

# Téléportés urbains : des remontées mécaniques en ville

Culture Sciences  
de l'Ingénieur

## L'exemple du téléphérique de Toulouse

Raphaël PELENC - Clément DESODT  
Hélène HORSIN MOLINARO

Édité le  
13/03/2023

école  
normale  
supérieure  
paris-saclay

*Élève de l'ENS Paris-Saclay, Raphaël Pelenc, lors de sa première année en Sciences pour l'Ingénieur (année SAPHIRE) a suivi le parcours « Ingénierie civile ». Dans ce cadre les élèves ont, sur un thème imposé, à réaliser un état de l'art, un mémoire et à présenter une courte leçon. Cette ressource est issue de ce dossier.*

L'utilisation des téléportés comme transports urbains se développe à partir du milieu du XX<sup>e</sup> siècle. Les premiers téléphériques utilisés en ville à des fins non touristiques sont nés en Algérie avec *El Madania*, construit par l'entreprise Poma en 1956. En Europe, c'est en 1957 que le premier téléphérique urbain voit le jour à Cologne permettant de franchir le Rhin.



Figure 1 : Le téléphérique El Madania à Alger, source [1]

Les téléphériques urbains vont ensuite se multiplier notamment dans les années 1970-1990 avec des constructions au Mexique, au Chili, en Colombie mais aussi de nouveaux projets en Algérie et des constructions multiples en Chine qui devient un pays majeur des systèmes à câbles. Aujourd'hui on dénombre environ 400 téléphériques urbains dans le monde. La Chine, la Colombie et le Mexique sont les pays les plus équipés loin devant les pays Européens. En Europe, 31 pays sont dotés de téléphériques urbains, l'Italie est la plus équipée, loin devant la France qui est un des pays les moins équipés [2].

La ressource « Remontées mécaniques : présentation, technologie et construction » [7] permet une introduction à ces systèmes de transport principalement de montagne. Cette ressource s'attache à l'utilisation des téléphériques dans les milieux urbains.

## 1 – Essor des téléportés urbains en France

Les premiers projets français de téléportés urbains à des fins non touristiques ont été initiés en 2004-2005 avec pas moins de six projets pour les villes de Limeil-Brevannes et Créteil, Grenoble-

Vercors, Toulouse, Issy-les-Moulineaux, Brest et Orléans. Seuls deux d'entre eux ont aboutis : Toulouse et Brest.

En effet, même si en France les téléportés urbains ont souvent souffert d'une image de « gadget », utilisés uniquement pour gravir les montagnes ou bien d'idée peu sérieuse par rapport aux métros ou aux tramways, ceux-ci présentent de nombreux avantages comme [2] :

- Le franchissement assez aisé des obstacles naturels ou urbains qui nécessitent souvent de grosses infrastructures si l'on utilise des transports urbains classiques (bus, métro, tramway). C'est par exemple le cas pour le téléphérique Téléo qui franchit la Garonne ainsi que 100 m de dénivelé (figure 2).

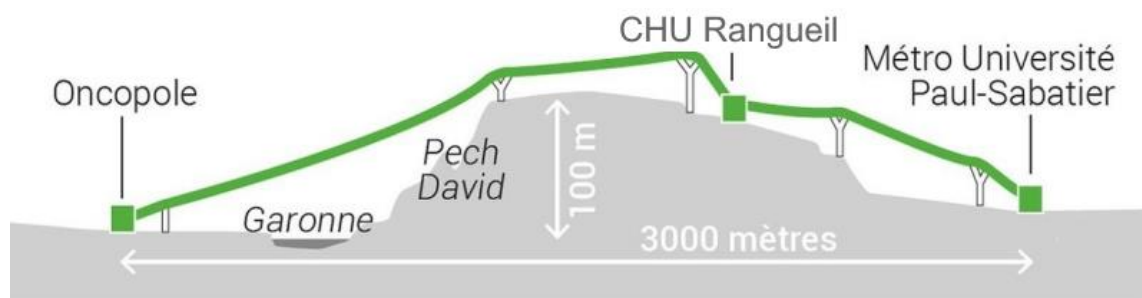


Figure 2 : Tracé de Téléo téléphérique urbain de Toulouse, source [3]

- Une légèreté de chantier comparés aux installations nécessaires pour un tramway ou un métro ;
- Une emprise au sol moins forte par rapport aux tramway ou métro (tableau 1) : c'est un point clefs pris en compte lors de la construction d'un transport lorsqu'on sait à quel point la bétonisation est un enjeu majeur ;

Emprise au sol	Station [m <sup>2</sup> ]	Par km de ligne[m <sup>2</sup> ]	Garage et Ateliers[m <sup>2</sup> ]
Tramways	750	7 500	40 000
Téléphérique	760	1 700	1 300

Tableau 1 : Emprise au Sol pour deux modes de transports, source [2]

- Une circulation en *site propre intégral* (comme les métros) c'est à dire que la circulation est indépendante de la circulation extérieure et d'éventuels bouchons, ralentissements ou accidents extérieurs ce qui n'est pas le cas des bus et tramways. C'est une garantie pour une durée de trajet et des horaires de passages fixes. Grâce au mode de fonctionnement en site propre intégral, le taux de fiabilité<sup>1</sup> de ces transports est de l'ordre de 99%, donc supérieur à tous les autres transports, le passage de cabines en gare est régulier et il est possible d'adapter ce débit en fonction de l'affluence ;
- Les coûts d'installation et d'exploitation sont faibles par rapport à ceux d'une ligne de bus, de métro ou de tramway. En effet en 2019, l'exploitation des différents modes était estimée à 6,96 €/km pour une ligne de bus, à 8,14 €/km pour une ligne de métro et à 11,13 €/km pour une ligne de tramway contre 2,5 €/km pour un téléphérique 3S ;
- Les cabines disposent de places assises, d'espace pour accueillir les personnes à mobilité réduite (PMR), et peuvent s'arrêter en gare de sorte à faciliter l'accès, sans impliquer l'arrêt complet de la ligne. Les téléportés disposent de débits similaires à ceux des bus mais sont inférieurs à ceux des tramways et sont très loin de ceux des tramway ou métro :

<sup>1</sup> Le taux de fiabilité est défini comme étant le rapport de temps de fonctionnement réel de l'installation et le temps de fonctionnement prévu de l'installation

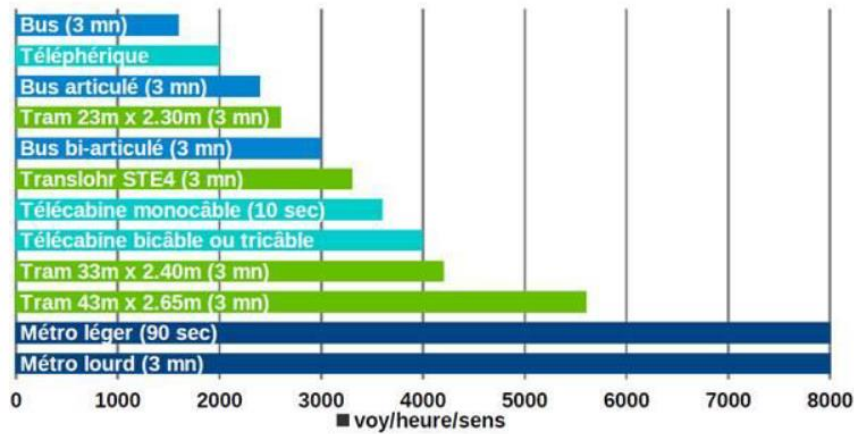


Figure 3 : Capacité maximale des transports urbains (4 personnes/m<sup>2</sup>) selon le CERTU, 2009, source [4]

- Ce mode de transport ne fonctionne qu'à l'énergie électrique, l'usage n'émet pas de gaz à effet de serre<sup>2</sup>. La consommation électrique d'un téléphérique ramenée au nombre de kilomètre de ligne est presque 3 fois moins importante que pour un métro ou un tramway.
- Une partie de ce mode de transport est réversible et recyclable : les pylônes et la mécanique du téléporté peuvent être entièrement démontés et réutilisés après recyclage ou remontés sur un autre site. Seules les stations ne sont pas démontables mais elles peuvent être réutilisées suivant la configuration des lieux. Ce fût par exemple le cas pour la télécabine monocâble de Hanovre installé pour l'Exposition Universelle de 2000 qui a été démonté pour être installé au Belchen en Forêt-Noire à l'usage des randonneurs et des skieurs.



Figure 4 : Télécabine Monocâble lors de l'Exposition Universelle à Hanovre en 2000 et réinstallée dans la Forêt-Noire en 2001 en lieu de place d'une route d'accès au sommet de Belchen (1414m), source [1]

Les téléportés présente de nombreux avantages, et ont pourtant toujours du mal à s'implanter en France, ils présentent des inconvénients [2] :

- Assez souvent les propositions de projet d'implantation bien que pertinentes doivent faire face à l'incrédulité, à la dérision ou au sentiment spontané de décalage (*on ne fait pas du ski en ville !* voire également page 5). En effet il manque encore d'exemples concrets de réussite de telles installations en France pour faire changer les idées, les exemples actuels sont trop peu nombreux et trop récents, et les réussites des installations à travers le monde ne suffisent pas à montrer cette voie ;
- Capacité moindre que celles des tramways ou métros (figure 3) ;

<sup>2</sup> La production de l'électricité peut, elle rejeter des gaz à effet de serre en fonction du moyen (centrales thermiques gaz ou charbon, nucléaire, éoliennes, photovoltaïque, hydraulique, etc.)

- Les démarches à entreprendre pour passer de l'idée à la réalisation sont encore tâtonnantes et lentes à être mises en place, il y a peu de réalisations concrètes de téléphériques urbains en France donc peu d'histoire (à titre d'exemple c'est plus de 15 ans entre l'idée du téléphérique urbain à Toulouse, Téléo, et le début de sa construction) ;
- L'insertion urbaine des téléportés reste vivement critiquée par l'opinion publique. Les principales réticences proviennent surtout de l'intrusion visuelle causée par le survol de propriétés privées ;
- Dans une moindre mesure, certains expriment aussi leur peur du vide ou de la chute ainsi que leur appréhension du caractère confiné d'une cabine ;
- Les projets de téléportés, bien que pertinents, font souvent face au fameux *NIMBY : Not In My Back Yard*, qui s'est traduit en français lors de discussions autour du Téléo à l'état de projet à l'époque par : *Votre projet est formidable, mais faites-le ailleurs !* (C'est également le cas de nombreux projets très visibles comme les éoliennes par exemple).

Ainsi un projet voit souvent passer plusieurs maires ou dirigeants politiques de divers bords qui parfois abandonnent le projet en cours pour marquer une différence avec la mandature précédente, comme à Orléans-Métropole où le projet quasi abouti a été abandonné [2].

Malgré tout on assiste aujourd'hui en France à la naissance de nombreux projets de ce type dont 12 en Île-de-France et une dizaine en province comme à Marseille, Lyon, Besançon, Ajaccio ou Grenoble où le téléphérique permettrait de s'affranchir d'obstacles tels que les fleuves, collines ou routes. Citons quelques projets majeurs en cours :

- *Câble-A Téléal* à Créteil : <https://www.valdemarne.fr/vivre-en-val-de-marne/actualites/cablea-televal-un-telepherique-en-val-de-marne>
- *Métrocâble* à Grenoble : <https://www.grenoblealpesmetropole.fr/91-metrocable.htm>
- *Angelo* à Ajaccio : <https://www.ca-ajaccien.corsica/liaison-par-cable-angelo/>

## 2 – Cas d'étude : Téléphérique 3S de Toulouse

L'ensemble des données figurant dans ce cas d'étude ont été recueillies par Francis GRASS dans son livre : *Téléo : un téléphérique urbain à Toulouse* aux éditions Privat paru en 2022 [2]. Francis GRASS, polytechnicien, a été président de Tisséo<sup>3</sup> ingénierie de 2014 à 2020, il a donc eu la responsabilité de conduire le dossier Téléo durant cette période.

### 2.1 - Les Démarches d'avant Chantier

#### Contexte d'implantation

En 2004, la municipalité de Toulouse, annonce la création du *Cancéropôle du Grand Sud-Ouest*. Ce projet a pour but d'associer recherches publique et privée sur le site de l'usine AZF, détruite en septembre 2001, afin de relancer et redynamiser ce territoire : « *L'idée est de générer un effet de site comme pour l'aéronautique. Les biotechnologies seront pour Toulouse l'aéronautique du XXI<sup>e</sup> siècle* ». Se pose alors la question de la desserte de ce secteur situé au Sud de Toulouse à l'extérieur du périurbain, au bord de la Garonne et loin de toute ligne de transport en commun à l'époque.

<sup>3</sup> Tisséo est la marque commerciale du réseau de transports en commun de Toulouse et sa région



## Première idée du téléporté et premières études

En 2006, Jean Capdeville, ingénieur au service transport du Grand Toulouse, est le premier à proposer l'idée d'une liaison téléportée qui permettrait de passer au-dessus de la Garonne et de la colline du Pech-David et reliant l'université Paul-Sabatier, qui sera reliée au métro B en 2007, le CHU Ranguel et le Cancéropôle (figure 2). Les services du Grand Toulouse et du SMTC (Syndicat Mixte des Transports en Commun) dans un premier temps ne penchent pas cette proposition mais vers d'autres modes de transports plus usuels comme une ligne de bus.

En 2007, Jean-Luc Moudenc, alors maire de Toulouse et président de le SMTC, lance une étude comparative des possibilités de desserte du Cancéropôle menée par le cabinet SETEC. Cette étude soutient la solution imaginée par Jean Capdeville, plus économique et plus adaptée que le métro, le bus ou le tramway, cependant elle ne conduit à aucune décision car après sa remise en 2007. À cette époque, aucun argument environnemental ou sur la faible emprise au sol n'est avancé.

## Premières décisions du SMTC et toujours de vives critiques

Il faut attendre 2012 et de nombreuses autres études pour que le SMTC approuve la solution imaginée par Jean Capdeville 6 ans auparavant. Le tracé est défini sommairement en juillet 2012, le téléporté desservira l'Université Paul-Sabatier, liée au métro B, le CHU Ranguel et l'Oncopôle, nouveau nom du Cancéropôle (figure 5). Le 3 octobre 2012, le SMTC confie la maîtrise d'ouvrage pendant 7 ans à la SMAT, bureau d'études et ingénieries des structures, qui est dédiée à ce rôle sous différentes formes juridiques (gestion du métro A et B et du tramway T1 et T2 de Toulouse), cependant sans expérience des téléportés.



Figure 5 : Tracé retenu par le SMTC en 2012, extrait de source [5]

Le projet ne fait pas l'unanimité. Dans la *Dépêche du Midi* du 11 janvier 2013 titrée : *Téléphérique de Rangueil : le "gadget" qui "télé-fait-rire"*, le président de SICOVAL (communauté d'agglomération du Sud-Est Toulousain) soutient le projet du métro à Labège au Nord de Toulouse "surtout, par rapport au gadget du téléphérique [...], à moins aussi d'y installer des canons à neige !"

## Décision effective

En octobre 2015, soit 3 années après la validation du tracé, le SMTC vote la décision de réaliser le projet de *Téléphérique Urbain-Sud* projet comprenant la réalisation du téléphérique reliant l'Oncopôle à l'Université Paul-Sabatier en envisageant même un prolongement de ce téléphérique vers l'Ouest jusqu'à la ligne de métro A et vers l'Est jusqu'à l'Aerospace Campus (figure 6).

Les technologies 3S ou monocâble sont retenues (voir ressource « *Remontées mécaniques : présentation, technologie et construction* » [7]) et le principe d'intégrer la maintenance dans l'appel d'offres du système est voté, ce qui évite un matériel peu onéreux à l'achat et coûteux en maintenance. Le planning est également approuvé (figure 7).

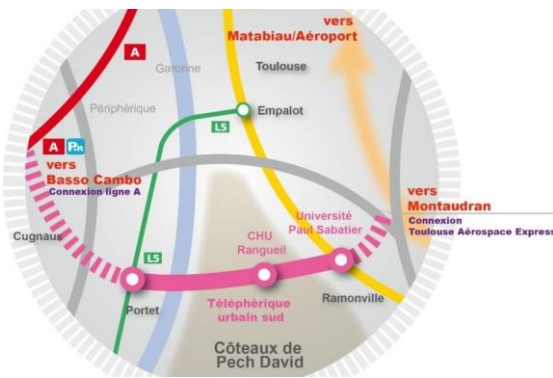


Figure 6 : Tracé du Téléphérique Urbain Sud en 2015, source [6]

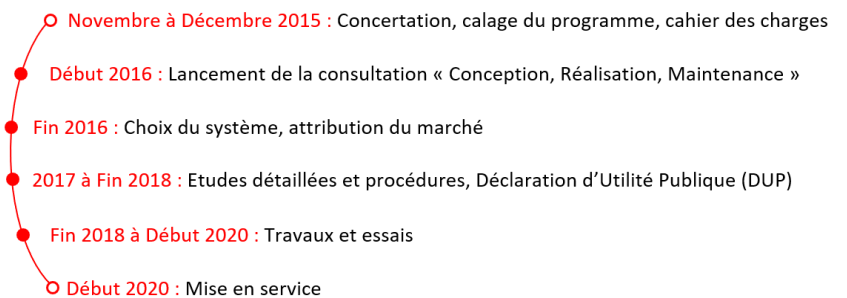


Figure 7 : Calendrier prévisionnel, source [2]

### Début des concertations et Attribution du marché

La première concertation publique, lancée en 2015, est l'occasion d'informer, de recueillir des avis et d'inclure le public dans la mise en place du projet. Cette concertation a notamment soulevé le cas préoccupant du lycée Bellevue à proximité de la gare Université Paul-Sabatier et survolé par les cabines.

En parallèle de ces concertations, l'appel d'offres est lancé pour la construction du téléporté, comportant trois caractéristiques principales : l'ouverture à toute technologie (monocâble, double monocâble, 3S), l'intégration de la maintenance sur vingt ans et la capacité d'extension vers l'Est et l'Ouest à démontrer. Parmi les quatre candidats ayant répondu à l'appel d'offres (Poma, Leitner, Doppelmayr et BMF) c'est la technologie 3S de Poma qui est retenue par le SMTC en décembre 2016. Cette solution a été choisie devant la technologie monocâble aussi proposée par Poma pour les avantages suivants : « *un niveau sonore plus faible au passage des pylônes, 5 pylônes au lieu de 20, une résistance au vent de 108 km/h au lieu de 72 km/h, un dispositif de rapatriement en station agréé et un survol plus élevé du lycée Bellevue* » [2].

Pour le lycée Bellevue, de nombreuses démarches de discussion sont mises en place afin de faire dialoguer le maître d'ouvrage (SMTC), le constructeur (Poma) et les acteurs publics tels que le lycée Bellevue, son personnel, les parents d'élèves et la région Occitanie en charge des lycées.

Dix solutions de survols, dont la solution d'origine, sont alors proposées par le constructeur. La solution 8 (figure 8) est retenue présentant de nombreux avantages comme la proximité du métro, l'éloignement des salles de classes et de l'entrée du lycée. L'inconvénient est un surcoût de 6 à 7 millions d'euros sur un projet chiffré à 44 millions d'euros à l'origine. La région apportera des fonds européens pour compenser le surcoût engendré.

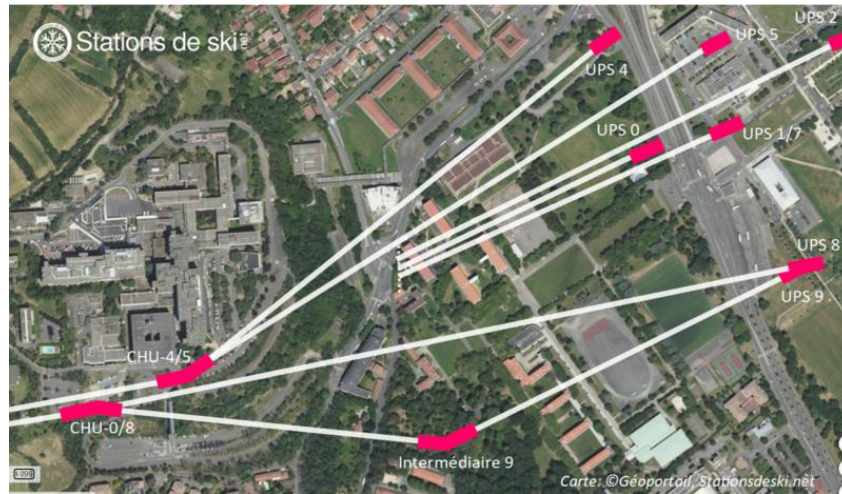


Figure 8 : Propositions d'implantation de la station Université Paul-Sabatier, source [8]

Les études et discussions supplémentaires ont engendré un retard de plus de 6 mois sur le projet. Cependant sans cette concertation menée par le SMTC, le projet aurait été en péril, risquant de vives oppositions et manifestations qui auraient compromis l'obtention de la Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

### Déclaration de projet et début des travaux

Après les études de conceptions courant 2018, une enquête publique est organisée en 2019. C'est la dernière étape avant l'obtention de la DUP, puis le début des travaux. Lors de cette enquête un dossier de plus de mille pages est monté par le constructeur regroupant des documents techniques, environnementaux, etc. Le dossier d'enquête publique est aussi la dernière occasion pour les acteurs publics de participer au projet, une plateforme en ligne et des permanences sont organisées afin de recevoir les avis et inquiétudes de différents acteurs.

La commission d'enquête publique donne un avis favorable au porteur de projet Tisséo (anciennement SMTC). Cet avis est accompagné d'une réserve et de quatre recommandations. La réserve demande à Tisséo la mise en place de solution de protection acoustique en fonction des niveaux sonores relevés après la mise en fonctionnement du téléphérique.

C'est finalement le 3 juillet 2019, plus de 13 ans après la première idée de Jean Capdeville et 4 ans après la validation du tracé par le SMTC, que le dernier acte administratif nécessaire à la réalisation du projet est accompli. Les travaux commencent le 5 juillet 2019, avec toujours 6 mois de retard sur le calendrier prévisionnel.

## 2.2 - Technologie 3S

La technologie 3S retenue dans la construction du téléphérique urbain Téléo, est une technologie de pointe dont il n'en existe qu'une vingtaine actuellement dans le monde. Les téléphériques 3S sont un mixte entre les téléphériques classiques et les télécabines débrayables. Ils sont équipés de plusieurs câbles ayant des rôles distincts et qu'ils sont débrayés de la ligne à leurs arrivées en gare.

Le nom 3S signifie que ces téléphériques sont équipés de 3 câbles ("Seile" en allemand), deux câbles porteurs et un câble tracteur. Le chariot (figure 9) qui permet l'accroche de la cabine aux câbles est d'une technologie plus complexe que la simple pince débrayable d'une télécabine classique (voir ressource « Remontées mécaniques : présentation, technologie et construction » [7]).





Figure 9 : Chiot et câbles d'un téléphérique 3S, source [1]

Les avantages de ces remontées sont nombreux. Elles ont les avantages des téléphériques classiques : hauteur de survol non limitée par la législation, portée entre pylône importante (pour Téléo il n'y a que cinq pylônes contre plus d'une vingtaine pour un projet similaire de télécabine classique), fonctionnement par grand vent et des cabines de capacités importantes. Elles ont également les avantages des télécabines classiques : débit de cabine en gare important avec un grand nombre de cabine sur la ligne, débrayage en gare ce qui permet par exemple d'arrêter les cabines en gare pour faire monter les passagers sans arrêter la ligne. Grâce à leur trois câbles ces remontées possèdent une très grande stabilité au vent, elles peuvent fonctionner par des vents de plus de 100 km/h (contre 70 km/h pour une remontée classique). Ces téléphériques se remarquent aussi par un grand confort (peu de secousses lors du passage de pylônes) malgré une vitesse de ligne importante (jusqu'à 8,5 m/s contre 5 m/s pour une remontée classique). L'utilisation de cette technologie est donc réservée dans les cas d'utilisation importante et lorsque les conditions de fonctionnement s'avèrent difficiles (terrain accidenté avec difficulté d'installer des pylônes, vents forts, grandes dépressions).

### 2.3 - Téléo : un projet devenu concret

Après presque 3 ans de travaux et de tests avant ouverture au public (figure 10), la ligne inaugurée en mai 2022 permet maintenant de relier l'Oncopole au métro B en moins de 10 minutes contre plus de 45 minutes en voiture (figure 11).



Construction des 5 pylônes



Déroulage des câbles par drone





Réalisation de l'épissure sur le câble tracteur



Premiers essais avec 2 cabines

Figure 10 : Travaux de construction, source [9]



Figure 11 : Cabine du téléphérique Téléo en fonctionnement et station de l'hôpital Rangueil-Louis Lareng, source [5]

### 3 – Conclusion

En sept mois de fonctionnement, Téléo a déjà transporté un million de voyageurs. Sur cette période le taux de service est estimé à plus de 99%. Un million de voyageurs en sept mois correspond à 4700 passagers par jour, les besoins de déplacements dans la zone de Téléo ont été estimés à 8000 passagers/jour, Téléo a donc trouvé une partie de son public et devrait encore monter en puissance. À titre de comparaison, les usages n'étant pas les mêmes comme nous l'avons évoqué plus haut, les débits de passagers par jour sont moindres que ceux des autres transports de la ville de Toulouse : 4000 passagers/jour, c'est dix fois moins que le tramway (40 000 passagers/jour) et 50 fois moins que les lignes de métro A ou B (200 000 passagers/jour) [10].

Des utilisateurs apprécient la vue sur Toulouse et la Garonne, pour vous faire une idée voici, parmi d'autres, une courte vidéo (50 sec) « [Téléo, le téléphérique de Toulouse](#) » au départ de la gare de l'Université Paul Sabatier, ou celle-ci plus longue (12 minutes) « [Cab Ride Téléphérique Toulouse - téléo - Oncopole - Université Paul Sabatier](#) » qui propose tout le trajet.

Francis Grass conclue son livre *Téléo : un téléphérique urbain à Toulouse* [2] ainsi : « Cette réussite est le résultat d'un long parcours, semé d'embûches, comme tous les projets de téléphériques urbains français, et susceptible de se bloquer à tout moment. [...] Je formule le vœu qu'il permette de faire émerger en France de nouveaux projets, et ce, plus rapidement. Cet exemple limitera le premier frein, celui de l'idée farfelue, le deuxième, celui entravant la décision pour un système performant et économique, tout le contraire d'un gadget, enfin pour le troisième frein, celui de l'insertion urbain. J'ai pu tirer de cette aventure des leçons utiles pour les indispensables concertations ».

## Références :

- [1]: Remontées mécaniques, <https://www.remontees-mecaniques.net/>
- [2]: Livre sur le téléphérique urbain de Toulouse publiée par Tisséo "Téléo : Un téléphérique urbain à Toulouse", Francis GRASS et Adélaïde MAISONABE, Edition Privat, 2022
- [3]: Brochure "Téléo" de Toulouse
- [4]: Référentiel pour le choix des systèmes de transports collectifs de haut niveau, Cerema, déc 18 [https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/12/rapport\\_referentiel\\_MYC\\_V2\\_siteCere.ma.pdf](https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/12/rapport_referentiel_MYC_V2_siteCere.ma.pdf)
- [5]: Bienvenu à bord de téléo ! Dépliant, [https://www.teleo-tisseo.fr/flips/depliant\\_teleo\\_web\\_09-2022.pdf](https://www.teleo-tisseo.fr/flips/depliant_teleo_web_09-2022.pdf)
- [6]: Actu Toulouse, [https://actu.fr/occitanie/toulouse\\_31555/telepherique-urbain-sud-de-toulouse-ca-demarre-veritablement-en-janvier-2016\\_3617192.html](https://actu.fr/occitanie/toulouse_31555/telepherique-urbain-sud-de-toulouse-ca-demarre-veritablement-en-janvier-2016_3617192.html)
- [7]: Remontées mécaniques : présentation, technologie et construction, R. Pellenc, C. Desodt, H. Horsin Molinaro, [https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources\\_pedagogiques/remontees-mecaniques-presentation-technologie-construction](https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/remontees-mecaniques-presentation-technologie-construction)
- [8]: Variantes du tracé de la ligne téléphérique Téléo Toulouse, Stations de ski, <https://forum.stationsdeski.net/t3451-variantes-du-trace-de-la-ligne-telepherique-teleotoulouse>
- [9]: Téléo, le 1<sup>er</sup> téléphérique urbain à Toulouse, Tisséo ingénierie, <https://www.tisseo-ingenierie.fr/teleo-telepherique-toulouse/le-chantier/>
- [10]: Toulouse : déjà un million de voyageurs pour le téléphérique Téléo, La dépêche, décembre 2022, <https://www.ladepeche.fr/2022/12/27/toulouse-deja-un-million-de-voyageurs-pour-le-telepherique-teleo-10891749.php#>