

## LE TRANSPORT PAR CÂBLE AERIEN EN MILIEU URBAIN

Domaine de pertinence, cadre réglementaire et  
panorama des projets en France

**SYNTHESE D'ÉTUDE**  
Mars 2022

Le Cerema a réalisé plusieurs entretiens pour alimenter le présent document.

Nous remercions ainsi, pour leur contribution à l'élaboration de ce document :

Alicia Aliaga, Anne Le Ruyet et Sandrine Rousic (Cerema)

Victor Antonio (Best Métropole)

Mathieu Babaz et Denis Baud-Lavigne (POMA)

Damien Favier (SMMAG)

Mickaël Nacivet (CINOR)

Christophe Surowiec (Île-de-France Mobilités)

Patrick Vial (Tisséo Collectivités)

ainsi que, pour leur relecture :

Lucie Roux, Gaëtan Rioult, Yves Schneider (STRMTG)

Jacques Simoncini (MND)

*Certaines données, relatives aux lignes de transport par câble en projet ou en service, indiquées dans ce document, sont susceptibles d'évoluer.*

**Responsable de l'étude :**

Florence GIRAULT (Cerema Territoires et Ville)

**Auteur du document**

Joël M'Balla (Cerema Occitanie)

## PLAN DU DOCUMENT

Introduction	p 3
Domaine de pertinence des systèmes de transport par câble aérien en milieu urbain	p 4
Cadre réglementaire des systèmes de transport par câble aérien en milieu urbain	p 9
Présentation des systèmes de transport par câble aérien	p 11
Niveau de service des systèmes de transport par câble aérien en milieu urbain	p 14
Points de vigilance pour des projets de transport par câble aérien en milieu urbain	p 18
Coûts des projets de transport par câble aérien en milieu urbain	p 23
Conclusion et perspectives	p 24

## INTRODUCTION

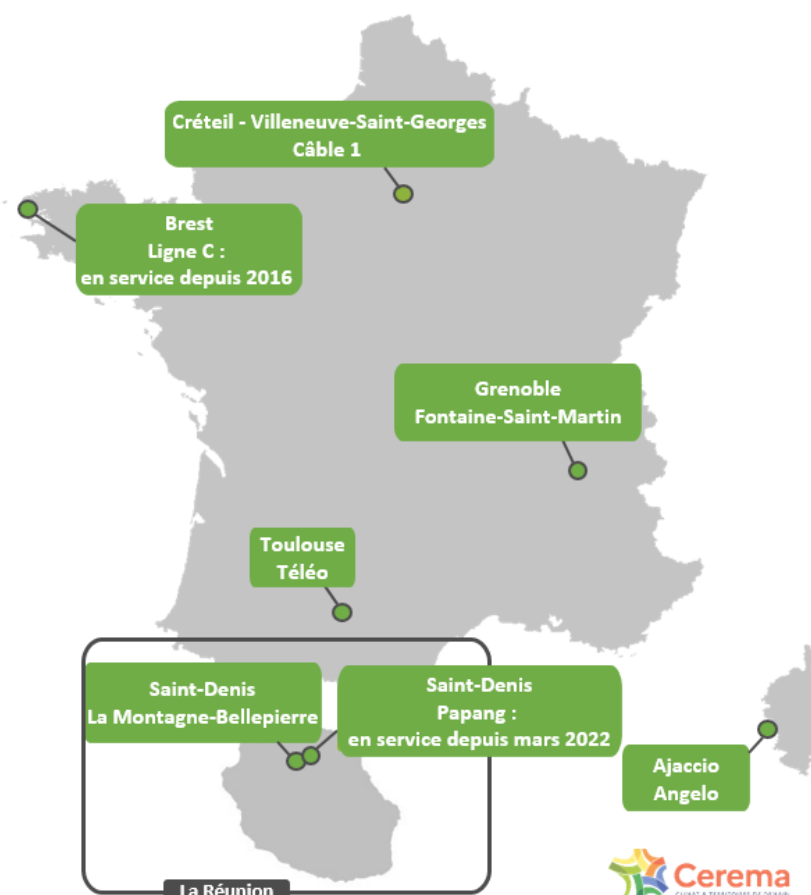
Le transport par câble est très répandu et bien connu en France dans les stations de montagne puisque près de 17 % des 19 000 installations existantes dans le monde sont françaises.

L'expertise française concernant le fonctionnement de ces systèmes est donc forte et s'appuie sur de nombreux retours d'expériences.

Cependant, le modèle du transport par câble « de montagne » ne peut pas être directement transposé au sein d'un réseau de transport urbain puisque les conditions d'insertion, d'exploitation et d'utilisation en montagne diffèrent fortement du milieu urbain en particulier en terme d'intermodalité voyageurs.

Ainsi, au 15 mars 2022, seuls deux systèmes de transport par câble aérien urbain fonctionnent en France, à Brest et la Réunion<sup>1</sup>. Néanmoins, de nombreux projets émergent (à Ajaccio, Créteil, Grenoble, Saint-Denis de la Réunion...), voire s'apprêtent à entrer en service (à Toulouse).

L'objectif de cette fiche est de présenter les caractéristiques des systèmes de transport par câble aérien en milieu urbain ou périurbain, comme système de transport collectif « du quotidien », alternatif à l'usage de la voiture et à d'autres projets de transport collectif urbain (bus, tramway, métro), en s'appuyant sur les projets français actuels les plus avancés.



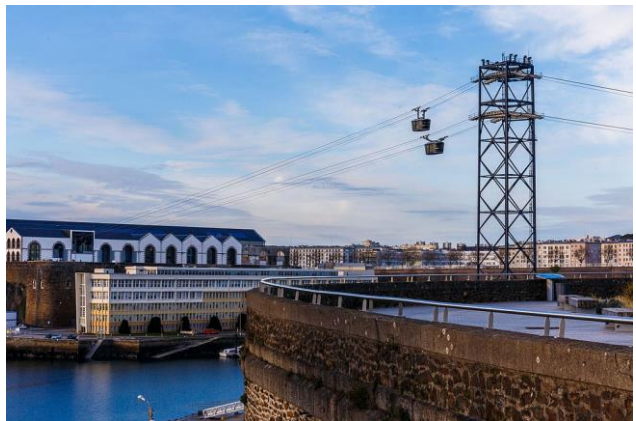
Localisation des 7 lignes de transport par câble (en projet ou en service) présentées dans ce document

<sup>1</sup> La ligne Papang de Saint-Denis de la Réunion a été inaugurée et ouverte au public le 15 mars 2022

## DOMAINE DE PERTINENCE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT PAR CÂBLE AÉRIEN EN MILIEU URBAIN

➔ Le transport par câble aérien est une solution de transport efficace et pertinente pour des territoires présentant de **forts dénivelés** ou **des coupures urbaines** liées à des obstacles hydrologiques (fleuves) ou urbanistiques (infrastructures linéaires de transport de personnes ou d'énergie telles qu'un faisceau ferroviaire ou des voies autoroutières). Ce mode de transport est une solution éprouvée à l'étranger, notamment à Medellin où le transport par câble est exploité depuis 15 ans.

À **Brest**, le téléphérique a été choisi afin de relier l'éco-quartier des Capucins (560 logements, 25000 m<sup>2</sup> de bureaux) et le site culturel des Ateliers des Capucins (commerces, cinéma, médiathèque...), au centre-ville, **situé à 450 m environ et séparé par la Penfeld**. Le téléphérique survole également les terrains de la Marine Nationale.



Crédits : Jérémy Kergourlay - Wikicommons

En **Île-de-France**, le projet de télécabine « **Câble 1** » connecte les grands équipements



et les quartiers denses du département du Val de Marne. Il permet de **franchir de nombreuses coupures urbaines** : la plateforme de trains de fret de Valenton, les voies ferrées de la ligne à grande vitesse reliant Paris à Lyon, la route nationale N406, la route départementale D60, le projet de coulée verte (Tégival) ; ainsi que de survoler une légère dépression entre Créteil et les communes du sud situées sur un plateau.

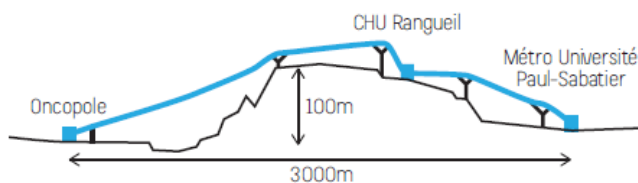
Crédits : Île-de-France Mobilités

À Saint-Denis-de-la-Réunion, le projet de téléphérique de La Montagne-Bellepierre vise à desservir le secteur de La Montagne qui connaît un fort développement urbain (+2250 logements entre 2014 et 2020), séparé du centre-ville par la rivière Saint-Denis et par un dénivelé de 305 mètres.



Crédits : CINOR

À Toulouse, le transport par câble Téléo relie, via un tracé direct, la zone de l'Oncopole à l'université Paul Sabatier. Il traverse la Garonne, une zone naturelle préservée et un dénivelé de 100 m sur le coteau de Pech David.



Il dessert un complexe hospitalier au sommet de la colline.

Crédits : Tisséo



Crédits Cerema

→ Un système de transport par câble aérien circule **en site propre dans son intégralité** (pas d'interaction avec les modes de transport de surface), et s'affranchit ainsi de la congestion du trafic routier ainsi que des pertes de performance liées au profil de la voirie (sinuosité, pente...). Dans certains cas, il permet d'éviter la construction de nouveaux ouvrages de franchissement (pont, viaduc, tunnel) nécessaires lorsque la desserte est assurée par des transports collectifs de surface (tramway ou bus notamment).

**Ainsi, le transport par câble permet un gain de temps, et offre une fiabilité et une régularité du temps de parcours pour ses des usagers.**

➤ À **Brest**, la présence du port militaire imposait des contraintes sur la réalisation d'ouvrages de franchissement en nécessitant un tirant d'air de 48 mètres. Plusieurs solutions de desserte ont ainsi été étudiées et comparées au regard de leur coût et efficacité :

- un pont transbordeur (40 à 60 M€) ;
- un pont routier levant (40 à 100 M€) ;
- une passerelle piétonne levante (25 à 30 M€) : avec cette solution, la distance d'accès à pied vers le site des Capucins était similaire à la distance de rabattement depuis la station de tramway des Capucins ;
- une liaison par câble type téléphérique (15 à 20 M€).



➤ Plusieurs solutions de desserte ont également été étudiées pour la desserte de la zone du CHU de Rangueil et de l'Oncopole à **Toulouse** :

- une solution reposant sur un système de tramway nécessitant des infrastructures lourdes (viaduc, tunnel), estimée à 250 M€ pour 3 km ;
- une solution reposant sur un système de bus nécessitant un viaduc et la suppression de voie de circulation routière, estimée à 120 M€ pour un tracé de 7,5 km ;
- une solution s'appuyant sur un système de transport aérien par câble, estimée à 45-70 M€ selon la technologie, pour 3 km.

→ Enfin, pour la collectivité porteuse du projet, le transport par câble donne une **image attractive et innovante** tout en offrant une expérience voyageur originale.

Le téléphérique urbain de **Brest** (première réalisation en France), est un maillon fort du réseau de transport collectif reliant l'éco-quartier des Capucins au centre-ville. Il est aussi devenu **une attraction touristique**, notamment grâce à la vue qu'il offre sur la Penfeld et sur la ville. En 2018, le téléphérique de Brest est mentionné dans le guide vert Michelin.

→ Dans le contexte français, pour des raisons notamment historiques (développement antérieur d'autres modes de transport structurants) et techniques (portée de la ligne, évolutivité limitée), **les systèmes de transport par câble sont utilisés pour constituer les lignes de l'armature structurante des réseaux de transports urbains uniquement dans leur domaine de pertinence** (franchissement, dénivelé...). Par ailleurs, le transport par câble a vocation à être **intégré au réseau de transport** de la même façon que les autres systèmes (bus, tramway), en rabattement sur un pôle d'échange ou une ligne structurante par exemple, et à bénéficier des mêmes outils d'**intermodalité**, à travers une intégration tarifaire, un système d'information multimodal etc. Cette intégration du système de transport par câble dans le réseau est indispensable pour garantir sa performance.

- En Île-de-France, le projet de **Câble 1** est en **rabattement sur la ligne 8 du métro** à la station Pointe du lac à Créteil.
- Dans l'agglomération grenobloise, **le projet de télécabine est connecté au terminus du tramway A** (La Poya), **à une station du tramway B** (Oxford) et **à une station du tramway E** (Saint-Martin-le-Vinoux).
- La ligne toulousaine **Téléo fonctionnera en rabattement sur le métro B** à la station Université Paul Sabatier. Elle fait partie d'un axe structurant, dite « ceinture Sud », complétée en bus cadencés.
- À Saint-Denis de la Réunion, **la télécabine Papang** (Chaudron – Bois-de-Nèfles) **est reliée au pôle d'échange du Chaudron**.





Télécabine Papang (Chaudron – Bois-de-Nêfles), à Saint-Denis, à proximité du pôle d'échange du Chaudron

Crédits Cerema



## CADRE RÉGLEMENTAIRE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT PAR CÂBLE AÉRIEN EN MILIEU URBAIN

Tandis que le transport par câble de montagne est régi par le Code du Tourisme<sup>2</sup>, les systèmes de transport par câble urbains sont régis par le Code des Transports<sup>3</sup>.

Plusieurs projets de transport par câble (ascenseurs valléens) se développent sur **des territoires à cheval entre des zones « de montagne » et « hors zone de montagne »**. Ces projets relèvent dorénavant exclusivement du Code des transports, de la même façon que les projets de transport par câble urbains.

→ **Le décret n°2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés (décret STPG)** précise le contenu des dossiers que l'autorité organisatrice de la mobilité doit adresser au préfet en vue d'obtenir :

- les avis et **autorisations administratives préalables aux travaux de réalisation** et à la mise en service de ces systèmes de transport public guidés ;
- les avis et **autorisations pour les modifications substantielles** de ces systèmes et la poursuite de leur exploitation.

Ce décret précise également le contenu des rapports de sécurité des organismes qualifiés agréés, chargés d'évaluer la sécurité de ces systèmes. Instruites techniquement par le Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés (STRMTG), ces procédures sont communes à tous les transports guidés (notamment les tramways) en vue de valider la sécurité du système de transport avant sa mise en service.

→ **L'arrêté du 7 août 2009 relatif à la conception, à la réalisation, à la modification, à l'exploitation et à la maintenance des téléphériques<sup>4</sup>** définit les règles techniques à respecter, notamment pour les aspects liés :

- aux objectifs de **sécurité des téléphériques face au risque incendie** (analyse multicritère de l'exposition du risque incendie généré par l'environnement et mesures adoptées pour minimiser le risque via des mesures d'éloignement et/ou mesures organisationnelles) et face aux autres risques ;
- à la **vitesse maximale en ligne** (variable selon le système de transport mis en service), et **en station** (0,5 m/s soit 1,8 km/h) et l'accompagnement des véhicules ;

<sup>2</sup> Articles L342-7 à L342-26

<sup>3</sup> Articles L2000-1 et suivants

<sup>4</sup> Dans le domaine réglementaire, le terme « téléphérique » désigne une installation où les passagers sont transportés dans des véhicules suspendus à un ou plusieurs câbles. Ce terme englobe notamment les télécabines, et les téléphériques (à va et vient ou pulsés) tels que définis ci-après dans le présent document.

- à la **réglementation technique applicable à la conception et à la réalisation** (responsabilité des acteurs, cadrage de l'innovation par le constructeur basé sur leur propre retour d'expérience) **des systèmes** ;
- à la **modification, à l'exploitation** (contrôles, évacuations, règlement de police...) et à la maintenance (inspections périodiques...) **des systèmes**.

Ce décret et cet arrêté sont accompagnés de deux guides techniques publiés par le STRMTG :

- le guide RM1, « relatif à l'exploitation et la maintenance des téléphériques » ;
- le guide RM2, « relatif à la conception générale et la modification des téléphériques ».



Chaque projet de transport par câble aérien urbain prend en compte les spécificités des zones survolées pour le risque incendie. Cela se traduit par des mesures techniques ou organisationnelles pour réduire ce risque.

Par exemple, à **Toulouse**, à proximité de la station Université Paul Sabatier, le terminus de bus a été reconfiguré pour éviter de faire stationner des bus fonctionnant au GNV sous les câbles afin d'éviter tout **risque lié à un incendie**.

L'installation bénéficie par ailleurs de la **récupération intégrée**, c'est-à-dire que sa conception permet le retour des cabines en station en cas de problème (ce qui permet d'éviter les évacuations verticales).

➔ Par ailleurs, la réglementation applicable a évolué pour faciliter l'insertion urbaine des systèmes de transport par câble. Ainsi, **l'ordonnance du 18 novembre 2015 relative à l'instauration de servitudes d'utilité publique pour le transport par câbles en milieu urbain**, apporte les évolutions suivantes :

- l'établissement de servitudes d'utilité publique de libre survol ;
- la diminution des hauteurs minimales de survol à 10 mètres au-dessus des propriétés ;
- l'établissement de servitudes de passage, pour faciliter l'accès à titre exceptionnel pour l'installation l'entretien et l'exploitation lorsqu'aucun autre moyen ne peut être envisagé, et de cheminements nécessaires aux opérations d'entretien ou d'évacuations des infrastructures ;
- des possibilités d'interdiction de nouvelles constructions ou d'imposition de gabarit pour la végétation sur les terrains survolés par un transport par câble.

➔ De façon générale, la réglementation relative au transport par câble aérien en milieu urbain s'appuie et évolue en fonction des retours d'expériences des projets mis en œuvre.

# PRÉSENTATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORT PAR CÂBLE AÉRIEN

Dans ce document<sup>5</sup>,

- le terme de téléphérique désigne toute installation à câble équipée d'un ou deux véhicule(s) fermé(s) de moyenne ou grande capacité circulant en aller-retour sur le même chemin de câbles ;
- le terme de télécabine désignera toute installation à câble équipée de plusieurs véhicules fermés de faible ou moyenne capacité circulant en mouvement unidirectionnel (sur une boucle).

Les systèmes de transport par câble se différencient entre eux notamment selon les caractéristiques du ou des câbles et selon la circulation des cabines. Les tableaux suivants précisent quelques définitions utiles pour caractériser les systèmes.

- **Le type de câble**

Câble	Caractéristiques
<b>Porteur</b>	Câble fixe disposé de façon à n'assurer que la sustentation de la cabine (qui roule sur le câble)
<b>Tracteur</b>	Câble mobile disposé de façon à transmettre uniquement son mouvement aux cabines qui lui sont attachées, sans assurer leur sustentation
<b>Porteur-tracteur</b>	Câble mobile disposé de façon à transmettre son mouvement aux cabines tout en assurant leur sustentation

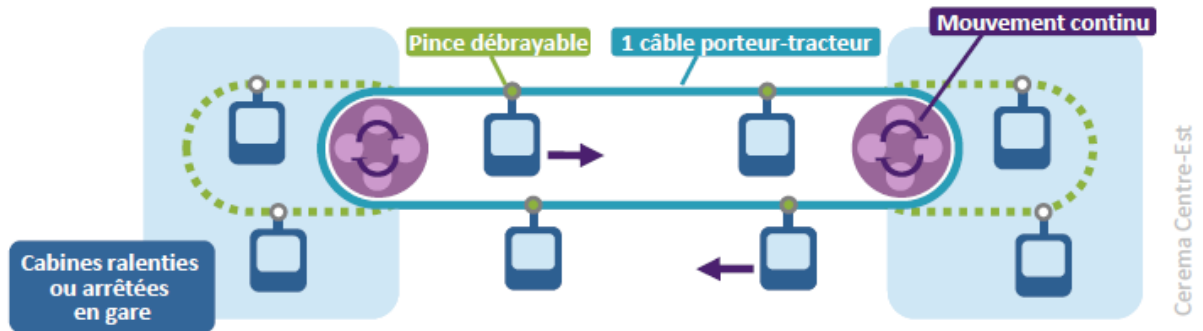
- **Le nombre de câbles**

Nombre de câbles	Caractéristiques
<b>Monocâble</b>	Un seul câble, à la fois porteur et tracteur
<b>Bicâble</b>	Un câble tracteur et un câble porteur
<b>Tricâble</b>	Un câble tracteur et deux câbles porteurs

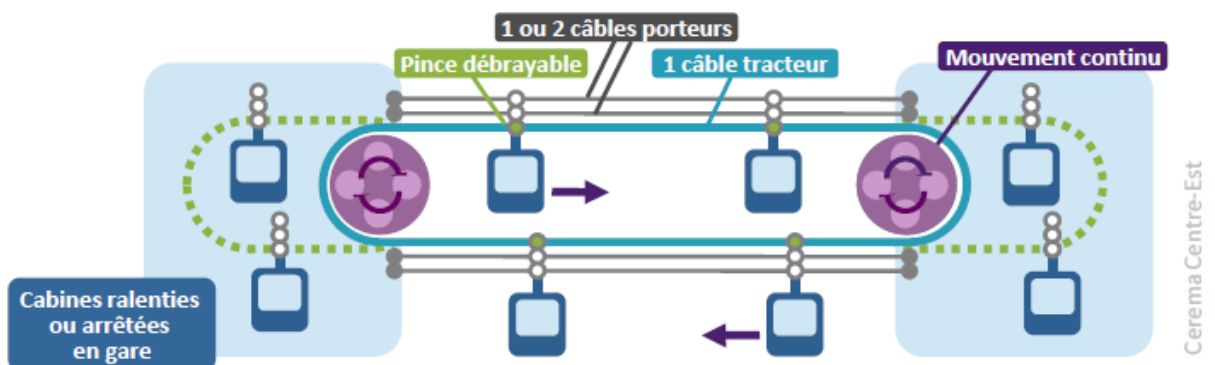
- **Le type de pinces**

Pinces	Caractéristiques
<b>Fixes</b>	Les cabines ne se désolidarisent pas du câble. L'arrêt d'une cabine entraîne l'arrêt de toutes les cabines.
<b>Débrayables</b>	Les cabines peuvent se désolidariser du câble tracteur par l'ouverture de la pince. Ces pinces débrayables permettent à la cabine de ralentir, voire de s'arrêter en station, sans que cela ne nécessite un arrêt de toute la chaîne.

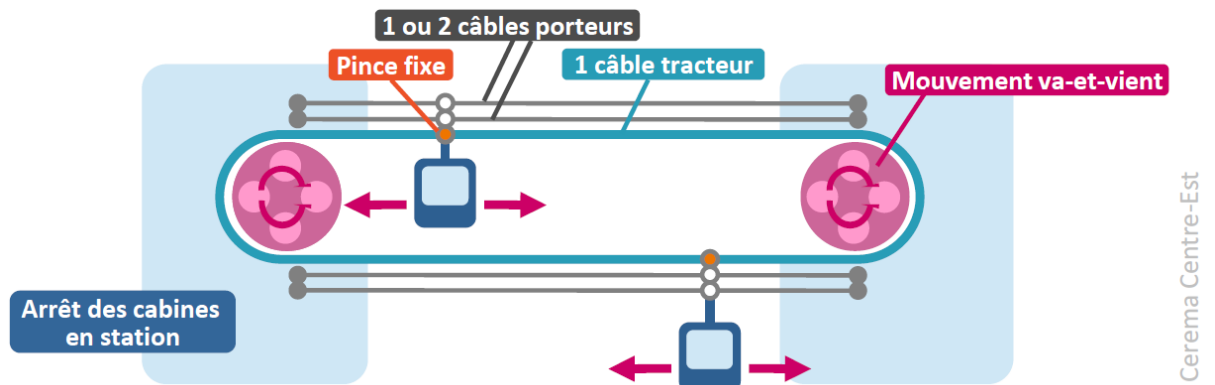
<sup>5</sup> Ces définitions ne sont pas réglementaires mais correspondent à l'acception commune.



Fonctionnement d'un système de télécabine monocâble



Fonctionnement d'un système de télécabine bicâble ou tricâble



Fonctionnement d'un système de téléphérique à va-et-vient

➔ Actuellement, les projets de transport par câble aérien en milieu urbain développés en France sont des systèmes de<sup>6</sup> :

- **Télécabine monocâble débrayable ;**
- **Télécabine tricâble débrayable (3S) ;**
- **Téléphérique à va-et-vient :** deux véhicules sont liés à un même câble tracteur, de sorte que lorsque l'on tire sur le câble tracteur, les deux véhicules se déplacent à la même vitesse mais en sens contraire. Ils atteignent les stations opposées simultanément. Les véhicules sont liés au câble tracteur par une attache fixe. C'est la variation de la vitesse du câble qui permet de ralentir à l'approche des stations puis de s'arrêter.

<sup>6</sup> Le système de télécabine « pulsée » de la Bastille à Grenoble n'est pas décrit ici car il répond surtout à un objectif touristique, tandis que le présent document cible les systèmes urbains qui répondent à une demande de déplacements « du quotidien ».

Systèmes	Monocâble (débrayable)				Tricâble (3S)	Téléphérique à va-et-vient	
	Nom et localisation des projets	Ajaccio Angelo	Câble 1 Créteil	Grenoble Fontaine - Saint Martin le Vinoux		Saint-Denis (Réunion) Papang	Toulouse Téléo
Longueur de ligne (km)	3	4,5	3,7	2,7	3	0,42	1,3
Nombre de stations	4	5	6 (4 ouvertes aux usagers à la mise en service)	5	3	2	2
Date de mise en service	Prévue en 2024	Prévue en 2025	Prévue en 2024	2022	Prévue en 2022	2016	Prévue en 2023

- La performance d'un système de transport par câble (vitesse, résistance au vent, débit...) dépend des caractéristiques du système choisi. **Le choix d'un système de transport par câble suppose une étude comparative des différentes technologies de transport par câble.** Par ailleurs, comme pour tout autre mode de transport, le choix du système doit être compatible avec les conditions d'utilisation, le niveau de service souhaité et les besoins à terme du réseau de transport.



Arrivée d'une cabine à la station Moufia, à Saint-Denis (La Réunion) – Système monocâble  
Crédits Cerema

## NIVEAU DE SERVICE DES SYSTÈMES DE TRANSPORT PAR CÂBLE AÉRIEN EN MILIEU URBAIN

Le tableau ci-dessous présente les **performances théoriques des trois systèmes de transport par câble aérien en milieu urbain choisis dans le cadre de projets français**, selon six paramètres influant sur leur niveau de service :

- la vitesse réglementaire maximale en ligne ;
- la capacité maximale des cabines ;
- l'intervalle de temps minimal entre le passage de 2 cabines ;
- le débit maximal théorique du système, qui dépend de la capacité maximale des cabines, et de leur fréquence de passage ;
- la vitesse maximale de vent acceptable avant l'arrêt de l'exploitation ;
- l'accessibilité du système (notamment pour les personnes à mobilité réduite).

Systèmes	Monocâble	Tricâble (3S)	Téléphérique à va-et-vient
Vitesse réglementaire maximale en ligne (m/s [km/h])	6 [21,6]	8 [28,8]	12,5 [45]
Capacité maximale par cabine (pers)	16 (plutôt 12 actuellement)	35	Environ 200
Intervalle de temps minimal entre le passage de 2 cabines (sec)	20	30	Quelques minutes (dépend notamment de la longueur de la ligne)
Débit maximal théorique (pers/h/sens)	3000	6000	2800
Seuil de résistance à la vitesse du vent (km/h)	70-90	> 100	> 100
	(selon aérodynamisme des cabines, etc)		
Accessibilité (PMR notamment)	- Cabines de petites tailles	- Cabines assez spacieuses facilitant l'embarquement de PMR	- Cabines spacieuses - Arrêt en station
	- Possibilité d'arrêt en station ou fort ralentissement, à anticiper dès la conception du projet		

Les ambitions de niveau de service d'un projet sont définies par la collectivité en amont du projet. Elles permettent de choisir le système de transport le plus adapté aux contraintes territoriales, selon les coûts associés et les capacités financières de la collectivité.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de 7 lignes (ou projets de ligne) de transport par câble en France (seuls la ligne brestoise et le Papang sont en service au 15 mars 2022, les autres étant à l'étude, en travaux ou en phase d'essais) :

- **la longueur de la ligne et le temps de parcours de terminus à terminus**, d'où découle **la vitesse commerciale moyenne de terminus à terminus** ; qui dépend de la vitesse maximale en ligne, mais également des distances inter-stations et des ralentissements ou arrêts des cabines prévus en station pour en faciliter l'accessibilité ;
- **la capacité des cabines** ;
- **l'intervalle de passage entre 2 cabines**, d'où découle le temps d'attente en station ;
- **la capacité maximale du système**;
- **l'accessibilité** (sont précisés uniquement ici les arrêts ou ralentissement en stations et la taille des cabines)

Systèmes	Monocâble				Tricâble (3S)	Téléphérique à va-et-vient	
	Ajaccio Angelo	Câble 1 Créteil	Grenoble Fontaine - Saint Martin le Vinoux	Saint-Denis (Réunion) Papang		Toulouse Téléo	Brest Ligne C
<b>Nom et localisation des lignes</b>	Ajaccio Angelo	Câble 1 Créteil	Grenoble Fontaine - Saint Martin le Vinoux	Saint-Denis (Réunion) Papang	Toulouse Téléo	Brest Ligne C	Saint-Denis (Réunion) La Montagne - Bellepierre
<b>Longueur de ligne (km)</b>	3	4,5	3,7	2,7	3	0,42	1,3
<b>Temps de parcours de terminus à terminus (min)</b>	12	18	13,5 à la mise en service, 14,5 à terme	12,5	10	3	3,85
<b>Vitesse commerciale en HP (km/h)</b>	15	15	15,3 à la mise en service, 16,4 à terme	13	18	8,4	20,3
<b>Capacité des cabines (pers)</b>	12	10	12 dont 6 assises	10	34	60	50
<b>Intervalle de passage entre 2 cabines (sec)</b>	20 à 40	22,5 à 27 à la mise en service	71 à la mise en service, 28 à terme	36 à la mise en service, 30 à terme	90 en HP	300 en HP et 600 en HC	315
	selon l'horaire						
<b>Capacité max (pers/h/sens)</b>	1000 - 1500	2000	600 à la mise en service, 1500 à terme	1000 à la mise en service, 1200 à terme	2000	720	690-880
<b>Accessibilité (PMR notamment)</b>	Pas d'information à ce stade	Aménagement modulaire des cabines / Ralentissement en station (pas d'arrêt)	Arrêt systématique en station	Ralentissement en station (pas d'arrêt)	Cabines assez spacieuses / Arrêt systématique en station	Cabines spacieuses Arrêt en station	

- **Le niveau de service d'une ligne de transport collectif dépend aussi de son amplitude horaire et du nombre de jours de fonctionnement annuel.** La disponibilité d'une ligne de transport par câble aérien dépend :
- des choix des collectivités : celles-ci optent généralement pour une large amplitude horaire et pour un fonctionnement 7 jours/7 pour assurer un bon niveau de service aux usagers ;
  - des capacités du système à fonctionner selon les conditions climatiques. Notamment, pour le transport par câble, un vent fort peut nécessiter l'arrêt du système ;
  - des arrêts du système nécessaires aux opérations de maintenance : **les systèmes de transports par câble sont en effet contraints d'être arrêtés pour assurer la réalisation de certaines opérations de maintenance préventive<sup>7</sup>** (ces périodes de fermeture sont anticipées par la collectivité et son exploitant). Des dysfonctionnements du système peuvent également nécessiter la fermeture de la ligne ponctuellement pour de la maintenance curative (panne, non anticipée). Dans le cas d'un système de télécabine, une cabine défectueuse peut être retirée du circuit en cas d'opération de maintenance nécessaire, sans impacter le fonctionnement des autres cabines. Ce n'est en revanche pas le cas pour un téléphérique à va-et-vient, qui fonctionne avec ses deux cabines.
- **Le taux de disponibilité d'un système de transport** traduit le temps de fonctionnement réel du système par rapport au temps de fonctionnement prévu sur une année. Il reflète ainsi la capacité du système « à ne pas tomber en panne ». Il permet de mesurer la fiabilité du système et sa capacité à être remis en service rapidement. Ainsi le taux de disponibilité n'intègre pas les arrêts anticipés (opérations de maintenance préventive, etc).

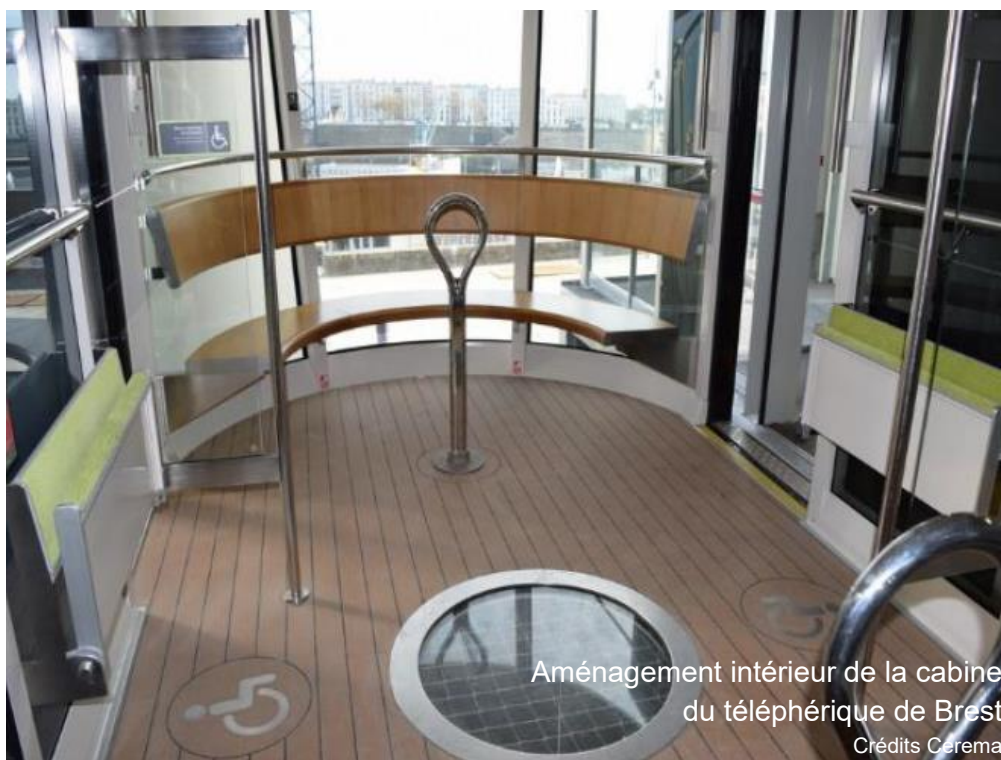
- À **Brest**, le service est usuellement **interrompu 2 semaines** par an en mai pour la réalisation d'opération de maintenance.  
Le taux de disponibilité du téléphérique était de 95,3 % en 2017, 97,1 % en 2018 et de 99,15 % entre janvier à avril 2019.
- Il est prévu **7 à 10 jours de fermeture par an pour le Câble 1 francilien** pour des opérations de maintenance.  
D'autre part, quelques interruptions de service dues aux conditions météorologiques sont également anticipées (vent > 90 km/h).  
Le taux de disponibilité prévu est de 99,30 %.
- À **Grenoble le taux de disponibilité cible contractuel prévu est de 99,30 % pour le projet de télécabine.**
- À Saint-Denis, **pour la ligne Papang, il est prévu 10 jours de fermeture par an.**  
Les interruptions de service dues au vent sont estimées à 5 jours par an (vent > 90 km/h).  
Le taux de disponibilité prévu atteint 99,30 %.  
**Pour la ligne La Montagne – Bellepierre, 10 jours de fermeture annuelle** sont prévus pour les inspections réglementaires.
- Il est prévu **10 à 15 jours de fermeture par an pour le projet Téléo toulousain.**  
Les interruptions de service dues au vent sont estimées à environ 2 heures par an (en cas de vitesse de vent supérieure à 108 km/h). Des arrêts ponctuels de l'ordre d'une heure sont également envisagés en cas de fort orage local sur l'installation.  
Le taux de disponibilité de la ligne prévu est de 99,35 %.

<sup>7</sup> Les opérations de maintenance obligatoires sont décrites dans le guide RM1 du STRMTG



➔ **Un transport par câble en milieu urbain doit être accessible à tous**, et en particulier aux personnes à mobilité réduite (personnes avec poussettes, personnes en fauteuil roulant, etc). Plusieurs critères, tels que l'accessibilité des cheminements d'accès aux stations et aux quais, la disponibilité des ascenseurs (pour les stations à étage), l'existence et la localisation de boutons d'appel en cabine, la dimension et l'aménagement des cabines, la vitesse ou l'arrêt des cabines en station, ont un impact sur l'accessibilité du transport par câble<sup>8</sup>.

- À **Toulouse**, la disponibilité des ascenseurs de la station CHU fait partie des exigences de niveau de service (taux de disponibilité cible de 99%). Les autres stations sont accessibles par rampes d'accès conformément à la réglementation. Par ailleurs, **les cabines s'arrêtent systématiquement en station**, facilitant les entrées et sorties des PMR.
- À **Grenoble**, le projet de télécabine prévoit des stations en hauteur (R+1 ou plus) avec un quai central. Afin de maintenir un niveau de disponibilité pour les PMR, deux ascenseurs sont prévus pour chaque station. De plus, lorsque les cabines entrent en station, **l'arrêt sera systématique afin de faciliter l'accès aux PMR**. Il est prévu que les cabines effectuent un double temps d'arrêt en station, avec **un temps d'arrêt pour la descente et un temps d'arrêt pour la montée**.
- Certaines **stations du projet Câble 1 en Île-de-France seront aménagées de plain-pied**. Ce choix permet de s'affranchir des difficultés d'accès liées à la disponibilité des ascenseurs et des escaliers mécaniques. Par ailleurs, **l'aménagement intérieur des cabines est prévu modulaire**, l'objectif étant de s'adapter à tous les usagers (PMR, usagers avec poussettes ou avec vélo...).



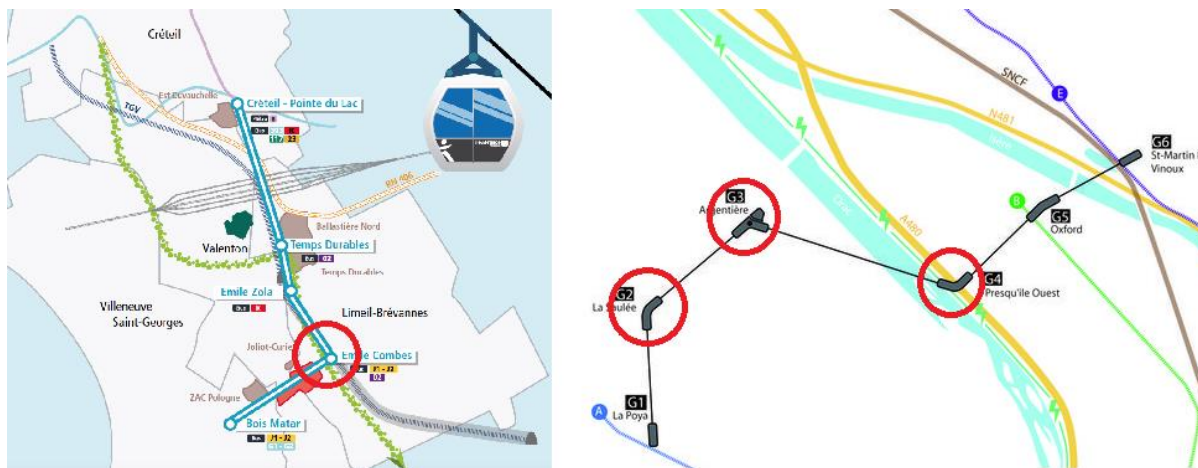
<sup>8</sup> Un groupe de travail visant à identifier les bonnes pratiques pour l'accessibilité des systèmes de transport par câble aérien en milieu urbain, et associant l'ensemble des acteurs concernés, est actuellement en cours, piloté par le Cerema, la délégation ministérielle à l'accessibilité et le Gart.

# POINTS DE VIGILANCE POUR DES PROJETS DE TRANSPORT PAR CÂBLE AÉRIEN EN MILIEU URBAIN

## INSERTION URBAINE ET PAYSAGÈRE

→ Contrairement aux modes routiers dont les itinéraires peuvent serpenter pour éviter des obstacles, le tracé d'un transport par câble est constitué d'une **succession de lignes droites**. La réalisation d'un **changement de direction nécessite la création d'une station intermédiaire** (station technique ou station permettant l'accès des voyageurs).

Les cartes ci-dessous font apparaître, entourées en rouge, les changements de direction des tracés des projets du Câble 1 à Créteil (ci-dessous à gauche) et de la télécabine de Grenoble (ci-dessous à droite), au niveau des stations. Certaines stations de la ligne grenobloise ne seront pas ouvertes au public à la mise en service, mais il est prévu qu'elles le deviennent par la suite, avec l'augmentation de la densité urbaine.



→ Comme pour d'autres modes de transports collectifs tels que le tramway, un projet de transport par câble aérien urbain demande d'anticiper les problématiques liées à **l'emprise nécessaire aux stations, pylônes, espaces techniques, et les éventuelles expropriations nécessaires**.

Pour les systèmes de **télécabine monocâble**, les portées entre deux pylônes sont limitées (en France, la portée est généralement limitée à 600-800 m ; certaines installations à l'étranger ont des portées supérieures, jusqu'à 1200 m). À l'inverse, les technologies **bicâbles ou tricâbles permettent des portées entre pylônes plus importantes (jusqu'à plusieurs kilomètres)**, ce qui limite le nombre de pylônes à prévoir le long de la ligne.

- Pour le projet **Téleo à Toulouse** les questions d'**expropriation** ont été peu abordées, car le projet traverse des zones peu densément habitées :
  - un hôpital, pour lequel une négociation a été entreprise pour requalifier des locaux survolés qui étaient initialement des résidences pour les médecins de garde ;
  - deux zones d'activités (Oncopole et UPS) ;
  - un espace vert peu densément habité.

Au niveau du chemin des Etroits, un **mécanisme d'indemnisation à l'amiable**, pour compenser la dépréciation du bien, a été mis en place pour les maisons les plus impactées.

Par ailleurs, le système de télécabine « 3S » nécessite **moins de pylônes** qu'un monocâble, qui aurait davantage impacté le paysage de la coulée verte de la Garonne, et aurait amené à négocier plus de foncier, éventuellement privé.

- À Saint-Denis-de-la-Réunion la ligne La Montagne – Bellepierre évite les zones d'habitation et traverse une zone naturelle.



➔ Les cabines pouvant survoler des zones bâties notamment résidentielles, **l'intrusion visuelle** due à la proximité de l'habitat et de la ligne, et la hauteur de survol, sont des sources d'inquiétudes largement évoquées en phase de concertation des projets par les résidents des espaces survolés.

- Le projet toulousain **Téléo a évolué pour des questions d'intrusion visuelle**. Il était prévu que la station finale soit située à proximité immédiate d'un lycée. Les lycéens et le personnel du lycée ont émis des avis négatifs lors d'une phase amont de la concertation sur le premier tracé, car celui-ci était trop proche des salles de cours, ce qui pouvait provoquer différentes nuisances. Le projet a donc été modifié et **la station finale a été déplacée** de l'autre côté de l'avenue jouxtant l'établissement. Le dernier pylône, situé à proximité du lycée, a été surélevé afin de limiter la gêne due au survol.
- À Brest, pour répondre aux inquiétudes des riverains, les concepteurs ont mis en place un **système d'opacification momentanée des vitres pour préserver l'intimité** des résidents riverains.

→ **L'insertion des pylônes, cabines, stations et espaces techniques** dans l'espace urbain ou naturel traversé par le système, génère un impact visuel ainsi qu'un impact sur l'organisation de l'espace public. Un travail sur le design de ces objets permet d'améliorer leur intégration dans l'espace public et les collectivités innovent pour mieux insérer ces objets dans la ville.

- Pour le projet du **Câble 1** à Créteil, Île-de-France Mobilités a souhaité une double fonctionnalité des pylônes de la télécabine, afin que ceux-ci ne soient pas uniquement des éléments du système de transport mais également **des supports d'équipement urbains** : éclairage, panneau de circulation, station de vélo ou bus, panneau de basket, etc.
- Pour le projet grenoblois, le Syndicat Mixte des Mobilités de l'Aire Grenobloise se questionne sur la façon dont le câble, les pylônes, et la ligne pourraient venir bouleverser les vues exceptionnelles qu'offre la ville sur les massifs montagneux. Une étude d'insertion paysagère sera versée à l'enquête publique et à l'étude d'impact. De plus, il est prévu que les stations bénéficient d'un traitement architectural de haute qualité. Elles seront dotées de bardage en bois et le toit des stations sera **végétalisé**. Les appuis des stations (voire les pieds des pylônes) seront également végétalisés afin d'améliorer leur insertion urbaine.

## IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Comme pour tout projet de transports, la mise en œuvre d'un projet de transport par câble impacte l'environnement. Ces effets sont pris en compte par les maîtres d'ouvrage au travers d'études d'impact.

→ Les **impacts sonores** d'un transport par câble urbain suscitent souvent des inquiétudes de la part des riverains. À l'heure actuelle, il n'existe pas de réglementation spécifique aux impacts acoustiques du transport par câble au-delà de la loi n°92-1444 relative à la lutte contre le bruit et de la directive européenne 2002/49/CE sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement qui encadrent la prise en compte des impacts sonores.

Les maîtres d'ouvrages et constructeurs ont cependant avancé sur la question en identifiant les points les plus bruyants sur transport par câble (cabines en entrée et sortie de gare, franchissement des pylônes au niveau des balanciers, moteurs situés en station) afin d'en atténuer les effets (matériaux absorbants, moteurs lents, moteurs en sous-sol, câbles lisses...). De plus, le Cerema a réalisé, pour le compte du STRMTG, une étude sur les impacts acoustiques du transport par câble sur trois sites tests en montagne afin d'éclairer les connaissances sur le sujet. Une synthèse de l'étude devrait être publiée prochainement.

→ Parmi les différents impacts d'un système de transport par câble sur la faune, **les câbles aériens représentent en particulier un danger pour certaines populations d'oiseaux**. Le transport par câble bénéficie d'un retour d'expérience des dispositifs issus de projets de lignes électriques (marquage des câbles par des spirales ou balises colorées...) ou d'autres transports par câble en fonctionnement à l'international.

→ Le survol de zones naturelles peut imposer un **déboisement pour limiter le risque incendie, impactant ainsi la flore et la faune locales**. Les porteurs de projet cherchent néanmoins, souvent, à minimiser le déboisement en proposant des analyses spécifiques du risque incendie et des règles d'entretien, limitant le risque de départ de feu.

Le projet **Téléo** a fait l'objet d'une consultation d'écologues et de la mise en place de mesures en faveur de l'environnement (faune et flore) :

- « Balisage « Avifaune » de type fanions et disques colorés sur les câbles survolant la Garonne pour protéger les oiseaux de passage, les chauves-souris, etc.
- Pose de cavaliers (pour un écart constant entre les câbles) rouge et blanc alternativement, proches des balisages aéronautiques, sur les câbles définitifs, plus facilement perceptibles par les oiseaux.
- Plantation de 1 600 plants forestiers haies champêtres sur les parcelles agricoles de Pouvoirville<sup>9</sup> ».
- Préservation au maximum de la végétation en place, imposant ainsi une surveillance de la pousse des arbres pour le risque incendie.
- Enfouissement d'une ligne haute tension traversant la réserve naturelle afin de ne pas multiplier les obstacles aux oiseaux.

→ Les systèmes de transport par câble, électriques, n'émettent pas de gaz à effet de serre en exploitation. La **consommation énergétique** dépend du système (consommation supérieure pour les monocâbles). Elle augmente fortement avec la vitesse du câble et augmente également avec le dénivelé et la charge des cabines. La **modulation de la vitesse selon les heures de la journée**, et selon la demande associée, est ainsi intéressante pour le maître d'ouvrage et l'exploitant, dans la limite d'un temps de trajet attractif pour les usagers (diminution de la vitesse en heure creuse, ex : Téléo à Toulouse).

Cependant, l'impact environnemental du transport par câble par une analyse en cycle de vie reste à approfondir afin de comparer les performances environnementales du transport par câble par rapport à d'autres modes de transport.

- Le télécabine **Papang à Saint-Denis de la Réunion** intègre un **mode d'exploitation « économie d'énergie » qui consiste à adapter la vitesse du câble** selon le flux de passagers. Une réduction de la vitesse d'un mètre par seconde réduit d'environ 20 % la consommation électrique des moteurs principaux du téléporté.
- Le projet de téléphérique **La Montagne – Bellepierre, à Saint-Denis-de-la-Réunion** prévoit l'**installation de panneaux photovoltaïques** sur une surface de 744 m<sup>2</sup>, sur le toit de la station La Vigie, afin de permettre une autonomie énergétique du système.

---

<sup>9</sup> Source : <https://www.toulouse-metropole.fr/projets/telepherique-urbain-sud>

## L'ÉVOLUTIVITÉ DU SYSTÈME

Les installations de transport par câble sont soumises à certaines limites en termes d'évolutivité. Des adaptations de la capacité du système sont possibles, pour les télécabines, **à condition d'être anticipées dès la conception du projet** : ajout/retrait de cabines après la mise en service (Papang de Saint-Denis de la Réunion, Téléo à Toulouse, Câble 1 en Île-de-France), variation de la vitesse d'exploitation, ouverture de stations commerciales supplémentaires (projet de télécabine de Grenoble).



Télécabine Papang (Chaudron – Bois de Nèfles) à Saint-Denis, lors d'essais techniques  
Crédits Cerema

## COÛTS DES PROJETS DE TRANSPORT PAR CÂBLE AÉRIEN EN MILIEU URBAIN

Les coûts d'un projet de transport par câble dépendent notamment :

- du type de système choisi (système monocâble souvent moins cher),
- de la longueur de la ligne et du nombre de stations,
- du niveau de service attendu (amplitude horaire, personnel en gare, taux de disponibilité, etc.)
- des choix architecturaux et de la requalification d'espaces publics autour des stations, etc.

Le développement de plusieurs projets en France permettra d'établir des références relatives aux coûts d'investissement et d'exploitation. Ces derniers comprennent 3 principaux postes de dépenses que sont :

- la maintenance et les contrôles ;
- les charges de personnel ;
- la consommation énergétique.

Le tableau ci-dessous synthétise les coûts des projets (prévus ou réels) en cours de développement ou en service, tels que fournis par les collectivités locales en décembre 2021.

Noms et localisation des lignes	Système	Longueur de ligne (km)	Nombre d'arrêts	Coûts d'investissement (prévus ou réels)	Coûts d'exploitation (prévus ou réels)
<b>Ajaccio Angelo</b>	Monocâble	3	4	36 M€ HT	2,4 M€/an
<b>Câble 1 Créteil</b>		4,5	5	132 M€ HT	5,3 M€/an
<b>Grenoble Fontaine - Saint Martin le Vinoux</b>		3,7	6 (4 opérationnels à la mise en service)	66,9 M€ HT (dont 58,6 pour la conception-réalisation)	2,4 M€/an pour l'exploitation - maintenance - énergie
<b>Saint-Denis (Réunion) Papang</b>		2,7	5	50 M€ HT	2,3 M€/an
<b>Toulouse Téléo</b>	Tricâble (3S)	3	3	82,4 M€ (dont mesures compensatoires et d'accompagnement prévues)	5 M€/an dont 2,4M€/an pour la maintenance
<b>Brest Ligne C</b>	Téléphérique à va-et-vient	0,5	2	19,1 M€	Coûts prévus : 710 k€ (2017), 700 k€ (2018) Coûts réels : 810 k€ (2017), 807 k€ (2018)
<b>Saint-Denis (Réunion) La Montagne - Bellepierre</b>		1,3	2	37,6 M€ HT (intégrant un parc relais de 300 places)	1,2 M €/an

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les systèmes de transport par câble sont des systèmes performants, qui permettent de desservir des zones contraintes. Ils représentent ainsi une alternative intéressante aux systèmes de bus et tramways et présentant l'avantage de circuler en site propre intégral, garantissant une forte régularité.

Les nombreux projets français, en cours d'études ou de travaux, permettront de capitaliser des retours d'expérience sur ce mode de transport, pour lequel l'intégration dans un environnement urbain nécessite des adaptations. L'ensemble des acteurs impliqués dans ces projets (collectivités locales, constructeurs, architectes-urbanistes, etc) participent à l'évolution de ce système historiquement « de montagne » vers un système urbain. L'appropriation par les usagers des nouvelles lignes de transport par câble aériennes à entrer en service sera révélatrice de l'intérêt que représente ce mode pour nos territoires.

Au-delà des 7 projets présentés dans ce document, d'autres projets sont déjà en cours d'étude par les collectivités notamment dans la métropole de Nice, à Lyon et en Martinique.





## POUR EN SAVOIR PLUS :

Webinaire Cerema du 20 mai 2021 sur le transport par câble aérien en milieu urbain : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/transport-cable-aerien-milieu-urbain-webinaire>

"Le développement du transport par câble aérien en France », Cerema, 2018 : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/publication-cerema-developpement-du-transport-cable-aerien>

« Transport par câble en milieu urbain », Certu et STRMTG, 2012 : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/transport-cable-aerien-milieu-urbain>

Guide RM1 et RM2 du STRMTG :  
[http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide\\_rm1\\_v4\\_complet-3.pdf](http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_rm1_v4_complet-3.pdf)  
[http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDE\\_RM2.pdf](http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDE_RM2.pdf)

Informations sur le projet de ligne à Ajaccio : <https://www.ca-ajaccien.corsica/liaison-par-cable-angelo/>

Informations sur la ligne de téléphérique de Brest : <https://www.bibus.fr/fr/se-deplacer/nos-modes-transport/telepherique-ligne-c>

Informations sur les projets de lignes de la CINOR à Saint-Denis de la Réunion : <https://telepherique-urbain.cinor.re/>

Informations sur le projet du Câble 1 (ligne Créteil - Villeneuve-Saint-Georges) : <https://cable1.iledefrance-mobilites.fr/>

Informations sur le projet de ligne à Grenoble : <https://www.grenoblealpesmetropole.fr/91-metrocable.htm>

Informations sur le projet Téléo à Toulouse : <https://tisseo-collectivites.fr/projets/teleo>



# Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN