



Le câble au service de l'intermodalité

UN PROJET POUR GRENOBLE

Introduction

Le transport par câble urbain, plus connu aujourd'hui sous le nom de tramway aérien effectue actuellement une percée remarquable dans les esprits. C'est à la fois un moyen de transport sûr, moins cher en investissement comme en exploitation que ses concurrents (bus, tram), et plus écologique. C'est en outre un mode de déplacement ludique qui est largement utilisé dans les sites touristiques du monde entier. La Loi de Grenelle I nous fait aujourd'hui obligation de le mettre en compétition avec les autres modes. Nos voisins Suisses l'ont compris depuis longtemps: ils disposent de 308 installations de transport par câble pleinement intégrées dans leur réseau de transports publics. Avant d'être un agréable jouet, c'est d'abord un moyen de transport très modulable, très confortable et très sûr. Et comme tout moyen de transport, sa mise en place requiert de répondre à quelques questions, dont la réponse confirmera ou infirmera sa pertinence dans un contexte donné. Le but de ce bref document est de lister les points auxquels la plus grande attention doit être portée, sauf à faire d'un choix -quel qu'il soit- un fiasco. Ce document est destiné à tous : que les spécialistes chevronnés du transport qui le liront me pardonnent de leur livrer quelques évidences, qui n'en sont pas pour ceux qui abordent le domaine des transports pour la première fois.

LES SIX QUESTIONS FONDAMENTALES POUR GUIDER LES CHOIX

La loi de Grenelle I a acté qu'il y a urgence à modifier nos comportements. Cela ne sera possible sans choc social que si nous réorientons nos investissements. Le transport est, avec l'habitat l'un des principaux domaines sur lesquels une action peut et doit être entreprise. Dans ce domaine, avant toute décision, on doit répondre à 6 questions:

-Comment faire beaucoup si on choisit la solution la plus chère?

Le tram aérien est, à capacité et vitesse égales ou supérieures, 4 fois moins cher que le tram au sol

-Comment faire vite si on choisit la solution la plus longue à implanter?

10km de lignes peuvent être implantés en moins d'un an, contre 4 ans pour le tram au sol

-L'électricité va se généraliser comme énergie de base dans les années à venir. Comment limiter le nombre de centrales électriques à construire sinon en choisissant la solution la moins gourmande en énergie?

Le tram aérien consomme en moyenne 4 fois moins d'énergie par passager transporté et par km que le tram au sol. En outre sa consommation à vide est encore plus faible.

-Comment faire diminuer le coût social des accidents si on généralise la solution la plus accidentogène ?

Selon une statistique du STRM-TG: on recense 27 fois plus d'accidents corporels avec le tram au sol qu'avec les télécabines (en France).

-Comment faire diminuer les allergies si on choisit une solution qui brasse les poussières déposées au sol?

Tous les véhicules au sol émettent des poussières (moteur, freinage, embrayage etc...). Les véhicules qui suivent les véhicules émetteurs (et qui sont eux-mêmes émetteurs) maintiennent les poussières émises en l'air. C'est une des principales raisons de l'augmentation régulière et sensible des allergies pulmonaires et cutanées. Le tram aérien ne pose pas ce problème.

-Comment améliorer l'attractivité des transports publics?

-Aujourd'hui, sauf en région parisienne, les transports public peinent à assurer plus de 18% des

déplacements. Selon une étude faite par le bureau Suédois WSP (N° 10 mondial dans la spécialité), le tram aérien est susceptible de multiplier ce rapport par 2.8

La suite de ce document va nous montrer que le tram aérien est aujourd'hui le mode de transport qui répond le mieux à nos préoccupations actuelles. Ses caractéristiques sont intrinsèques à sa conception, et ses avantages sont là pour longtemps. Au regard de ces avantages, ses inconvénients, que nous discuterons, sont plus que limités.

LES PRE-REQUIS D'UN CHOIX DE TRANSPORT

- Qui ou que veut-on transporter (piétons, cyclistes, touristes, messagerie)?
- Y a-t-il une complémentarité possible entre plusieurs clientèles, ou bien se présenteront-elles toutes en même temps? (Lycée, commerces, équipements sportifs, zone industrielle, touristes....)
- Est-ce que cela doit être un mode de transport permanent (et combien d'heures par jour?, combien de jours/an)
- Existe-t-il un réseau local de transport (bus, tram, train, voie verte) et quelle intégration envisage-t-on dans ce réseau (billetterie, correspondances, complémentarité inter-modale)
- Quel est le débit nécessaire aujourd'hui? Sera-t-il suffisant dans 20 ans, durée de vie moyenne d'une installation (la TC de Grenoble a 30 ans et elle suffit encore, la TC Brides les Bains Méribel aura 20 ans et elle ne peut plus répondre à la demande de pointe depuis quelques années)
- Quel temps de transport maximum accepte-t-on ?
- Quelles sont les capacités de financement de la collectivité ?
- Comment envisage-t-on la gestion de l'installation (PPP, concession, régie..)
- Combien d'entreprises seront assujetties à la taxe versement transport?

LES ACTEURS LOCAUX

- Conseils Généraux, Communauté d'Agglomération, de Commune, et communes
- Associations, qu'il faut préparer à la décision. Celles qui seront à priori hostiles, celles dont on peut espérer le soutien
- Les commerçants, les entreprises (qui paient la taxe Versement Transport)
- Les élus locaux réputés favorables, et ceux réputés hostiles
- Quel est le mode de management des relations élus-population-association

LA PREPARATION DES ESPRITS

On n'a peur que de ce que l'on ne connaît pas. Une large campagne d'information et de communication sur ce qu'est la réalité du tram aérien devra préparer les esprits: réunions publiques avec conférence sur le transport choisi, réunions « Tupperware » chez quelques habitants, bulletins municipaux, visite de quelques sites pour les représentants des élus, des techniciens et des associations. Plusieurs projets de tram aérien ont capoté parce que cette étape avait été négligée (à Issy les Moulinaux par exemple)

LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

On n'insiste jamais assez sur la nécessaire intégration d'un moyen de transport dans la chaîne des transports quotidiens. Cette intégration, outre le choix du mode, de son itinéraire etc... passe aussi par les mesures d'accompagnement: tout- et même plus!- doit être fait pour simplifier la vie de la clientèle, et faire du transport public une alternative crédible et agréable à l'automobile. Pour cela, les mesures d'accompagnement sont primordiales. Pour ne citer que les plus significatives:

- Parc relai automobile près des gares hors centre ville
- Parc à vélos sécurisés
- Intégration des correspondances
- Information clientèle
- Sécurisation des transports par vidéo

- Billetterie intégrée tous modes
- La nécessaire participation des exploitants de bus qui verront leurs missions modifiées. Pour répondre à la demande des collectivités, ils se sont lourdement équipés et donc endettés. Peut-on raisonnablement les mettre à genoux ?

L'URGENCE DE L'ACTION

La loi de Grenelle I le dit: il y a urgence à agir. Pour permettre de mesurer cette urgence, considérons ce que la liaison Grenoble Plateau du Vercors représente au quotidien.

Les distances parcourues ne prétendent pas à la précision au % près. Elles sont néanmoins de l'ordre de grandeur de la réalité. Les coûts sont calculés sur la base d'une cylindrée moyenne pour l'automobile (8-9CV), et sur la base des données du Conseil Général de l'Isère qui exploite le réseau de bus TRANSISERE le réseau de transport de Grenoble (7€/km).

LES DONNEES DU PROBLEME					
	GRENOBLE[km]		Cout bus [€/km]	7	
AUTRANS	40		cout auto [€/km]	0,7	
CORRENCON	43				
LANS	28		Emission CO2 Bus	1	Kg/Km
MEAUDRE	37		Emission CO2 Auto	0,2	Kg/Km
ST NIZIER	25				
Villard/St N	31				
VILLARD Direct	36				
MOYENNE	34,83				
Trafic automobile : 15000 véhicules/jour, tous sens confondus					
	Nbre de services	Longueur[km]	Longueur A&R/jour	COUT[€/jour]	CO2[Tonnes/jour]
Ligne 5100	12	36	864		
Ligne 5110	8	29	464		
Ligne 5120	9	34	612		
Ligne 5130	8	6	96		
Total Bus			2036	14252	2,04
Total Automobile	15000		522500	365750	104,5
TOTAL GENERAL				380002	106,54

TABLEAU I

Comme on le voit sur le tableau ci-dessus, la liaison Grenoble Vercors est à l'origine d'un parcours de 522500km, soit plus de 13 fois le tour de la Terre chaque jour. Le tout accompagné par la bagatelle de 106 Tonnes de CO2 chaque jour!

Et une telle situation se répète chaque jour pour chacune des 4 entrées importantes de Grenoble! L'urgence à traiter ces dessertes en modes doux est donc criante.

L'APPORT DU TRAM AERIEN

Cet apport est très net en termes de coûts d'investissement, de fonctionnement, de consommation d'énergie, de confort des usagers, de rapidité de transport et de pollution aérienne. Chacun de ces arguments trouve une justification très simple.

Pour le coût d'investissement, la superstructure du tram aérien nécessite peu de travaux pour sa mise en place: 4m² au sol pour un pylône et 200m² pour une gare intermédiaire. Et on n'a pas besoin de déplacer toutes les canalisations souterraines sur des kilomètres. Pas besoin non plus d'ateliers volumineux et coûteux pour l'entretien.

Pour la consommation: contrairement à tous les autres modes motorisés, il y a un seul moteur, commun à tous les véhicules, et ce moteur reste fixe en gare. Il en va de même pour la boîte de vitesse et divers autres composants des véhicules motorisés. Il en résulte un rapport masse transportée utile sur masse totale transportée est très favorable au tram aérien. De plus, le tram aérien est en site propre intégral, et on peut se permettre de minimiser les frottements sur les pylônes.

Pour ce qui est du confort des utilisateurs, la proportion de passagers assis est de 100% jusqu'aux cabines de 8 places et dans les plus grosses cabines, on a 20 passagers assis pour 10 debout: exactement la proportion inverse du tram au sol.

Complètement insensible aux encombrements urbains et aux risques d'accidents avec d'autres usagers de la rue, le câble est globalement plus rapide que les autres modes de transport.

Pour ce qui est de la pollution, le tram aérien n'émet aucune particule, et surtout ne brasse pas les poussières laissées au sol par le trafic motorisé urbain.

Le tableau II ci-dessous résume quelques-unes des caractéristiques des divers modes motorisés.

(POUR TRANSPORTER 300 PERSONNES AVEC UN DEBIT DE 3600p/h)				
MODE	CLIO II	BUS	TRAM	TRAM AERIEN
INVESTISSEMENT (M€/km)	15,4	16,5	20-60	7,5-15
FONCTIONNEMENT(€/km pour 300 personnes)	40,5	15	7	1,5-3,2
DEBIT MAXIMUM	3600	1200	4500	5000
PERIODICITE MAXIMALE DE PASSAGE	6 secondes	5 minutes	4 minutes	6 à 40 sec
VITESSE COMMERCIALE URBAINE(Km/h)	20-30	12	15	18-25
EFFICACITE ENERGETIQUE	45-90	83-166	800	1660
EXEMPLE DE CONSOMMATION(kwh/passager)	4,7	1,35	1	0,28
EMISSIONS DE CO2 LOCALES[Kg/km]	11,2	3,75	0	0

Tableau 2: comparaison modale

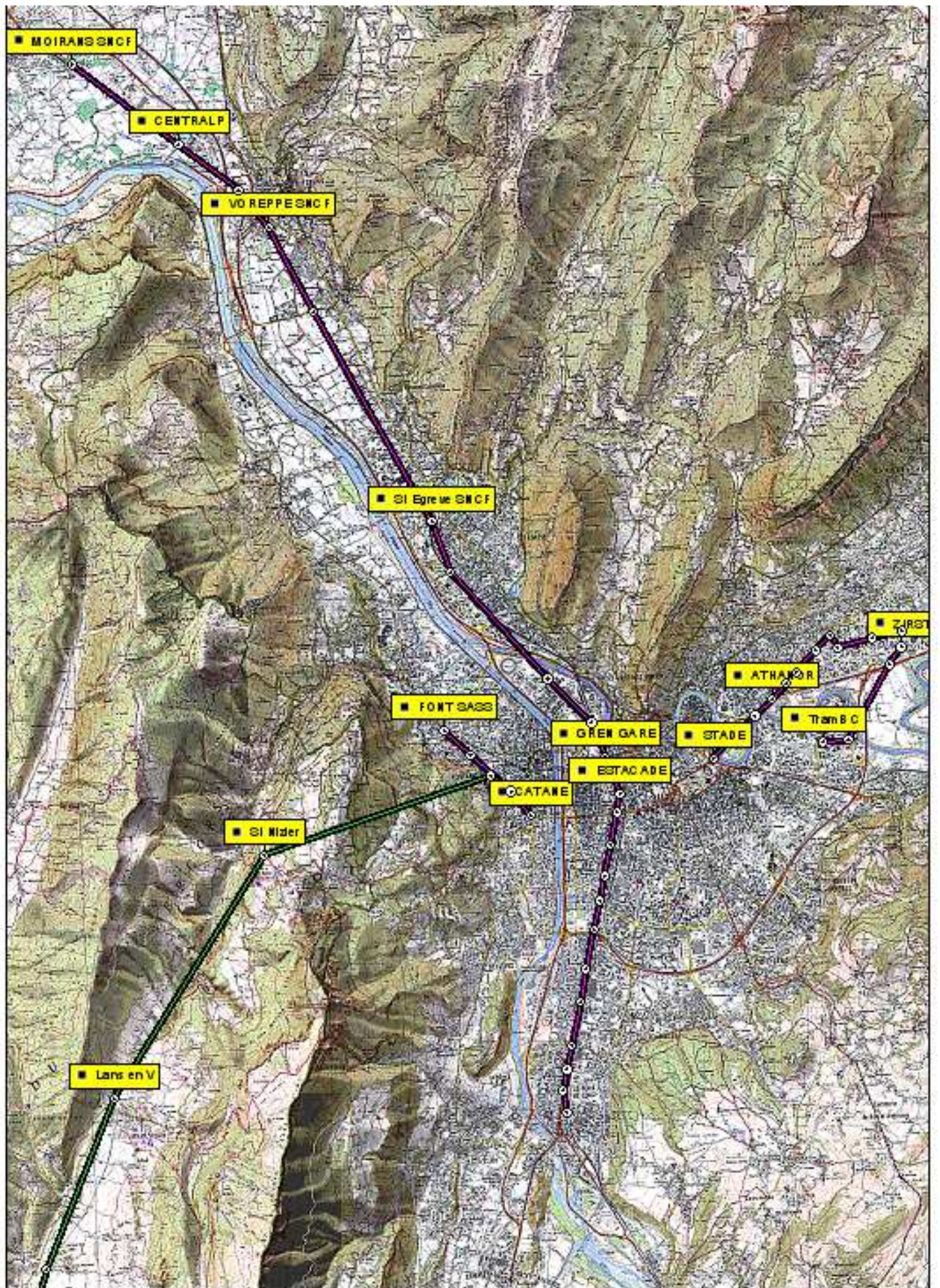
On y trouve une notion très à la mode aujourd'hui: *l'efficacité énergétique*. On la définit souvent par la consommation d'un mode de transport. Un physicien ne peut accepter cette définition: quoi de commun, pour une même voiture, entre la consommation d'une conduite sportive et la consommation d'une conduite calme? On voit donc qu'il est nécessaire de donner une définition indépendante de facteurs humains, forcément variables, et de se concentrer sur le mode de transport lui-même. Si on revient aux fondamentaux de la consommation, on y trouve deux facteurs: la masse totale en mouvement, et les frottements. Mais là encore quoi de commun entre un 4X4 avec une seule personne et une fiat 500 avec une seule personne ? Le facteur de masse important à considérer est en réalité le rapport entre la masse transportée et la masse totale mise en mouvement. Pour ce qui est des frottements, là encore la situation mérite quelques précautions. La consommation d'un véhicule électrique dépend du rendement électrique des moteurs, et de frottements de roulement. Pour un véhicule à moteur à explosion, il y a également une énergie perdue dans l'aspiration et la compression des gaz dans les cylindres. La vitesse de la voiture dépend de la vitesse de rotation du moteur et du rapport de boîte de vitesse: rouler à 40km/h en 1° est plus coûteux en énergie qu'en seconde. On doit prendre ce facteur en compte dans les frottements subis par une automobile en marche. C'est à partir de ces considérations que nous avons établi l'efficacité énergétique d'une automobile en trajet urbain.

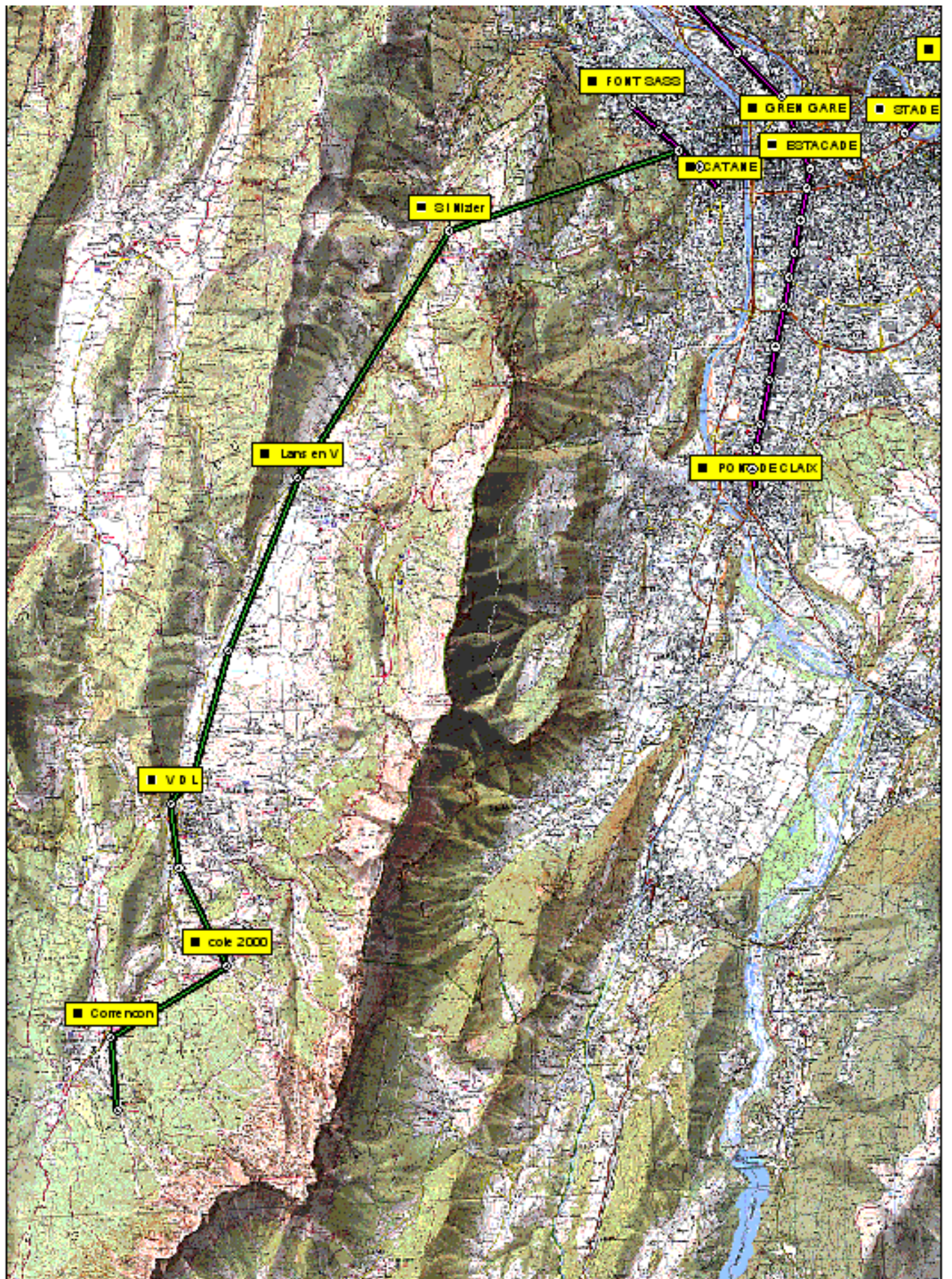
Si maintenant on souhaite faire une comparaison entre une ligne de tram aérien et une ligne de tram classique de même longueur, on se reporte au tableau ci-dessous. La partie la plus chère d'un tram aérien est située dans les gares. Il est donc nécessaire de faire une comparaison sur les mêmes bases. On met en moyenne un arrêt de tram au sol tous les 600m. C'est donc cette distance que nous avons également adoptée pour le tram aérien. (Tableau III)

	TRAM AERIEN	TRAM SOL
LONGUEUR	10 km	10 km
INVESTISSEMENT	82 M€	340M€
FONCTIONNEMENT/AN	4,9 M€	9,51 M€

TABLEAU 3

Partant de ces données et des calculs de ligne aimablement fournis par la société EFCABLES, nous avons examiné ce que l'on pourrait faire autour de Grenoble avec le tram aérien pour environ le même coût qu'avec la ligne de tram sol ci-dessus. La figure présentée ci-dessous montre 5 lignes de transport par câble autour de Grenoble, et le tableau 4 donne les coûts d'investissement du tram aérien et compare ses coûts de fonctionnement avec ceux des autres modes de transport collectif.





UN PROJET POUR GRENOBLE AU 21° SIECLE

Projet	Départ	Arrivée	Longueur	Nbre de GI	Dist G/G	investiss	Fonct	Long. Route	Fonct bus	Fonct Tram
N°			[km]		[km]	[M€]	[M€/an]	[km]	[M€/an]	[M€/an]
5_8	Grenoble	Corrençon	25,7	8	2,86	97	3,79	36	104	53,66
5_2	Pont catane	Sassenage	2,5	3	0,63	20,45	0,97	2,5	6,21	3,19
5_6	Voreppe	Moirans	5,3	2	1,77	24,07	1,04	8,6	13,15	6,8
5_5	Grenoble Gare	Voreppe	13	4	2,6	50,64	2,04	17,4	32,27	16,6
5_1	Grenoble Gare	Pont de Claix	7,45	12	0,57	64,54	2,8	7,45	18,5	9,52
5_4	Grenoble	Meylan	5,11	8	0,57	44,6	2	6,9	12,7	6,53
5_3	Meylan	Campus	2,7	2	0,9	17	0,8	5,8	14,4	7,41
			61,76		TOTAL	318,3	13,44		201,23	103,71

Principales caractéristiques des 7 lignes qui rendraient bien service à Grenoble et au Vercors

Afin de ne pas alourdir les dessins, nous n'y avons pas fait figurer les liaisons Lans Autrans et Lans Méaudre dont les prix représentent moins de 10% du prix total ci-dessus, de sorte que le prix total atteindrait celui de la seule ligne E de tram au sol qui fait débat.

N.B. Les tracés de ligne ont été faits avec le logiciel CARTOEXPLOREUR qui nous a fourni les données de type géométrique de nos lignes. Les données économiques sont fournies par les données des constructeurs pour ce qui concerne l'investissement, et par la comptabilité analytique des installations de Val d'Isère. Nous avons bien sur tenu compte du fait que celles-ci ne fonctionnent que 1500h/an, contre 6000h/an pour les transports publics.