

TELEBUS Application à la ville de Rouen

2001

Présentation du système

Le 13 octobre 1997



POMA

OTIS

BOUYGUES







Préambule

Le concept du TELEBUS a été développé et mis au point à l'occasion de l'appel d'offre de la ville de Rouen concernant une deuxième ligne de transport en commun en site propre.

Le concept est toutefois plus général et peut être adapté à tout contexte urbain ou péri-urbain qui, du fait des contraintes géographiques ou d'emprises au sol, s'y prêterait également.

Le présent dossier présente le concept technique adapté à Rouen.

Le prototype (chapitre 3), s'inscrit, par contre, plus dans la généralité du concept.





Sommaire

1 - Le concept du Télébus	3
2 - Le projet	7
3 - Le prototype du Télébus	33





1

Le concept du Télébus

Le Télébus est constitué de véhicules automatiques légers de transport. Le concept s'inspire des systèmes téléphériques, avec une adaptation au contexte du transport urbain.

1.1. La deuxième ligne de TCSP à Rouen

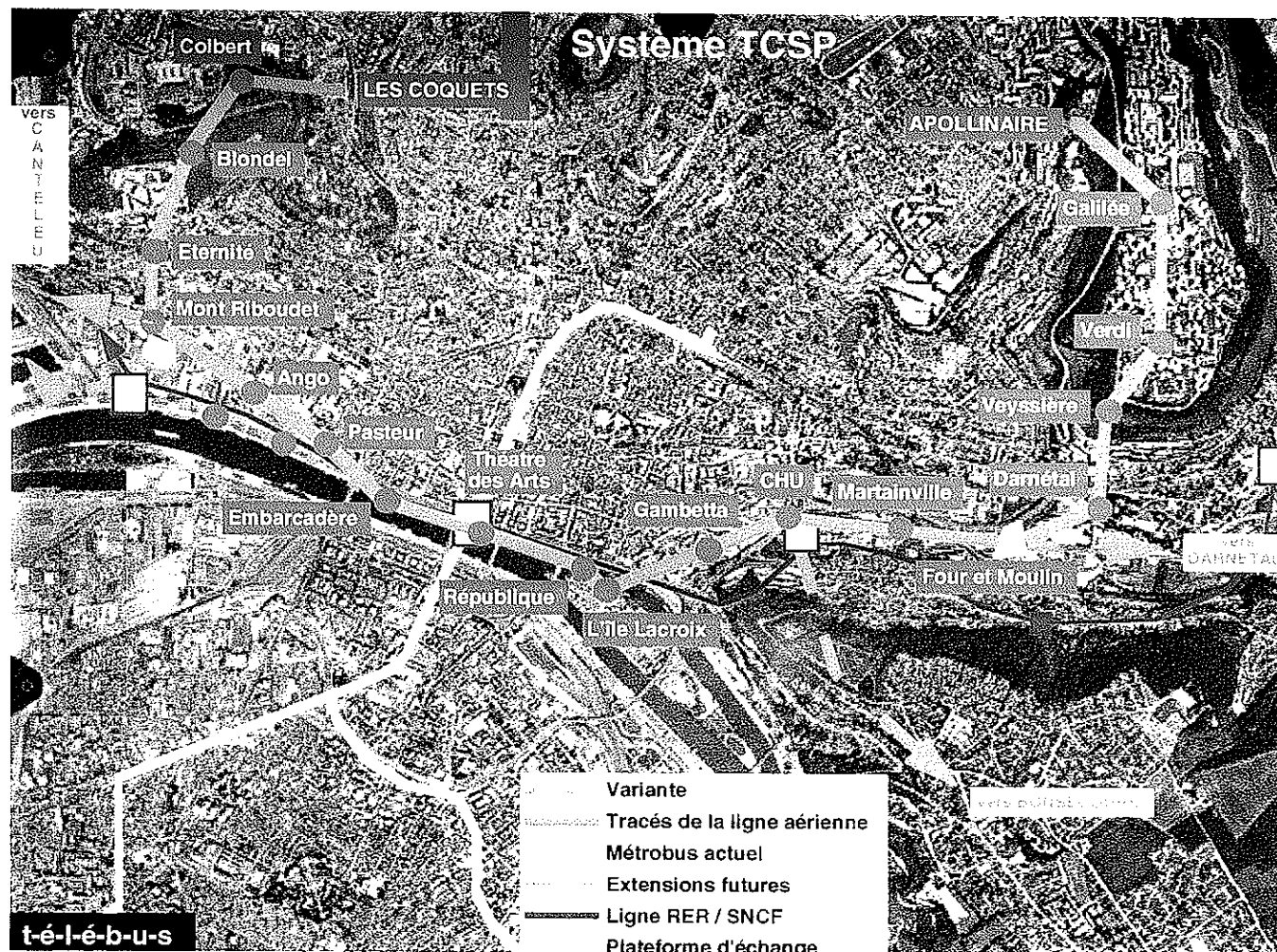
Le développement du Télébus s'inscrit dans la politique de développement des transports en commun de l'agglomération rouennaise. La première ligne de TCSP (Métro) a été la première réponse de l'agglomération aux difficultés de communication Nord-Sud dans la ville. La deuxième ligne s'inscrit dans la continuité de cette politique.

La ligne relie en site propre l'Ouest à l'Est de l'agglomération – l'université de Mont St Aignan aux Hauts de Rouen – en passant sur les quais de la Seine. Cette ligne dessert 20 stations et la correspondance avec le tramway est assurée sur les quais hauts à la station Théâtre des Arts, par l'intermédiaire d'une passerelle de liaison. Elle se caractérise par :

- un axe central fort, perpendiculaire et donc complémentaire au premier,
- une correspondance facile et lisible avec la ligne de métro Nord-Sud,
- un mode adapté au relief marqué des collines de la rive droite de l'agglomération,
- la constitution d'un véritable TCSP, libéré des contraintes de circulation urbaine.

Voir le plan du tracé page suivante





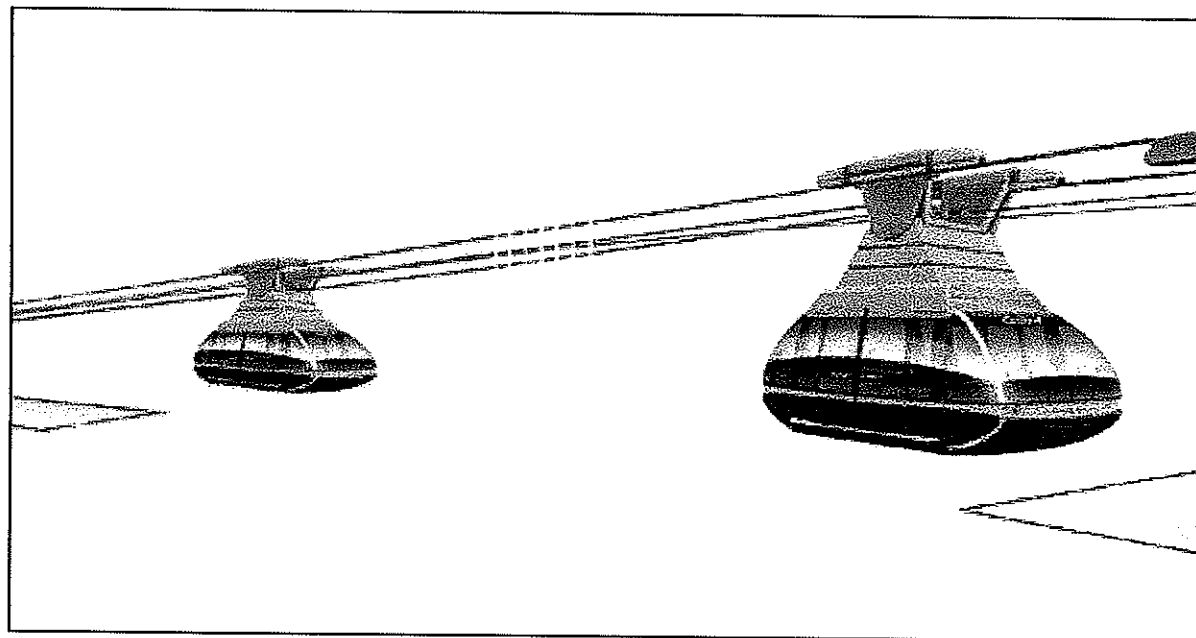




1.2. Le concept : principes généraux

Le Télébus fonctionne de la même manière qu'un système de métro automatique : les quais sont munis de portes palières à ouverture et fermeture automatique garantissant la sécurité des échanges de voyageurs en station. Les véhicules s'arrêtent en position fixe au droit des portes et l'accès aux véhicules se fait à niveau, facilitant les trajets des personnes à mobilité réduite. Les quais sont desservis par des ascenseurs et escalators.

Des véhicules de 50 places circulent sur deux câbles porteurs qui constituent la voie de roulement. Les câbles sont tendus entre les stations, la distance entre deux stations étant en moyenne de 500 mètres. Un amortisseur d'oscillation sur l'articulation de la suspension du véhicule assure la stabilité latérale et longitudinale sous l'action du vent ou des phases d'accélération/décélération.



En ville, la hauteur de passage des véhicules est peu élevée, la seule contrainte à respecter étant la hauteur – 4,50 mètres – du gabarit routier. Le Télébus circule soit au centre des axes routiers, soit en bord de quai, et donc à bonne distance des façades des immeubles : 50 mètres en bord du quai de Seine, 15 mètres sur l'avenue du Mont Riboudet.

Les véhicules disposent de larges surfaces vitrées et la qualité de l'aménagement intérieur est similaire à celle d'un minibus. 18 places assises sont prévues ainsi qu'un système de fixation pour les vélos. Les véhicules sont éclairés, chauffés et ventilés.





1.3. Les avantages du système

Ce système amène toutes les fonctionnalités normalement attendues pour un TCSP. Il apporte en sus les atouts suivants :

- un transport régulier, sans attente, accessible à tous, y compris aux personnes âgées et handicapées,
 - un système qui garantit les temps de trajets,
 - un mode adapté à la topographie des collines rouennaises (Mont St Aignan à l'Ouest, les Hauts de Rouen à l'Est),
 - un véritable site propre, le transport s'effectuant à 15 mètres de hauteur moyenne,
 - un système automatique, non polluant, à coûts d'exploitation réduits,
 - un aspect innovant indéniable.
- la juxtaposition de tronçons de téléphériques indépendants mais dont les systèmes de régulation des débits sont liés,
 - le changement de direction des véhicules sur plaque tournante, dispositif inspiré du domaine ferroviaire mais inhabituel dans le domaine des téléphériques,
 - la fiabilité et la disponibilité demandées au système, avec l'adoption d'un principe d'automates à votation 2/3.

1.4. Les innovations du système

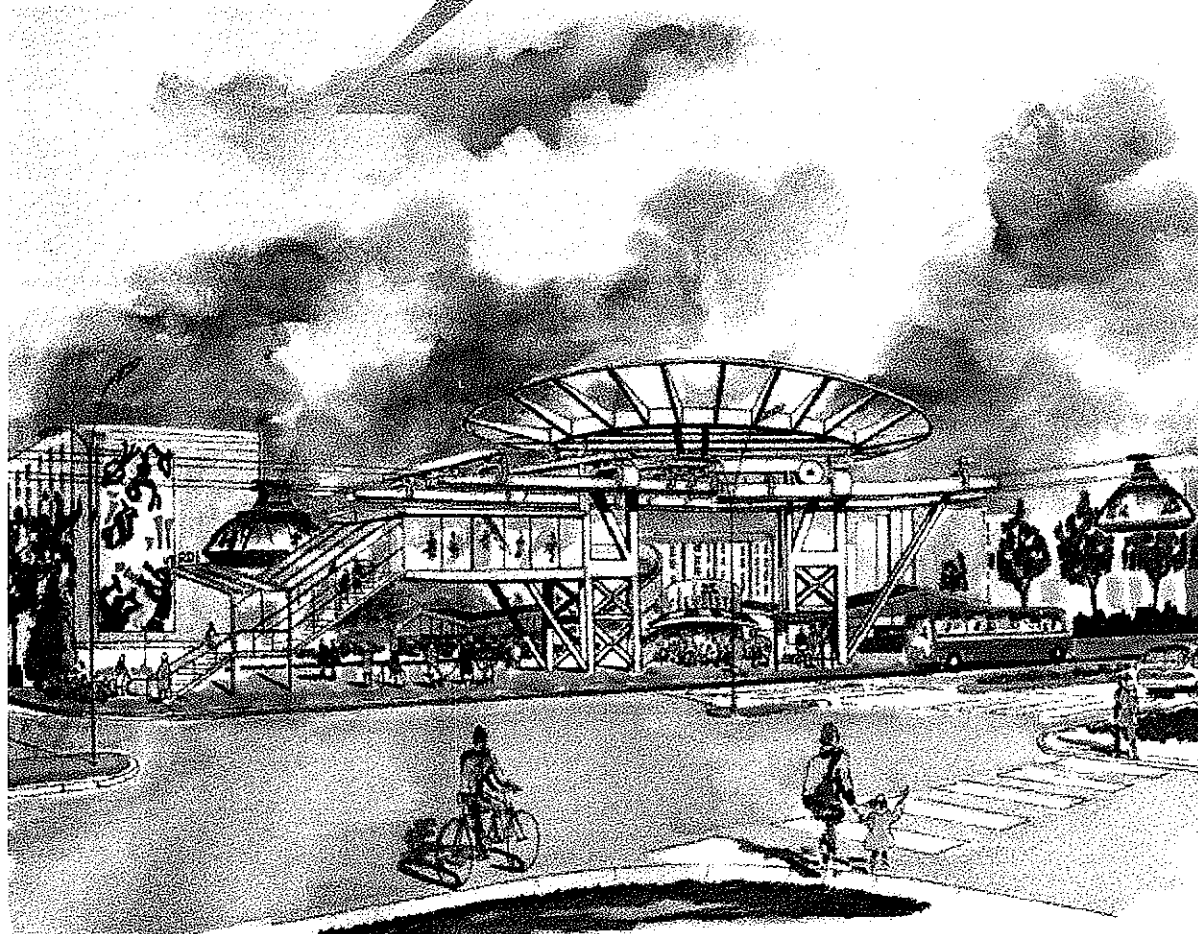
Le Télébus est constitué d'éléments issus des technologies éprouvées des téléphériques. Toutefois, le système innove dans plusieurs domaines :

- les débits et les cadences à assurer : jusqu'à 4500 pers. par heure et par sens, soit un intervalle entre les véhicules de 40 secondes. De tels intervalles entre véhicules n'ont pas encore été pratiqués et supposent une parfaite maîtrise de la régulation des véhicules et des sécurités anti-collision,





Le projet



2.1. Les choix architecturaux

L'architecture d'ensemble proposée pour le Télébus adoptera un parti homogène sur l'ensemble de la ligne. Cette architecture privilégiera la légèreté et la transparence des structures à travers une large utilisation des matériaux verriers, destinée à bannir tout effet de « masque » dû aux stations ou aux supports intermédiaires.

Une recherche particulière mettant en valeur le passage de la ligne sur les quais de la Seine a été menée.

L'insertion de la ligne dans la ville, la nuit, s'opérera avec l'éclairage de l'ensemble : celui-ci mettra en valeur les structures des stations et des supports intermédiaires. De même, l'éclairage intérieur des cabines, à base d'halogènes, contribuera à une perception douce à partir du sol et à une impression de « féerie lumineuse ».



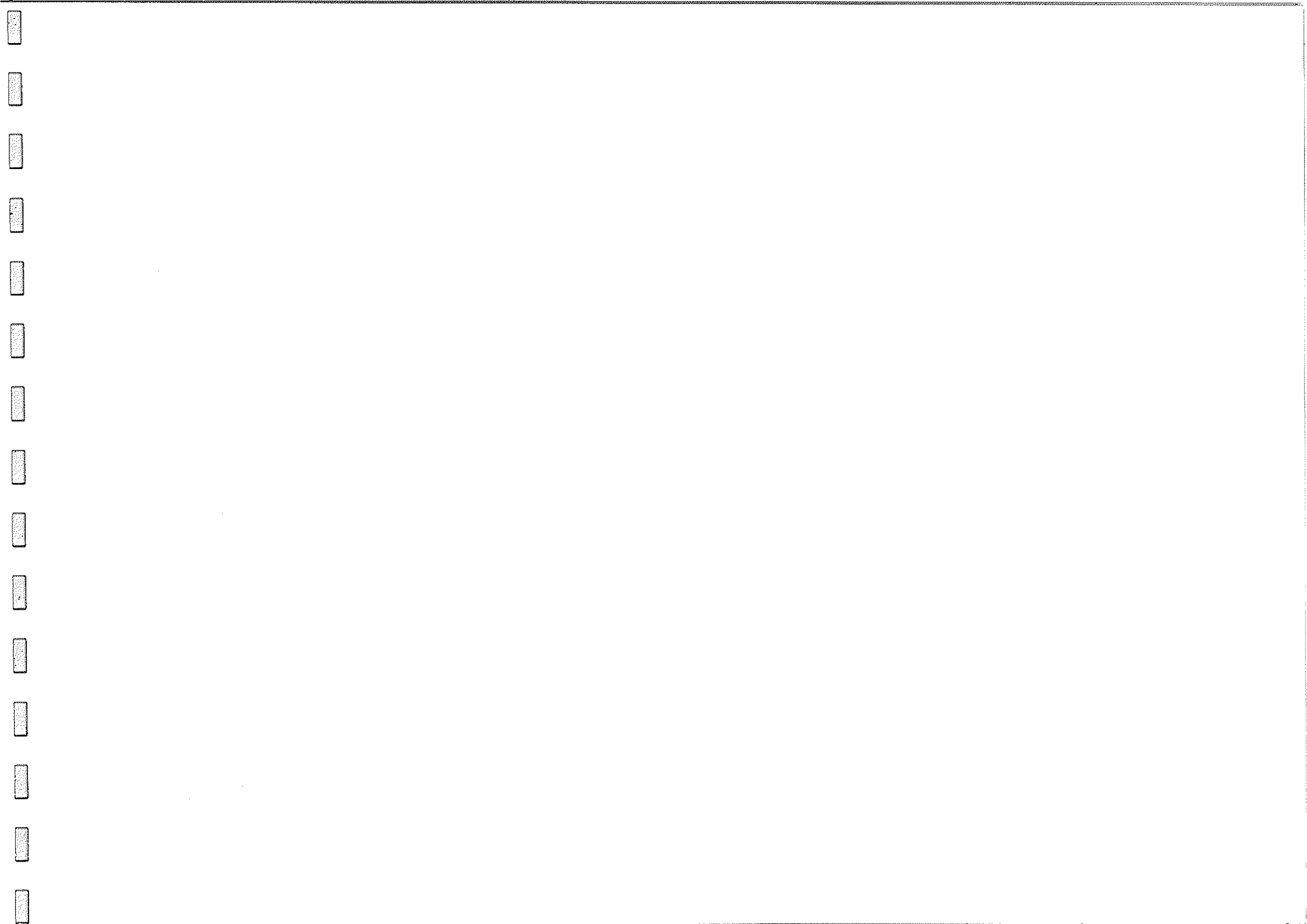


Le parti pris architectural, pour les cabines, a consisté à se rapprocher au plus près d'un concept de « véhicule ».

Les formes arrondies de la carrosserie et l'inclinaison donnée aux pare-brise rapprochent l'esthétique générale de celle d'automobiles ou de transports terrestres modernes.

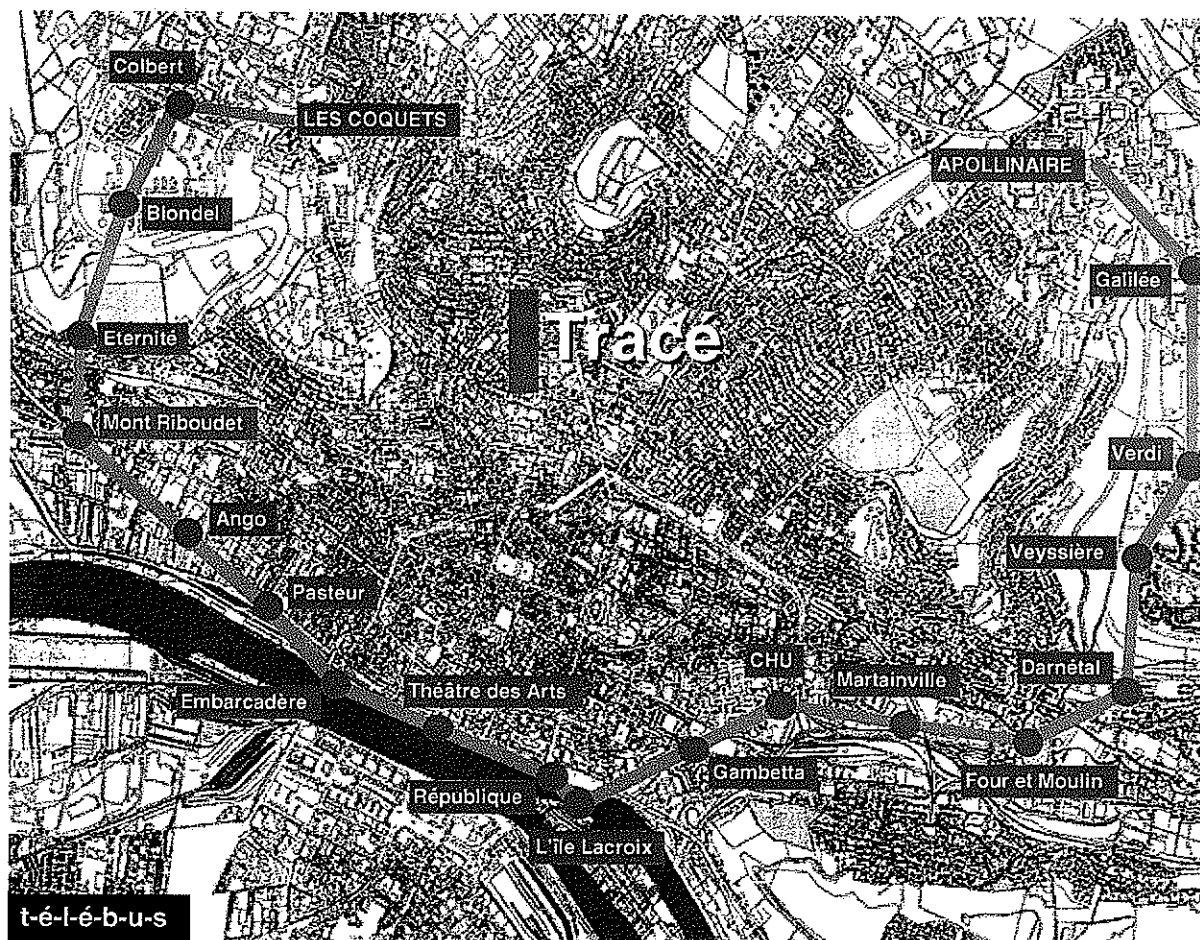
L'inclinaison des pare-brise a un autre but: la réduction de la longueur de la suspente et donc la compacité du véhicule. La suspente sera carénée (polyester Granité ou ABS), et aura également une ligne dessinée en continuité avec les lignes inclinées des pare-brise.

Enfin, des feux de gabarit, blancs à l'avant de la cabine et rouges à l'arrière, complètent la signalisation du véhicule.





Présentation du système



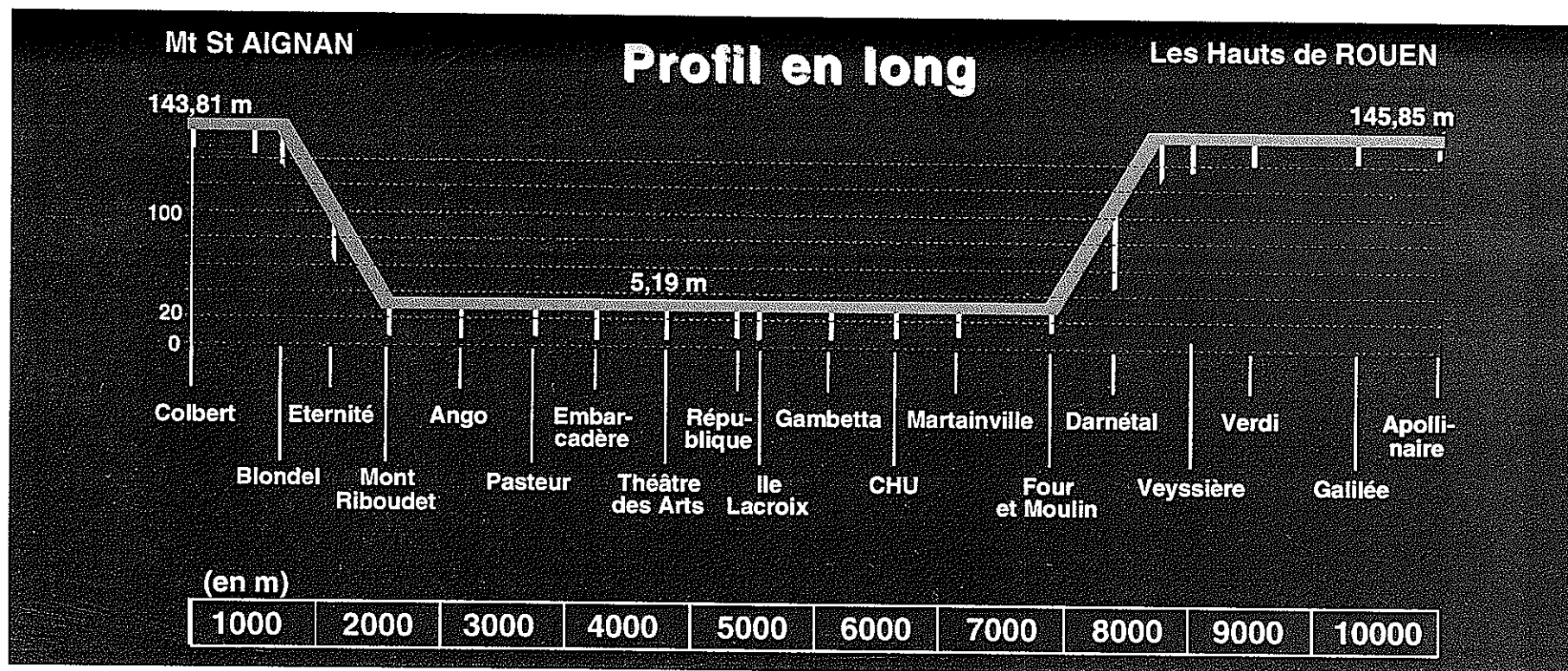
2.2 Le tracé et le profil en long

2.2.1. Le tracé

Le tracé a grossièrement la forme d'un U dont les stations Les Coquets et Apollinaire occupent les extrémités des branches Ouest et Est.

Dans la partie Sud du tracé qui est plus horizontale et plus anciennement urbanisée, le tracé suit des voies de circulations importantes (avenue du Mont Riboudet, quais, ...). Dans les parties plus pentues à l'Ouest et à l'Est, le Télébus monte directement face à la pente en évitant les tracés en lacets nécessaires pour les modes de transports terrestres.





2.2.2. Le profil en long

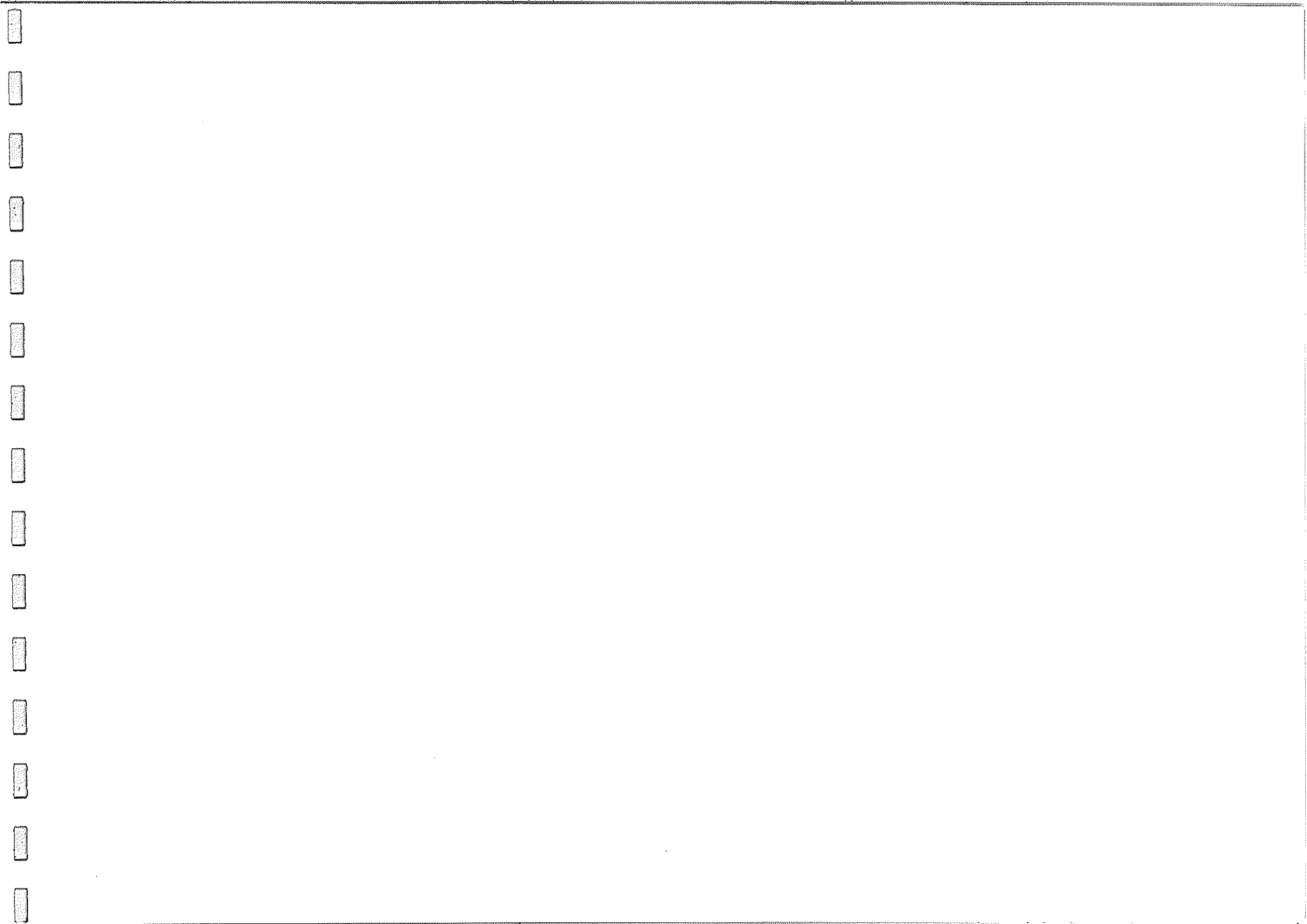
Le profil en long, quant à lui, a été déterminé en fonction de deux critères essentiels :

- le confort du client qui conduit à réduire au maximum les variations de pentes ce qui a amené à prévoir des câbles porteurs de 68 mm de diamètre, ten-

us à 150 t, pour réduire la flèche et préserver l'horizontalité,

- les gabarits à respecter, conformément à l'arrêté sur la construction et l'exploitation des téléphériques à voyageurs qui imposent de laisser une "marge" de 1,50 m au dessus des gabarits routiers et des toitures non accessibles au public et de 4 m au dessus des

lieux accessibles au public. Ces "gardes" sont mesurées par rapport au dessous des cabines en tenant compte de leurs possibilités de balancement et de la flèche maximale des câbles sous le poids des cabines, cumulé avec les effets de la température.





2.3. Le génie civil

2.3.1. Géologie du site et fondations

Du point de vue géologique, il existe le long du tracé deux zones assez nettement distinctes :

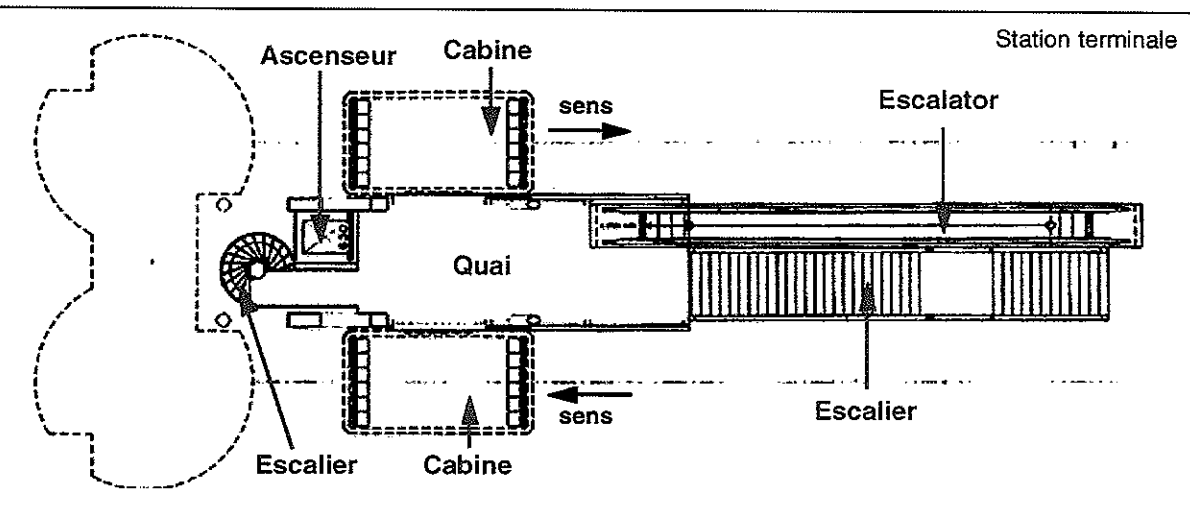
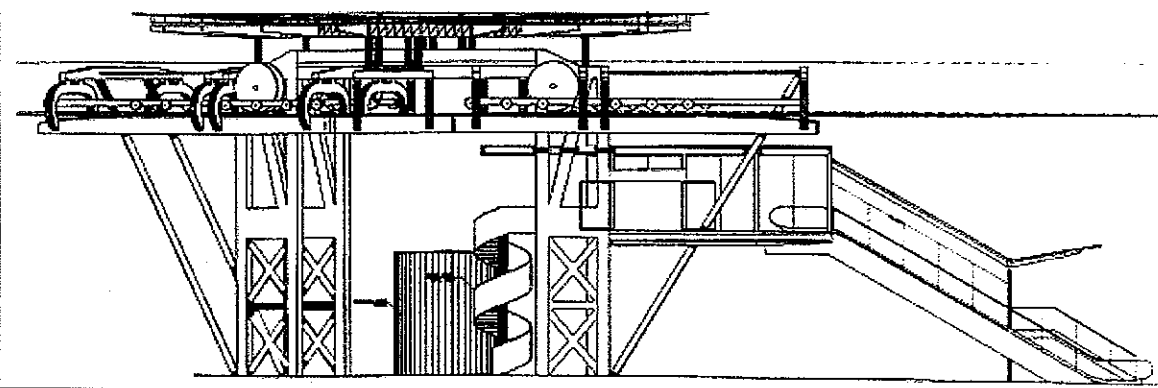
Dans la partie Nord du tracé, que l'on définira ici comme correspondant aux stations Colbert - Blondel - et Eternité à l'Ouest, et aux stations Apollinaire - Galilée - Verdi - Veyssière et Darnétal à l'Est, on trouve des argiles compactes mêlées de silex ou des craies de bonne qualité à faible profondeur (entre 2 et 4 m), ce qui permet de fonder les ouvrages sur des semelles précontraintes directement appuyées sur le bon sol. Les semelles des stations d'angle et terminales sont partiellement « clouées » au sol à l'aide de tirants précontraints afin d'empêcher leur glissement.

Dans la partie Sud du tracé, qui comprend le reste de la ligne et notamment la partie qui longe la Seine, on trouve des limons plus ou moins tourbeux de faible portance sur une épaisseur d'une vingtaine de mètres reposant sur une couche de marnes compactes. Il est alors nécessaire de fonder les ouvrages sur des pieux ancrés dans le bon sol.

2.3.2. Les stations

Du point de vue du génie civil, on peut classer les stations en deux catégories : les stations « en ligne » (Eternité - Ango - Théâtre des Arts - Gambetta et Martainville) et les stations « d'angle » et « d'extrémité » (Colbert, Blondel, Mont Riboudet, Pasteur,

Vue d'ensemble d'une station







Embarcadère, République, Ile Lacroix, CHU, Four et Moulin, Darnétal, Veyssière, Verdi, Galilée, Apollinaire). Les structures des stations sont constituées à base de poteaux et poutres métalliques.

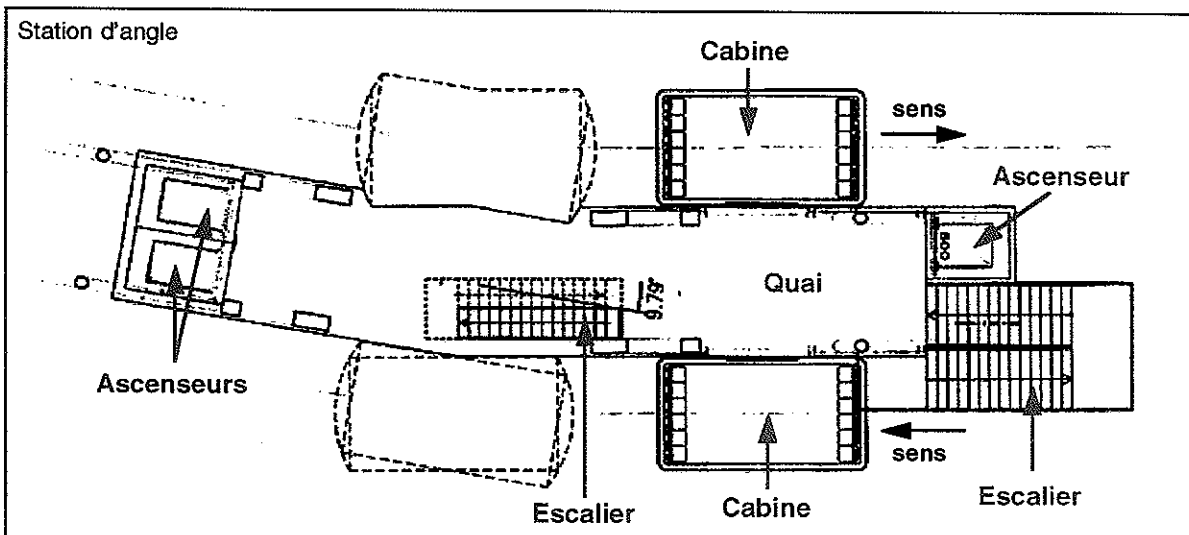
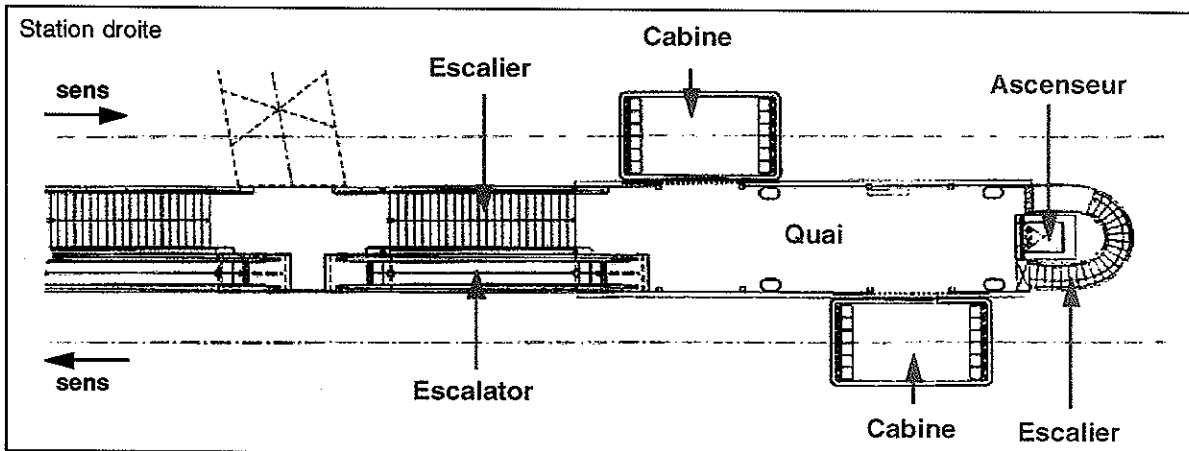
Les stations en ligne ont une structure légère car il n'est pas nécessaire d'y ancrer les câbles porteurs.

Les stations d'angle et d'extrémité assurent l'ancrage des câbles porteurs (150 tonnes par câble soit 600 tonnes dans chaque direction). Elles supportent en outre deux plaques tournantes qui permettent aux cabines de changer de direction. C'est l'effort d'ancrage des câbles qui conditionne la structure des stations.

Les plaques tournantes sont placées soit en avant, soit en arrière du quai dans le sens de passage des cabines. Elles sont, de toute façon, placées aux intersections des axes des deux tronçons à relier.

D'un point de vue fonctionnel, trois stations (Mont Riboudet, Ile Lacroix et Four-et-Moulin) permettront le retournement des cabines afin de moduler les débits ou d'assurer le fonctionnement partiel de la ligne en régime dégradé (panne d'un tronçon). Le retournement s'effectuera grâce à des rails situés entre les deux plaques tournantes.

La largeur utile du quai central est de 4,20 m entre portes palières. Ce quai central permet d'évacuer les mouvements de voyageurs, deux sens confondus, à l'heure de pointe du matin, notamment pour la station la plus chargée de la ligne, Théâtre des Arts.







La conception fonctionnelle des stations comportant toujours deux escaliers fixes dont l'un de secours permet d'évacuer deux cabines arrivant simultanément sur le même quai central dans un délai inférieur à la fréquence de pointe, c'est-à-dire 40 sec. dans les hypothèses de débit les plus fortes.

La desserte des quais est complétée par au moins un ascenseur et, en fonction de la hauteur, d'escalators d'accès.

2.3.3. Les supports intermédiaires

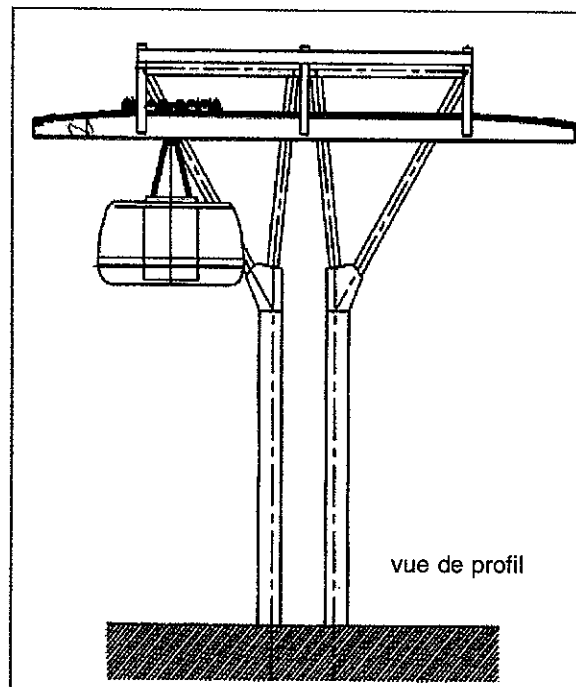
Les supports intermédiaires de la ligne sont tous identiques dans leur principe. Ils sont constitués de deux poteaux en béton supportant une structure métallique qui soutient les appuis des câbles (sabots).

La construction de poteaux en béton assure en particulier un excellent isolement du système du point de vue acoustique et vibratoire.

• Les poteaux

Chaque poteau est constitué de deux fûts en béton précontraint, de section ovoïde et surmontés d'un chapiteau. Ces chapiteaux supportent une arborescence constituée de 8 tubes métalliques sur lesquels s'appuient les poutres supportant les sabots.

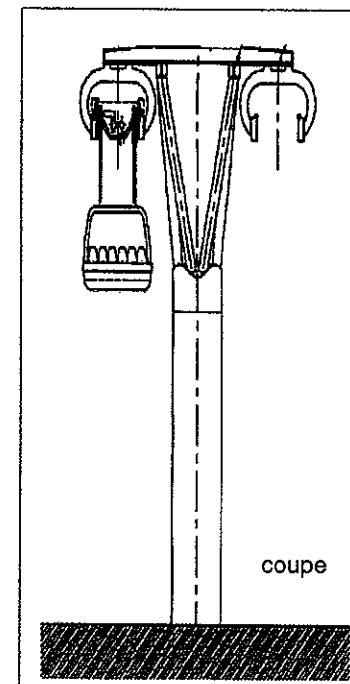
Les poteaux « moteurs » reposent sur le local technique recevant les moteurs de traction, et l'ensemble de leurs équipements (transformateurs, automates de sécurité, ventilation, etc...). Ce local d'environ 35 m de longueur et de 3,5 m de largeur est enterré dans



l'axe des chaussées. Cette disposition permet d'éviter les nuisances sonores et limite la gêne au client lors de la réalisation des travaux.

En tête des poteaux moteurs sont disposées les poulies de renvoi des câbles de traction qui descendent jusqu'au local technique dans des gaines situées dans les fûts en béton.

Le dimensionnement des poteaux est essentiellement



conditionné par les contraintes de déformations qui imposent une flèche limite en extrémité des sabots inférieure ou égale à 0,5 fois le diamètre des câbles porteurs, soit 34 mm.

Les poteaux ont également été vérifiés dans leur dimensionnement vis-à-vis des chocs de véhicules.

