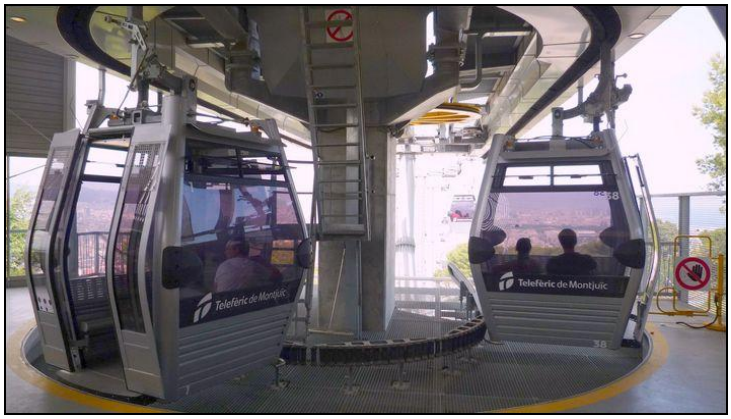
PRÉ-ÉTUDE POUR UN TRAM AÉRIEN



Le Chaînon Manquant : Le transport par câble
association Loi 1901
Adresse postale : 179 Serviantin – 38330 Biviers
France
Site internet : telepherix.free.fr
Adresse e-mail : telepherix@free.fr
Tél. : +33 4 76 52 46 72 ou +33 6 81 47 59 67

L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

2D attitude – association Loi 1901 reconnue d'intérêt général
N° TAHITI : 743 252 –N° DRCL 4880 – IG 4843/PR
Adresse postale : BP 14 183 – 98701 Arue
TAHITI - Polynésie française
Site Internet : www.2dattitude.org
Adresse e-mail : contact@2dattitude.org
GSM : +689.26 96 88

Pré-etude de faisabilité relative à l'implantation d'un tram aérien en zone urbaine de Papeete d'un montant de 11 000 € (1 313 000 XPF) réalisée sur fonds du Sénat par les associations « Le Chaînon Manquant » (métropole) et « 2D attitude » (Polynésie française)

Le Chaînon Manquant : Le transport par câble
association Loi 1901
Adresse postale : 179 Serviantin – 38330 Biviers
France
Site internet : telepherix.free.fr
Adresse e-mail : telepherix@free.fr
Tél. : +33 4 76 52 46 72 ou +33 6 81 47 59 67

L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

2D attitude – **association Loi 1901 reconnue d'intérêt général**
N° TAHITI : 743 252 –N° DRCL 4880 – IG 4843/PR
Adresse postale : BP 14 183 – 98701 Arue
TAHITI - Polynésie française
Site Internet : www.2dattitude.org
Adresse e-mail : contact@2dattitude.org
GSM : +689.26 96 88

Sommaire

Préambule 2
1. La problématique des transports terrestres à Papeete 2
2. Le porteur du projet de tram aérien 3
3. Les principaux atouts du tram aérien 4
3.1. Une solution très économique en investissement 4
3.2. Une solution très économique en coût de fonctionnement 4
3.3. Une solution écologique 4
3.4. Une solution sécurisée 4
3.5. Une solution rapide à mettre en œuvre et une solution performante 4
3.6. Une solution efficace et confortable 5
3.7. Une solution innovante et attractive 5
3.8. Un fort impact touristique 5
4. La grande misère des transports tahitiens 6
5. Le transport par câble et ses différents types 9
6. Le choix d'un mode de transport 13
7. Les constructeurs 14
8. Le projet pour Tahiti 15
8.1. Ce qui doit être fait rapidement 15
8.2. Méthodologie 15
8.3. Urbanisation : le constat 16
8.4. Le tracé des lignes 16
8.5. Les coûts d'investissement 21
8.7. Les mesures d 'accompagnement 23
8.8. Des questions préliminaires pour une aide à la décision 24
Conclusion 25
ANNEXES 26
Annexe I : Extraits du rapport de mission de M. Pierre Jaussaud 27
Annexe II : Méthode pour un choix rationnel - Exemple 29
Annexe III : Pylônes et gares 30
Annexe IV : Conception et exploitation 33
Annexe V : Cabines 39
Annexe VI : Les plans de détail des lignes 41
Annexe VII : Les mesures d'accompagnement 48
Annexe VIII : Le tram aérien dans le monde 49
Annexe IX : Les points forts et les reproches infondés du tram aérien 50

L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Préambule

Les télécabines et les téléphériques restent perçus essentiellement comme des systèmes réservés aux transports des skieurs des stations de sports d'hiver et font partie des paysages montagneux.
En milieu urbain, d'autres modes de transport participent à l'identité de la ville par une intégration et une acceptation réussies. Le transport par câble a potentiellement des atouts similaires en donnant accès à de nouveaux paysages et à des liaisons jusqu'à présent impossibles, et en apportant une nouvelle dimension non seulement aux déplacements quotidiens mais également à l'espace urbain.
Pourtant, les systèmes de transport par câble aérien sont quasiment absents des transports collectifs urbains en France. Cependant, de plus en plus d'agglomérations étrangères et même métropolitaines disposent ou envisagent de disposer prochainement de télécabines intégrés dans leur réseau de transport collectif, apportant la preuve que les transports par câble peuvent être pertinents dans des contextes marqués chacun par ses spécificités propres.
Les éléments d'information contenus dans la présente étude n'ont pour objectif que d'alimenter et d'enrichir la réflexion globale sur la pertinence d'un système de transport collectif adapté aux difficultés de déplacement de l'agglomération du grand Papeete.

1. La problématique des transports terrestres à Papeete

L'automobile est, de loin, le mode de déplacement prédominant à Tahiti : 80% des déplacements dans l'agglomération de Papeete se font en voiture. Le taux de motorisation des ménages est fort : 1,88 véhicule par ménage contre 1,07 en métropole.
Les transports en commun occupent une place anormalement réduite : seulement 6% des déplacements dans la zone urbaine se font en bus[1] contre 10 à 23 % dans les villes métropolitaines hors Paris. Les réformes des transports publics tentées depuis plus de vingt ans n'ont pas eu d'effets majeurs.
Aussi, la congestion des voies routières est permanente aux entrées sur Papeete. Suite au moindre incident sur route ou à une quelconque intempérie, les embouteillages deviennent énormes.
On peut estimer à environ 10 milliards de XPF la dépense annuelle occasionnée par les encombrements routiers à Tahiti : 70% en coûts directs (carburant et temps de travail) et 30% en coûts indirects liés à la hausse des prix de fourniture de produits et de services pratiqués par les entreprises. Ou encore environ 120 000 XPF/véhicule/an[2]**.** D'autres incidences ne sont pas à négliger : stress, fatigue, temps perdu, heures de sommeil perturbées notamment pour les enfants…

Le réseau routier est mal entretenu et de dimensions inadaptées aux flux de véhicules. L'insécurité routière est manifeste : plus de 30 morts et 300 blessés par an, soit proportionnellement 3 à 4 fois plus qu'en métropole ; la jeunesse est particulièrement touchée.

[1] Enquête 2007, rapport Coteba, juin 2009. 80% en voiture, 7% en deux-roues, 6% en bus et 7% à pied. Par jour, en moyenne, tous modes de transport confondus, 120 000 déplacements entre côte ouest et Papeete, 80 000 déplacements entre côte est et Papeete, 90 000 déplacements sur Papeete et 20 000 déplacements entre les 2 côtes.
[2] Extrapolation d'après une étude de Center for economics and business research (Cebr), décembre 2012

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

L'occupation de l'espace, réduit sur une île, par la route est de plus en plus insoutenable, sans compter les nuisances sonores et autres pour les riverains des voies automobiles.
L'offre de services de transport en bus est très insatisfaisante en termes de plage horaire, de régularité, de desserte, de confort, de tarification…ainsi que de pollution et d'impact carbone.
Les agents économiques les plus faibles (jeunes, personnes âgées, chômeurs…) sont les plus fortement impactés par cette défaillance des transports publics.

La dépendance énergétique de la Polynésie française est très forte : 87% de l'énergie primaire consommée est importée (55% en France métropolitaine). Et le secteur des transports terrestres est prédominant : 34% de l'énergie finale consommée en Polynésie française[3].
De même, les transports terrestres sont responsables d'une part du même ordre des rejets en gaz à effet de serre.
Rappelons qu'avec ses îles hautes aux plaines côtières très étroites et ses nombreux atolls, la Polynésie française sera une des premières victimes de la montée des eaux et des dérèglements climatiques.

2. Le porteur du projet de tram aérien

Depuis août 2011, **l'association 2D attitude (Tahiti)**, en collaboration avec **l'association Le chaînon manquant (métropole)**, a entrepris une démarche d'information et de dialogue avec les autorités publiques et les forces vives du Pays. Il s'agit d'une démarche citoyenne d'information et de mobilisation pour que, lors de la création d'un futur schéma de déplacement urbain, l'option tram aérien soit prise en compte au même titre que les autres modes de transport et puisse en constituer un élément fort. Précisons que l'association 2D attitude n'a aucunement l'intention ou la prétention d'être impliquée en tant que maître d'œuvre ou maître d'ouvrage dans la réalisation éventuelle d'un projet.
Au travers de nombreuses rencontres des autorités et forces vives du Pays, les atouts déterminants du tram aérien ont été exposés à travers la découverte des installations réalisées de par le monde. La quasi-totalité de nos interlocuteurs considèrent maintenant que le tram aérien est un mode de transport en commun tout à fait intéressant pour l'agglomération du grand Papeete.

L'association 2D attitude a obtenu du Sénat français (réserve parlementaire de M. Richard Tuheiava) début 2013 une subvention de 11 000 € lui permettant de finaliser une pré-étude relative à l'implantation éventuelle d'un tram aérien en zone urbaine de Papeete. Bien entendu, aucune décision définitive ne saurait être prise sur la base de cette seule pré-étude qui devrait être nécessairement prolongée et affinée par une étude complète de faisabilité dont le coût peut être estimé aux alentours de 20 MXPF.
A cet effet, elle a fait venir spécialement à Tahiti un des meilleurs experts français, M. Pierre Jaussaud, du 30 mai au 9 juin. Il a eu pour tâche principale d'affiner le dossier de pré-étude, notamment au niveau des options de tracés possibles et de l'estimation du coût global du projet. Sa contribution a été déterminante pour l'élaboration finale du présent document. Ont été également organisées, lors de son séjour à Tahiti, des rencontres techniques ainsi que deux conférences : l'une ouverte au public à la mairie de Papeete et l'autre destinée aux professionnels au CESC.

[3] Espace Info-Energie de Polynésie française, septembre 2012

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

3. Les principaux atouts du tram aérien

3.1. Une solution très économique en investissement

Le coût moyen de construction d'un tram aérien peut être estimé entre 900 millions à 1,8 milliard XPF (7,5 et 15 millions € du km). La faible emprise foncière, limitant les expropriations et les lourdes procédures qui en découlent, est un atout considérable en zone urbaine.

3.2. Une solution très économique en coût de fonctionnement

Le coût moyen de fonctionnement du tram aérien est compris entre
180 à 385 XPF/km pour 300 personnes (1,5 et 3,2 €/km) ou encore entre 0,3% et 1,5% du coût d'investissement.

3.3. Une solution écologique

Le tram aérien a une bien plus faible consommation énergétique face à la voiture (x15), au tram terrestre (x4), au bus (x5)....
Le tram aérien n'émet pas de particules ou de gaz polluants, ni de CO_2 sur son trajet. De plus, il ne brasse pas de poussière au sol (réduction des allergies respiratoires).
Son bilan carbone est maîtrisé : il est celui de sa source en énergie électrique.
Le tram aérien induit une faible pollution sonore, inférieure à celle du tram terrestre.
N'occupant qu'un faible espace au sol, les axes routiers peuvent être redéployés vers des modes de transport doux (vélo, marche à pied…) et un réaménagement de l'espace urbain peut être réalisé.

3.4. Une solution sécurisée

« Le transport par câble est le mode de transport le plus sûr au monde » (extrait de l'exposé des motifs de l'amendement 110 du Grenelle de l'Environnement).
Le tram aérien, de par sa nature, est indépendant de tous les autres modes de transport et de nombreux incidents au sol. Il s'agit du seul transport en vrai site propre.

3.5. Une solution rapide à mettre en œuvre et une solution performante

Compte tenu des interactions moindres avec les infrastructures au sol, les études et les travaux peuvent être menés assez rapidement.
La durée de construction est de 6 mois à 1 an de travaux pour plusieurs kilomètres, et ceci avec une faible incidence sur le trafic urbain existant.
L'emprise foncière est réduite : 800 m² maximum pour une gare intermédiaire ; 400 m² maximum pour une gare terminale ; 4 m² par pylône.
Le taux de disponibilité est proche de 100% avec une grande amplitude horaire de fonctionnement. Exemple de Medellin (Colombie) : taux de disponibilité contractuel : 99,8%.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

3.6. Une solution efficace et confortable

La circulation des cabines est en flux continu d'où une quasi-absence d'attente en gare. Le temps de passage entre deux cabines peut être réduit à 10 secondes.
Les seuls horaires à retenir par l'usager sont ceux de l'ouverture et de la fermeture de la ligne.
Les télécabines offrent un espace convivial et confortable.
Les faibles nuisances sonores et mouvements de la cabine amènent un confort appréciable pour se relaxer, admirer le paysage, lire…
Les télécabines peuvent être conçues pour transporter du fret ou des vélos.

3.7. Une solution innovante et attractive

Les télécabines au design étudié sont séduisantes.
Les bâtiments des gares peuvent être intégrés au tissu urbain par un effort architectural. Ils peuvent aussi jouer d'autres rôles : parkings de voitures, espaces commerciaux ou lieux de services publics…
Les gares ont des installations à l'équipement similaire à celui d'un métro (billetterie, tourniquets…), avec, en sus, un agent chargé de l'accueil et de la sécurité d'embarquement et de débarquement des passagers.
Selon une étude récente (cabinet WSP, déc. 2011), le taux d'attractivité du tram aérien est 2,8 fois supérieur à celui du tramway terrestre.

3.8. Un fort impact touristique

De nombreux exemples dans le monde prouvent que le transport aérien par câble exerce un fort pouvoir attractif sur les touristes partout où il est en fonction. Il offrirait un « plus » indéniable pour la visite de Papeete et de son agglomération, en déficit d'atouts touristiques.
De plus, il pourrait devenir un des symboles de cette agglomération, notamment un symbole d'exemplarité économique et écologique pour nos visiteurs.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

4. La grande misère des transports tahitiens

De très nombreuses études sur le transport collectif ont été réalisées par le passé (paradoxalement aucune sur le tram aérien). Nous en avons relevé quatre :

- Le rapport du CESC[4] (2009) analyse bien les problèmes et rappelle quelques vérités auxquelles nous souscrivons. Exemple :*§2.1.4 Transports, politique urbaine et cohésion sociale :*
Les transports devraient être considérés comme un service essentiel et un droit auquel toute la population doit avoir accès sans distinctions.
Les personnes qui ne bénéficient pas des mêmes conditions de mobilité, notamment à cause de leur âge, de leur handicap ou de leur santé doivent pouvoir accéder au service public de transport, et par ce biais, aux autres services publics de la ville (...)
Par ailleurs le système de transport est censé contribuer au désenclavement de certaines zones d'habitation (....) La politique urbaine devrait s'appuyer sur une politique de déplacement qui renforce les liens entre les territoires, réduit les disparités et facilite la mixité sociale (...)
Ce rapport est bien fait, complet et fourmille d'analyses et de questions pertinentes. Il n'y manque que la perspective du tram aérien, qui répondrait à beaucoup de problèmes et de questions. Nombre de villes ont fait réaliser des études de ce type, qui sont restées sans suite. On mesure aujourd'hui l'importance des dégâts résultant de cette situation.

- Le rapport d'Olivier BON[5] (2005) : un rapport très bien fait et complet. Il n'y manque que la proposition d'utiliser le tram aérien.

- La pré-étude du projet de tram au sol réalisée par la COTEBA[6] (2009) : un rapport complet mais orienté vers le tramway au sol exclusivement, ce qui en réduit la portée. Néanmoins ce document fournit une synthèse intéressante des statistiques nécessaires à notre étude.

- Une pré-étude POMA[7] (2012) qui s'est bornée, comme pour un projet en montagne à tracer des traits sur une carte, indépendamment de toute considération de transport public et d'urbanisme.

Alors que pour se déplacer, l'intérêt général de l'Ile, comme celui de la planète, commanderait qu'on ait le choix du mode de transport pour utiliser le mieux adapté, dans le contexte actuel, utiliser les transports publics relève de l'apostolat ou de l'obligation par défaut d'autre solution.
Pour ne donner qu'un exemple de cette grande misère : les arrêts sont généralement signalés par un simple panneau qui ne comporte aucune indication de direction ou d'horaire, et il n'y a pas de protection contre le soleil ou les intempéries. Un des exemples les plus criants de cette situation est celui de l'important arrêt de l'hôpital (photo ci-après).

4 Rapport du Conseil Economique et Social de Polynésie française : Sur les encombrements des axes routiers: comment améliorer l'organisation des déplacements urbains ? Juillet 2009
5 L'insoutenable développement urbain de l'île de Tahiti : politique du « tout automobile » et congestion des déplacements urbains, avril 2005
6 Etudes de faisabilité d'un TCSP entre Arue et Punaauia (2009)
7 Présentation POMA de Janvier 2012

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Tous les responsables que nous avons rencontrés à Tahiti sont bien conscients de la situation, et regrettent qu'à l'instar de ce qui se passe dans tous les autres pays développés, l'Autorité Organisatrice des Transports (AOT), en l'occurrence le Pays, ne soit pas dotée de moyens dignes de ce nom et ne regroupe pas l'ensemble des acteurs concernés, notamment les communes : l'unité dans l'action et la coordination sont les seules façons de remédier à la situation actuelle.

Alors que les moyens de se déplacer sont nombreux, l'essentiel des investissements est très souvent mis sur la route et au profit des voitures, en laquelle on voit la meilleure solution, parfois même la seule. Malheureusement les choses ne sont pas aussi simples : l'argent ne peut pas tout. Il y a aussi les dures réalités des faits.

Tous les spécialistes des transports s'accordent pour dire que l'automobile exige entre 80 et 100 m² par véhicule pour pouvoir être utilisée (stationnement et circulation). La surface totale (bâtiments et voirie) de la zone urbaine de Papeete est d'environ 8 à 10 km², soit 8 à 10 millions de m², ce qui permettrait de faire circuler et stationner 100 000 véhicules si on rasait le bâti. Or, plus de 200 000 ont été immatriculés à Tahiti et il ne peut évidemment être question de raser l'urbanisation de la zone ! Bien que ces chiffres soient des ordres de grandeur, on voit bien que le compte n'y est pas. Vouloir assurer la circulation et le stationnement de 100 000 véhicules à Papeete relève de la mission impossible. Par ailleurs, à vouloir faire circuler tout le monde en voiture, on a généré des freins économiques insupportables : accidents, pertes de temps pour tous, moindre efficacité économique et professionnelle du fait des bouchons, pollutions et donc affections respiratoires diverses (dont des cancers des poumons[8]). On peut estimer à environ 10 milliards de XPF par an la seule dépense occasionnée par les encombrements, à quoi il faut ajouter le coût social des accidents et maladies générées par la pollution.
Cela est vrai pour tous les modes de déplacement au sol.

[8] Les conclusions du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

En matière de transports urbains, deux politiques sont possibles:

- Une politique « au fil de l'eau » : on essaie de s'adapter au trafic. C'est la politique que beaucoup des villes ont pratiquée à coups d'énormes investissements routiers, et la longueur des bouchons qui n'a fait qu'augmenter nous force à constater que cette politique est un échec coûteux et préjudiciable pour les collectivités.
- Une politique volontariste : on va inciter et aider au changement : changement des habitudes de déplacement, changement de mode de déplacement... Les villes qui ont misé sur cette politique ont en général gagné la partie : Freiburg, Münster (Allemagne), Amsterdam, Delft (Pays Bas), en sont les plus beaux fleurons, mais pas les seuls.

L'expérience des villes citées ci-dessus confirme qu'un réseau de transport ne peut se réduire à quelques lignes, quelque soit la technologie utilisée pour celles-ci. L'enjeu est de mettre en place une alternative crédible et attractive à la voiture, alternative qui doit répondre aux besoins de la majorité. L'idéal est de privilégier la logique de réseau maillé, offrant une fréquence élevée sur toutes les lignes, cela 16 à 17 heures par jour. Le tout avec une vitesse commerciale qui fasse mieux que l'automobile, porte-à-porte et dans d'excellentes conditions de confort, de sécurité et d'attente. Le vrai problème est de financer ce réseau, et donc de choisir le mode qui sera la colonne vertébrale du réseau et que l'on peut s'offrir. Le changement est au bout de cette démarche de quelques années.

Pour Papeete, les hypothèses au sol (tramway et route) ont été explorées, sans qu'une solution supportable en termes de finances et d'occupation des sols soit trouvée. Une solution aérienne mérite donc d'être explorée.

Le seul moyen aérien guidé et en site propre connu est le transport par câble : à la fois aérien, guidé et conduit par des professionnels, il fait ses preuves au quotidien un peu partout dans le monde. Un pays comme la Suisse exploite au quotidien et en service public de transport 308 appareils de transport par câble. Les Suisses les renouvellent régulièrement : en 2013, cinq appareils par câble sont en cours de rénovation dans le seul canton du Valais. La ville de Genève, qui dispose d'un réseau conséquent de tramway au sol mais en déplore le coût d'exploitation, a prévu d'organiser une « votation » pour voir si les Genevois sont d'accord pour utiliser le tram aérien pour s'y déplacer.

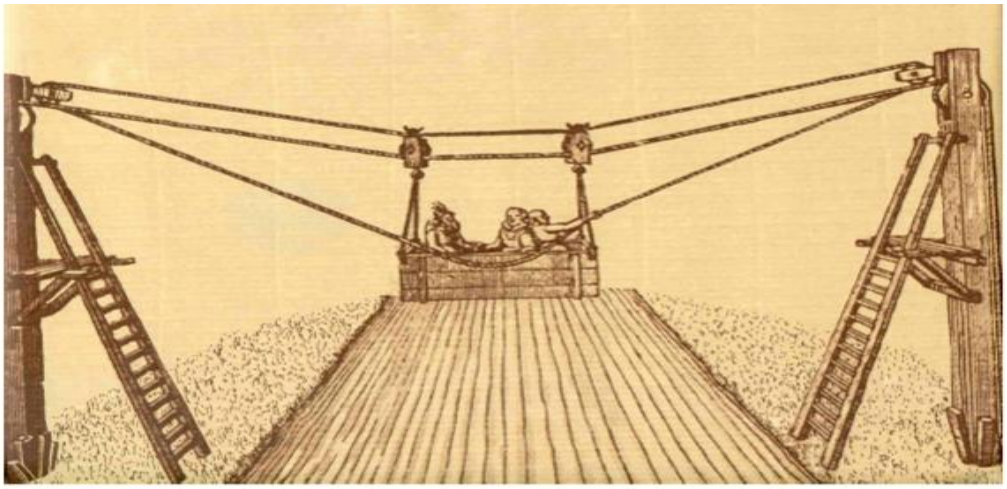
N’oublions pas qu'un carrefour est un obstacle, et qu'en ville ils sont nombreux ! Or le tram aérien est un moyen efficace de s’affranchir de tels obstacles.

Les modes de transport classiques ayant déjà bien étudiés par le passé, nous allons nous concentrer en détail sur le transport par câble, généralement peu ou mal connu des professionnels du transport et du grand public, en le situant toutefois par rapport aux autres modes.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

5. Le transport par câble et ses différents types

Ce mode de transport existe depuis longtemps, comme le montre l'esquisse ci-dessous[9].



Téléphérique à corde portante fixe portant une benne mue manuellement par une corde tractrice sans fin."Pons unius funis" de Faustus Véranius (ouvrage datant de 1610)- (D.R)

Il est utilisé dans les mines, sous forme motorisée, depuis les années 1850. Jusque dans les années 90-92, sa fiabilité n'était pas suffisante pour en faire un mode de transport urbain : toutes les 1500 heures, il fallait le démonter, et examiner les pièces une par une et en changer un bon nombre. Installé essentiellement en montagne, il a connu entre 1990 et 1992 une série noire d'accidents graves qui ont entraîné une réaction très forte de tous les Etats européens. En 1992, les constructeurs ont été mis en demeure d'industrialiser leurs productions et de mettre en place des plans qualité et des contrôles qualité très stricts selon les normes ISO-2000. Enfin, l'Europe s'est munie d'un règlement unifié.
M. Jaussaud a pu vérifier l'efficacité de ces mesures dans ses activités d'expert près la Cour d'Appel de Grenoble : aucun des accidents corporels dans les affaires qu'il a eu à examiner ne concernait des matériels mis en place après 1993.

Aujourd'hui, le matériel est parfaitement au point et peut fonctionner plus de 6 000 h/an sans révision, et il est donc utilisable en transports urbains, au même titre que les « modes classiques » : bus, tramway au sol et métro.
A la différence des modes classiques, les cabines ne transportent pas avec elles un moteur, une boîte de vitesse, des freins... Elles sont donc plus légères. En outre, elles sont située à 5,8m du sol au moins (gabarit routier sécurisé) et de ce fait ne risquent pas d'entrer en conflit avec d'autres usagers de la voirie. N'ayant pas besoin de s'arrêter brutalement, on peut réduire les frottements au strict minimum. Ces deux facteurs entraînent une consommation d'énergie très faible. De plus, le confort des passagers s'en trouve fortement amélioré.

9 L'aventure du Transport par câble par Pierre Montaz, code ISBN 978-2-9533505-3-1

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

De par leur conception, la durée de vie des transports par câble dépasse largement 20 ans. Si aujourd'hui, on change une installation, c'est parce qu'elle n'est plus à la mode ou avait été sous-dimensionnée à sa conception.

Le transport par câble permet des adaptations à des situations très variées. Les types d'appareil de transport par câble les plus fréquents sont répartis en plusieurs groupes, qui sont tous accessibles aux PMR, poussettes et vélos :

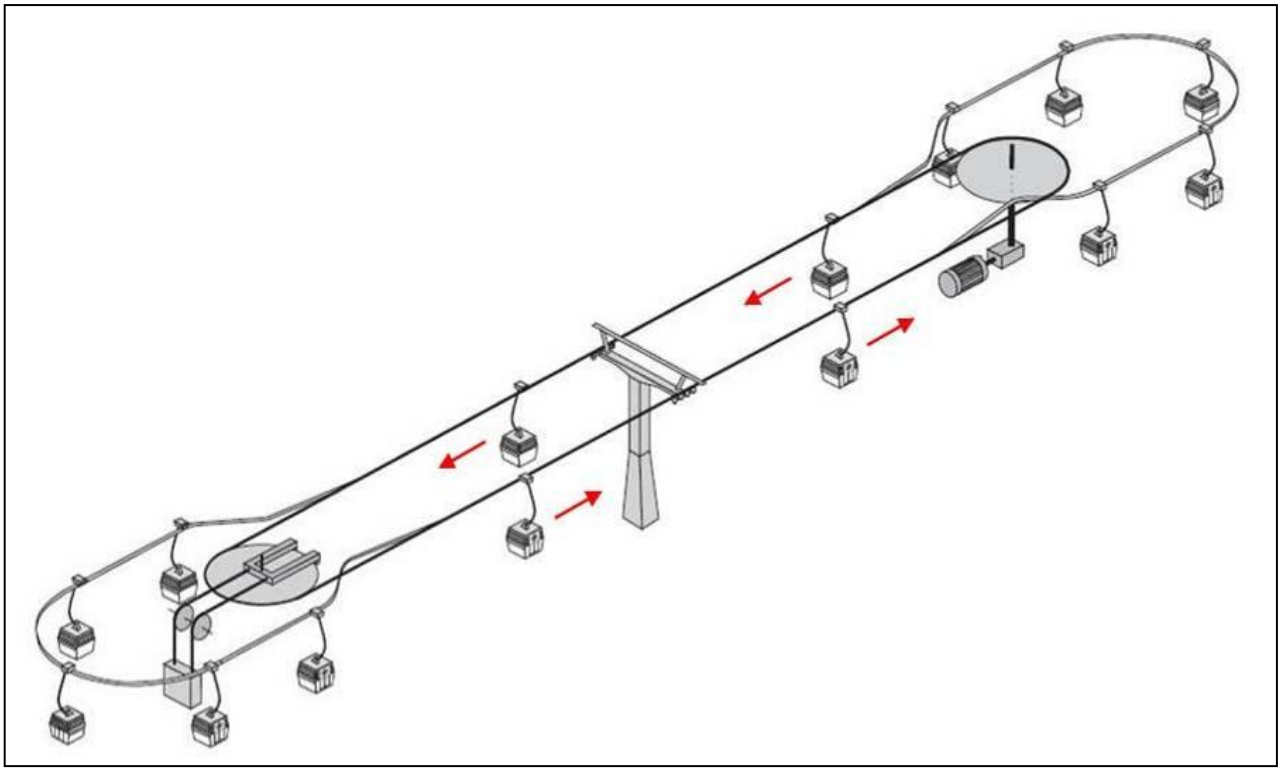
- **Téléphériques à va-et-vient** : dans ce cas, on a deux voies de circulation indépendantes et deux cabines : une qui va dans un sens, l'autre en sens inverse. Parfois, au prix de deux motrices indépendantes, les deux sens sont simultanés (New-York, La Plagne). L'installation est généralement conçue avec deux câbles porteurs, un câble tracteur et des cabines de très forte capacité (parfois supérieure à 250 passagers). Ces matériels qui se déplacent à 10m/s (36 km/h) font merveille en montagne mais ne sont que rarement adaptés aux transports urbains (débit et fréquence insuffisants sur les longueurs supérieures à 1 km).

Pour les deux cas suivants, on a un seul câble tracteur en boucle fermée, et l'aller se fait sur un côté de la ligne et le retour sur l'autre. En gare terminale, les véhicules contournent une poulie pour passer d'un côté à l'autre de la ligne. La fonction portage est assurée soit par le câble tracteur lui-même (appareil monocâble), soit par un ou deux câbles porteurs sur chaque côté de la ligne.

- **Télépulsés** : dans ce cas, on a des trains de 1 à 5 cabines très proches l'une de l'autre, qui fonctionnent à une vitesse de 21,6 km/h en ligne en monocâble. Ces cabines ne sont pas débrayables du câble, et, à l'approche des gares, on ralentit le câble à 30 cm/s pour que les passagers puissent en descendre ou monter sans risque. Sauf si on a des arrêts intermédiaires strictement équidistants, on ne peut néanmoins pas multiplier les trains de cabines : la vitesse commerciale et le débit chuteraient de manière importante.

- **Télécabines** : dans ce cas, les véhicules sont débrayés du câble lorsqu'ils entrent en gare à pleine vitesse (21,6 km/h pour les installations monocâbles ou 27 km/h pour les multicâbles) et ralentis jusqu'à 30 cm/s (environ 1 km/h), vitesse à laquelle les portes s'ouvrent, ce qui permet à toutes les clientèles une montée ou une descente sans risque. Après descente puis montée des passagers, les portes se ferment et on ré-accélère les cabines et on les ré-embraye sur le câble. Tout cela est géré par l'ordinateur central, mais, en cas de nécessité, appuyer sur l'un des boutons d'arrêt d'urgence stoppe instantanément l'avancée des télécabines. Il faut signaler qu'en gare, les zones de montée et descente des télécabines sont séparées ce qui fluidifie les circulations, contrairement à ce qui se passe pour le tram au sol. C'est le type d'appareil qui correspond généralement le mieux aux besoins urbains : son débit atteint 3600 personnes/h/sens (technologie monocâble) ou 5000 personnes/h/sens (technologie multicâble) et son principe de fonctionnement en monocâble est présenté ci-après.

Schéma de principe d'une télécabine (Source POMA)



Une question qui revient souvent est celle de la sensibilité au vent.
Les cabines subissent aujourd'hui des tests en soufflerie. Les appareils monocâbles fonctionnent à pleine vitesse jusqu'à des vents de 80 km/h. Les multicâbles fonctionnent à pleine vitesse jusqu'à des vents de 130km/h. Au-delà la vitesse est réduite automatiquement le temps que le vent redescende sous ces vitesses, selon un diagramme qui dépend de la direction du vent et de sa vitesse. Il est très rare que ces appareils soient complètement arrêtés en raison du vent. Les constructeurs garantissent aujourd'hui un taux de disponibilité de 99,8%, inégalé par les autres modes. Lors de l'ouragan Sandy (2012), le téléphérique de New-York a ainsi été le dernier service de transport à rester en fonctionnement, et le premier à reprendre son service.

Tous ces appareils sont regroupés sous le nom de tramway aérien ou tram aérien.

A la liste des appareils ci-dessus, il faut ajouter les ascenseurs inclinés, dont un exemple, à Flaine (Hte-Savoie) est donné ci-dessous.

Les ascenseurs inclinés ont un débit plus faible qui correspond généralement à la phase terminale d'un voyage. De ce fait, on les utilise en correspondance sur des installations plus performantes.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

6. Le choix d'un mode de transport

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques des modes de transport habituels à haut débit.

SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES MODALES (POUR TRANSPORTER 300 PERSONNES AVEC UN DEBIT DE 3600 p/h/sens)				
MODE	CLIO II	BUS	TRAM	TRAM AERIEN
INVESTISSEMENT (Infrastructure et matériel, M€/km)	15,4	16,5	26	7,5-15
FONCTIONNEMENT (€/km pour 300 personnes)	40,5	15	7	1,5-3,2
DEBIT MAXIMUM (passagers/sens/heure)	3600	1200	4500	5000
PERIODICITE MAXIMALE DE PASSAGE	1 seconde	5 minutes	4 minutes	6 à 40 sec
VITESSE COMMERCIALE URBAINE (km/h)	20-30	12	18	18-25
EFFICACITE ENERGETIQUE	45-90	83-166	800	1660
EXEMPLE DE CONSOMMATION (kWh/passager/km)	4,7	1,35	1	0,28
EMISSIONS DE CO2 LOCALES (kg/km)	11,2	3,75	0	0

Le choix d'un mode de transport n'est pas une loterie. On doit d'abord définir des critères de choix, puis affecter à chaque critère un coefficient pondérateur qui dépend de l'importance que l'on accorde à ce critère. On peut alors faire diverses simulations avant de retenir le mode le mieux adapté au problème à traiter. Cette méthode va conduire à une note d'ensemble qui permet aussi de justifier un choix sur des critères compris par tous.
Pour en arriver là, il est important de disposer au moins des caractéristiques techniques de chaque mode.

Dans ce genre de comparaison, il faut veiller à ce que les conditions de comparaison soient identiques.

- Aussi nous avons choisi de calculer les coûts du transport de 300 personnes (capacité d'une rame de tramway classique Alstom : 272 passagers) avec un débit de 3 600p/h (impossible à atteindre dans la réalité pour les bus). Pour le tram aérien, nous n'avons pris en compte que les modes motorisés utilisables pour les transports urbains : la télécabine débrayable qui a été décrite plus haut.
- Enfin, il faut indiquer si les débits sont donnés par sens (c'est le cas ici) ou tous sens confondus. La consommation indiquée ici n'inclut pas l'énergie qu'il a fallu consommer dans les centrales de production (rappelons qu'à Tahiti, la production d'un kWh entraîne l'émission de 662g de CO_2 et que la part de la production fuel est de 70%).
- La vitesse commerciale est la vitesse de la ligne intégrant les ralentissements et arrêts.
- L'efficacité énergétique est un facteur indépendant du relief, du type de conduite et du climat. Elle ne dépend que de des caractéristiques mécaniques du mode de transport[10].

Un exemple de cette méthode de choix est présenté en annexe.

10 Voir le site http://telepherix.free.fr, livre blanc du transport par câble

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

7. Les constructeurs

A la suite de regroupements industriels, il n'y a plus aujourd'hui que deux grands groupes qui fabriquent depuis longtemps du matériel de transport par câble : le groupe Doppelmayr (Autrichien et Suisse) et le groupe POMA LEITNER (Franco-italien). Un troisième, le groupe Suisse BARTHOLLET bien connu dans le monde des téléphériques à va-et-vient, a percé ces dernières années en France, avec quatre appareils débrayables vendus en France en trois ans. Son activité transport par câble est marginale dans son chiffre d'affaires, mais les clients semblent très heureux de ce matériel. Signalons qu'en outre, les Chinois s'intéressent à leur tour à ce mode de transport.

Détail qui, au 21ème siècle, a son importance, le tram aérien présente une autre qualité écologique unique. Dans tous les modes de transport classiques, plastique et acier sont intimement mêlés. De ce fait, le recyclage en fin de vie de ces matériels est très difficile. Ce n'est pas le cas du tramway aérien qui permet une dissociation complète des pièces acier et des autres pièces.

Enfin, bien que ce mode de transport ait acquis ses lettres de noblesse en montagne, il fonctionne encore mieux à plat. Sa seule limitation actuelle (cela pourrait changer bientôt) est de n'accepter un angle de ligne que dans le cadre d'une gare, dans laquelle les cabines ne sont plus assujetties au câble. Cette limitation impose des contraintes, mais comme il faut bien faire des arrêts pour laisser monter ou descendre la clientèle, c'est rarement une limitation très contraignante.

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

8. Le projet pour Tahiti

8.1. Ce qui doit être fait rapidement

Aucun progrès significatif ne se fera sans la mise en place d'une structure décisionnelle dotée de moyens financiers et humains réels : une Autorité Organisatrice des Transports (AOT). Qu'elle soit au niveau intercommunal ou gouvernemental importe finalement peu, pourvu qu'elle soit opérationnelle et sous la houlette d'un élu persuadé de l'intérêt fondamental de cette responsabilité et doté de la marge de manœuvre nécessaire. En métropole, on avait commencé avec des structures intercommunales, mais il semble bien que les régions soient le niveau de compétence optimal visé aujourd'hui.

8.2. Méthodologie

Avant de se pencher sur un itinéraire précis, il faut se rappeler qu'un mode de transport n'est utile qu'à deux conditions :

- *desservir au plus près les zones d'habitat et les lieux susceptibles d'attirer du monde : écoles, lycée, universités, salles de spectacles, zones industrielles, touristiques et commerciales, centres administratifs et autres zones denses ou de passage,*
- *avoir le trajet le plus direct possible ou des correspondances bien organisées et aménagées.*

Les lignes de transport sont des axes de transport. Pour accéder à tous les points des zones urbaines, il est donc nécessaire de mailler le territoire à desservir : c'est le travail des techniciens, et de définir des priorités de réalisation : c''est le travail des élus.
On verra par la suite que ces conditions seront difficiles à concilier sur la côte Ouest de Papeete dont l'urbanisation a été faite en fonction de l'automobile. Cette remarque est vraie pour tous les modes, même le bus, pourtant le plus souple de tous quant à son itinéraire. Dans les choix à faire, il ne faut pas oublier qu'un bus standard en bon état émet 1 kg de CO_2 par km parcouru.

Les données à prendre en compte sont bien sûr les données actuelles, mais aussi l'image des communes telles que l'on souhaite les voir dans 20 ans. Nous avons comme données des plans et des photos aériennes, tous documents qui nous ont été fournis par les Services Techniques du Pays. Nous savons cependant que les zones d'extension urbaine sont situées plus loin du bord de mer ou plus loin le long de la côte.
Dans le premier cas, il faudra prévoir les zones d'implantation et l'urbanisme en conséquence, et des liaisons entre les hauts et le bas pour assurer une desserte complète de la ville. Dans ce cas, le câble sera le plus approprié.
Dans le second cas, il faudra prolonger la desserte de la zone côtière plus loin.

Outre les examens des sites les plus importants que nous avons parcourus à pied, nous avons travaillé sur les cartes détaillées et les photographies aériennes des zones concernées.
Sur une carte papier au 1/10 000°, nous avons reporté les sites qu'il nous paraissait vital de desservir : les services publics, les établissements d'enseignement (collèges, lycée et universités), les grandes surfaces commerciales, les zones touristiques... Puis nous avons défini les lignes de transport par câble qui répondaient aux besoins. Enfin, nous avons examiné les distances entre les sites retenus et les gares de la ligne, afin de vérifier si la ligne était implantée de manière à simplifier la vie du plus grand nombre.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Ce travail permet de déterminer quelles lignes et quelle technique il faudra mettre en place pour avoir un quadrillage satisfaisant de la ville.
On considère généralement que pour un transport à haut débit et efficace, la distance entre deux arrêts doit être de l'ordre de 600 à 650 m. C'est la distance moyenne adoptée par les réseaux de tramway au sol.

8.3. Urbanisation : le constat

Côte Est
La côte Est urbanisée s'étend principalement du port de Papeete à la Pointe Vénus. Mais nous avons retenu l'option de cantonner l'étude au secteur Port/Rond-point du camp d'Arue.

Cette zone est assez plate. Elle contient nombre de sites (plus de 10) qui méritent d'être desservis (collèges, lycée, camp militaire, hôpital...) et qui sont situés à une distance acceptable de l'axe principal (2x2 voies) qui pourrait être utilisé pour l'implantation du tram aérien Est. Globalement, c'est une zone plutôt facile à desservir.
Le prolongement de la ligne vers Mahina peut être envisagé dans une étape ultérieure, associé par exemple à une relance des sites touristiques et hôteliers du Tahara'a et de la Pointe Vénus.

Côte Ouest
Cette zone s'étend du port jusqu'à Punaauia. Son urbanisation est quasi-continue, soit d'un côté de la voie rapide, soit de l'autre, soit des deux côtés. Plus longue que la côte Est, nous y avons noté une douzaine de sites importants dont l'Université, des lycées et des collèges voisins, une zone touristique à fort potentiel (avec le projet Mahana Beach) et d'importantes surfaces commerciales.

Le relief tourmenté a influencé l'urbanisation. Les choses sont, de ce fait, un peu plus complexes que sur la côte Est : la voirie est assez peu rectiligne, parfois large, parfois beaucoup moins. Il va falloir faire preuve d'imagination et accepter quelques sacrifices si on veut la doter d'un transport efficace pour un maximum de population.
La desserte de cette zone côtière doit faire l'objet d'une réflexion approfondie pour choisir un itinéraire qui respecte les caractéristiques suivantes évoquées plus haut :

- desserte au plus près de la population et des zones d'activité ou d'enseignement,
- le moins de perturbation possible de l'existant,
- une desserte qui s'intégrera dans un schéma de transport global de la ville.

Nous avons choisi d'arrêter l'étude à l'approche de la mairie de Punaauia ou de la Route des Plaines.

8.4. Le tracé des lignes

Les tracés ont été choisis pour avoir un impact minimum sur le bâti, et desservir au mieux les zones traversées. Le positionnement des arrêts d'une ligne est un point crucial de la réussite d'un projet, dès lors que, en version complète, un plan transport est toujours intermodal. Ne serait-ce que parce que l'accès au premier transport public se fait d'abord à pied, puis à vélo ou en voiture.

Les tracés proposés dans ce document ne sont pas les seuls possibles : des variantes pourront être examinées dans le cadre du projet définitif.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Lorsqu'un angle est nécessaire, la technique y impose un arrêt. La position des gares en ligne droite est plus arbitraire. Si on veut que la population s'approprie rapidement un appareil, il doit faire l'objet avec les riverains d'une concertation point par point qui prendra en compte les éléments suivants, parmi d'autres :
- la densité locale de la population, des emplois…
- l'accès facile et en sécurité au transport. En particulier pour les PMR : on l'est tous à un moment ou un autre de sa vie : qu'on pousse un landau, qu'on relève d'un accident, ou qu'on ait pris de l'âge, chacun doit pouvoir y accéder de manière simple.
- l'accès facilité aux zones d'enseignement, de sport, d'administration…
- la végétation à conserver,
- la coordination avec les pistes cyclables et les trottoirs,
- l'intérêt touristique que la ligne aura indéniablement, pourvu qu'on en fasse la promotion.

Les gares sont souvent placées au niveau d'un carrefour qui peut être un rond-point ; la position exacte est à étudier : au-dessus de l'avenue d'un côté ou de l'autre du carrefour ou encore partiellement à cheval sur le carrefour. Suivant la solution choisie, une réorganisation du carrefour peut être nécessaire.
Certaines gares sont également situées au niveau des échangeurs de la RDO (route de dégagement ouest). Lorsque cela a été possible, elles sont positionnées sur des terrains publics.
Plus rarement, les gares nécessiteront quelques expropriations d'utilité publique. Selon les aménagements de gare souhaités, la surface nécessaire à l'implantation d'une gare terminale est de 250 à 400 m^2, celle pour une gare intermédiaire de 400 à 800 m^2.

La position des pylônes sur les terre-pleins centraux des axes routiers est très souvent compatible avec les arbres existants mais parfois cela conduira à un élagage régulier des arbres existants ou à un changement de végétation.

Dans le cadre de ce travail, nous n'avons donné que deux exemples de ligne complémentaire. Mais les sites de Papeete qui pourraient être desservis par le tram aérien sont nombreux, et cela mériterait d'être étudié dans un deuxième temps.

La ligne Est
La ligne Est permet d'aller du camp d'Arue jusqu'au début de Faa'a, par passage au-dessus de l'avenue du Prince Hinoï, et le long du front de mer de Papeete.

Le survol de la rade a été évité au maximum pour supprimer tout risque de conflit avec la circulation maritime.

La desserte de la commune de Faa'a par la côte a été examinée. Le survol de la route de ceinture n'est pas envisageable sur toute sa longueur compte tenu de ses nombreux virages et d'une urbanisation assez dense. De plus, les différentes servitudes liées à la piste d'aviation de Faa'a imposent a minima de se situer au-delà de 220 m par rapport à son axe. Cela conduit à un survol de très nombreuses habitations et à une grosse difficulté au niveau du virage du flamboyant.

Aussi, nous avons arrêté la ligne venant de Papeete à hauteur du supermarché Cash and Carry, l'accès à l'aéroport se faisant à partir de la ligne ouest.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

La ligne Ouest
L'itinéraire proposé relie l'entrée ouest de Papeete à la mairie de Punaauia via la RDO.

Les lignes Est et Ouest sont interconnectées au niveau de la piscine municipale de Papeete.

L'ensemble des deux lignes permet de desservir la côte fortement urbanisée, de Arue à l'entrée de Faa'a, les premiers contreforts de Faa'a, le long de la RDO, puis la côte, d'Outumaoro jusqu'au début de la Route des Plaines.

Les lignes Est et Ouest pourront être complétées par des liaisons perpendiculaires dont le mode reste à définir selon les zones.

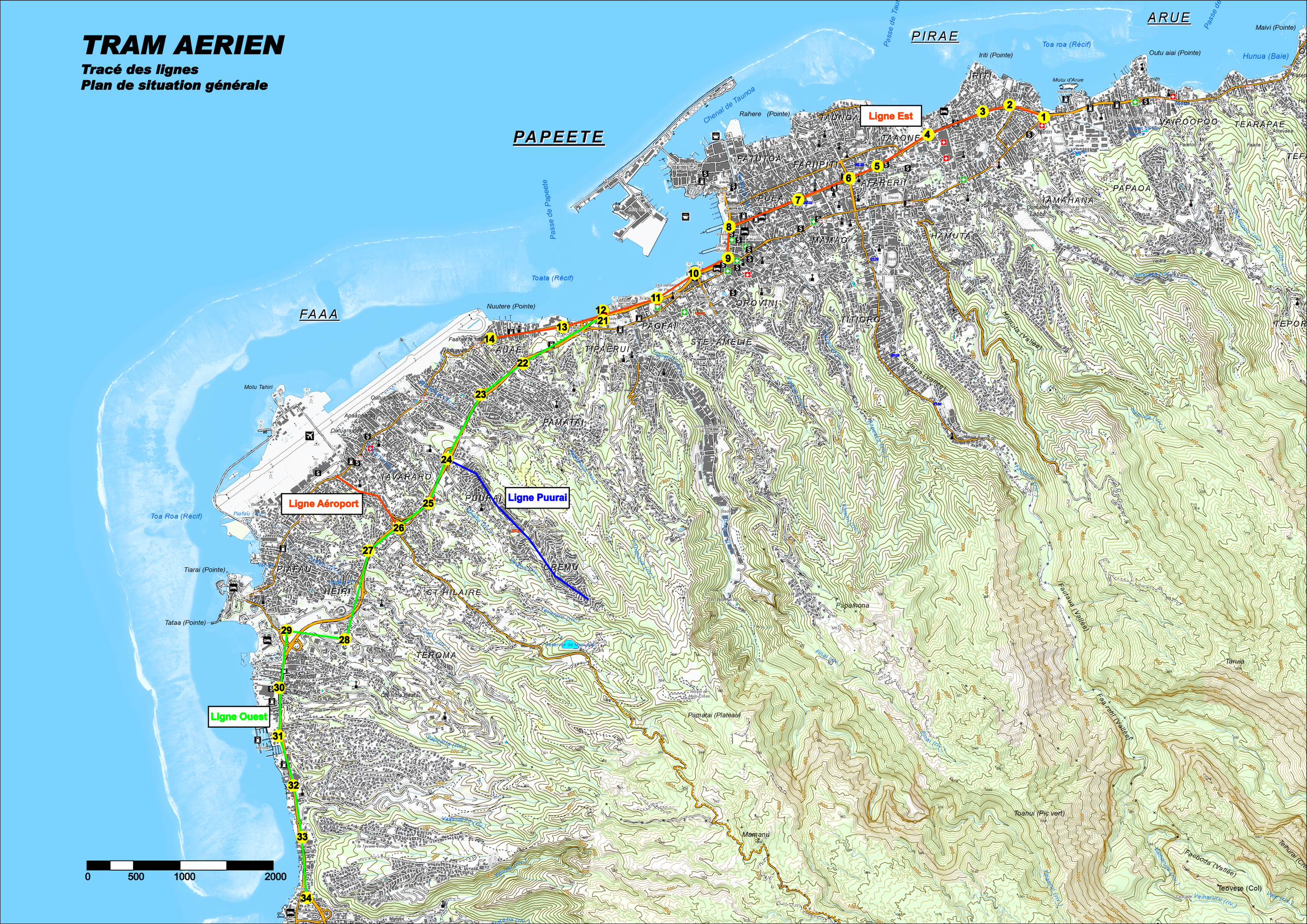
Vous trouverez ci-après un plan de situation générale des tracés des lignes :

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

TRAM AERIEN

Tracé des lignes
Plan de situation générale



Les installations complémentaires

Comme nous l'avons déjà dit, ces deux lignes principales devraient être complétées par des liaisons latérales permettant un maillage efficace du territoire afin de desservir vallées, lotissements en montagne ou côte (pour Faa'a). La technique à utiliser dépend des zones pour lesquelles le câble serait un outil puissant et bien adapté.

La desserte de l'aéroport étant essentielle, nous avons proposé, à titre d'exemple, une ligne de raccordement par télécabines entre celui-ci et la ligne Ouest. Elle permettra également de rabattre la population de Faa'a comprise entre Hotuarea (fin ligne Est) et la pointe Ta'ata (proche d'Outumaoro).

Nous avons également proposé une ligne par télécabines afin de desservir l'important lotissement social de Puurai (Faa'a).

Les ascenseurs inclinés ne sont utilisables que pour les lignes droites et des débits de quelques centaines de passagers/h au maximum. Si des angles sont nécessaires, alors il faut envisager soit plusieurs ascenseurs mis bout à bout, soit un télécabine.

Une étude plus détaillée permettrait sans doute de proposer d'autres installations complémentaires.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

8.5. Les coûts d'investissement

Les coûts ci-dessous, fourniture et pose, sont donnée départ usine hors taxes, sur la base des données constructeur que nous réactualisons régulièrement. Pour un matériel donné, ces coûts constructeurs sont sensiblement identiques, et seule la négociation finale les départage.
Comme pour toute pré-étude, il y manque quelques frais annexes. Ainsi, une étude de géologie est nécessaire pour déterminer la dimension des massifs béton en pied de pylône.
En métropole, pour des raisons de sécurité, toute installation de transport par câble doit être construite sous le contrôle d'un maître d'œuvre agréé par l'Etat. Les honoraires du maître d'œuvre se négocient en métropole entre 0,5 et 2,5% du montant du marché selon la mission (contre 4% pour le tramway au sol).
Le prix du billet d'avion depuis la métropole ne devrait pas obérer sensiblement le montant total de l'opération.
Par contre, il faut y ajouter le transport des matériels fabriqués en métropole. D'où un surcroît d'intérêt de pouvoir en fabriquer le plus possible sur place.

Version monocâble

Ligne	Version	Longueur en mètres	Nombre de gares	Investissement M€/MXPF	Fonction-nement/an M€/MXPF	Débit (passagers/h)
Est	monocâble	6 700	14	63/7 518	4,1/489	3 600
Ouest	monocâble	8 140	14	67,6/8 067	4,4/525	3 600
Puurai	monocâble	2 190	6	23,3/2 780	1,6/191	3 600
Aéroport	monocâble	920	4	13/1 551	1/119	3 600

Investissement
Coût total des lignes Est et Ouest : 130,6 M€/15 584 MXPF
Coût des extensions Puurai et aéroport : 36,3 M€/4 332 MXPF

Fonctionnement annuel
Coût total des lignes Est et Ouest : 8,5 M€/1 014 MXPF
Coût des extensions Puurai et aéroport : 2,6 M€/310 MXPF

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Version multicâble (3S)

Ligne	Version	Longueur en mètres	Nombre de gares	Investissement M€/MXPF	Fonction-nement/an M€/MXPF	Débit (passagers/h)
Est	3S	6 700	14	117/13 962	4/477	5 000
Ouest	3S	8 140	14	123/14 678	4/477	5 000
Puurai	monocâble	2 190	6	23,3/2 780	1,6/191	3 600
Aéroport	monocâble	920	4	13/1 551	1/119	3 600

Investissement
Coût total des lignes Est et Ouest : 240 M€/28 639 MXPF
Coût des extensions Puurai et aéroport : 36,3 M€/4 332 MXPF

Fonctionnement annuel
Coût total des lignes Est et Ouest : 8 M€/955 MXPF
Coût des extensions Puurai et aéroport : 2,6 M€/310 MXPF

Longueur des lignes Est et Ouest hors extensions : environ 14,8 km

Le nombre de cabines en ligne et la distance qui les sépare dépendent du débit recherché, de la capacité des cabines, de la vitesse du câble et de la longueur de la ligne. Les prix ci-dessus sont donnés pour leur débit maximum de 3 600 p/h en monocâble et 5 000 p/h pour les options 3 câbles.
A noter : le prix d'une installation dépend peu du type de cabines. Plus spacieuses et donc plus chères, elles sont moins nombreuses. Les constructeurs font leurs devis à partir d'un prix à la place, et globalement, le montant du poste « cabines » ne change pas avec le type de véhicule.

8.6. Les coûts de fonctionnement

Ces coûts sont basés sur les coûts d'exploitation relevés en France sur les appareils des stations de ski. Toutefois, nous les avons ajustés pour tenir compte d'un fonctionnement sur 6 000 h/an, soit 16 à 17 h/jour (au lieu de 1500 h/an) et pour prendre en compte le fait que les transports publics sont utilisés simultanément dans les deux sens.

On remarquera que les appareils 3S ont un coût d'investissement double des appareils monocâbles, mais un coût de fonctionnement quasi identique. Cela provient de la robustesse des systèmes 3S et de l'absence de vibrations en ligne.
A ce stade, il est nécessaire d'insister sur la faible technicité de l'entretien. Mis à part le câble (contrôlable en permanence par un système électromagnétique), tous les contrôles et les remplacements de pièces sont simples, pourvu qu'on ait l'outillage nécessaire et une formation minimale.
Nous joignons en annexe les documents de suivi des installations aimablement fournis par la station de Val d'Isère.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

8.7. Les mesures d 'accompagnement

Dans un premier temps et avant tout choix relatif à un autre mode de transport, des améliorations simples et urgentes du réseau classique actuel sont nécessaires et possibles. Parmi ce qui est urgent et à la portée des finances locales :

- marquage complet des panneaux aux arrêts de bus avec la direction de la ligne,
- horaires de passage : même si la précision des horaires n'est pas totale, c'est une indication indispensable,
- pose d'abribus (vent, pluie et soleil) à chaque arrêt,
- formation des chauffeurs à leur rôle économique pour l'Ile, aux attentes de la clientèle, au respect des consignes et au bon fonctionnement d'une entreprise de transport, fut-elle individuelle. Les chauffeurs doivent impérativement intégrer la dimension collective d'un réseau de transport.

Sans des mesures d'accompagnement, le combat contre les embouteillages et leurs conséquences ne sera pas gagné : leur mise en place s'est imposée partout dans le monde.
Il existe principalement trois types de mesures :

- *les mesures concernant les passagers* : parkings relais auto et 2-roues sécurisés, pistes cyclables, trottoirs, aménagements spécifiques des gares et réorganisation globale du réseau de transport. Pour ce dernier point, il sera important d'associer au projet les autocaristes dont le rôle va changer, mais dont le chiffre d'affaires sera boosté par l'arrivée du câble. Sans oublier, bien sûr, l'information des Tahitiens : une information qui doit être massive, simple, claire et répétitive. Enfin, si l'on veut que le système transport marche, il faudra mettre en place une tarification simple qui englobera tous les modes de transport : carte orange, abonnements divers…Tout doit être fait pour simplifier la vie de la clientèle. Certaines villes vont jusqu'à la gratuité totale des transports publics. Cela permet entre autres de faire l'économie des horodateurs, de la billetterie et des contrôles, mais pas celle des dégradations de matériel et du sentiment d'insécurité qui peuvent augmenter : un choix à peser.
- *La mise en place d'un comité d'usagers ou de ligne* dont le rôle est de faire émerger les demandes et les idées neuves. La région Rhône-Alpes l'a fait pour le réseau ferroviaire, à la satisfaction de tous.
- *L'installation de casiers de consigne en gare*
- *Les mesures concernant la société dans son ensemble* : par exemple, un service de petite messagerie pourra être mis en place, et on envisagera d'utiliser les pylônes pour l'installation d'une liaison informatique haut débit. Egalement, on organisera la production sur l'Ile d'une partie des pièces constitutives des installations et leur assemblage.

Cette dernière mesure ne va pas de soi : il faudra d'abord identifier quelles pièces peuvent être produites ou assemblées localement. Il faudra « négocier serré » avec les constructeurs qui tiennent à garder leur savoir-faire. La crise actuelle devrait les inciter à la souplesse. Aujourd'hui, les constructeurs ont des difficultés : les marchés de montagne stagnent ou sont en régression, et leur seul espoir de développement important est dans l'urbain. Le marché de Tahiti sera emblématique. Leur intérêt est donc d'accepter cette négociation.
Cette liste qui n'est pas exhaustive dépend beaucoup du contexte local, et l'imagination des décideurs s'y donnera libre cours.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Enfin, pour que l'installation de ce nouveau mode de transport entraîne l'adhésion rapide de la population, il faudra mettre en place la méthode d'accompagnement INDIMARK (INDIvidual MARKeting) qui a fait faire un bond dans l'utilisation des transports collectifs partout là où elle a été appliquée.

Le bon fonctionnement économique et social d'un réseau de transport de l'Ile dépend de toutes ces mesures dont le détail est donné en annexe.

8.8. Des questions préliminaires pour une aide à la décision

Le choix d'un système de transport par câble ne peut être fait indépendamment de l'environnement urbain et périurbain dans lequel il va s'insérer. Les relations qui s'établissent entre un système de transport collectif et son environnement sont multiples et interdépendantes. Globalement, les différents paramètres à prendre en compte pourraient être a minima :

- Satisfaction d'une réelle attente de la population
- Réponses à des problématiques économiques et sociales
- Régularité des dessertes
- Coût d'investissement et coût d'exploitation
- Insertion urbaine des pylônes et des gares
- Adaptation du système aux conditions climatiques
- Adaptation du système aux contraintes géographiques
- Impacts environnementaux
- Complémentarité avec le réseau de transport urbain.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Conclusion

Dans une démarche purement citoyenne, nous avons esquissé ici un travail qui nous est apparu nécessaire pour contribuer à améliorer la problématique des transports quotidiens sur l'agglomération du Grand Papeete. Il est évident qu'il s'agit là d'une réflexion préliminaire qui doit être approfondie par une étude de faisabilité complète.
Le domaine du transport aérien par câble regroupe sous une même appellation une grande variété de systèmes, chacun ayant ses caractéristiques propres. Par conséquent, le choix d'un système de transport par câble ne peut être fait indépendamment de l'environnement urbain et périurbain dans lequel il va s'insérer. En aucun cas, il ne peut constituer LA solution unique pour résoudre tous les problèmes de circulation d'une agglomération. Il pourrait néanmoins à Papeete être conçu comme l'ossature d'un réseau complet.

En outre, ce travail permet de penser que la desserte de Papeete par tram aérien pourrait apporter beaucoup à l'agglomération que ce soit au niveau économique, social, touristique, scolaire ou environnemental. Le récent rapport (septembre 2013) du GIEC nous incite en tout cas à réagir vite pour ne pas laisser aux générations futures une terre en ruine, et, à ce titre, le tram aérien est aujourd'hui le mode de transport le plus écologique dont nous disposions.
Le câble constitue une réelle opportunité pour le Pays de mettre en place, à un coût raisonnable (tant en investissement qu'en fonctionnement), un mode de transport efficace, stimulant pour l'économie, socialement utile, fiable, sûr et respectueux de l'environnement.

Le développement des agglomérations s'accompagne d'un développement des zones périurbaines qu'il est difficile de nos jours de desservir par un réseau de transport (individuel ou collectif) performant. Implanter un réseau de tramway terrestre ou de bus à haut niveau de service (BHNS) induit des investissements (et des nuisances durant la phase de construction) très conséquents, d'autant plus si cela nécessite des franchissements d'obstacles ou des dénivelés importants.
Il nous semble donc pertinent d'examiner sérieusement la mise en œuvre d'une solution alternative (et complémentaire de l'existant à redéployer) telle qu'un système de transport par câble qui permette de desservir rapidement le cœur de la ville ainsi que des pôles d'interconnexion afin de pouvoir rabattre un maximum d'usagers.

Le présent projet pourrait par ailleurs servir d'exemple et susciter l'intérêt d'autres pays ou îles du Pacifique, ce dont l'image de marque de la Polynésie française bénéficierait également.
Pour preuve, un nombre sans cesse croissant de villes aujourd'hui un peu partout dans le monde (Brest, Toulouse, Sud parisien, Grenoble, Hambourg, Milan, Genève…) étudie sérieusement l'éventualité de se doter de tels équipements.

Papeete, novembre 2013

Dossier réalisé pour l'association 2D Attitude
par MM. Jean-Claude Foglia (ingénieur) & François Paul-Pont (économiste)
et pour l'association Le Chaînon Manquant
par Pierre Jaussaud (expert près la Cour d'Appel de Grenoble pour les transports)

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

ANNEXES

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe I : Extraits du rapport de mission de M. Pierre Jaussaud

LE CONTEXTE DE LA MISSION

La présente mission a été effectuée sur demande de l'Association 2Dattitude basée à Papeete.
Elle est financée sur la dotation du Sénateur Richard Tuheiava et nous l'en remercions vivement.
Son objet est de faire le point du fonctionnement du réseau de transport de la zone urbaine de Papeete et de proposer des mesures d'amélioration du réseau actuel avec, en particulier, examen des possibilités du tramway aérien.
La mission sur place a eu lieu du 31 mai au 9 juin, vols depuis ou vers la métropole non compris. Elle s'est prolongée par une période d'analyse et de rédaction à Grenoble

L'OBJECTIF DE LA MISSION

L'objectif de ce travail est d'étudier si le tramway aérien est potentiellement intéressant pour aider Papeete à se tirer de ses embarras routiers. L'une des difficultés de la situation est de convaincre nos concitoyens du fait que ce mode de transport qu'ils ne connaissent pas est performant, agréable à utiliser et donc attractif[11].
La liste est longue des villes d'Europe qui se ruinent en voirie et en font toujours plus pour avoir au final toujours plus d'embouteillages. Ce problème est bien connu de spécialistes des transports, mais manifestement pas mesuré à sa juste hauteur par tous les décideurs qui oublient qu'*il est matériellement impossible de faire du déplacement de masse avec des moyens individuels.*
La situation de Papeete n'est pas unique. La ville d'Ajaccio (Corse) est très similaire, à la fois sur le plan géographique (zone côtière avec montagnes en arrière plan), avec un service public de transport un peu mieux organisé qu'à Papeete, mais très insuffisant pour prévenir un niveau d'embouteillage préoccupant.
A contrario, toutes les opérations de voirie automobile sont vouées à l'échec, mais des villes ont réussi à faire diminuer de manière spectaculaire le taux des déplacements automobiles pour la plus grande satisfaction de leurs citoyens. Leur recette : limiter les développements routiers pour investir dans les transports collectifs et les moyens alternatifs comme le vélo...et la marche.

DEROULEMENT SEQUENTIEL

VENDREDI 31/05
Arrivée à Papeete 4h30
Petit déjeuner en réunion avec le Bureau de 2Dattitude
10h-12h : Réunion avec la section topographie du service de l'urbanisme du Pays
19h : Rendez-vous avec Mr Albert Solia, Chef de Cabinet du Ministre des Transports
SAMEDI 1/06
8h-10h : Examen de la zone est de du centre de la ville
10h30 : Rendez-vous avec Mr Jean-Christophe Winter, géomètre expert
Examen de la côte ouest, de la vallée de Tipaerui et du lotissement social de la Mission
DIMANCHE 2/06
10h : Rendez-vous avec TNTV pour reportage
14h-18h : Exploration de la côte ouest
18h25 : Interview télévisée en direct au journal sur la chaîne TNTV

---

11 Etude du cabinet Suédois WSP pour Stockholm : le taux d'attractivité du tram aérien est 2,8 fois supérieur à celui du tram au sol. Communication privée

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

LUNDI 3/06
8h : Réunion avec Luc Tapeta, Président du MEDEF et son bureau
Exploration des itinéraires possibles en ville
MARDI 4/06
10h30 : Interviews télévisée et radio en direct sur Polynésie Première
15h : Rendez-vous avec le Sénateur Richard Tuheiava
17h30 : Conférence tout public à la mairie de Papeete, 80 auditeurs
MERCREDI 5/06
8h : Service de cartographie pour photos aériennes
10h : Réunion au Haut-Commissariat avec l'ADEME et la DAE(Direction des Affaires Economiques)
14h : Préparation du diaporama de la conférence de Jeudi
17h : Rédaction de notes et examen des photos aériennes
JEUDI 6/06
8h : Réunion avec Bruno Marty, Ministre des Transports Terrestres, ainsi que le Service de l'Urbanisme et la Direction de l'Equipement
10h : Réunion avec Frédéric Audras, directeur de l'Agence Française de Développement,
13h45 : Conférence sur invitation au CESC, 40 auditeurs
VENDREDI 7/06
Réunion avec Mr Tarahu, Directeur des Services techniques de la commune de Faa'a
Exploration des vallées à l'ouest de Papeete et du lotissement Puurai
SAMEDI 8/06
Travail sur cartes

UNE MISSION ENTRE COUP DE COEUR et COUP AU COEUR
Le coup de cœur, c'est la qualité, la cordialité et la franchise qui ont accompagné les contacts que j'ai eus avec tous ceux que cette mission m'a fait rencontrer, qui m'ont fourni quantité de documents pour m'aider dans la conduite de mes réflexions et je souhaite leur rendre hommage et les remercier ici.
Le coup au cœur, cela a été la découverte de la grande misère des transports collectifs de l'Ile.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe II : Méthode pour un choix rationnel - Exemple

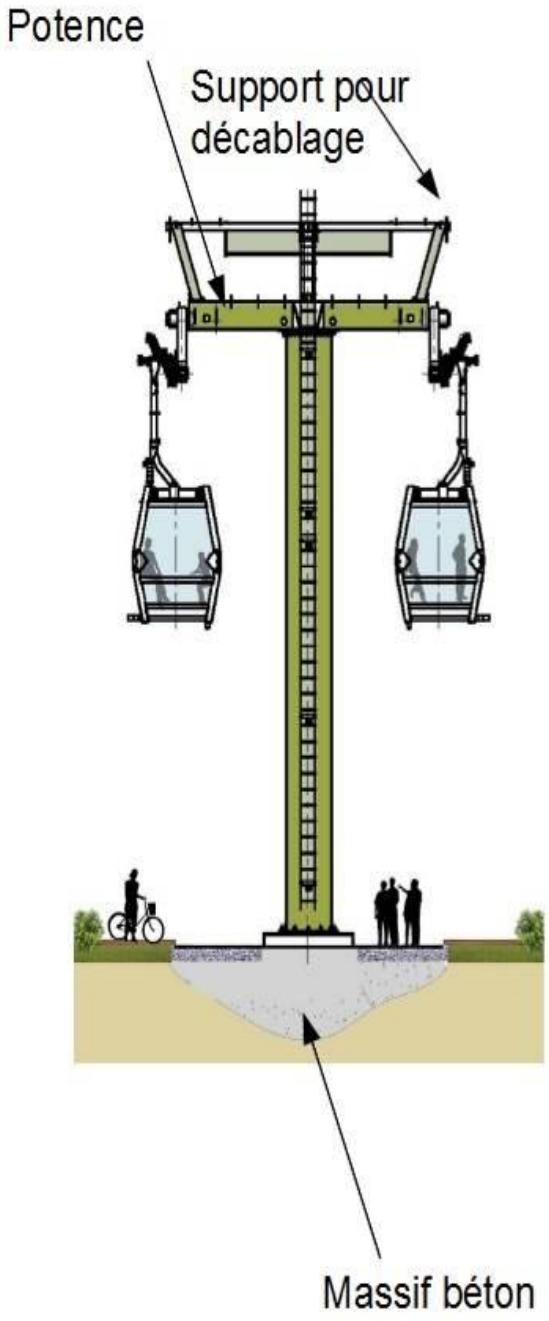
RUBRIQUE	BUS	Note	BUS + SITE	Note	TRAM	Note	TA	Note	TRAIN	Note	Pondération
PRIX INSTALLATION AU KM		1		2	40M€	2,5	7M€	10	60M€	1,3	5
CONSOMMATION	4,8	2	4,8	2	2	2,5	1	10			5
COUT FONCTIONNEMENT PAR PLACE OFFERTE	7	3	6	3		2		10	INC		3
Débit max(Passagers/h)	400	0	800	0	4000	1,3	4800	1,6	30000	10	10
Fréquence	>8 min	0	> 5 min	0	>2 min	2,5	<30 sec	10	>15 min	1	10
Régularité	Mauvaise	5	moyenne	8	correcte	8	excellente	10	excellente	10	10
Vitesse commerciale	12	2	15	2,5	17	2,83	30	5	60	10	10
Aléas	médiocre	4	moyenne	5	moyenne	5	excellente	10		10	5
ACCES	5	5	bonne	5	TB	8	Bonne	6	Moyenne	6	1
CONFORT	médiocre	5	médiocre	6	Moyen	7	Très bon	10	Très bon	10	1
SECURITE		5		7		7		10	Moyenne	10	1
AGRESSION	Mauvaise	5	Mauvaise	5	Mauvaise	5	Très bonne	10	Moyenne	8	1
NOTE TOTALE		37		45,5		53,63		102,6		76,3	
NOTE PONDEREE		2,16		2,94		3,7		7,77		6,46	

La note 10 est attribuée au meilleur
Il faut mettre une note fonction du résultat des colonnes « matériel » (bus, bus + site etc...)
Une pondération pour chaque rubrique est prévue selon l'importance accordée à la rubrique

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe III : Pylônes et gares

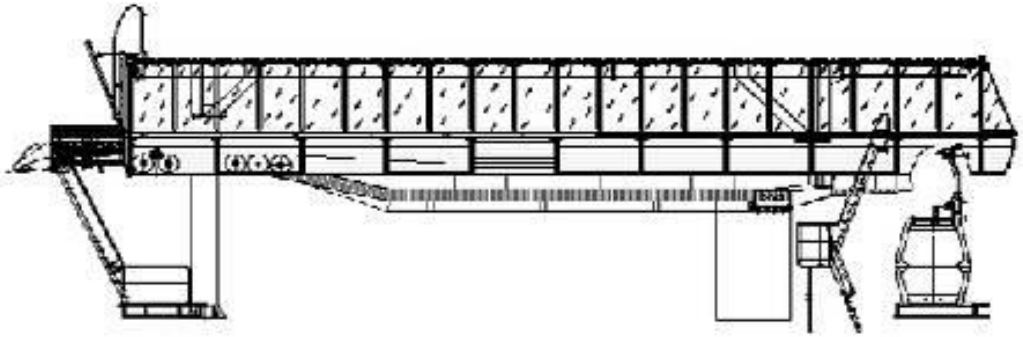


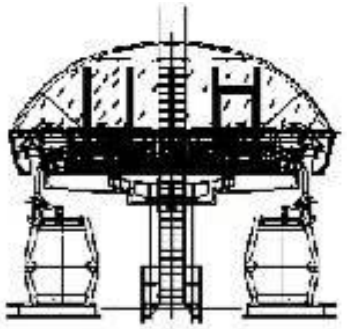
Vue schématique
d'un pylône (source POMA)

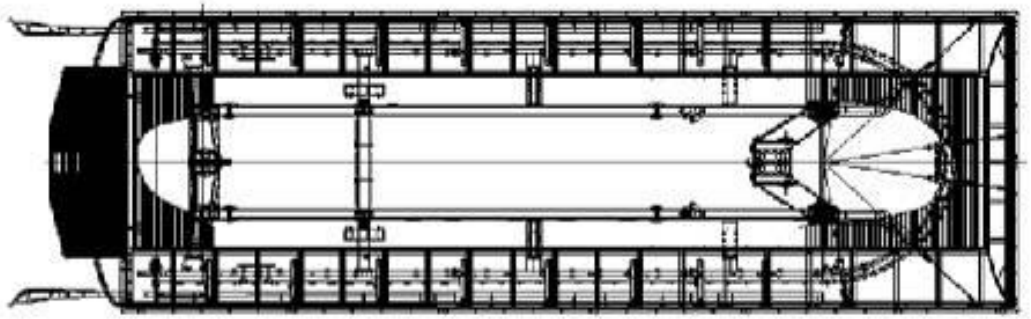
2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Vues de principe des gares terminales (source POMA)







2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Deux types de gares sont à distinguer : les gares terminales et les gares intermédiaires.
Les premières ont les dimensions approximatives suivantes : 38 m au maximum de longueur sur environ 8 m de large.
Les deuxièmes possèdent une plus grande longueur afin de permettre la descente et la montée sur les deux côtés de la ligne : soit 76 m maximum.
Dans la plupart des cas, les gares se situeront au niveau approximatif +6 m : accueil, billetterie, informations…L'espace en-dessous peut être une voie routière, un parking, une zone de commerces ou de services publics ou un espace vert.
Une des gares terminales doit comporter :

- les équipements de motorisation : moteur électrique principal d'une puissance de l'ordre de 500 kW et moteur thermique de secours,
- les équipements de contrôle et de commande de la ligne,
- et une zone de stockage et de maintenance des cabines.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe IV : Conception et exploitation

Pour les installations sur lesquelles on a une liaison non débrayable du véhicule sur le câble, on doit soit ralentir le câble en entrée de gare, soit avoir une vitesse faible tout au long de la ligne pour que les passagers puissent monter ou descendre sans risque. Cette considération interdit pratiquement les attaches fixes pour le transport urbain qui doit être rapide.

Pour les appareils monocâbles, la réglementation européenne impose un survol minimum des voies (gabarit routier sécurisé : 5,8 m) et un survol maximum pour des questions d'évacuation de la ligne en cas d'incident. Les installations modernes sont conçues pour que les passagers soient ramenés en gare sans évacuation, et cette règle peut être négociée avec les autorités de contrôle. En terrain plat ou quasi plat, on met en moyenne un pylône tous les 150 m (monocâbles) ou tous les 400m (multicâbles). De manière générale, avec une gare tous les 600 m par exemple, entre deux gares, on aura 3 pylônes en monocâble et un seul en multicâble.
Par ailleurs, un survol minimum de 20 m des bâtiments est imposé par mesure de sécurité vis-à-vis des risques d'incendie dans ces bâtiments. Une exception est prévue si le bâtiment est couvert par un toit pare-feu ou si le bâtiment est couplé en permanence sur le réseau des pompiers.

Pour éviter tout accident, chaque pylône est muni d'un détecteur qui arrête instantanément l'installation en cas de déraillement (M. Jaussaud n'en a jamais vu en 40 ans de carrière). Lors de la conception, on va calculer la ligne sous tous ses aspects : prise au vent dans toutes les directions, surcharge ou surtension accidentelle, effet du vent sur les pylônes et sur les véhicules, adhérence du câble sur la poulie motrice... On va s'efforcer d'éviter les phénomènes de « pompage[12] » de la ligne en cas d'arrêt brutal. Ce phénomène, très présent en montagne, est quasiment inexistant en terrain plat du fait que l'on peut avoir une tension maximale du câble tout au long de la ligne. En montagne, la tension du câble augmente avec l'altitude, et on ne doit pas dépasser une valeur maximale de la tension pour un câble de diamètre donné. Avant la mise en service, des mesures sont effectuées par un organisme indépendant assermenté et agréé par l'administration.

Pour se prémunir contre les coupures d'électricité, toutes les installations sont munies d'un moteur de secours diesel, et, souvent, on a deux motorisations électriques indépendantes.

Lorsqu'un véhicule est en gare, le mécanisme de la pince est testé deux fois : une fois après l'entrée en gare, et une fois avant la sortie en ligne. En outre, pour vérifier que la pince s'est bien refermée sur le câble et n'est pas seulement posée sur le câble, il y a un détecteur de gabarit qui arrête l'installation en cas de problème. Ces incidents sont suffisamment rares pour que M. Jaussaud n'en ait jamais vu à examiner en 40 ans de carrière.

12 Ce phénomène est le même que celui d'un véhicule qui « pique du nez » sur coup de frein brutal.

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Enfin, des « boutons rouges » sont installés aux endroits stratégiques au cas où un arrêt d'urgence s'imposerait (chargement d'un colis, passager lourdement handicapé).
Le nombre de personnels à affecter en gare dépend du contexte local. On sait faire des installations entièrement sous contrôle d'une seule personne avec un PC de surveillance. L'opportunité de cette gestion doit être pesée, et prévue dès le départ, quitte à ce que la situation soit modifiée au bout de quelques mois d'exploitation.

Pour conclure : les installations de transport par câble ont aujourd'hui atteint le niveau de sécurité de l'aviation civile. Une preuve en est que, en cas d'accident, la presse en fait ses Unes. On peut regretter que cela ne soit pas le cas pour les accidents routiers, dont la radio n'annonce même jamais combien de morts ils ont fait. Si ces chiffres étaient donnés, peut-être la route serait-elle plus sûre ?

Ci-après les documents de suivi d'exploitation de la station de Val d'Isère (4 pages)

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Feuille journalière d'exploitation SAMEDI_____/_____/_____

Personnel	Noms	Heures repas
Conducteur		
Remplaçant		
Surveillants retour		
Remplaçant		
Renfort		

Horaire théorique De _____ à _____

Météo	A cocher
Beau	Brouillard
Couvert	Orage
Pluie	
Neige	
Vent	Vitesse maxi
Température _____	

			Cause STVI		Autres causes			
Heure fermeture	Ouverture	Durée arrêts	Mécanique	Electrique	Pas de client	Réfection	Vent	Pistes

Heures fonctionnement réel	
Nombre de montées	
Nombre de descentes	

N° du dernier siège à la fermeture

Pose banderole Oui Non

Description des arrêts ≥ 3 mn	Lieu	Intervenants	Durée de (h) à (h)

Nombre d'arrêts commandés (volontaires) sur l'appareil

Essai moteur thermique	Oui	Non	Mode	Statique	Réel	Durée

Incidents ou accidents se rapportant aux clients ; description	Lieu	Heure

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

CONTRÔLES JOURNALIERS REGLEMENTAIRES

REMARQUE : Faire un essai de mise en marche le plus vite possible dés l'arrivée au poste pour pouvoir anticiper l'intervention sur un éventuel problème.

GARE MOTRICE	Contrôles à effectuer		Intervenants	Résultats
Etat aires embarquement / débarquement	A l'arrêt	En Exploitation		
Mise en place de la signalisation	A l'arrêt			
Pupitre				
Essai de tous les boutons d'arrêt		En marche		
Vérification des liaisons phoniques	A l'arrêt	En Exploitation		
Contrôle des voyants et test lampes	A l'arrêt			
Contrôle et test du groupe de sécurité	A l'arrêt			
Test pesage auto-test + seuil d'alarme		En marche		
Vérification de l'anémomètre	En marche	En Exploitation		
Réducteur				
Contrôle température et débit d'huile	Le soir	En Exploitation		
Contrôle visuel de l'anti-retour	A l'arrêt			
Frein de poulie motrice				
Vérification état de la piste de freinage	A l'arrêt			
Contrôle de mobilité du vérin (frein tombé)	A l'arrêt			
Contrôle niveau et pression d'huile		En marche		
Frein de service				
Vérification état de la piste de freinage	A l'arrêt			
Contrôle pression air/hydro et flexibles	A l'arrêt	En marche		
Cheminement				
Vérification de la propreté des voies	A l'arrêt			
Contrôle tension courroies et gonflage pneus	A l'arrêt			
Contrôle présence outillage complet	A l'arrêt			
Contrôle présence EPI	A l'arrêt			
LIGNE parcours à partir d'un siège				
Vérification de la rotation des galets		En marche		
Contrôle visuel des réglages		En marche		
Ecoute des bruits anormaux		En marche		
GARE RETOUR				
Etat aires embarquement / débarquement	A l'arrêt	En Exploitation		
Mise en place de la signalisation	A l'arrêt			
Essai de tous les boutons d'arrêt		En marche		
Vérification des liaisons phoniques	A l'arrêt	En Exploitation		
Test pesage auto-test + seuil d'alarme		En marche		
Portillon anti-retour	A l'arrêt			
Contrôle présence outillage complet	A l'arrêt			
Contrôle présence EPI	A l'arrêt			
Cheminement				
Vérification de la propreté des voies	A l'arrêt			
Contrôle tension courroies et gonflage pneus	A l'arrêt			
SYSTEME DE TENSION				
Vérification position Lorry	A l'arrêt			
Vérification niveau d'huile et pression	A l'arrêt			
VEHICULES				
Contrôles visuel des attaches		En marche		
Contrôle état général (N°, propreté ...)		En marche		
REMARQUES				

VISA CHEF DE SECTEUR / ADJOINT

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

CONTROLES HEBDOMADAIRES REGLEMENTAIRES

	Contrôles à effectuer	Dates	Intervenants	Résultats
GARE MOTRICE				
Contrôle visuel de l'état de l'extincteur				
Réducteur				
Vérification niveau huile & fuites	à l'arrêt			
Moteur thermique				
Contrôle niveaux : huile, eau, fuel	à l'arrêt			
Poulie motrice				
Contrôle visuel général	à l'arrêt			
Freins de service				
Contrôle état d'usure des plaquettes	à l'arrêt			
Freins de poulie motrice				
Contrôle état d'usure des plaquettes	à l'arrêt			
Cheminement				
Vérification courroies et gonflage pneus	à l'arrêt			
GARE RETOUR				
Contrôle visuel de l'état de l'extincteur				
Poulie retour				
Contrôle visuel général	à l'arrêt			
Cheminement				
Vérification courroies et gonflage pneus	à l'arrêt			
SYSTEME DE TENSION				
Vérification position lorry	à l'arrêt			
VEHICULES				
Contrôle visuel des éléments	**à l'arrêt et en marche**			

REMARQUES

VISA CHEF DE SECTEUR / ADJOINT

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

CONTROLES MENSUELS REGLEMENTAIRES

	Contrôles à effectuer	Dates	Intervenants	Résultats
GARE MOTRICE				
transmission				
Contrôle état des courroies	à l'arrêt			
Moteur thermique				
Contrôle niveau batteries	à l'arrêt			
Essai moteur réel sans réseau EDF	En marche			
Poulie motrice				
Contrôle alignement cable / poulie	à l'arrêt			
Contrôle état de la garniture	à l'arrêt			
Cheminement				
Contrôle cotes embrayage / debrayage	à l'arrêt			
Test du contrôle de zone et des sécurités	à l'arrêt et en marche			
LIGNE				
Visite générale montée / descente	En marche			
Contrôle cordeline & éléments de sécurité	En marche			
GARE RETOUR				
Poulie retour				
Contrôle alignement cable / poulie	à l'arrêt			
Contrôle état de la garniture	à l'arrêt			
Cheminement				
Contrôle cotes embrayage / debrayage	à l'arrêt			
Test du contrôle de zone et des sécurités	à l'arrêt			
SYSTEME DE TENSION				
Contrôle pression & niveau huile	à l'arrêt			
Contrôle vérin et flexibles	à l'arrêt et en marche			
VEHICULES				
Contrôle visuel éléments de pinces	à l'arrêt et en marche			
CABLE				
Contrôle visuel général	à l'arrêt et en marche			

REMARQUES

VISA CHEF DE SECTEUR / ADJOINT **VISA DIRECTION**

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe V : Cabines

Deux fabricants de cabines se partagent l'essentiel du marché : CWA (Suisse) et SIGMA (France).
Selon les modèles, les télécabines peuvent accueillir de 6 à 15 passagers en position assise. Les fauteuils roulants ou poussettes d'enfants peuvent accéder sans difficulté aux cabines : faible vitesse des cabines en gare (30 cm/s), plancher des cabines au niveau du sol des gares à un cm près, large ouverture des portes et aide éventuelle des agents de gares. Des dispositifs d'accrochage de vélos peuvent être prévus.
Les cabines peuvent être adaptées pour les climats chauds. Compte tenu de la vitesse de déplacement, une ventilation naturelle est souvent suffisante : légère ouverture entre les deux portes d'accès, ouvertures possibles dans le plancher, en bas de façades, par des vasistas…Ces ouvertures sont conçues de manière à éviter toute chute d'objet. Les sièges peuvent être ajourés. Le plafond est traité pour ne pas absorber les rayonnements solaires, les vitres sont teintées…Un extracteur d'air électrique peut être ajouté.

Les cabines disposent de points d'éclairage, d'une caméra de surveillance et d'un système de communication audio avec le centre de contrôle.
L'alimentation en énergie électrique de la cabine peut être assurée soit par des capteurs photovoltaïques disposés sur le toit qui chargent une batterie, soit par des capacités qui sont chargées au passage dans les gares.

Cabine et gare intermodale POMA à MEDELLIN (COLOMBIE)

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

CABINE 3S LEITNER A BOLZANO (ITALIE)

CABINE DOPPELMAYR A CARACAS (VENEZUELA)

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

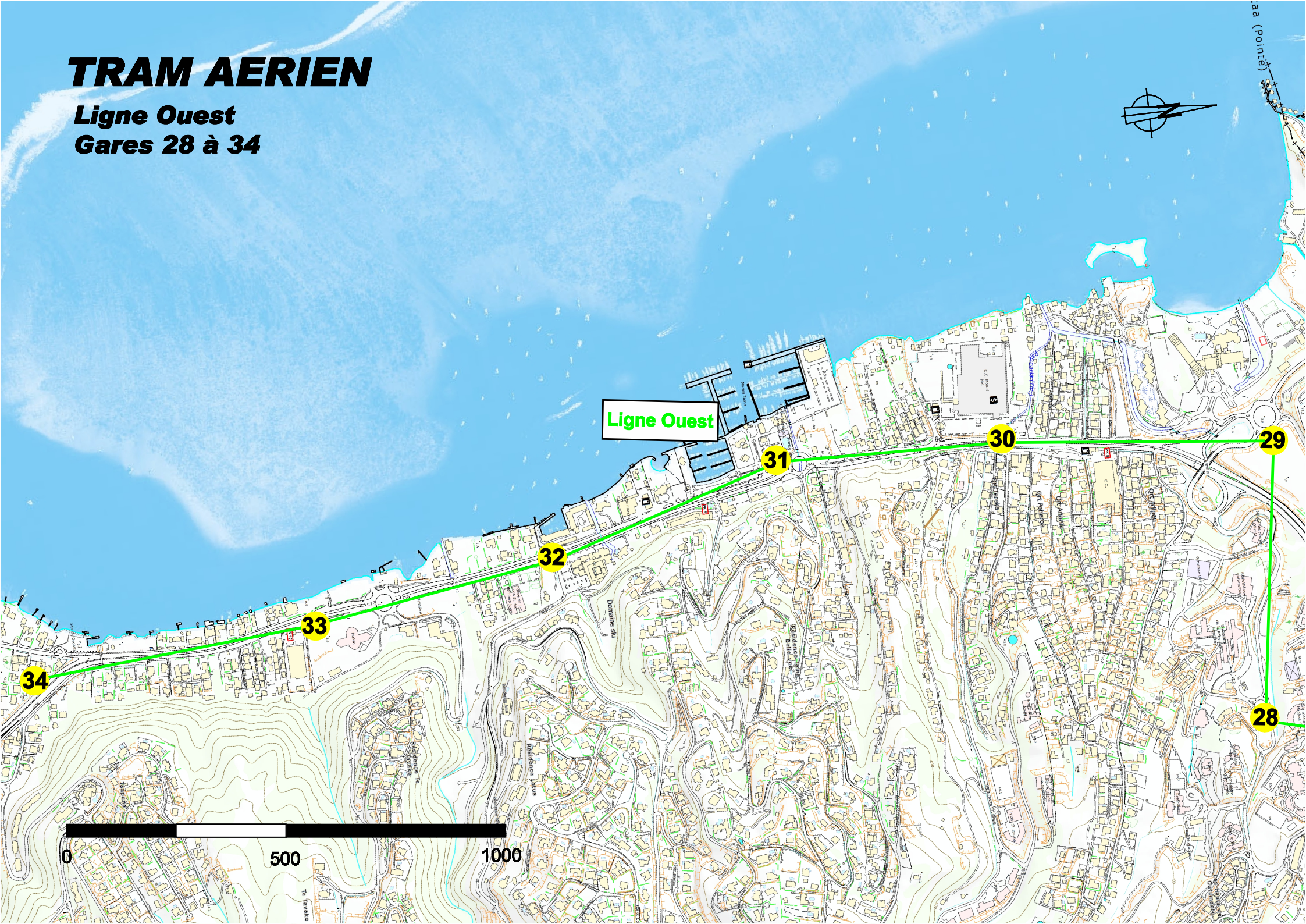
Le Chaînon Manquant : le transport par câble

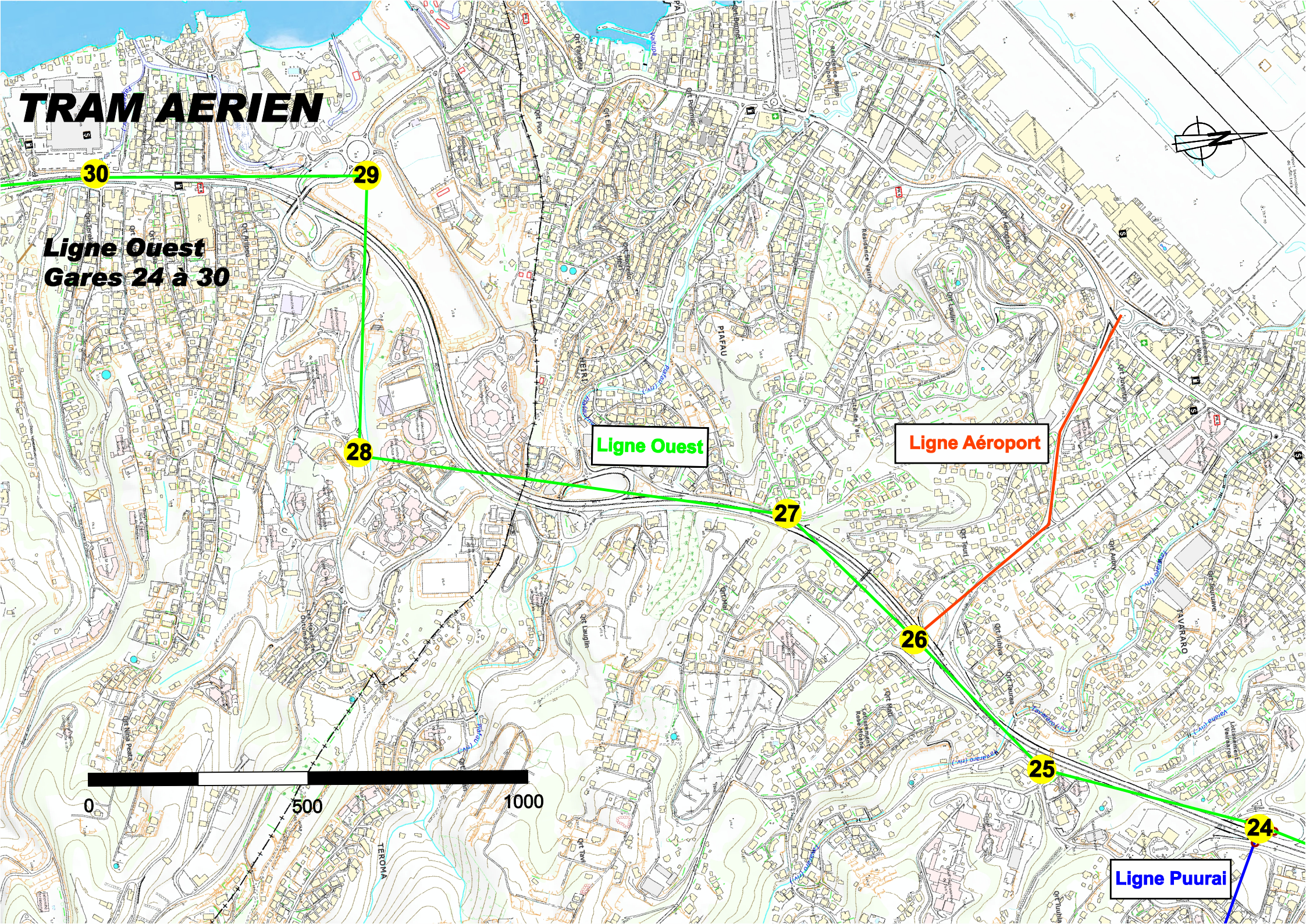
Annexe VI : Les plans de détail des lignes

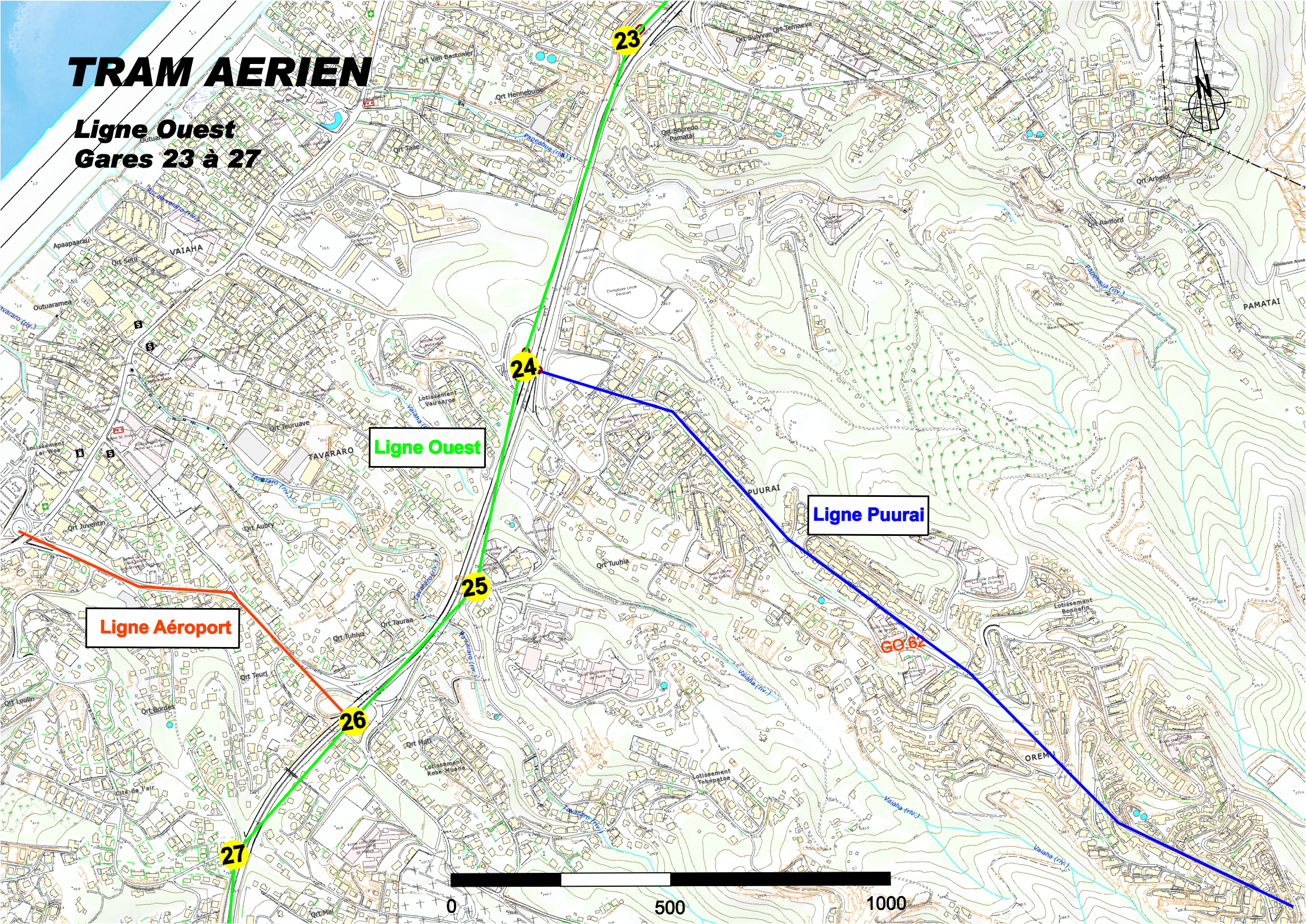
Le Chaînon Manquant : le transport par câble

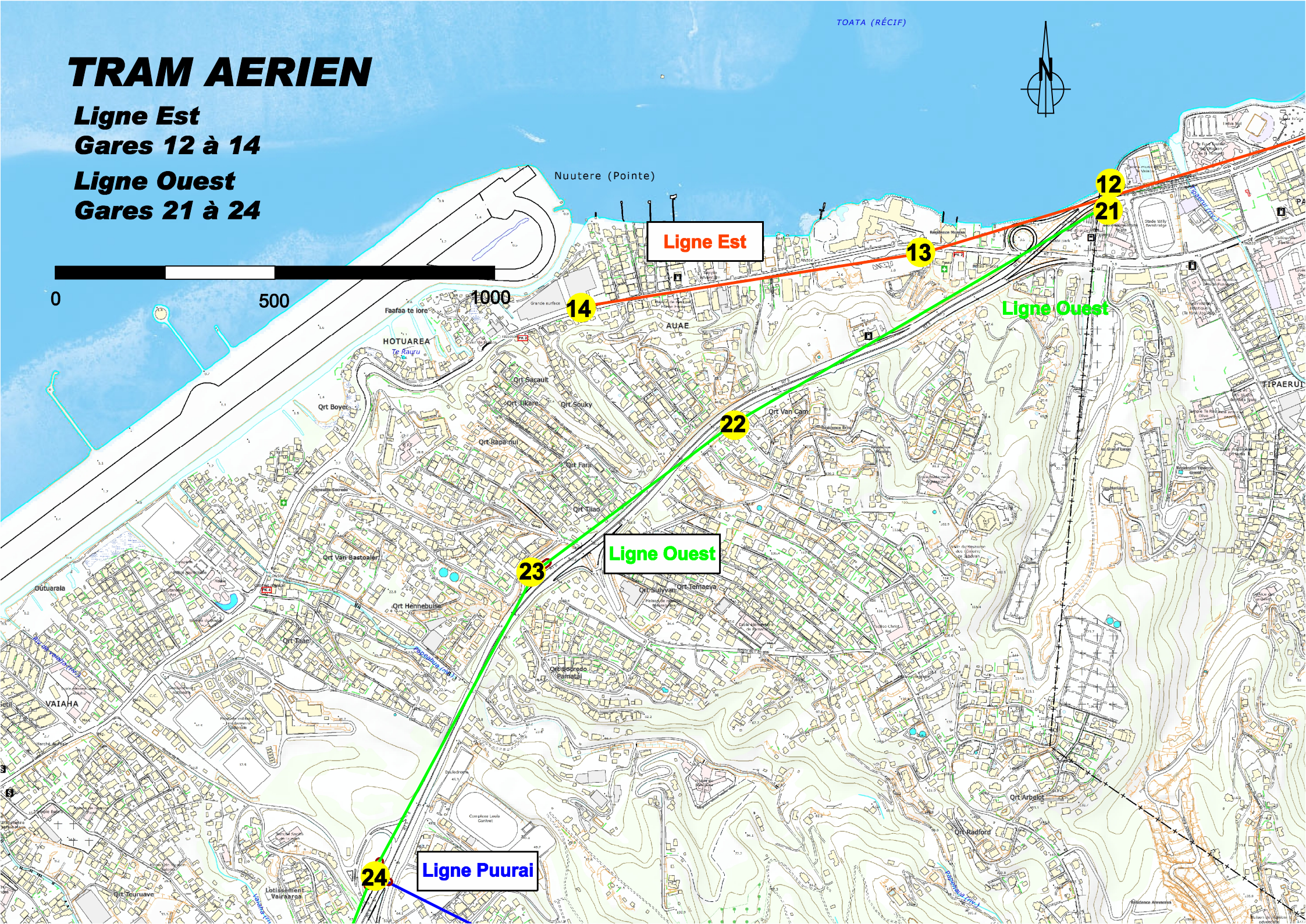
TRAM AERIEN

Ligne Ouest
Gares 28 à 34




TRAM AERIEN
Ligne Ouest
Gares 24 à 30
30
29
28
27
26
25
24
Ligne Ouest
Ligne Aéroport
Ligne Puurai
0
500
1000

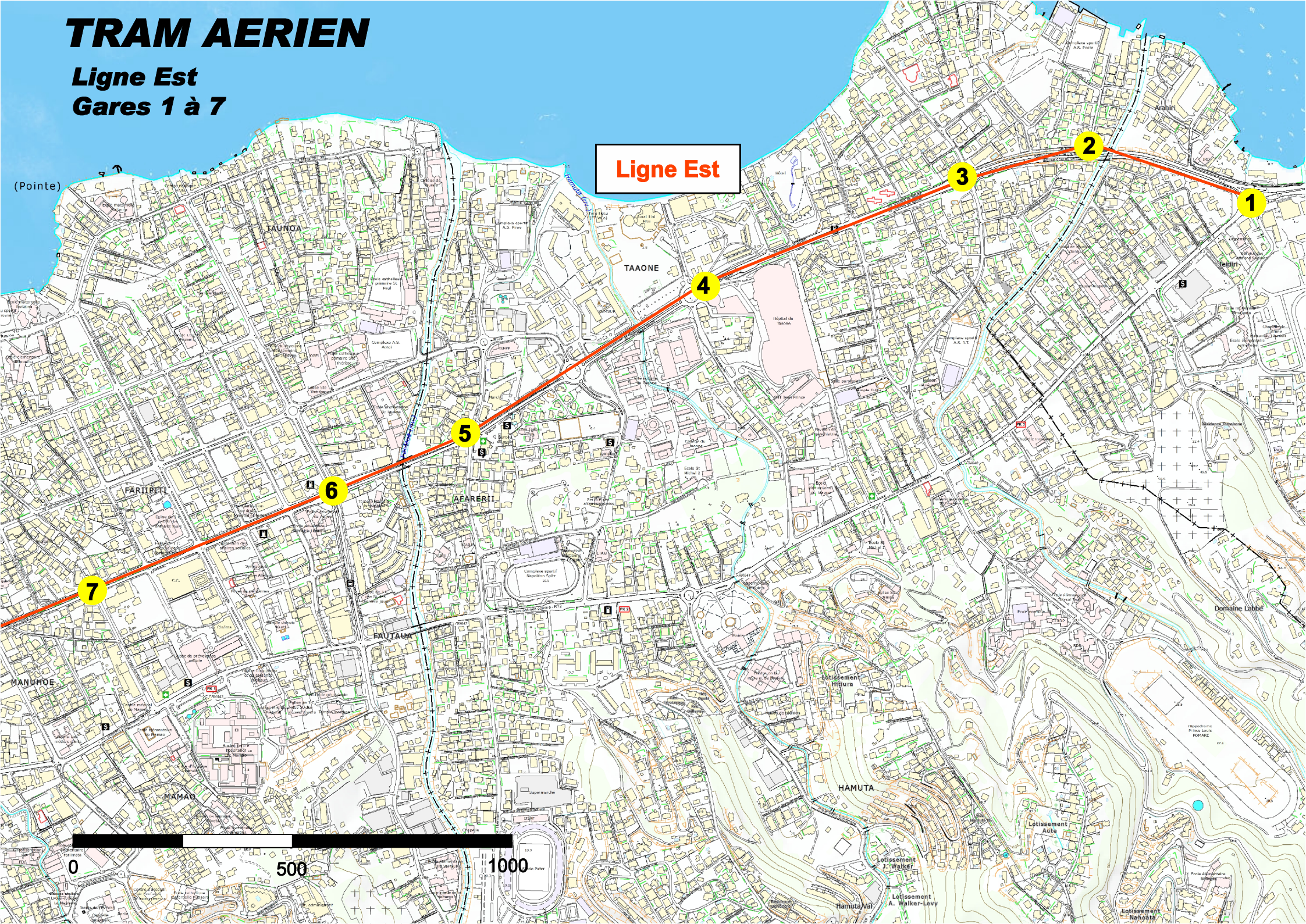

TRAM AERIEN
Ligne Ouest
Gares 23 à 27
23
24
25
26
27
Ligne Ouest
Ligne Puurai
Ligne Aéroport
VAIAHA
TAVARARO
PUURAI
PAMATAI
OREMU
GO 62
0
500
1000


TRAM AERIEN
Ligne Est
Gares 12 à 14
Ligne Ouest
Gares 21 à 24
0
500
1000
TOATA (RÉCIF)
Nuutere (Pointe)
Ligne Est
Ligne Ouest
Ligne Ouest
Ligne Puurai
12
21
13
14
22
23
24
Faafaa te Iore
HOTUAREA
Te Rauru
AUAE
Qrt Sacault
Qrt Likare
Qrt Souky
Qrt Boyer
Qrt Rapa-nui
Qrt Farii
Qrt Tilao
Qrt Van Cam
TIPAERUI
Qrt Van Bastoaler
Outuaraia
Qrt Hennebutse
Qrt Taaf
Qrt Sulyvan
Qrt Temaeva
Qrt Socredo Pamatai
VAIAHA
Qrt Arbelot
Qrt Radford
Qrt Teuruave
Lotissement Vairaaroa

TRAM AERIEN
Ligne Est
Gares 7 à 13
Ligne Ouest
Gare 21
0
500
1000
Ligne Est
Ligne Ouest
7
8
9
10
11
12
21
13
PATUTOA
FARIIPITI
VAININIORE
PUEA
MANUHOE
MAMAO
OROVINI
PAOFAI
STE AMÉLIE
(RÉCIF)
Port de Papeete

TRAM AERIEN

Ligne Est
Gares 1 à 7



Annexe VII : Les mesures d'accompagnement

Il est indispensable de souligner que la mise en place des meilleures techniques de déplacement ne suffit pas : une ligne de transport n'est rien. La chaîne de transport est tout. S'il ne traite pas tous les aspects de cette chaîne, le meilleur plan transport n'aura que des résultats mitigés. La mise en place de lignes de bus fait peu diminuer la part de marché de l'automobile, parce que la partie roulante d'un déplacement n'est que la partie visible de l'iceberg. Par exemple, il faut diminuer les temps d'attente transport, gérer et minimiser l'inquiétude qui est le lot commun des utilisateurs occasionnels des transports publics.

- Lorsque le maillage est nécessaire, l'inter-modalité devient la règle. Elle doit donc faire l'objet d'une intégration irréprochable des divers modes de transport.
- L'accueil est fondamental : le client est par essence inquiet, même si c'est un habitué. Tout doit être fait pour le rassurer. En particulier la signalisation en plusieurs langues, une information lisible quand la nuit est tombée...
- Laisser sa voiture ou son vélo sur un parking relais surveillé rassure.
- Le transport et la manipulation des bagages, le cas échéant, sont souvent source d'énervement et d'inquiétude, en particulier lors des correspondances.
- Les casiers de consigne doivent être disponibles pour les équipements envisagés (vélos, planches de surf...)
- L'intégration tarifaire est également très importante : avoir toujours la main à la poche est très désagréable, même si on ne dépense pas plus au total.
- La complémentarité des modes exige un traitement détaillé des déplacements d'extrémités de parcours : bus, parcs à vélo, parcs auto couverts, **T**ransports **A D**emande (TAD), taxis…Par exemple, à Sion (Suisse), l'itinéraire de liaison entre la gare ferroviaire et le funiculaire est balisé par un trait de couleur continu au sol.
- Les temps d'attente doivent être les plus courts possibles : c'est la vie de chacun qui s'en va pour rien dans les attentes.
- Les temps d'attente doivent être météorologiquement confortables (vent, soleil, pluie).
- Les points d'achat de billetterie doivent être standardisés et repérables.
- L'information doit être complète et omniprésente et même surabondante.
- Les gares doivent comprendre un point rencontre si possible sous forme d'un local climatisé. Cela participe à l'intégration des transports publics dans la vie urbaine.
- La mise en place de la méthode Indimark[13] est une excellente introduction aux transports collectifs.

Cette liste n'est pas limitative ! Le contexte de chaque gare doit être analysé en détail : par exemple, il peut être indispensable d'aménager, baliser et sécuriser une voie cyclable d'accès aux gares ou entre deux secteurs.

[13]La méthode Indimark consiste à définir avec chaque voyageur qui le souhaite le meilleur moyen de transport collectif qui répond à ses besoins, puis à l'accompagner pour son premier voyage.

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe VIII : Le tram aérien dans le monde

Installations existantes de télécabines

Grenoble (France)
Coblence (Allemagne)
Lisbonne (Portugal)
Barcelone (Espagne)
Londres (Grande-Bretagne)
Bolzano (Italie)
Traversée de la Volga (Russie)
Ankara (Turquie)
Funchal (Ile de Madère)
Taipeh (Taïwan)
Singapour
Rio de Janeiro (2 installations ; Brésil)
Caracas (Venezuela)
Medellin (4 installations ; Colombie)
Algérie (Constantine, Annaba, Tlemcen, Skikda)

Installations de télécabines en projet

Hambourg (Allemagne)
Milan (Italie)
Stockholm (Suède)
Remise à niveau des téléphériques du Valais suisse
Genève (Suisse)
Laval (Québec)
Liaison Grenoble/Vercors et connexes
Liaison Allevard/Le Collet d'Allevard (Isère)
Livron (Vallée du Rhône)
Liaison Flaine/Magland (Haute-Savoie)
Banlieue parisienne (Créteil ; Bagnolet)
Lyon Collines
Lyon Ouest
Brest (projet adopté)
Toulouse (en cours de validation)

2Dattitude.org
L'association polynésienne du développement durable
Reconnue d'intérêt général

Le Chaînon Manquant : le transport par câble

Annexe IX : Les points forts et les reproches infondés du tram aérien

LES POINTS FORTS DU TRAMWAY AÉRIEN

- A l'installation, le plus économique des modes de transport motorisés, à l'exception des vélos à assistance électrique. Cet avantage est intrinsèque et indépendant du relief.
- Des travaux de mise en place beaucoup plus courts et plus simples à gérer (entre 6 et 8 mois pour la mise en place, dont seulement une fraction pour les travaux ayant une incidence sur le trafic urbain)
- Des formalités administratives simplifiées (pas ou peu d'expropriation)
- Des intérêts d' emprunts très limités du fait du coût d'investissement très faible.
- La plus faible des consommations énergétiques et donc le plus écologique des modes de transport motorisés. En particulier, pas d'émission de CO2
- Une très faible charge de main d'oeuvre en fonctionnement comme en entretien
- Le plus faible des coûts d'entretien annuels : entre 0,3 et 1,5% de l'investissement
- Un système fluide, sans attente, confortable, silencieux et accessible aux cycles et aux PMR
- Un accueil humain en gare avec pourtant un effectif salarié très faible
- Des contrôles anti-fraude efficaces et simplifiés
- Le plus sûr et le plus agréable des moyens de transport.
- Une disponibilité de 99,8%
- Une vitesse commerciale de 21 à 36 km/h selon le type d'appareil (17 km/h sur la ligne de tram B de Grenoble en heure creuse)
- Une place considérable dégagée au sol pour des espaces verts
- Le transport public est censé donner la liberté. Peut-on parler de liberté quand on est condamné à attendre? Seul le tram aérien ne demande pas d'attente! Temps perdu = vie perdue!

LA SEULE VRAIE LIMITATION

Le seul inconvénient du tram aérien est qu'il ne fonctionne bien que sur des trajets rectilignes. On met en général une gare là où on veut un changement de direction entre deux tronçons. La cabine est alors débrayée en gare et renvoyée sur le tronçon suivant. Mais ce qui semble un inconvénient peut aussi être vu comme un élément de performance: la ligne droite est toujours plus courte que les zigzags! Et cette limitation est inverse de celle des automobiles qui sont, elles, obligées de subir des lacets sur les routes de montagne, ce qui n'a jamais choqué personne!

A TERME DES AVANTAGES DE POIDS

On sait qu'il va falloir développer les transports publics de façon massive, dans un contexte de crédits rares. Prendre le mode le moins cher est donc une ardente obligation pour les décideurs. Cela permettra de faire beaucoup plus à coût identique.

Avec la disparition annoncée du pétrole, on va vers une électrification généralisée des modes de transport. Si on ne veut pas être obligés de multiplier par 3 le nombre de centrales de production, de centres de distribution et de lignes électriques, il est indispensable de réaliser des économies sur les consommations. Qui veut d'une centrale nucléaire à coté de chez lui ? Qui veut une ligne d'éoliennes à portée de vue ? Avons-nous seulement les moyens financiers nécessaires à ces constructions ? Même si le tram aérien présentait quelques petits inconvénients, ils nous paraîtraient bien moindres que laisser des gens sans logement, des résidences de personnes âgées ou des universités sans les personnels ou les crédits nécessaires etc.. Il est donc indispensable de faire rentrer le tram aérien dans les compétitions entre modes.

Rappelons que cela est l'une des obligations fondamentales de la loi d' Orientation des Transports Intérieurs (LOTI, révision 2005) qui demande d'utiliser le mode de déplacement le plus doux, le moins cher et qui rend le meilleur service !!!

Pour nous joindre : p.jaussaud@free.fr ou 04 76 52 44 84 • Le site du Chaînon Manquant : telepherix.free.fr (ni http, ni www)

LES INCONVÉNIENTS SUPPOSÉS DU TRAM AÉRIEN

On ne l'a jamais utilisé jusqu'ici: il y a bien une raison ! : il y ***avait*** une bonne raison. La desserte urbaine nécessite des arrêts fréquents (on met un arrêt de tram tous les 600 m). Pour cela il fallait disposer de système d'embrayage débrayage résistant bien à l'usure. Depuis les années 95 les constructeurs sont passés du stade artisanal au stade industriel et n'ont plus rien à envier aux constructeurs automobiles, qu'ils devancent maintenant en terme de suivi de qualité des constructions et de l'exploitation. Ainsi ils ont un marquage des pièces qui permet de les suivre tout au long de leur vie. L'usure des pièces a été considérablement réduite et on peut maintenant envisager sans révision un nombre d'embrayages/débrayages compatibles avec les besoins d'un transport public. Nombre de pays ont pris conscience de l'intérêt du tram aérien : en Suisse, Autriche, Italie, on ne compte plus le nombre de sites accessibles seulement par tram aérien. Medellin (Colombie), après avoir testé l'incontestable succès de ce mode de transport (un million de passagers/mois depuis 4 ans sur chacune des deux premières installations), vient de lancer un plan de SEPT installations nouvelles !

Le tram aérien coûte cher : par rapport à un vélo oui ! Mais par rapport au tram au sol, il est entre 3 et 5 fois moins cher au km.

Pourquoi le tram aérien est-il meilleur marché et moins gourmand que son cousin au sol ?
Il y a trois raisons. D'abord il n'y a que peu d'infrastructure, et on n'a pas besoin de déplacer les réseaux (eau, gaz électricité, fibres optiques...). La consommation d'un véhicule dépend de deux facteurs : la masse totale mise en mouvement, et les frottements. Le tram aérien est gagnant dans les deux cas : un seul moteur, une seule boite de vitesse etc... pour tous les véhicules, et ces équipements ne bougent pas. Par ailleurs, pour pouvoir s'arrêter en cas d'urgence, les véhicules au sol doivent avoir une adhérence au sol importante. Cette adhérence, on l'obtient au prix de frottements énergivores. Rien de cela pour le tram aérien, où l'on peut, au contraire, les réduire à presque rien. Les frottements du tram aérien sont 5 à 10 fois plus faibles que ceux des autres modes.
La simplicité mécanique et électrique du tram aérien confortent son faible coût.

L'entretien du tram aérien coûte cher : faux. D'abord on n'a pas besoin d'un vaste centre d'entretien, qui stérilise de l'espace urbain et coûte très cher, l'entretien se fait sur place ou chez les constructeurs. Ensuite, la simplicité de la mécanique conduit à un entretien annuel dont le coût ne dépasse pas 3% du coût d'investissement pour 5000 heures de fonctionnement/an.

Le tram aérien est bruyant : moins que le tram dont chaque véhicule est équipé de moteurs, dont le frottement fer sur fer entraîne nombre de bruits, et dont le frottement entre caisses est rarement silencieux. Le tram aérien, lui, roule sur des câbles clos (cylindres sans aspérité) avec des galets à bandage caoutchouc.

Le tram aérien est dangereux : faux, c'est le plus sûr de tous les moyens motorisés: il est réellement en site propre, sans intersection à niveau avec d'autres véhicules ou les piétons. Il connaît si peu d'accidents que ceux-ci font la une des média, alors que le tram au sol a en moyenne un accident/an/carrefour dont on parle très peu sauf la première année. Les accidents du tram aérien sont généralement des accidents du travail, et concernent très peu les utilisateurs (40 blessés/an en moyenne sur le réseau mondial). Ils se produisent presque toujours en gare, et sont généralement dus au non respect des règles de sécurité par les utilisateurs.

Le câble peut casser : vrai en théorie, faux en pratique: les seuls accidents dus à la rupture d'un câble se sont produits par coupure d'un câble par un avion de chasse (2 en Italie, un (sans victime) en France). Encore faut-il voir qu'il s'agissait de téléphériques à une seule cabine, plus difficile à repérer qu'un appareil à cabines multiples, de loin préférable sur le plan des temps d'attente. Depuis les instructions aux pilotes ont été changées. Le plus gros risque du câble est lié à un éventuel incendie des locaux survolés. Et les règles de survol et anti-incendie sont donc très strictes.

De la cabine on va me voir dans mon jardin : vrai mais de très loin: il existe un « cône d'ombre » sous la cabine, et on ne voit que loin au delà de la cabine. On ne peut distinguer les détails. La forme des cabines et la distribution des sièges permettent de réduire la vision de proximité à presque rien. Ne doit-on pas aussi se soucier du plaisir panoramique des utilisateurs?

De la cabine, on va voir à travers mes fenêtres. Vrai, mais plutôt moins que depuis un bus ou un tram dont les ralentissements sont fréquents, alors que le câble fonctionne à vitesse constante. Du reste, les riverains des rues n'ont pas attendu le tram aérien pour mettre des rideaux aux fenêtres ! Enfin on sait protéger les riverains par un revêtement ou un traitement des vitres qui ne laissent pas voir de l'extérieur vers l'intérieur, mais laissent intacte la vue de l'intérieur vers l'extérieur.

Les gens ont peur du vide et ils ne le prendront pas : Jusqu'à preuve du contraire ils utilisent les télésièges en station. La télécabine de Grenoble est le deuxième site le plus visité du département de l'Isère. Ceux qui ont le mal de l'air ne sont pas obligés de prendre l'avion qui, sauf erreur de notre part, n'est pas proscrit.

Il y a un problème de sécurité pour les passagers : faux, le tram aérien est plus sûr que tous les autres modes dont les fauteurs de trouble peuvent s'échapper sans problème. Avec le tram aérien ils sont sûrs d'être interceptés à l'arrivée. Les télécabines de Medellin en apportent la preuve quotidienne.

L'accès aux PMR est impossible : tout aussi impossible que l'accès au métro, à météor etc..! Cette remarque est complètement infondée. L'accès est intégral.

En cas d'incident on a du mal à évacuer les passagers : Cette remarque en appelle trois. La première est qu'en moyenne une installation ne connaît qu'une évacuation dans sa vie, moyenne calculée sur des installations qui sont pour l'essentiel âgées de plus de 20 ans. La seconde est qu'en milieu urbain, les évacuations sont très faciles avec des nacelles sur camion. La troisième est que l'on construit maintenant des installations pour lesquelles les retours en gare sont toujours possibles.

Le Chaînon Manquant : Le Transport par câble
Association Loi 1901
179 Serviantin, 38330 BIVIERS - Site internet : telepherix.free.fr