindre l'objectif de fiabilité de 99,5 % imposé par Aéroports de Paris (il a été remplacé depuis par un métro automatique, le CDGVal). Il n'est plus commercialisé, mais plusieurs constructeurs de téléportés proposent dans leur catalogue des « mini métros » assez proches conceptuellement des Poma 2000 et autres SK.

Figure 6 - Cabine du Poma 2000 de Laon vue au niveau de la station intermédiaire de Vaux (photo : F. Beaucire)



L'exemple le plus abouti est celui du Miniméto construit par le constructeur italien Leitner. Mis en service en 2008 à Pérouse (Italie), il dessert une ligne de 4 km, destinée à relier la ville haute de Pérouse à la gare et à un parc de stationnement gratuit destiné aux visiteurs (le trafic automobile est strictement limité dans le centre historique), avec une dénivelée de l'ordre de 160 mètres. Cette ligne comporte 7 stations et elle est exploitée avec 27 voitures dotées d'un roulement sur pneus, permettant d'acheminer 3000 passagers par heure. Une seconde réalisation à Pise a été inaugurée en 2017. La ligne relie l'aéroport Galileo Galilei à la gare centrale, soit une longueur de 2 km avec une station intermédiaire. Sa capacité est plus restreinte avec 1132 passagers par heure (données constructeur).

La technique propre aux téléportés a donc de longue date été transposée à des environnements urbanisés, avec le choix d'une mise au sol et des caractéristiques d'implantation proches de celles d'un métro léger. Ce parti-pris génère des contraintes d'insertion comparables à celles d'un site propre classique : nécessité d'une continuité d'implantation, gestion des dénivelées et des franchissements d'autres infrastructures, sachant qu'aucun croisement à niveau n'est techniquement envisageable. Le renouveau des systèmes aériens dans les métropoles latino-américaines a élargi le champ des possibles en ôtant la contrainte de la continuité d'implantation, mais en créant de possibles points de friction avec les populations riveraines comme l'insertion paysagère ou le survol des parcelles privées.

3.2 2004-2015 : une décennie d'effervescence

Les projets plus ou moins aboutis ne manquent pas dans cette période dans les villes françaises, l'exemple de Medellin et d'autres villes latino-américaines démontrant à la fois la faisabilité de l'implantation du câble urbain, mais également la rapidité d'exécution et la maîtrise des coûts d'investissement. Pour autant, il faut convaincre élus et techniciens, car le transport par câble ne leur paraît pas naturellement adapté aux villes... Et ce avant toute mise en œuvre de processus de concertation, dont nous verrons ensuite qu'ils n'ont pas été de tout repos.

Un consensus se dégage assez rapidement sur le domaine de pertinence du câble urbain [1 ; 5] :

- franchissement de grandes coupures urbaines, qui nécessiteraient des ouvrages d'art coûteux en cas de réalisation d'un site propre au sol,
- demande de transport intermédiaire entre l'autobus et le tramway, car le débit reste plafonné,
- des liaisons relativement courtes, avec peu d'arrêts intermédiaires, coûteux en termes de performance,
- des liaisons de rabattement vers d'autres lignes fortes du réseau, dans un souci d'intégration.

Une tentative de recensement exhaustif des projets sérieux [5] (portés par des collectivités, avec des études au moins préliminaires) a abouti à 43 propositions, se répartissant entre l'Île-de-France (15 projets) et d'autres agglomérations comme Grenoble (6), Le Havre (5), Lyon (2), Rouen (2), Marseille, Nantes, Nice, Saint-Etienne, Saint-Brieuc, Boulogne-sur-Mer, Toulouse, Perpignan, Chambéry, Brest, Ajaccio, Orléans et Lille. L'ensemble de ces projets correspond bien aux critères de pertinence que nous venons de décrire.

Pour autant, la plupart d'entre eux ont fait l'objet d'un portage politique défaillant et, même si des études préliminaires ont été effectuées, elles n'ont pas été suivies de programmation ni d'enquête publique. Le cas de l'Île-de-France est éclairant à cet égard avec 15 projets recensés (tableau 3) en 2006, et une seule décision de réalisation à ce jour. Dans la plupart des cas, ces projets répondaient aux critères consensuels : ainsi, les cinq projets identifiés sur le territoire de la Communauté d'Agglomération Grand Paris Seine et Oise (GPSO) étaient des traversées de la Seine reliant au minimum deux gares, une ligne ferroviaire circulant sur chaque rive. Le faible nombre de ponts routiers et leur engorgement chronique avait conduit l'architecte Antoine Grumbach à proposer à GPSO ces cinq franchissements. Le projet le plus soutenu politiquement a été celui entre Bouafle, Les Mureaux et Meulan : le maire des Mureaux François Garay a réussi à entretenir le soutien du Département des Yvelines et de la région Île-de-France jusqu'en 2020, avant que la Région ne considère qu'il n'avait pas de caractère prioritaire. Les autres projets avaient été remisés dès 2008 pour certains d'entre eux...

Tableau 3 - Projets de câble aérien recensés en Île-de-France depuis 2004 (sources : communication d'Île-de-France Mobilités et des collectivités, articles de presse locale, notamment du *Parisien*)

Projet recensé	Longueur estimée	Nombre de	Etat actuel (2023)
----------------	------------------	-----------	--------------------

		stations	
Câble 1 : Créteil Pointe du Lac – Villeneuve-St-Georges Bois Matar	4,5 km	5	Travaux en cours
Bouafle - Les Mureaux - Meulan	6 km	4	Jugé non prioritaire par la région en 2020
Épône – Gargenville	1,5 km	2	Mis à l'étude en 2016, en attente de décision
Achères – Conflans Ste-Honorine	3 à 3,5 km	2	
Orgeval – Poissy – Chanteloup	7 à 8 km	4-5	
Mantes-la-Jolie - Limay	2 à 2,5 km	2	
Plateau de Saclay : Le Guichet – station Orsay-Gif (Le Moulon)	1,6 km	2	
Evry-Courcouronnes (RER D) – Brétigny/Orge (ex-base aérienne 217, gare RER C)	10 km en 2 tronçons distincts	inconnu	
Pont de Sèvres - Vélizy	6 km	inconnu	
La Défense – La Garenne Colombes	1,6 km	2	
Bagnolet Galliéni – La Noue	2,2 km	2	
Romainville – Bobigny La Folie	3,1 km	4	
Mairie d'Issy – Fort d'Issy	0,83 km	2	Abandonné en 2008
St-Rémy-les Chevreuse – Limours	8 km	5	Abandonné en 2008
Gare de Lyon – Gare d'Austerlitz	0,7 km	2	Abandonné en 2016

Dans d'autres agglomérations, les listes d'axes à équiper évoluent sans pour autant trouver un aboutissement concret. C'est le cas de Grenoble, qui a compté jusqu'à 6 projets différents tant par leurs objectifs que par leur portée. Deux d'entre eux ambitionnaient de relier la métropole (en fond de vallée) aux massifs voisins : vers le Vercors (St-Nizier du Moucherotte, Lans-en-Vercors) sur 10 km, et vers Chamrousse (Belledonne) par Saint-Martin d'Uriage, également sur 10 km. Dans les deux cas, des études ont été menées et la ligne du Vercors a fait l'objet d'une concertation préalable, sans déboucher sur une décision de réalisation. Une troisième ligne longue (8 km) aurait relié Echirolles à Vizille via Champagnier et Jarrie. Elle a été abandonnée après une étude de faisabilité peu concluante. Deux autres projets étaient de plus courte portée, avec une vocation de franchissement de l'Isère : Brignoud – Crolles (zone industrielle) sur 1,6 km et Campus universitaire – Meylan sur 700 m. Ils ont été également abandonnés. Reste en lice une ligne de rocade reliant les communes périphériques de Fontaine et de Saint-Martin-le-Vinoux via la presqu'île scientifique du Nord de Grenoble, avec deux traversées fluviales et le survol d'un axe autoroutier. Longue de 3,7 km et reliant entre elles trois lignes de tramway, elle comporte au total 5 points d'arrêt. Elle a fait l'objet d'études poussées et de deux phases de concertation (2015, 2021). Son maître d'ouvrage, le syndicat mixte des mobilités de l'agglomération grenobloise (SMMAG) annonce le lancement des travaux fin 2023 pour une mise en service courant 2025.

Figure 7 - Tracé du Métrocâble de Grenoble (document officiel SMMAG). On note la présence de deux « stations techniques » aux changements notables de direction.



Dans le cas de Lyon, deux projets localisés en périphérie avaient donné lieu à études de faisabilité vers 2004-2005 : Vaulx-en-Verin (T3) – Parc de Miribel-Jonage (4,7 km, 4 stations) et Givors Ville (SNCF) – Plateau de Montrond (2,5 km). Ils ont tous deux été abandonnés. Les élections municipales de 2020 ont relancé l'intérêt pour les téléportés dans l'agglomération avec la victoire des écologistes. La Métropole de Lyon annonce en décembre 2020 un projet de téléphérique entre le centre de Lyon et Francheville, dans l'Ouest lyonnais, via Sainte-Foy les Lyon et La Mulatière. Cette solution technique est censée se substituer à un projet de cinquième ligne de métro jugé trop coûteux, destiné à désenclaver une périphérie vallonnée difficilement accessible dans les conditions actuelles (fortes pentes, voirie sinueuse). Quatre fuseaux ont été soumis à concertation ; ils se distinguaient par des débouchés au centre de Lyon différents, entre Perrache au Nord et le stade de Gerland au Sud. Les réactions dans les communes potentiellement concernées ont été très virulentes avec des référendums locaux marqués par des taux de participation importants pour ce type de consultation généralement boudé par le corps électoral (43 % à Sainte-Foy, 30 % à La Mulatière), et des résultats sans appel (entre 94 et 96 % de votes négatifs). Les élus, peu désireux de passer en force, ont annoncé l'abandon du projet le 10 mai 2022, et l'on s'oriente désormais vers un tramway express partiellement souterrain.

3.3 Un nombre de réalisations effectives très limité

On compte à l'heure actuelle cinq projets mis en service ou en voie de l'être très prochainement. Deux d'entre eux concernent Saint-Denis de la Réunion. Ils ne figuraient pas dans la liste des 43 projets des années 2005-2015, et ne figuraient pas davantage dans le Plan de déplacements urbains (PDU) de l'agglomération, adopté en 2013. Les trois autres se situent en Métropole, respectivement à Brest, Toulouse (Téléo) et en Île-de-France (Téléval, devenu Câble A puis Câble 1). L'analyse de leur cheminement montre que, malgré les qualités affichées des transports par câble (moindre emprise au sol, montage rapide, capacités adaptées, etc.), les obstacles

n'ont pas manqué... Sans oublier le projet fondateur, celui qui a été inauguré en premier en 2016 mais sur une distance beaucoup plus courte, celui de Brest.

L'ensemble de ces projets contribue au maillage des transports publics, en complément de réseaux structurants à haut niveau de service : tramway à Brest, métro à Créteil et à Toulouse, bus à haut niveau de service à Saint-Denis de la Réunion, en attendant un système ferroviaire léger. Dans quatre cas sur cinq, ils sont associés à des parcs-relais qui permettent un rabattement aisé par véhicule individuel.

3.3.1 Brest : un franchissement évident, mais sous contraintes

Le projet brestois vise à réduire l'impact de la coupure urbaine générée par la vallée encaissée du Penfeld, petit fleuve côtier. Cette coupure n'est franchie que par deux ponts dans le centre ville. Le fond de vallée est occupé par des installations militaires (arsenal) inaccessibles au public, ce qui crée une contrainte supplémentaire. Un projet d'écoquartier sur la rive droite de la vallée (quartier des Capucins), à mi-chemin entre les deux franchissements existants, suscite une réflexion sur sa desserte. La solution téléportée est mise à l'étude dès 2004 par la communauté urbaine de Brest. Elle présente l'intérêt de créer un troisième franchissement moins coûteux qu'un pont qui aurait dû être mobile, mais aussi une attraction touristique (point de vue remarquable), tout en respectant les contraintes imposées par les autorités militaires, notamment celle de tirant d'air : il fallait dégager un gabarit maritime avec 48 m de hauteur [9].

Après étude de trois variantes de tracé, le tracé retenu, long de 720 m, permet de relier les Capucins au tramway (station Château). Une concertation préalable intervient en 2012. On retient le principe d'un pylône unique qui permettra le croisement des cabines non pas au même niveau mais selon un plan vertical, ce qui est une configuration très originale. Ce choix technique s'explique par l'étroitesse de la travée dans laquelle s'inscrit la station Capucins : les deux cabines doivent arriver au même emplacement. Le processus n'est pour autant pas achevé puisqu'il faut modifier le débouché du projet côté centre-ville (la station initiale était en souterrain), ce qui nécessite un second appel d'offres. C'est le constructeur suisse Bartholet qui emporte le marché, en partenariat avec Bouygues Construction. Une enquête publique intervient en avril-mai 2015. L'avis favorable qui en résulte permet de débiter les travaux en juillet 2015, et de débiter les opérations commerciales en novembre 2016. Des problèmes techniques occasionnent une interruption de l'exploitation entre le 30 novembre 2016 et le 5 janvier 2017, et d'autres interruptions équivalentes voire encore plus longues auront été nécessaires pour que le service soit enfin jugé fiable, sans oublier le remplacement d'une des deux cabines victime d'une chute accidentelle durant une opération de maintenance (août 2017) et du câble principal jugé trop bruyant (2019). Cette accumulation d'incidents et d'interruptions a tendu les relations entre la communauté urbaine et le groupement de constructeurs.

Les cabines, pouvant accueillir jusqu'à 60 passagers, se caractérisent par une paroi vitrée au sol pouvant s'opacifier pour ne pas avoir une vision directe de parcelles privées et surtout d'installations militaires.

Figure 8 - Le téléphérique de Brest : on distingue sur la gauche la station terminale des Capucins (baie rectangulaire), et le pylône central au niveau duquel les cabines se croisent sur un plan vertical, dit en saut de mouton (photo P. Zembri)



3.3.2 Saint-Denis de la Réunion : un projet inattendu

La CINOR (Communauté intercommunale du Nord de la Réunion), autorité organisatrice des transports publics de l'agglomération de Saint-Denis de la Réunion, a lancé successivement deux projets de lignes indépendantes l'une de l'autre, ayant pour objectif commun de desservir des quartiers ou équipements excentrés et en hauteur par rapport à la partie centrale de l'agglomération.

La première ligne (baptisée Papang) relie entre eux trois quartiers étagés : Chaudron, Bois-de-Nèfles et Moufia. Ils se caractérisent par une forte densité de population, ainsi que par la présence de générateurs de trafic importants comme un site universitaire à Moufia et un lycée à construire à Bois-de-Nèfles. S'y ajoute l'hôtel de Région. Le contact privilégié avec le réseau urbain s'effectue à la station basse du quartier du Chaudron, où un pôle d'échanges multimodal a été implanté. Elle sera connectée à court terme au Run Rail, système ferroviaire léger devant parcourir à terme les trois quarts de la bande littorale de l'île entre Saint-Benoît (au Nord-Est) et Saint-Pierre (au Sud) en passant par l'agglomération d'yonisienne. Le premier tronçon (du Run Rail) de 10 km sera réalisé à l'horizon 2025 dans cette dernière, et passera par le campus universitaire.

La ligne a une longueur de 2,7 km avec 3 stations intermédiaires. La concertation préalable a débuté en décembre 2016. La concession a été attribuée fin novembre 2017 à un groupement d'entreprises mené par Poma, et la mise en service a eu lieu en mars 2022. L'investissement a été chiffré à 54 millions d'€, ce qui donne un coût de 20 millions du kilomètre.

Une seconde ligne est en cours de construction, avec un objectif de mise en service fin 2023. Baptisée Payenke, elle aura une longueur de 1,3 km sur un tracé total initial de 2,1 km. Le marché a été notifié le 28 mai 2020 à un groupement mené par MND Ropeways, pour un montant total de 38,9 M€. Il s'agit de racheter une dénivelée de 305 m entre les quartiers de la Montagne et de Bellepierre. Il se substitue à un tracé routier de 4 km en lacets très congestionné sur lesquels les autobus urbains circulent difficilement. Pour ce tracé exposé à des vents pouvant être soutenus, la technologie retenue (téléphérique bicâble avec un espacement important entre les câbles) permet de garantir le bon fonctionnement du système jusqu'à des vents de 120 km/h. Ce choix permet également de soutenir une vitesse de croisière particulièrement élevée, 45 km/h, et d'offrir un temps de parcours limité à 4 minutes. Les deux cabines opérant en va et vient auront une capacité unitaire de 50 places.

Ces deux lignes font partie d'un projet de développement (Plan de déplacements Urbains de 2013) qui en comportait cinq au total, ce qui rapprocherait Saint-Denis de la Réunion de la configuration développée à Medellin (figure 9). On peut considérer que l'agglomération de Saint-Denis de la Réunion a pris de vitesse de nombreux autres projets apparus auparavant, et a su réduire les délais de réalisation. Il ne s'est passé que 5 ans entre la décision de mise en œuvre (et donc le démarrage de la concertation) et la première mise en service.

Figure 9 - Le projet de développement global des liaisons téléportées entre les hauts de l'agglomération de Saint-Denis de la Réunion et la bande côtière (source : PDU 2013)



3.3.3 Le projet toulousain : relancé par l'Oncopôle

Le cas du Teleo toulousain est également intéressant à deux titres. D'abord par l'ancienneté du projet, porté initialement par l'équipe municipale de Philippe Douste-Blazy (2001-2004) qui imaginait un transport collectif en site propre spécifique pour la desserte de l'hôpital de Rangueil, et relancé en 2012 (inscription au Plan de Déplacements urbains) pour accompagner le développement de l'Oncopôle sur l'ancien site de l'usine AZF, dévasté par une explosion accidentelle en 2001. En second lieu par l'association de deux problématiques complémentaires : racheter une

dénivelée entre la station de métro Université Paul Sabatier et l'hôpital, particulièrement pénalisante pour accéder à un pôle hospitalier majeur de l'agglomération, et franchir la Garonne pour relier l'Oncopôle à l'hôpital et à l'Université. La colline de Pech David, entre les deux extrémités de la ligne, culmine à 225 m, soit 80 m au-dessus du niveau de la Garonne et des stations terminales.

Les choix techniques effectués ont conduit à adopter un système de télécabine 3S (2 câbles porteurs, un câble tracteur) en mesure de résister à des vents soufflant jusqu'à 108 km/h. Les 16 cabines sont de taille moyenne avec une capacité unitaire de 34 voyageurs. C'est un groupement d'entreprises mené par le constructeur Poma qui a obtenu le marché fin 2016. Les travaux se sont déroulés entre juillet 2019 et avril 2021. La mise en service est intervenue en mai 2022. Le coût total s'établit à 93 millions d'euros (dont 6 millions de surcoût lié au Covid), soit 31 millions d'euros du kilomètre. Le coût des solutions alternatives au téléporté avait été estimé entre 120 et 250 millions d'€ (bus en site propre comportant un viaduc, tramway partiellement en tunnel).

La ligne comporte deux stations d'extrémité et une station intermédiaire au niveau de l'hôpital de Rangueil. Les cabines la traversent à vitesse réduite. Cinq pylônes ont été nécessaires sur le tracé.

Figure 10 - Station intermédiaire Hôpital Rangueil - Louis Lareng (photo P. Zembri)



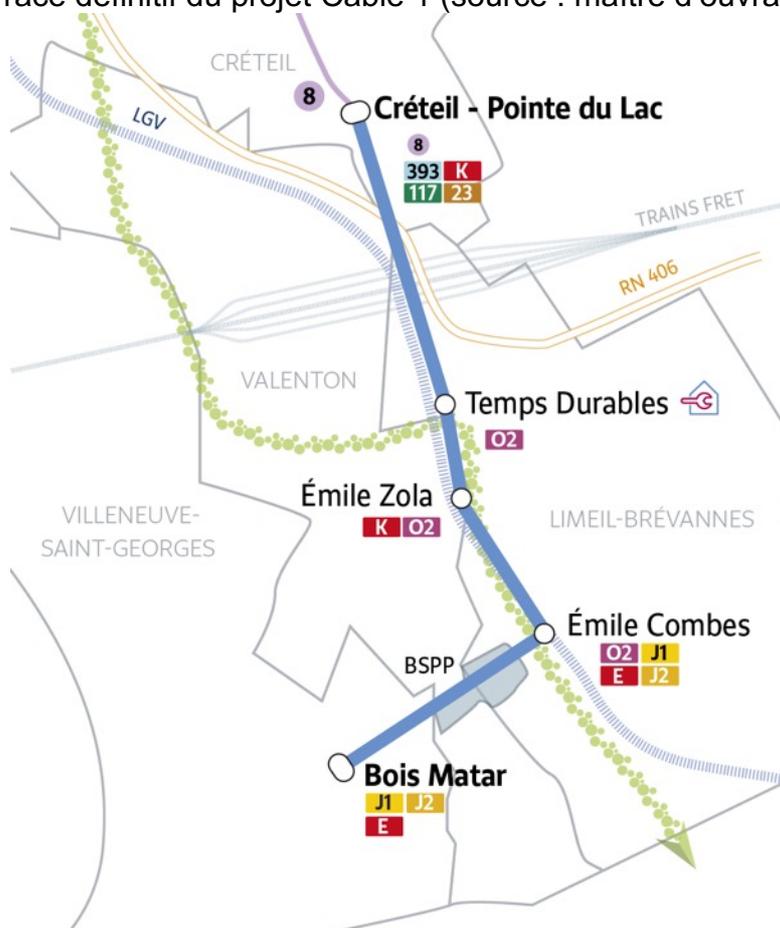
3.3.4 Le câble 1 francilien : un long cheminement, un portage politique constant

La dernière réalisation certaine se situe en Île-de-France : il s'agit du Câble 1 qui reliera

en 2025 le terminus Créteil – Pointe du Lac de la ligne 8 du métro et la partie haute de la commune de Villeneuve Saint-Georges (Bois Matar) en passant par Limeil-Brévannes. La dénivelée totale est assez faible (une cinquantaine de mètres) mais c'est la problématique du franchissement d'un faisceau important d'infrastructures routières (N 406) et ferroviaires (faisceau de Valenton, raccordements de la ligne à grande vitesse Paris - Lyon) sur près d'un kilomètre qui a été prédominante dans le choix d'une solution aérienne.

Ce projet est né d'une proposition du Maire de Limeil-Brévannes, Joseph Rossignol, en 2008 [6]. Ce dernier considérait que sa commune souffrait d'un enclavement relatif du fait des barrières infrastructurelles (notamment le faisceau ferroviaire orienté Est-Ouest au niveau de Valenton) la séparant du pôle d'emplois de Créteil et du terminus du métro qui restait encore à créer à la Pointe du Lac. S'y ajoutait le désir de desservir un éco-quartier en cours de création, considéré comme le plus vaste de France avec près de 3000 nouveaux habitants à accueillir en 2012 (Les temps durables). Le couplage entre ce type d'urbanisation jugée vertueuse avec un mode de transport faiblement émissif tombait sous le sens. Le projet initial, limité à trois stations, a été ensuite repris par le Département du Val-de-Marne avec l'idée de lui conférer une mission plus large. Invité à cofinancer une étude sur le projet en 2010, il a proposé un prolongement jusqu'à Villeneuve-Saint-Georges pour desservir une zone urbaine sensible, densément peuplée. Cette proposition d'extension permettait d'améliorer sensiblement le taux de rentabilité interne du projet et d'intéresser le Syndicat des Transports d'Île-de-France (STIF), l'autorité organisatrice de l'ensemble des transports régionaux.

Figure 11 - Tracé définitif du projet Câble 1 (source : maître d'ouvrage)



Le projet, désormais baptisé Téléal, est officiellement repris par le STIF en 2012, qui commence par faire réaliser une étude comparative de desserte de Limeil-Brévannes et des hauts de Villeneuve-Saint-Georges par différents modes. L'année suivante, le principe d'une desserte par câble aérien est retenu, ce qui permet de financer les études détaillées (2014), puis de lancer la concertation préalable à l'automne 2016 (le projet est devenu Câble A). Des contestations du tracé proposé amènent à réaliser des études complémentaires. Il faut attendre mars 2019, soit 11 ans après le lancement de l'idée par les élus, pour que débute l'enquête publique, octobre 2019 pour qu'intervienne la déclaration d'utilité publique (DUP) et décembre 2020 pour que soit conclue la convention de financement.

Le constructeur est choisi en 2021. Il s'agit de Doppelmayr France, qui fournira des cabines de 10 places. Le système retenu est une télécabine débrayable monocâble et le débit annoncé est de 2000 passagers par heure et par sens, avec le passage d'une cabine toutes les trente secondes.

Le chantier est officiellement lancé en 2022, et la mise en service est annoncée pour 2025 après une période d'essais en ligne. Le coût actualisé est de 125 millions d'€ hors taxes pour un linéaire de 4500 m, soit 27,78 millions d'€ du km. Le temps de parcours annoncé est de 18 minutes de bout en bout, soit une vitesse commerciale de 15 km/h.

Ce projet aura mis longtemps à être concrétisé : 13 ans entre la prise en main par le STIF (devenu depuis Île-de-France Mobilités) et la mise en service, dont presque trois années de travaux. En revanche, on peine à discerner à court et à moyen terme une seconde réalisation en Île-de-France : le Câble 1 risque de rester longtemps seul dans sa catégorie.

À retenir

- Les constructeurs de téléphériques ont tenté dans un premier temps de les adapter aux contextes urbanisés en les positionnant au sol, et ont développé des concepts (SK, Poma 2000) qui ont eu peu de suites.
- Le retour au câble aérien s'effectue progressivement à partir de la fin des années 1980, mais les premières mises à l'étude de projets urbains ne s'effectuent qu'au début des années 2000.
- Le taux de réussite des projets demeure faible en France : 5 sont réalisés ou en voie de l'être sur une liste initiale de 43 (1 sur 15 en Ile-de-France)
- Les processus sont plutôt longs : le Téléo toulousain a mis 20 ans à se concrétiser. La première mouture du Câble 1 francilien date de 2012...

4 Des échecs, des reports, des incertitudes croissantes, pour quels motifs ?

Si le câble aérien semble sur le papier digne d'intérêt, les réalisations effectives demeurent rares et, comme nous venons de le voir, parfois longues à advenir. Cela tient à différents facteurs que nous allons tenter de passer en revue. La question de l'« urbanisation » des téléportés est en premier lieu celle de leur insertion paysagère,

plus encore que les questions de survol, parfois évoquées, ou de pertinence dans un choix de modes de transport déjà étoffé. Si un câble tracé dans un territoire hétérogène déjà marqué par des infrastructures de transport ou des lignes à haute tension (cas du Câble 1 francilien) peut passer relativement inaperçu (il n'a pas pour autant été plébiscité localement), son insertion dans des territoires urbanisés plus homogènes et davantage voués à l'habitat peut s'avérer plus problématique. Enfin, les questions de financement peuvent jouer un rôle, si les gains initialement annoncés sont grevés par des surcoûts liés à l'insertion urbaine et paysagère.

4.1 Câble et paysage urbain

Si la dimension paysagère des téléportés a été rarement évoquée dans le contexte des métropoles latino-américaines, où les gains en termes d'inclusion sociale, de désenclavement et de réduction de la criminalité étaient valorisés, avec un fort engouement des populations desservies [3], elle a rapidement émergé lorsque des tentatives de transposition se sont faites jour en France. On a donc pu voir les premières manifestations d'un syndrome baptisé NIMFOS : *not in my field of sight* (pas dans mon champ de vision), avec la constitution d'associations résolument décidées à protéger une qualité paysagère urbaine qui n'avait rien d'évident *a priori*.

C'est le projet de téléporté défendu par la municipalité d'Issy-les-Moulineaux (dirigée par André Santini, élu emblématique d'envergure nationale) qui a en quelque sorte essuyé les plâtres. Proposé à la concertation publique en 2006, ce projet de mise en relation du terminus de la ligne 12 du métro (à 37 m d'altitude) et du projet urbain du Fort d'Issy (à 93 m), qui doit être prochainement desservi par la ligne 15 du métro du Grand Paris, avait du sens. Il permettait notamment de désengorger la voirie routière reliant les parties haute et basse de la commune, sur laquelle il n'aurait pas été possible d'implanter un site propre conventionnel. Pourtant, la communication en amont de la concertation (à laquelle n'ont participé que 2 % de la population de la commune) était simpliste et ne mettait l'accent que sur le caractère durable de la solution technique proposée [6]. Les questions d'insertion du projet en général et de positionnement de l'unique pylône du tracé n'ont pas été abordées en détail, ce qui a permis l'expression de toutes les hypothèses (notamment les plus alarmantes). L'émergence d'une association d'habitants intitulée *Touche pas à mon ciel* a permis de fédérer toutes les inquiétudes et de menacer l'accomplissement du projet. Mis en difficulté, André Santini a dû reculer en amont d'élections municipales qu'il jugeait risquées, et ce en donnant des gages qui ruinaient définitivement le projet : la porte-parole de l'association d'opposants a intégré la liste du maire sortant pour les élections de 2008 !

Les aspects paysagers ont été mis en avant dès l'apparition des premiers projets urbains, notamment pour l'esthétique des pylônes et surtout des stations intermédiaires. Contrairement aux autres modes urbains guidés au sol, les téléportés ont la possibilité de surmonter des coupures urbaines sans en créer de nouvelles. Les portées (distance entre deux points d'appui du câble) qu'il est désormais possible d'atteindre, permettent de limiter le nombre de pylônes, et donc d'acquisitions foncières. Les pylônes ont une emprise au sol de 2 m², ce qui est limité, et il existe une marge pour les positionner. Les stations simples peuvent être réduites à une emprise de 200 m². Cependant, les stations intermédiaires ne se situent pas forcément au niveau du sol du fait des contraintes topographiques et de la hauteur des bâtiments ou équipements environnants. La mise en hauteur peut se faire par le biais de pilotis, ou par intégration dans un bâtiment élevé. C'est elle qui provoque des émergences qui

peuvent être très visibles des alentours de la ligne et constituer des atteintes à un paysage urbain. L'intégration des stations intermédiaires devient donc un enjeu majeur, notamment les plus vastes d'entre elles qui servent à changer de direction (les équipements nécessaires pour changer de boucle de câble sont assez volumineux).

Figure 12 - La station intermédiaire Hôpital de Rangueil sur la ligne du Telemousain : une émergence visible mais relativisée par son implantation sur un plan incliné (photo P. Zembri)



4.2 La problématique du survol et de la co-visibilité

La question du survol d'habitations mais aussi d'activités s'est posée dès les premiers projets, les téléportés offrant des points de vue inédits et potentiellement indiscrets. On pourra objecter que des lignes de métro aérien passent depuis de longues décennies à la hauteur d'appartements ou de bureaux, à des distances plus rapprochées, sans que cela n'ait conduit à de quelconques contestations, ou bien que des habitations se sont implantées *a posteriori* à proximité immédiate d'installations existantes, mais les projets récents de câble aérien se sont révélés dès le départ plus problématiques. À la crainte de voir son intimité dévoilée à l'ensemble des personnes utilisatrices du téléporté vient s'ajouter celle de la chute d'une cabine sur sa maison ou son établissement. Par ailleurs, le va-et-vient des cabines constitue une intrusion paysagère, et peut être perçu comme une nuisance. D'où le terme de co-visibilité employé couramment : c'est une relation bijective.

Les réserves exprimées ne provenaient pas que des particuliers. Nous avons vu dans

le cas de Brest que le survol d'un arsenal de la Marine est très encadré, mais il n'y a pas eu d'opposition de principe des autorités militaires. Concernant le projet du Câble 1 francilien, c'est la Brigade des sapeurs-pompiers de Paris (BSPP), dont le centre d'entraînement de Villeneuve-Saint-Georges doit être survolé, qui a manifesté ses plus vives réserves et demandé un déplacement du tracé. Dans le cas du Teleo toulousain, le survol rapproché ne concerne que des terrains publics, les rares parcelles privées étant surplombées de plus de 50 m.

La réglementation relative au survol, qui datait du 8 juillet 1941, a dû être révisée par ordonnance en 2015, et plus précisément par son décret d'application n° 2015-1581, publié le 3 décembre 2015. Elle imposait la mise en place d'une procédure d'expropriation des parcelles survolées si elles étaient bâties et closes, et des parcelles non bâties si le survol s'opérait à moins de 50 mètres. Cette règle rigide et dissuasive pour les maîtres d'ouvrages a été remplacée par l'instauration d'une triple servitude de passage, de maîtrise de la végétation et d'accès aux pylônes.

Le survol en lui-même peut être vu comme une source de dévalorisation des biens concernés, même si ce phénomène n'est pas vraiment documenté à l'heure actuelle. C'est un argument largement utilisé par les adversaires du projet lyonnais et de celui du Câble 1 francilien. L'association lyonnaise *Touche pas à mon ciel* a inscrit dans ses statuts (article 3) le souci de « protéger l'environnement et le patrimoine paysager, historique et naturel de l'Ouest lyonnais », de « protéger les intérêts des propriétaires et de toutes personnes impactées directement ou indirectement », et de « contester les expropriations, les servitudes et toutes autres externalités négatives inhérentes à ce mode de transport ». La pétition mise en ligne, dont le succès (plus de 9000 signatures) a provoqué des référendums locaux très suivis qui ont entraîné l'abandon du projet, met l'accent sur le nombre élevé de pylônes (41) et leur hauteur (supérieure à 50 m), sur une co-visibilité sous-estimée (limitation à une bande de 150 m de part et d'autre du tracé par le maître d'ouvrage), sur la dévaluation inéluctable de la valeur vénale des biens et sur l'insuffisance de compensation financière des préjudices par le SYTRAL (Syndicat des transports de l'agglomération lyonnaise). Le grand nombre de signataires peut également s'expliquer par l'imprécision du tracé (plusieurs fuseaux ont été présentés) et l'absence d'information fiable sur le nombre réel de parcelles survolées ou incluses dans le champ de co-visibilité.

4.3 Une sous-estimation des coûts d'investissement qui annule les gains annoncés ?

Au début des années 2000, les promoteurs du câble urbain insistaient sur son coût d'implantation très faible par rapport à celui des modes guidés sur voirie ou sur rail. C'était notamment le cas de l'association *Le chaînon manquant*, très active en début de période sous l'impulsion de son président-fondateur, Pierre Jausaud. Elle avait publié en 2008 un *Livre blanc du tramway aérien* [8] qui faisait des comparaisons chiffrées, sur la base de projets identifiés dans l'agglomération de Grenoble. Si elle avait l'intérêt de proposer des valeurs de consommations d'énergie et d'émissions de CO₂ (cf. *supra* 1.1), ses estimations de coût étaient plutôt optimistes : entre 5 et 7 millions d'€ par km. En contrepoint, les projets de tramway contemporains étaient chiffrés entre 32 et 50 millions d'€ par km (coûts notamment constatés pour les lignes T3a à Paris, T1 de Nice et C de Grenoble).

On peut objecter en première approche que des coûts de réalisation de tramways sont nettement inférieurs : celui de Besançon, inauguré en 2014, n'excède pas 18 millions

d'€ par km. Par ailleurs, si on se situe dans la gamme de trafics couverts par des systèmes de transport par câble aérien, la comparaison avec des infrastructures d'autobus à haut niveau de service aurait eu du sens. Or, les auteurs n'ont comparé qu'avec de l'autobus conventionnel, en mêlant de surcroît coûts d'investissement et coûts de fonctionnement. Une étude réalisée en 2016 par le cabinet Trans-Missions pour l'Association Qualité Mobilité [10] montre qu'un bus à haut niveau de service (BHNS) avec des aménagements limités revient à 5,9 à 7,4 millions d'€ du km. Un BHNS continu et performant comme le METTIS de Metz a coûté 13 millions d'€ au kilomètre.

Lorsque le Livre blanc a été rédigé en 2008, il n'y avait pas de coûts disponibles pour du téléphérique urbain en France, faute de réalisation récente. Nous disposons aujourd'hui de quelques données qui relativisent nettement le chiffrage très optimiste de Pierre Jaussaud (tableau 4) : les coûts effectifs peuvent égaler, voire excéder ceux de réalisations récentes de bus à haut niveau de service ou de tramway.

Tableau 4 - Comparaison des coûts de réalisation connus en 2023 (source : maîtres d'ouvrage, CEREMA)

Projet	Longueur (km)	Coût total (en millions €)	Coût au km (en millions €)
Brest	0,72	19,1	26,52
Toulouse (Teleo)	3,00	93	31,00
St-Denis de la Réunion (Papang)	2,68	54	20,15
Câble 1 (Île-de-France)	4,50	125	27,78

Le coût prévisionnel a pu décourager les promoteurs de certains projets de téléportés urbains. C'est par exemple le cas pour la ligne de 380 m qui était prévue entre la gare des Aubrais et le quartier Interives, au sein de l'agglomération orléanaise. Même après avoir modifié les caractéristiques techniques du projet (passage d'un système de télécabines à un téléphérique en va et vient) [7], le maître d'ouvrage n'a pas réussi à faire valider en conseil communautaire le coût de la nouvelle mouture dont le groupement attributaire (GTM-SOGEA Centre-POMA-SYSTRA) avait été désigné en 2018. Ce coût était de 17 millions d'euros, soit 44,73 millions d'€ du km ! L'abandon du projet a été prononcé en septembre 2020.

Si on peut considérer que les coûts d'implantation du système en lui-même (câble, pylônes, cabines) sont prévisibles et maîtrisables, sur la base des réalisations en milieu de montagne, il n'en est pas de même pour les aménagements des abords de la ligne et surtout des stations. Ces dernières sont voulues comme des lieux matérialisant la modernité du câble aérien, et sont donc soignées dans leur conception et largement dimensionnées. Les stations intermédiaires, souvent en hauteur pour ne pas contraindre exagérément les performances du système, doivent être équipées en ascenseurs et des escaliers mécaniques qui renchérissent leur coût, mais qui sont indispensables pour garantir l'accessibilité du câble urbain aux personnes à mobilité réduite. L'existence et l'ampleur de ces stations rendent les transports par câble urbains bien moins réversibles que les installations de montagne. Si on peut toujours démonter les câbles et araser les pylônes, les bâtiments voyageurs devront trouver une autre destination, ce qui n'a rien d'évident !

Enfin, le souci d'intégration paysagère et d'esthétique conduit à renoncer le plus souvent à des pylônes et bâtiments simples et fonctionnels tels que l'on peut les trouver en montagne pour développer des modèles uniques mobilisant des cabinets d'architectes et des bureaux d'études, et dont la réalisation met en œuvre des

procédés de construction nettement plus coûteux. Les cabines font l'objet d'un travail de design *ad hoc* également coûteux, avec plusieurs choix proposés lors des phases de concertation. La proximité de bâtiments classés, assez probable en milieu urbain, entraîne de surcroît l'intervention des architectes des bâtiments de France, demandeurs d'aménagements potentiellement source de surcoûts. L'intégration de ces spécificités dans les estimations de départ est mieux à même d'éviter de mauvaises surprises en cours de projet, et d'éviter ainsi le renforcement des oppositions et/ou le découragement du personnel politique local.

À retenir

- L'insertion paysagère des téléportés revêt un caractère crucial en milieu urbanisé. Cabines, pylônes et gares intermédiaires constituent autant de signaux dont il convient de soigner l'esthétique.
- La problématique du survol, de l'atteinte au droit à l'intimité et à la pleine jouissance de ses biens, a été le carburant de contestations notables, avec des succès remarquables comme dans l'Ouest lyonnais.
- La sous-estimation des coûts d'implantation, liée à une transposition sans filtre des réalisations en milieu naturel, est de nature à décrédibiliser la solution câble urbain. L'adaptation à la ville et l'exigence d'intégration paysagère poussée qui en résulte sont sources de surcoûts importants.
- Au risque de rendre le câble urbain plus cher rapporté à la longueur de ligne ou à la place offerte que d'autres solutions techniques au sol...

5 Conclusion

Les vicissitudes des projets de téléportés urbains et le faible nombre d'aboutissements effectifs ne doivent pas faire oublier les qualités intrinsèques de ce mode de transport qui mérite sa juste place dans la panoplie des offres au sein des agglomérations.

La première qualité à souligner est la grande variété des solutions techniques disponibles, qui se traduit par un vaste champ de débits et de capacités. Téléphériques ou télécabines débrayables, monocâbles, doubles monocâbles, 2S, 3S, etc., ces différentes configurations permettent d'opérer le juste dosage entre longueur de ligne, existence ou non de stations intermédiaires, capacité unitaire des cabines et débit maximal du carrousel. Ce qui permet d'aller de l'équivalent de l'autobus conventionnel à celui d'une ligne de tramway !

La seconde qualité est l'aptitude au franchissement d'obstacles et de dénivelées, là où les solutions au sol peuvent s'avérer techniquement compliquées et coûteuses. S'y ajoute la non-continuité des emprises au sol qui permet de limiter les nuisances liées aux chantiers et de ne pas opérer une pression trop importante sur l'espace public. La rapidité de réalisation du téléporté lui-même, une fois toutes les autorisations obtenues, constitue un atout non négligeable.

Mais il ne faut pas sous-estimer les difficultés potentielles d'établissement d'un transport par câble aérien en milieu urbanisé, marqué par une attention particulière à la qualité paysagère et à la préservation du patrimoine, ces deux derniers éléments ayant tendance à être couplés dans la vision des riverains. S'y ajoutent comme nous l'avons vu des refus de co-visibilité, vue à la fois comme atteinte potentielle à l'intimité mais aussi au droit de disposer librement de ses biens immobiliers, avec des

conséquences sur la valeur vénale de ces derniers. Une maîtrise d'ouvrage qui méconnaîtrait ces réticences et qui tenterait d'éluder les questions potentiellement conflictuelles, prendrait le risque d'un refus massif comme on a pu le constater à Issy-les-Moulineaux et dans l'Ouest lyonnais.

Enfin, la question du coût des systèmes téléportés doit être réévaluée : dans la mesure où il ne s'agit pas de la transposition pure et simple de modalités de conception et de réalisation développées pour desservir des sites touristiques et de loisirs en milieu rural, on ne peut espérer retrouver des niveaux de coûts aussi avantageux. On ne peut de la même façon transposer les modalités de développement des pays émergents, où la demande sociale est forte et les considérations esthétiques ou patrimoniales nettement moins affirmées.

Entre des travaux de conception et de design *ad hoc*, des stations terminales et intermédiaires à insérer dans des contextes contraints sans compromettre les performances du système, des changements de direction du tracé plus nombreux, des temps de concertation et d'études longs, avec d'éventuelles boucles de rétroaction post-concertation, les temporalités sont longues et incertaines, les coûts également... La fourchette constatée se situe entre 20 et 30 millions d'euros du kilomètre de ligne, ce qui signifie que téléphériques et télécabines ne seront jamais des substituts à bas coût de lignes qui pourraient être réalisées au sol. Ils répondent à des problématiques spécifiques et ne constituent la solution technique la moins coûteuse et la plus efficace que dans un nombre de cas de figure limité.

6 Glossaire

téléportés : *overhead cable transport* : ensemble des systèmes de transport par câble aérien, quelle que soit la technologie retenue.

téléphériques ; *ropeways* : systèmes téléportés mettant en œuvre un à deux véhicules fermés de moyenne à grande capacité circulant en va et vient, assujettis au même câble tracteur (cas de Brest).

télécabines ; *gondola lifts* : systèmes téléportés mettant en œuvre un nombre variable de cabines de capacité faible à moyenne circulant en mouvement unidirectionnel, et faisant donc demi-tour en bout de parcours selon une boucle (cas de Toulouse ou de Saint-Denis de la Réunion). Les cabines peuvent être débrayables en station, de manière à permettre le mouvement entrant et sortant des voyageurs. Il est possible d'en retrancher ou d'en ajouter selon le niveau de fréquentation.

co-visibilité ; *co-visibility* : ensemble des interactions visuelles entre les cabines en mouvement et les populations riveraines. Les habitants peuvent être vus à leur insu, et ne peuvent échapper au regard plongeant des passagers. Le passage des cabines ne leur échappe pas et crée ce qui peut être perçu comme une nuisance visuelle dans leur champ habituel de vision. La distance sur laquelle la co-visibilité est effective fait souvent débat lorsqu'il y a concertation.

Transport par câble aérien en ville : pertinence et enjeux d'implantation

Urban cable systems : relevance and challenges of implementation

par Pierre ZEMBRI

Professeur à l'école d'Urbanisme de Paris, Université Gustave Eiffel

Laboratoire Ville, Mobilité, Transport (LVMT), Univ. Gustave Eiffel, Ecole des Ponts

Sources bibliographiques

- [1]SCHNEIDER (Y.) et CLEMENT-WERNY (C.) – *Transport par câble aérien en milieu urbain*. CERTU, Collection Références, n° 125 (2012).
- [2]MAZAUD (J.-R.) – *Trams du ciel ; Atlas mondial des téléphériques et autres transports à câble urbains*. Paris, La Découverte (2017).
- [3]DAVILA (J.D.) et DASTE (D.) - *Medellín's aerial cable-cars: social inclusion and reduced emissions*. University College London, Development Planning Unit (2012).
- [4]LE TOURNEUR (M.) – *La constitution des réseaux maillés de tramway de Grenoble, Strasbourg et Montpellier : un témoignage d'acteur*. Transports Urbains, n° 129 (novembre 2016), p. 10-20.
- [5]HENRIAT (L.) – *Le paradoxe des téléportés urbains : effervescence de projets mais taux de poursuite d'études et de réalisation très faible*. Mémoire de Master Transport et Mobilité, Ecole d'Urbanisme de Paris (2017).
- [6]RISPAL (Y.) – *Les transports urbains par câble : un retour en grâce ?* Mémoire de Master Développement territorial, Université de Cergy-Pontoise (2009).
- [7]LEMAIGNEN (C.H) - « Les téléphériques urbains : l'exemple d'Orléans », *Annales des Mines - Réalités industrielles*, vol. 2018, no. 2 (2018), pp. 41-44.
- [8] JAUSSAUD (P.) – *Transport public et agenda 21 : les lettres de noblesse des transports par câble*. Livre blanc du tramway aérien, Association Le chaînon manquant (2008), accessible à : <http://telepherix.free.fr/data/livreblancdutramwayaerien.pdf>.
- [9]ROUSIC (S.)(dir.) – *Le développement du transport par câble aérien en France ; Enjeux et perspectives*. CEREMA, Collection Connaissances (2018).
- [10]BEAUVAIS (J.M.), PEREZ (M.), CUREAU (M.), GRADELLE (J.), TRUBERT (E.) - *Retour d'expériences des choix tramway-BHNS dans les agglomérations françaises*. Rapport final pour l'association Qualité Mobilité (2016), accessible à : 77
- BEAUVAIS (J.M.) – *Introduction à l'économie du transport hectométrique*. Transports, n° 286, septembre 1983, p. 439-443.
- CHLASTACZ (M.) – *L'avenir du transport par câble*. La Gazette des Communes, des départements et de régions, n° 2032, 31 mai 2010.
- LEBORGNE (G.), NANGERONI (C.), HEULOT (H.) – *Les tramways des airs : le transport par câble est de retour*. Ville, Rail et Transports, n° 492, 24 mars 2010.
- TINET (M.) - “Un outil de desserte et de désenclavement : le téléphérique”. Lemaitre, Nicole. *Des routes et des hommes : la construction des échanges par les itinéraires et les transports*. Paris : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques (2019). Web. <<http://books.openedition.org/cths/4449>>.

À lire également dans nos bases

Normes et standards

STRMTG, Remontées mécaniques RM1 ; Exploitation, modification et maintenance des téléphériques, Version 4 du 22 décembre 2017.

Réglementation

Arrêté du 23 mai 2003 relatif aux dossiers de sécurité des systèmes de transport public urbains, JORF n° 132 du 8 juin 2003 NOR : EQU0300808A.

Arrêté du 7 août 2009 relatif à la conception, à la réalisation, à la modification, à l'exploitation et à la maintenance des téléphériques, JORF n° 2016 du 18 septembre 2009 NOR : DEVT0916606A.

Ordonnance n° 2015-1495 du 18 novembre 2015 créant une section spécifique au transport par câbles en milieu urbain au sein du Code des Transports (articles L 1251-3 à L1251-8), JORF n° 0369 du 20 novembre 2015 NOR : DEVT1516792R.

Décret n° 2015-1581 relatif à l'instauration de servitudes d'utilité publique pour le transport par câbles en milieu urbain NOR : DEVT1516824D

Décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés, JORF n° 0077 du 31 mars 2017 NOR : DEVT1609684D.

Annuaire

Constructeurs – Fournisseurs – Distributeurs (liste non exhaustive)

Bartholet Maschinenbau AG (<https://www.bartholet.swiss/en>)

Doppelmayr Seilbahnen GmbH - Garaventa (<https://www.doppelmayr.com/fr/>)

Leitner (<https://www.leitner.com/fr/>)

MND Ropeways (<https://mnd.com/mnd-ropeways/>)

Poma (<https://www.poma.net/domaine/mobilite-urbaine/>)

Organismes – Fédérations – Associations (liste non exhaustive)

Avec adresse Internet

Documentation - Formation – Séminaires (liste non exhaustive)

Site recensant l'ensemble des réalisations à l'échelle mondiale et l'historique des acteurs du marché : <https://www.remontees-mecaniques.net/>

Laboratoires – Bureaux d'études – Écoles – Centres de recherche (liste non exhaustive)

Egis (<https://www.egis-group.com/fr/>)

Systra (<https://www.systra.com/>)