

Référence :PASS02

Date :18/3/05

Rédaction : P.JAUSSAUD

## PASSERELLE BRIGNOUD-CROLLES

### OBJECTIF

Relier à l'aide d'un transport par câbles deux pôles d'échange : l'un jouxte la gare SNCF de Brignoud, l'autre le magasin Géant. Comparer aux autres solutions possibles.

Public visé : piétons, cyclistes et utilisateurs du train



**Un exemple de transport par câble : la télécabine 10 places de POMA**

### LES CONTRAINTES EXTERNES DU PROJÈT

- Traversée de la voie ferrée, de la RD 10A), de l'Isère et de l'Autoroute) en amont de l'échangeur.

Ouvrage	Largeur	Survol
Voie ferrée, gabarit GB1 électrique	10m	6.2m
RD 10A	20m	4.3/4.7m
Isère	130m	libre
A41	175m	4.3/4.7m

- Pas d'angle de ligne, sauf en cas de gare intermédiaire.
- Vent maximum de fonctionnement : 80km/h
- Augmentation du prix du pétrole, de l'acier et du ciment
- Développement possible du tram dans plus de 10 ans

### **CONSIDERATIONS DE TEMPS DE PARCOURS**

Nous avons mesuré le temps de parcours en vélo, sans forcer (mesuré le 11/2/05 à 9h20, conditions de circulation fluides) : 5 minutes entre le PN de la gare de Brignoud et le panneau d'entrée du supermarché Géant.

Le rapport des vitesses à pied et à vélo est de 4. Le temps de parcours à pied est donc :20 minutes

Pour être attractive pour un cycliste, la traversée en navette devrait durer 4 minutes maximum, temps moyen d'attente compris. Si c'est le cas, les piétons y gagneront également.

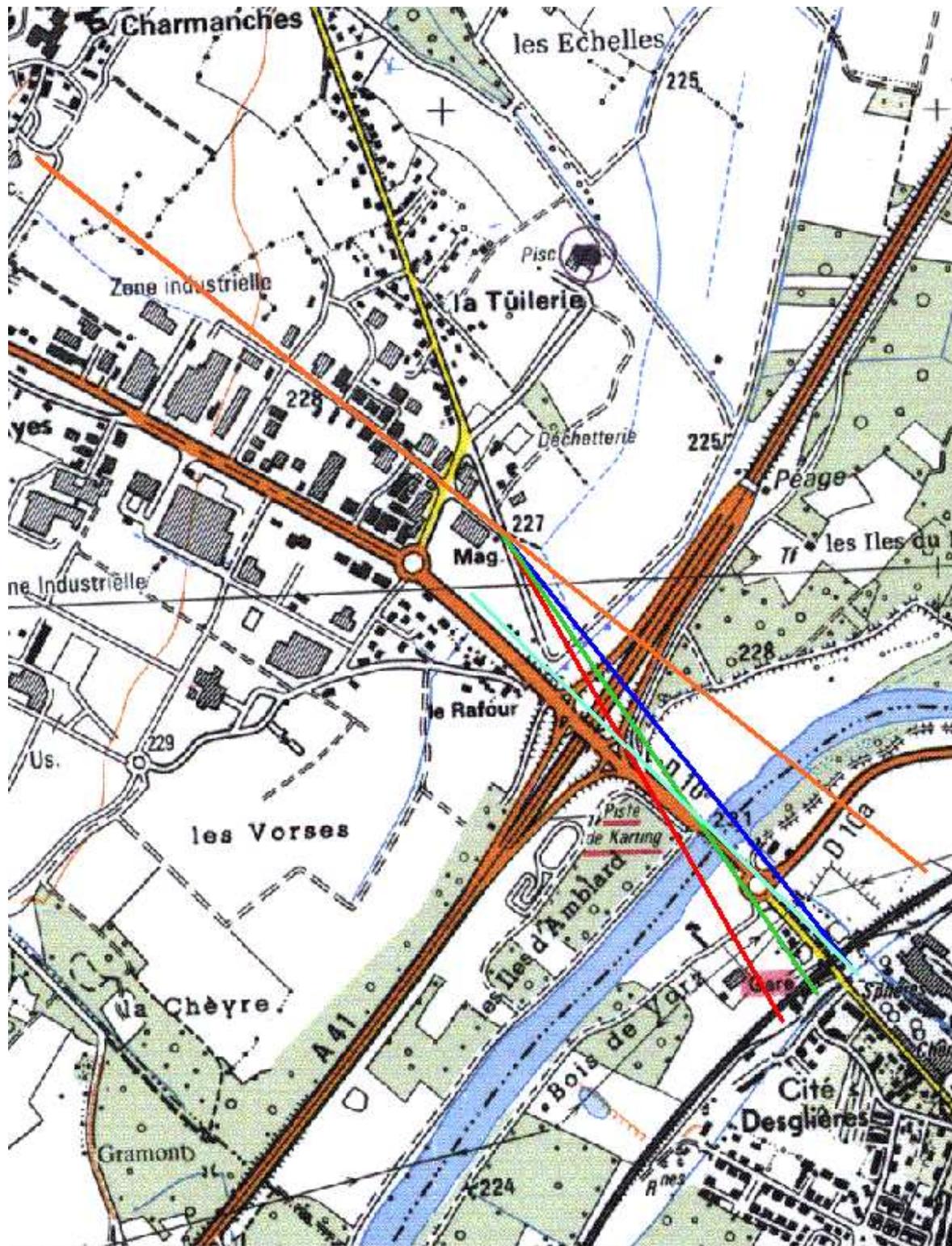
### **LES TRACES EXAMINES**

A titre de comparaison, 5 tracés ont été envisagés : celui demandé par la COSI et 4 autres, avec des points de départ différents coté Brignoud. Seul le tracé suggéré par la COSI a fait l'objet d'une étude détaillée avec implantation de pylônes et calculs de puissance.

Les versions envisagées ci-dessus ont pour longueur :

1. Version bleu clair (demandée par la COSI) : 1,1 km
2. Version rouge : 1,13km
3. Version verte : 1,12 km
4. Version bleue : 1,14km
5. Version orange : reportée pour indication. Son seul avantage est de permettre un prolongement vers Crolles sans angle (2,3km au total)

Toutes ces options permettent un prolongement, soit le long de l'avenue Ambroise Croizat [tracé 1], soit vers l'école de musique [tracés 2,3,4,5], sous réserve de pouvoir trouver un accord de survol avec la société NALCO dont le terrain barre le chemin des sources.



CartoExploreur 3 - Copyright IGN - Projection Lambert II étendu / NTF  
 © FFRP pour les itinéraires et sentiers de randonnée GR®, GRP®, PR®



## LES TYPES D'APPAREILS ENVISAGEABLES

Il existe 4 modes de fonctionnement en matière de transports par câble :

- Appareil pince fixe (télésiège classique, vitesse limitée à 1m/s pour les piétons, protection contre les intempéries possible)
- Appareil débrayable fermé (Télécabine classique) ou ouvert (Télésiège débrayable)
- Appareil Pulsé à mouvement continu (type La Bastille)
- Téléphérique à va et vient (type téléphérique de Chamrousse)

### **Ci contre : télécabine bicâble**

Chacun de ces modes de fonctionnement peut être conçu sur une base technique monocâble ou multicâble. La vitesse autorisée dépend à la fois du mode de fonctionnement et de la base technique choisie.



**Télécabine monocâble de CARACAS**



**Télépulsé bicâble de la Bastille**

- Télécabine mono ou multicâble (6 ou 7.5m/s)
- Télépulsé mono ou multicâble
- Va et vient mono ou multicâble(6 ou 12.5m/s)

Comme indiqué ci-dessus, les télécabines peuvent fonctionner jusqu'à 6 m/s (21.6km/h) en monocâble, et 7.5 m/s (27 km/h) en multicâble

Les appareils va et vient multicâbles peuvent aller à 12.5m/s (45 km/h).

Dans tous les cas, pour des questions de vitesse limite, de survol et d'intempéries, on utilisera des véhicules fermés.

Les constructeurs sont tenus de travailler sous le régime d'assurance qualité (normes ISO 9000-9004).

Le sauvetage en cas d'incident technique moteur est une opération très rare. Il doit néanmoins être prévu. Il devra se faire par rapatriement des véhicules en gare, ce qui nécessite deux chaînes motrices indépendantes.

Pour améliorer le confort par temps froid, on peut prévoir de chauffer les cabines, par stockage rapide d'électricité dans des supercondensateurs qui sont maintenant bien au point (le tram de Mannheim est équipé d'une alimentation électrique de secours de ce type).

Le chargement des vélos devra se faire dans la cabine.

### **LES CONSTRUCTEURS**

Il n'existe plus actuellement que deux gros constructeurs européens (Groupe DOPPELMAYR et Groupe LEITNER, dont POMA fait partie). Subsistent encore quelques tout petits qui ne fabriquent que des matériels pince fixe (MMG, MONTAVAL, GRAFER).

### **LES ATTENTES DES UTILISATEURS**

Les facteurs qui conditionnent l'attractivité en matière de transport public sont les suivants

- Temps d'attente très réduit
- Confort pendant l'attente (intempéries, froid ou soleil)
- Temps de transport réduit et régularité de passage
- Confort (pas de secousses, bien être thermique, silence, et intempéries)
- Sentiment de sécurité
- Continuité d'itinéraire : les ruptures de charge doivent être les plus discrètes possible
- Une bonne information, distribuée et facile à trouver
- Intégration tarifaire

### **CHOIX D'UN MATERIEL**

Selon la politique à plus long terme, ce choix devra ou non intégrer les possibilités de prolongement vers Crolles et vers Brignoud, et la possibilité d'un débit évolutif, pour minimiser les coûts d'investissement au départ

Les données du problème cinématique sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tous les matériels doivent respecter les prescriptions réglementaires : l'accélération au démarrage et la décélération au freinage doivent être inférieures ou égales à  $0.5M/S^2$  en moyenne.

Longueur retenue : celle de la version 3 : 1,14 Km

Base véhicule : 8 places, 3 véhicules /train en cas de télépulsé, 2 trains

Temps mini entre véhicules (pour TS/TC) : 6 à 12 sec, soit 300 à 600v/h maximum

### Estimation des temps de parcours.

	TELECABINE	TELEPULSE	TELEPHERIQUE
TEMPS DE PARCOURS	(3' 11'')	(3'18'')	(1'53'')
DEBIT (p/h)	2400	1009	464
TEMPS MOYEN D'ATTENTE	6sec	3'48 ''	4'
TEMPS MOYEN DE PARCOURS	3' 17	7'06	5'53

Le chargement de vélos peut modifier le temps passé en gare. Il ne change pas le nombre de véhicules lancés par heure qui peut rester à 300 maximum pour une télécabine (12 sec entre deux lancements), donc le débit ne change pas non plus. Seul change le nombre de véhicules total affectés à la ligne. Par contre on peut espacer les lancements de véhicules. Avec 24 secondes entre véhicules, on aura deux fois moins de cabines et un débit de 1200 p/h

Si on prend un système pulse comme celui de la Bastille, mais avec 4 trains de véhicules au total en ligne, on a un débit de 1009p/h

Pour un téléphérique qui aurait une cabine de capacité identique à celle d'un train du pulsé précédent (32 personnes), le débit tombe à 464 p/h, avec le plus court des temps de parcours des trois configurations. Ce débit doublerait avec deux cabines de 30 personnes cote à cote.

Seul le système télécabine permet facilement un prolongement de l'installation

### **BILAN GLOBAL POUR UNE TELE CABINE**

#### I ] Bilan Energétique

Pour faire le bilan énergétique de fonctionnement, il est nécessaire d'avoir implanté les pylônes, puisque sur une ligne pratiquement plate il n'y a ni à monter ni à descendre les véhicules, et les frottements sur les pylônes et en gare sont seuls donc consommateurs d'énergie. Il faut donc établir une note de calcul de l'installation pour les connaître.

Ne sachant pas quel sera le débit nécessaire en régime établi après quelques mois de mise en service, nous avons utilisé deux débits (cela influe sur le nombre de cabines et donc sur le prix de l'installation) : 1200 p/h (150 véhicules /heure, 20 secondes entre deux véhicules) et 2400 p/h (300 véhicules/heure, 12 secondes entre deux véhicules) et avons travaillé sur une hypothèse de télécabine pour des raisons de temps d'attente qui est minime dans ce cas. Il faut faire remarquer que le débit maximum d'une installation de télécabine 40 places est de 4800 p/h, Cela permet donc un doublement du débit si nécessaire. Enfin, pour un débit de 2400 p/h, il faut 30 cabines en ligne plus 5 dans chaque gare pour les phase de montée et descente des passagers.

Il est aussi nécessaire de préciser les types de chargement attendus et leur durée. Dans les exploitations de sport d'hiver, on admet 15% du temps pleine charge, 35% du temps à mi charge, et 50% du temps à vide. Il est cependant douteux que la situation soit la même dans notre cas, et, de manière arbitraire, nous avons admis les répartitions suivantes :

16 heures de fonctionnement/jour (6h-22h)

1. 1 heure à plein débit dans un sens et vide dans l'autre
2. Idem précédent mais les deux sens inversés
3. 2 heures/jour avec 2 personnes par cabine de chaque coté

4. 10 heure/jour avec une personne par cabine de chaque coté
5. 2 heures/jour à vide.

D'autres répartitions pourront être examinées selon les besoins de la COSI. Mais les variations resteront faibles

Nous avons implanté les pylônes en tenant compte des zones interdites (A41, Isère, RD 10a et voie ferrée) de façon à avoir une ligne réaliste, mais il faudra sans doute affiner la position et les hauteurs des pylônes pour minimiser la consommation énergétique.



IMPLANTATION DES PYLÔNES

Pour les cas de chargement cités, et dans les deux cas de débit nous avons obtenu les puissances nécessaires. Nous avons analysé les conditions de fourniture d'électricité par la régie à la COSI. Cette analyse se trouve en annexe. A partir de cette analyse, nous avons obtenu un prix moyen/jour. Pour le débit le plus faible nous avons utilisé le tarif jaune, et pour le débit le plus fort, le tarif vert.

CAS DE CHARGE	1200p/h max	2400 p/h max	DUREE
[1] 8/0	164 KW	189 KW	1 heure
[2] 0/8	156 KW	173 KW	1 heure
[3] 2/2	164 KW	190 KW	2 heure
[4] 1/1	160 KW	191 KW	10 heure
[5] 0/0	158 KW	182 KW	2 heure
CONSOMMATION JOURNALIERE	2565 KWH	2900 KWH	16 heures
PRIX DE L'ENERGIE JOURNALIERE	175 €	220 €	
SALAIRE QUOTIDIEN DU PERSONNEL	640€	640€	

Selon l'entreprise POMAGALSKI, le coût d'une telle télécabine se monterait à 5 M€ pour 1200 p/h, (devis ci-joint) 5,4M€ pour 2400 p/h et à 6,4M€ avec l'option de sauvetage intégré, indispensable dans le cas d'un transport public. L'étude de sécurité en cours devrait affiner ce résultat.

Pour exploiter l'installation, il faut deux personnes en permanence, soit 32 heures salariées /jour en 2X8 heures. Un personnel qualifié pour ce type d'exploitation coûte environ 3000 €/mois charges comprises pour 4.33 semaines/mois\*35heures/semaine=152 h/mois, soit environ 20 €/heure TTC. Le coût en personnel s'élève donc à 640 €/jour.

Le coût de fonctionnement (hors amortissement et entretien) s'élève donc à 860 €/jour.

Selon les indications de la société Halec SA (Crolles), leader mondial de ce type de contrôles, le coût des contrôles réglementaires s'établit ainsi :

Contrôle annuel des câbles	420 €
Essais annuels	1400 €
Provision annuelle pour contrôles tous les 15 ans	1000€
Coût annuel du contrôle des véhicules tous les 5 ans	13500 €
Total annuel	16320 €
Equivalent quotidien du total annuel	45 €

Le coût d'exploitation global, hors investissement est donc de : 905 €/jour

A ce coût il faut ajouter le coût d'investissement amorti sur 20 ans, durée de vie moyenne de ce type d'installation, non parce qu'elles sont hors service au bout de 20 ans, mais parce que l'apparition de matériels nouveaux les démode : on notera que la télécabine de la Bastille, dont le design était avant-gardiste a atteint 27 ans de fonctionnement en 2004. L'amortissement arrive ainsi à un coût quotidien de 876 €/jour. Le montant total quotidien est donc de 1781 €/jour, soit 650 000€/an.

Reste à vérifier que la passerelle, par câble est bien capable d'absorber sans queue significative les passagers qui se présentent.

## **COORDINATION TRAIN/PASSERELLE**

Il faut ici se placer dans une hypothèse de trafic maximum en provenance de la gare SNCF, soit 400 passagers qui arrivent par une rame TER. Tous ne vont pas arriver en même temps au départ de la télécabine. Pour celle-ci, on doit regarder ce qui se passe au débit nominal (2400p/h,) et au débit maximum (3600p/h) Il faut tenir compte des facteurs suivants :

Les passagers descendent un par un par l'une des 4 portes de la rame.

Les portes s'étalent sur une distance de 50 m environ les unes des autres

Les passagers marchent à des vitesses différentes, admettons entre 4 et 6km/h, et la distance entre la gare SNCF et la télécabine est d'environ 180m. La seule différence de vitesse de marche conduit à un étalement de la clientèle de 1 minute, pendant laquelle 40 ou 60 personnes sont embarquées.

Si la descente des passagers s'étale sur 4 minutes, et si on admet 50m de longueur de rame, on obtient un étalement supplémentaire de 4'30.

Certains vont prendre un vélo, cadenassé dans un local contrôlé

Au total on peut s'attendre à un étalement de l'arrivée de la clientèle sur un temps supérieur à 5'30'', pendant lesquelles on peut embarquer 350 passagers. Il reste aux 50 passagers restant à attendre moins d'une minute.

Il convient de remarquer que les chiffres retenus ci-dessus sont très supérieurs à ceux des prévisions de trafic faites par la région, que ce soit en train ou en tram-train. La télécabine devrait donc être capable d'absorber sans problème les passagers qui s'y présenteront.

## **LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT**

Le succès d'une infrastructure de transport est conditionné par les mesures d'accompagnement

- Intégration dans un pôle d'échange
- Signalisation et communication
- Intégration tarifaire ou gratuité
- Aménagement de parcs relais sécurisés pour vélos et automobiles
- Protection des transferts contre les intempéries (couverture de la liaison gare-télécabine par exemple)

## **ANALYSE DES COUTS DES AUTRES MODES DE LIAISON**

### **COMPARAISON AVEC UNE PASSERELLE BETON OU ACIER**

Aucune passerelle piéton cycles de 1km n'a encore été construite. On trouve sur Internet quelques données pour des passerelles plus courtes. Ces données figurent dans le tableau ci-dessous. Selon un spécialiste de ce type de structures que nous avons interrogé, le coût d'un ouvrage de type pont à une seule portée est proportionnel à sa largeur, et proportionnel au carré de sa portée. Il faut également souligner qu'une passerelle qui enjambe une voie ferrée, une route et une autoroute doit être couverte par mesure de sécurité (jets de pierre, suicides...) et éclairée. Les passerelles ci-dessous n'enjambent que des cours d'eau et ne sont pas toutes couvertes.

A partir de ces données on peut penser que la réalisation de 4 passerelles indépendantes et de leurs accès ne descendra pas en dessous de 15 M€ (ce chiffre sera retenu pour le bilan global), et se situera plus vraisemblablement vers 20 M€. Ce prix est d'autant plus probable

qu'avec l'augmentation prévisible du prix du pétrole, celle des prix de l'acier (déjà à la hausse actuellement) ou du béton sont attendues.

Passerelle	type	Longueur	Largeur	lieu	coût
SNCF	P	10	2	TREGUEUX	110 K€
SEINE	P/C	125	4	PARIS	6,8M€
ARVE	P/C/POLICE	88	8,1	GENEVE	5M€
RONDEAU	P/C			METRO	5 M€
LOIRE	P/C	150	6	NANTES	5,6M€
SEINE/SOLFERINO	P/C	106	11	PARIS	13,7 M€
SEINE/TOLBIAC	P/C	190/304	12	PARIS	21 M€

A ce coût d'investissement, il faudra ajouter le coût du nettoyage et d'entretien. Une étude conduite par la METRO sur la rocade sud a montré que sur 10 ans, le coût de fonctionnement était équivalent au coût de construction. Sans que la situation soit comparable, cette étude montre que les coûts de l'entretien des infrastructures classiques ne sont pas négligeables

### **COMPARAISON BUS /TELECABINE**

Trois sortes de comparaison peuvent être faites :

- Sur les prix
- Sur la qualité du service
- Sur les problèmes d'énergie et d'environnement.

Outre le type de comparaison, la comparaison Télécabine/ réseau de bus pose de nombreuses questions. Il est difficile d'envisager un départ de minibus chaque 20 secondes. Il est plus raisonnable d'envisager de travailler à débit identique avec des bus ordinaires (80 personnes). C'est cette dernière hypothèse qui sera retenue.

En outre, l'accès à un bus avec un vélo risque de poser quelques problèmes de sécurité (coup de frein brutal, accident...). Enfin on voit mal comment on pourrait faire une bande réservée d'accès au pont sur l'autoroute en provenant de Crolles ou de Brignoud, et donc le cadencement serait problématique.

### **COÛT D'UN RESEAU DE BUS**

#### **COÛT D'INVESTISSEMENT**

Pour le débit maximum théorique de 2400 p/h, il faut faire 30 départs/heure. La vitesse moyenne d'un bus est de 15km/h, dans un réseau plus complet. Dans ce cas précis, il n'y a pas d'arrêt intermédiaire prévu, mais cette situation peut changer car la berge rive droite de l'Isère est promise à devenir piste cyclable. Admettons donc trois arrêts sur la ligne de 1minute chacun, une vitesse moyenne en marche de 40km/h (freinages et accélération compris), et un arrêt de repos du chauffeur de 5minutes tous les 5A&R. Le temps de parcours sur un A&R s'établit à 7.6 minutes. Chaque bus fera donc au mieux 8 A&R par heure, et il faut donc 4 bus en ligne. Chaque bus coûte environ 225000€, et il faut donc investir 0,9M€, sans compter les frais de dépôt et stocks de pièces détachées. Durée de vie des bus : 15 ans

## **COÛT DE FONCTIONNEMENT**

La cadence serait de un bus toutes les 120 seconde, soit 30 bus à l'heure. Sur la base de 2,4km par parcours A&R, cela représente  $30 \times 16 \times 2.4 = 1152$  km/jour. Si on retient pour consommation le chiffre habituel de 50 litres/100km, il faudra donc 576 litres de diesel/jour à 0.9 €/litre, soit environ 518 € de diesel/jour.

Les conséquences de cette circulation en bus diesel ou au gaz seraient :

- Un alourdissement des encombrements de l'échangeur de Crolles
- Une émission de gaz à effet de serre, des polluants divers et des microparticules de carbone dont les pouvoirs cancérigène et allergique sont connus. Une consommation de 5 litres/100km de diesel génère 150gCO<sub>2</sub>/km, et donc pour un bus, c'est environ 1.5Kg de CO<sub>2</sub> généré/km ; La circulation de ce parc de bus générerait environ 1700 kg de CO<sub>2</sub>/jour, soit 620 tonnes/an.

Le coût horaire d'un chauffeur est très variable, et nous ne pousserons pas plus loin l'analyse détaillée, d'autant que le coût financier marginal complet d'un service de bus est connu : les exploitants comptent environ 6€/km parcouru. Cela mettrait l'exploitation confié à un exploitant à 6912 €/jour (soit 420 T de CO<sub>2</sub>/an). Une desserte cadencée à 10' coûterait 1382 €, et émettrait encore 84 tonnes de CO<sub>2</sub>/an.

## **SYNTHESE DES RESULTATS**

Sur la base d'un amortissement sur

- 15 ans pour les bus
- 20 ans pour la passerelle et la TC

Les coûts des différentes options sur un an s'établissent à :

MODE	Coût d'investissement/an	Coût de fonctionnement/an	Coût total annuel
Télécabine	0,32M€	0,33M€	0,65M€
Passerelle	0,75M€	0,075M€	0,825M€
Liaison bus	Débit 2400p/h	2.5M€	2.5M€

On constate que la solution transport par câbles est intéressante. L'écart avec une passerelle classique est de plus de 20%, avec une estimation très basse de l'option passerelle. Quant à l'hypothèse BUS, même si son coût estimé peut être contestable, on ne voit pas bien comment on la fera fonctionner avec les embouteillages chroniques de l'échangeur de Crolles.

## AUTRES MATERIELS EN LICE



### LE 3S DE DOPPELMAYR

#### **Avantages :**

- Insensibilité très forte au vent
- Silence et confort de fonctionnement inégalés
- Confort de roulement inégalé
- Vitesse : 7,5m/s
- Capacité des cabines : 30 places
- Entretien économique

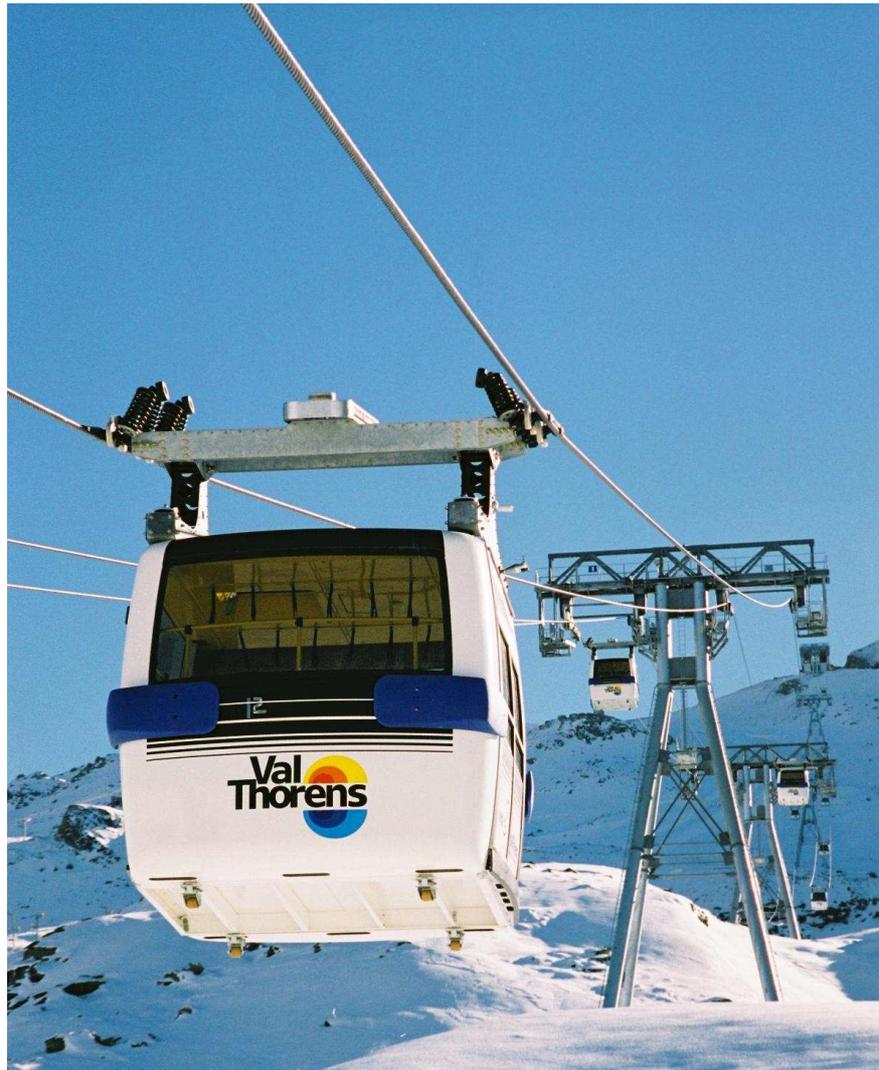
#### **Inconvénient :**

- son prix : de l'ordre de 7 à 9 M€, estimation à partir d'un devis sur un appareil de 5,5km avec 200m de dénivellée.

Mais c'est la Rolls des remontées mécaniques.

Un seul exemplaire en France : téléphérique de l'Olympique à Val d'Isère

## Le Funitel de POMA



### **Avantages :**

- Insensibilité très forte au vent (jusqu'à 126km/h)
- Portées jusqu'à 1Km entre pylônes
- Vitesse : 7,5m/s
- Capacité des cabines : 30 places

### **Inconvénients :**

- Son prix
- Sa fragilité mécanique due aux deux câbles tracteurs qui doivent impérativement fonctionner rigoureusement à la même vitesse
- Un entretien réputé coûteux

## Le 3S de POMA/LEITNER



### Avantages :

- Insensibilité très forte au vent
- Silence et confort de fonctionnement
- Confort de roulement inégalé
- Vitesse : 7,5m/s
- Capacité des cabines : 30 places
- Entretien économique

### Inconvénient :

- son prix : de l'ordre de 7 à 9 M€

Mais comme le 3S de Doppelmayr, c'est la rolls des remontées mécaniques.  
Aucun exemplaire construit en France.

## ANNEXE I

### PRIX DE L'ELECTRICITE A BRIGNOUD (régie)

Il existe deux tarifs qui peuvent être appliqués : le tarif jaune (de 36 à 250 KVA) et le tarif vert (plus de 250KVA). Chaque tarif se décline selon les heures de pointe et heures creuse, en été et en hiver. Les heures creuses (entre 22H et 6h) ne nous sont pas applicables. Seules nous concernent les heures de pointe d'été (7 mois) et d'hiver (5mois). Le tarif vert comporte en outre

Dans le cas d'un tarif faune, le client ne paie pas son transformateur d'alimentation. Par contre il doit payer 30000 € pour le transformateur en tarif vert.

Dans les deux cas, le client paie un abonnement qui dépend de la puissance souscrite. Le prix du KW souscrit est de 15,84 €/KW/an en tarif jaune et de 39,60 €/KW/an en tarif vert. Les tarifs de l'énergie en KWH sont les suivants :

Tarif	Jaune	Vert	Vert
	Heures pleines normales	Heures pleines normales	Heures pleines exceptionnelles
Abonnement	15,84 €/KW/an	39,60 €/KW/an	39,60 €/KW/an
ETE (7mois)	2,737 c€/KWH	2,726	Aucune
HIVER (5mois)	11,117 c€/KWH	6,711 c€/KWH	13,436 c€/KWH (4h/jour)

Normalement le tarif jaune suffit en fonctionnement régulier. Par contre il est un peu juste au démarrage. Tout dépend donc de la tolérance du distributeur, et des extensions prévisibles de la télécabine. De ce fait, nous ferons l'analyse aussi pour le tarif vert.

A partir de ces données, on peut calculer approximativement le coût de fonctionnement.

Comme nous ne connaissons pas la fréquentation heure par heure, nous allons supposer que la télécabine fonctionne à sa puissance moyenne en permanence. L'écart entre puissance maxi et puissance mini n'est que de 17KW, soit environ 10% de la puissance moyenne. Le mode de calcul donnera donc une approximation raisonnable de la consommation.

La puissance moyenne est calculée à partir de la répartition de charge que nous avons adoptée arbitrairement plus haut. Pour un débit de 2400 p/heure :

$$\langle P_{\text{moyenne}} \rangle = (1 \cdot 189 + 1 \cdot 173 + 2 \cdot 190 + 10 \cdot 191 + 2 \cdot 182) / 16 = 188 \text{ KW}$$

L'hiver d'EDF dure 151 jours et l'été 214 jours.

#### Tarif jaune

Le coût d'une année de fonctionnement s'établit donc à  $188 \cdot 16 \cdot 151 \cdot 0,1117 + 188 \cdot 16 \cdot 214 \cdot 0,02737 = 68353$  €, auxquels il faut ajouter l'abonnement :  $250 \cdot 15,84 = 3960$  €  
Total électricité jaune: 72312 €/an

#### Tarif vert

En hiver il y a 4h/jour au tarif exceptionnel, et 12 au tarif normal.

En été, tout est au tarif normal. D'où une consommation électrique de  $188 \cdot 4 \cdot 151 \cdot 0,13436 + 188 \cdot 12 \cdot 151 \cdot 0,06711 + 188 \cdot 16 \cdot 214 \cdot 0,02726 = 55665$  €, auxquels il faut ajouter l'abonnement :  $250 \cdot 39,6 = 9900$  €. D'où un total de :

Total électricité verte : 65565 €

A cette dernière somme il faut ajouter l'amortissement du transformateur : 300000€.

Amortissons le sur 20 ans : 15000€/an. Le total s'élève alors à 80565€/an.

**ANNEXE II**  
**LE DEVIS DE POMA**