

# Sommaire

n° 74

Juillet-Août 85

2693

## Tramway



**Revue  
des Ingénieurs  
des Travaux Publics  
de l'État**

163, rue Saint-Honoré  
75001 Paris

Tél. : 735.90.50 Postes 405-408

**Directeur de la publication :**

Jean-Luc Flavigny

**Rédactrice en chef :**

Véronique Mortaigne

**Comité de rédaction :**

Pierre Bousquet

Eric Debarle

André Grimaud

Anne Pitoiset

Pierre Selosse

**Chefs de rubrique :**

**Transports**

Eric Peyrard

**Energie**

Jean-Pierre Brasselet

**Secrétariat de rédaction**

**maquettes**

Marie-Anver

**Editions et publicité :**

OFERSOP

8, bd Montmartre

75009 Paris

Tél. : 824.93.29

**Imprimerie Moderne**

Route de Conthe

15001 Aurillac

Dépôt légal n° 850319

**Ont collaboré à ce numéro :**

Christian Diou, Bernard Drecq, Jean-Claude Hugonnard, Pierre Leclerc, Philippe Malterre, Michel Spagnolo, Christian Watelet.

**Coordination du dossier :**

Eric Peyrard.

**Couverture :**

Grenoble - D.R.

Prix au numéro : 28 F

Abonnement (6 numéros) : 150 F

Ingénieurs des TPE adhérents : 80 F

Revue publiée par l'Association des Ingénieurs des TPE (Association loi 1907) Président : Eric Debarle.

Commission paritaire n° 58100.

### DOSSIER

#### Editorial

Nouvelle ligne

**Pierre Perrod** ..... 5

Directeur des Transports  
terrestres

#### Une belle histoire

**Christian Diou** ..... 6

Août 1876 : le tramway à  
vapeur fait son apparition à  
Paris. Cent ans plus tard,  
après une longue déchéance,  
on s'intéresse de nouveau au  
tram.

#### Le matériel roulant

**Pierre Leclerc** ..... 10

Le Tramway français stan-  
dard est né à Nantes, puis a  
grandi à Grenoble.

#### Le retour du tramway

**Philippe Malterre** ..... 13

Un marché international ou-  
vert et prometteur.

#### Le projet St-Denis-Bobigny

**Jean-Claude Hugonnard** ..... 18

Une zone fortement urbani-  
sée, de nombreux grands  
axes de transport, et un  
tramway new-look.

#### Version révisée

**Bernard Drecq** ..... 24

A Grenoble, on pense aussi à  
ceux qui s'en servent.



**Nantes, enfin** ..... 27

Une histoire exemplaire.

#### Lille entre VAL et TRAM

**Véronique Mortaigne** ..... 30

Lille-Roubaix-Tourcoing : une  
agglomération qui a déjà l'ha-  
bitude de son tramway.

#### Le tram 68

**Michel Spagnolo** ..... 33

Une ligne rescapée, sur les  
quatre vingt treize que comp-  
tait Marseille dans les années  
20.

### ENERGIE

#### La thermatique

**Christian Watelet** ..... 34

La gestion des réseaux de  
chaleur.

**Ici et là** ..... 38

**Notre prochain dossier (n° 75)  
sera consacré aux Dom-Tom**



Techniques et politiques  
d'équipement

### bulletin d'abonnement

**Abonnement : 150 F par an (6 numéros)**

Nom .....

Prénom .....

Service .....

Adresse .....

Code Postal .....

Ville .....

Bulletin d'abonnement à envoyer accompagné du règlement à :

Association des Ingénieurs des Travaux Publics de l'État

163, rue Saint-Honoré - 75001 PARIS

C.C.P. 20.919.09-V Paris

60 années d'expérience et plus de 17.000.000 de traverses.

**sateba**

262, boulevard Saint-Germain  
75007 Paris (France)  
Tél. : (1) 47.05.71.18  
Télex SATEBA 200 808 F

Fournisseur des Traverses en béton  
des tramways de Nantes et Grenoble



**SOCIETE DE L'AUTOROUTE  
ESTEREL - COTE D'AZUR**



**A-8 AIX EN PROVENCE  
FRONTIERE ITALIENNE  
A ET B 52 AIX - AUBAGNE - TOULON  
SECURITE - CONFORT - RAPIDITE**



Entreprise

**DROUARD FRERES**

**S.A. au capital de 15 000 000 de F**

**153, rue de la Pompe  
75782 PARIS Cedex 16**

**Tél. : (1) 727.41.49**

**TRAVAUX PUBLICS  
BATIMENTS INDUSTRIELS  
VOIES FERREES - CATENAIRES  
ELECTRIFICATION - THT - MT - BT  
ECLAIRAGE PUBLIC  
ADDUCTION D'EAU**

**PILOTE DU GROUPEMENT POUR LA REALISATION  
DE LA 1<sup>re</sup> LIGNE DU TRAMWAY NANTAIS  
(Lot Voie Ferrée)**

# Pierre Perrod

Directeur des Transports terrestres

## Le tramway a sa place dans la ville

**U**n numéro spécial de la Revue des ingénieurs des travaux publics de l'Etat consacré aux tramways : le directeur des Transports terrestres ne peut que s'en féliciter. Car comment dire mieux, que l'un des objectifs du Plan, Mieux vivre dans la ville, est en train de se concrétiser ?

En effet, le tramway a fait sa réapparition à Nantes à la fin de l'année dernière ; au cours de cette même année, les travaux du tramway grenoblois ont débuté. Les études concernant d'autres projets importants sont engagés : Saint-Denis-Bobigny, Strasbourg. Car le tramway, en dépit de certains clichés qui en propagent parfois une image un peu "rétro", est un mode de transport urbain d'aujourd'hui et présente de nombreux atouts :

- les services qu'il offre aux usagers le situent dans une gamme intermédiaire entre le métro (il s'intègre à la circulation et demande une plus faible quantité de travaux d'infrastructures) et l'autobus (par sa forte capacité de transport) ; son coût le met à la portée de nombreuses villes, soucieuses d'améliorer leur système de transports collectifs ;
- le tramway est aussi fort économe en énergie et, en développant la traction électrique en milieu urbain, il permet de réduire la pollution atmosphérique.

Ainsi, le tramway va avoir des conséquences sur le paysage urbain, la physionomie future de nos villes, mais aussi sur notre commerce extérieur :

le Tramway français standard (TFS), développé par Alsthom-Atlantique, CMT, Francorail, vient compléter une gamme française de matériel ferroviaire qui connaît un fort succès à l'exportation.

De plus la construction d'une rame de tramway représente directement vingt mille heures de travail et fait intervenir de nombreuses branches d'activité.

Il contribue ainsi de manière non négligeable à la politique de soutien de l'emploi.

Après avoir vécu son apogée dans les années 1900 à 1920 - la France a eu jusqu'à une centaine de réseaux - et son déclin de 1920 à 1960, le tramway connaît donc aujourd'hui un renouveau.

Complémentaire de l'autobus et du métro, il est capable de se faufiler en ville, voire même de se reporter en sous-sol, ou il devient alors "métro léger".

Sur le marché international, ce système doit être présent pour répondre à d'immenses besoins de déplacements en transports collectifs urbains.

En France, le tramway est, je le crois, une pièce importante de la politique des transports : il a sa place dans les plans de déplacement urbains.

Il a sa place dans la ville, pour qu'elle puisse vivre.

Pour l'agrément de ses habitants. Pour la qualité d'une ville retrouvée. Merci à la Revue des Ingénieurs des travaux publics de l'Etat d'accueillir le Tramway. □



JOSS DRAY/POM

## TOILES D'ARAIGNEE

**R**évolution chez les spécialistes du transport en commun : ils viennent d'apprendre qu'au pays du capitalisme, une ville a réussi à développer un nouveau système de transport, peu onéreux à l'investissement, avec un résultat d'exploitation presque positif... La ville : San-Diego, l'invention : le tramway.

Pas de doute, ce vénérable tramway fait un éclatant retour. Des lignes anciennes reprennent du service, des projets de développement voient le jour un peu partout dans le monde.

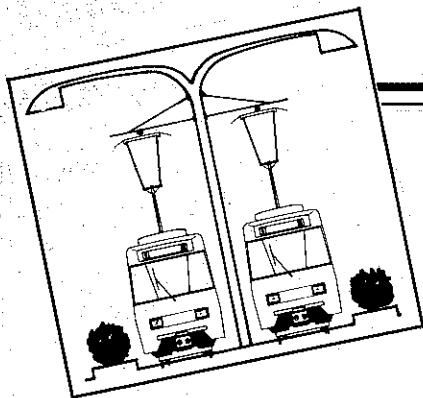
Disons-le, ce retournement de tendance a pris la France et ses industries de transport complètement à contre-pied.

De 1945 à 1970, vingt cinq ans de désintérêt complet pour ce mode de transport, et tout-à-coup, virage à 180°. On apprend en 1978 que le Canada ouvre une nouvelle ligne, bientôt suivi des Etats-Unis, de l'Egypte, des Pays-Bas. Le mouvement est lancé, la France se doit d'y être présente, exportation oblige. C'est tout le mérite de la ville de Nantes, sous la gestion de M. Chenard, que d'avoir montré la voie en se battant, malgré des contre-temps et des difficultés considérables, pour créer son tramway. Avec cette nouvelle référence, nos industriels, pourtant frileux au départ, ont désormais la possibilité de se positionner sur un marché prometteur, bien que particulièrement émiétté. Il reste que le tramway n'est pas encore tout-à-fait sorti du tunnel. Son image de marque souffre du poids du passé. Derrière des batailles d'experts, le choix récent de Toulouse "la ville qui gagne", pour le VAL, (Métro léger automatisé) face au tramway est d'abord l'aboutissement d'un - faux - débat entre l'ancien et le moderne, avant d'être un choix en terme de rapport "coût-efficacité".

Mais les avantages du tramway, confirmés par les récentes ouvertures de lignes aux Amériques, en Europe et en Asie, laissent cependant bien augurer de son avenir.

La mariée est presque trop belle. Mais chacun pourra bientôt juger sur pièce, s'il en a le désir. Après Nantes, bientôt la banlieue parisienne, avec le tram vert, puis Grenoble et Strasbourg vont rejoindre les vétérans, Marseille, Saint-Etienne, Lille, Roubaix-Tourcoing. Il semblerait que le tramway tisse, ligne après ligne, une nouvelle toile d'araignée. Bonne route ! □

Jean-Luc Flavigny



## Le tramway en France

# Une belle histoire

En 1900 à Paris : une motrice à air comprimé.

Ci-dessous : toujours à Paris, mais en 1924.

**Août 1876 : le tramway à vapeur fait son apparition à Paris. Un beau succès. Dans les années 50, c'est la chute et tout semble perdu. C'était sans compter avec la crise, le prix du pétrole, le changement des conceptions urbaines. Aujourd'hui, l'horizon s'éclaircit.**



RATP

**A** Broadway, en 1852, le confort des omnibus à chevaux, circulant sur de mauvaises chaussées, laisse plutôt à désirer. Le français Loubat obtient l'autorisation d'y installer des rails à gorge étroite, noyés sous la chaussée et reposant sur des longrines en bois. Le service de ce qui allait devenir le tramway commença l'année suivante. En 1854, un décret impérial l'autorise, après essai, à implanter une ligne à Paris. La CGO (1) nouvellement créée par le baron Haussman reprend ensuite ce qu'on appelle le "chemin de fer américain".

Jusqu'à la guerre de 1870, le tramway se développe peu, et cherche par divers moyens à conquérir les faveurs du public. Trois réseaux seulement, déficitaires, fonctionnent en 1860.

Pourtant les expériences étrangères en Amérique du Nord, en Angleterre, en Suisse, au Danemark, en Hongrie, en Autriche, en Allemagne, en Hollande, entre 1860 et 70 tracent petit à petit la voie.

Tout est prêt pour qu'après la guerre de 70 les diverses idées qui sont dans l'air voient une rapide réalisation. La question qui se pose, alors



RATP

que les grandes villes s'équipent les unes après les autres, est de savoir si l'on peut remplacer les chevaux. Le bon fonctionnement des réseaux est en effet conditionné par... leur cavalerie ! De plus, les lignes ont besoin de grimper des côtes qui essoufflent les animaux.

En 1874-76, Francq, qui importe en France les machines à vapeur américaines de Lamm, se voit refuser leur installation sur les lignes de Versailles. Expérience similaire de Harding à Rouen, après un bref essai en 76. La réussite apparaît enfin en août 76 à Paris. Le succès des tramways à vapeur doit alors beaucoup à celui des chemins de fer secondaires, mais l'adaptation à la circulation purement urbaine va faire naître rapidement toutes sortes de matériels :

— La machine Francq, dérivée de celle de Lamm, fonctionne sans foyer, avec un réservoir de vapeur saturée.

— L'ingénieur Mékarski emploie l'air comprimé produit par une usine génératrice pour remplir des réservoirs à 30 atm situés sous les sièges des passagers. Aucun accident n'est signalé.

— La vapeur se civilise quelque peu dans les automotrices Rowan. La présence d'un foyer est cependant jugée dangereuse en ville et elles finissent souvent en banlieue. Les tramways "Decauville", à vapeur, remportent un succès relatif, mais sans lendemain. Hallidie, à San Francisco, invente le "câble-car", tiré par un câble circulant dans une gorge sous la chaussée. Baldwin, à Minneapolis, essaie de produire la chaleur par dissolution de soude caustique dans l'eau.

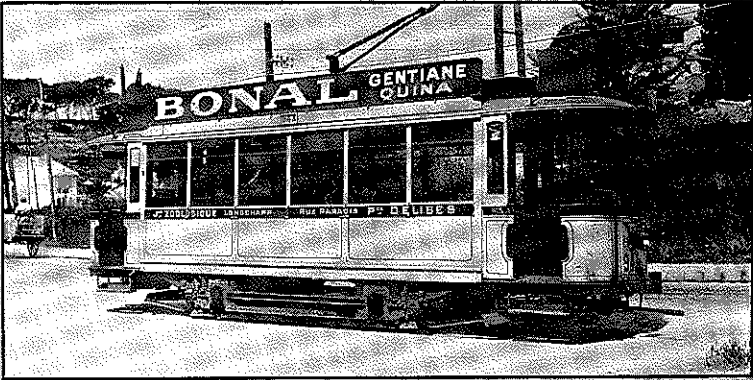
— A la Nouvelle-Orléans, c'est l'ammoniac dissout dans l'eau sous pression qui actionne les pistons.

Mais en 1879, Siemens a fait rouler à l'Exposition universelle de Berlin, le premier chemin de fer électrique : un tracteur, trois voitures, vingt-six passagers se déplacent ainsi à 12 km/h. Commence alors la nouvelle ère du tramway, dont la France ne prend conscience qu'avec un peu de retard.

### La grande époque

Les artisans de ce développement sont Siemens en Allemagne et Sprague aux USA.

A partir de 1881, et jusqu'à la première guerre mondiale, tout va très vite : on vit l'apogée du tramway. De nombreuses solutions techniques,



RATP

Marseille, 1921.

### QUELQUES DATES

<p>1825 : Premiers omnibus à Nantes (Baudry).</p> <p>1832 : Premier tramway du monde à Harlem (Loubat).</p> <p>1853 : Chemin de fer "américain" (Loubat) à Paris.</p> <p>1874 : Premiers tramways à chevaux.</p> <p>1875 : Essais de tramways à vapeur.</p> <p>1878 : Machines Francq (Rueil-Mardy).</p> <p>1881 : Essai de tramway électrique (Siemens).</p> <p>1887 : Tramway à air comprimé (Nogent).</p> <p>1889 : Tramway à vapeur Rowan (Lyon,</p>	<p>Tours...).</p> <p>1892 : Tramway électrique à accumulateurs (Saint-Denis).</p> <p>1896 : Tramway électrique à ptois (Romainville).</p> <p>1898 : Tramway électrique à fil aérien et canivaux.</p> <p>1900 : Essai d'électrobus (trolley).</p> <p>1905 : Premiers autobus.</p> <p>1913 : Fin de la traction animale.</p> <p>1937 : Début de la suppression des tramways.</p> <p>1937 : Motrices 200 ELRT.</p> <p>1950 : Motrices 500 ELRT.</p>
--	--

dont certaines très originales, sont développées : tramways sous-terrains, funiculaires, tramways à accumulateurs, divers systèmes de distribution du courant.

Toutes les grandes villes françaises et étrangères s'y mettent, et les conceptions évoluent vite dans les recherches scientifiques, comme dans la mentalité des gens.

Les premiers électrobus (trolleybus) et autobus apparaissent, et Paris développe son métropolitain. La concurrence oblige ainsi les compagnies de tramways à se moderniser.

### Une deuxième chance

A l'orée de la grande guerre, à l'issue de l'essor économique de la "belle époque", les transports urbains font désormais partie de la vie des habitants des cités. Mais, malgré les grands services qu'ils rendent pendant la guerre, les tramways souffrent beaucoup : surcharges, destructions... A la cessation des hostilités, l'ensemble du matériel et des infrastructures nécessite un renouvellement radical.

L'augmentation du coût de la vie, les nouvelles lois sociales, obligent à revoir le fonctionnement du secteur, mais la demande énorme qui se développe permet de lui redonner une certaine vitalité.

Une nouvelle génération de matériels apparaît en France, mais aussi,

et surtout, à l'étranger. Les USA, le Canada, l'Italie, choisissent avec le nouveau système Peter Witt la grande capacité, le tramway articulé, l'amélioration de la gestion (2). La France, qui reste fidèle aux conceptions d'avant-guerre, laisse la porte grande ouverte au développement de l'automobile et de l'autobus. En 1928, la plupart des réseaux de tramways sont encore intacts, certains sont rénovés, mais la lutte est engagée entre transport public et transport privé d'une part, entre tramway et autobus d'autre part.

Nice supprime ses lignes en 1933. La dernière ligne parisienne est supprimée en 1938. Mais, si les autres villes de province conservent leur réseau, elles le développent avec des autobus. Rouen et Lyon complètent le leur avec des trolleybus. Seul l'ELRT (3) met en service entre Roubaix et Tourcoing des motrices modernes "200", rivalisant avec les nouvelles PCC américaines.

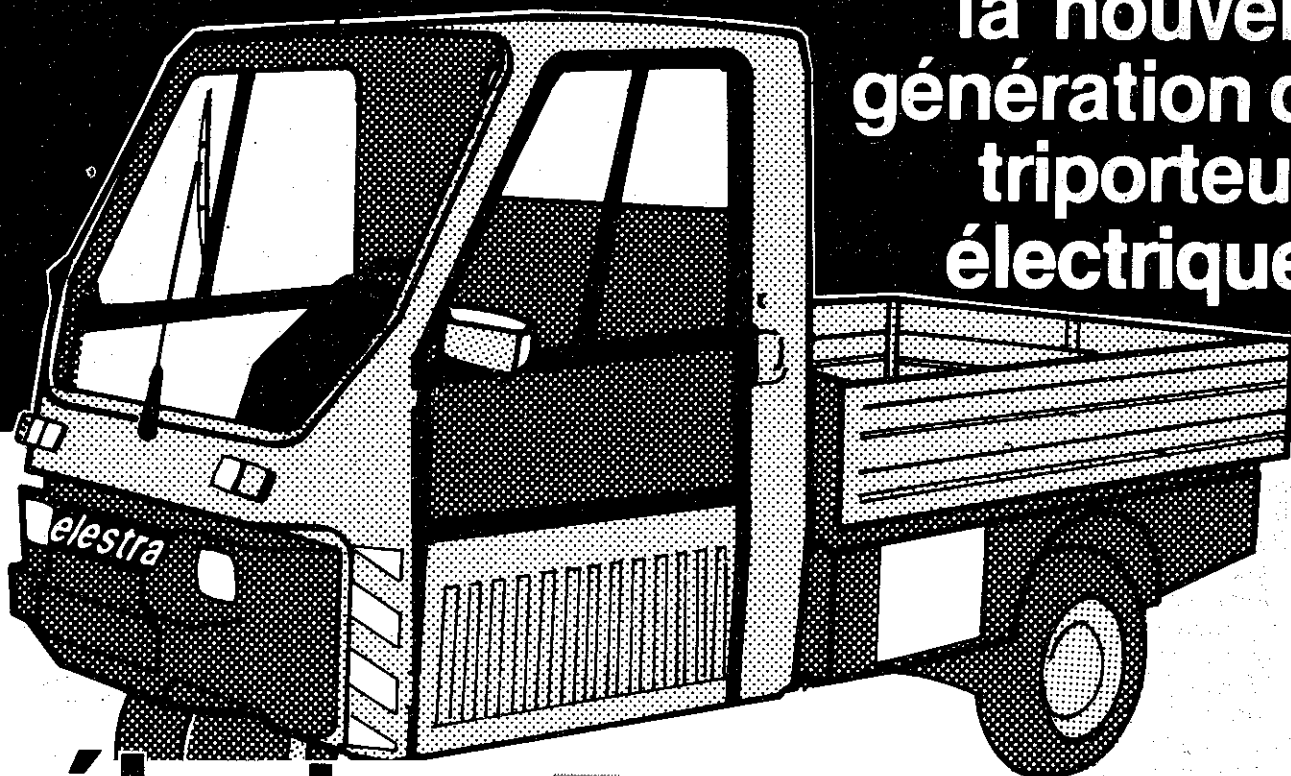
### Le démantèlement

La deuxième guerre mondiale laisse la France en pleine incertitude. Tout le pays est à reconstruire.

L'ELRT sort des motrices "500", à hautes performances. Mais elles seront peu diffusées. Les autres villes étendent leur réseaux de trolleybus, mettent en place un réseau routier. Les difficultés de financement



la nouvelle  
génération de  
triporteurs  
électriques



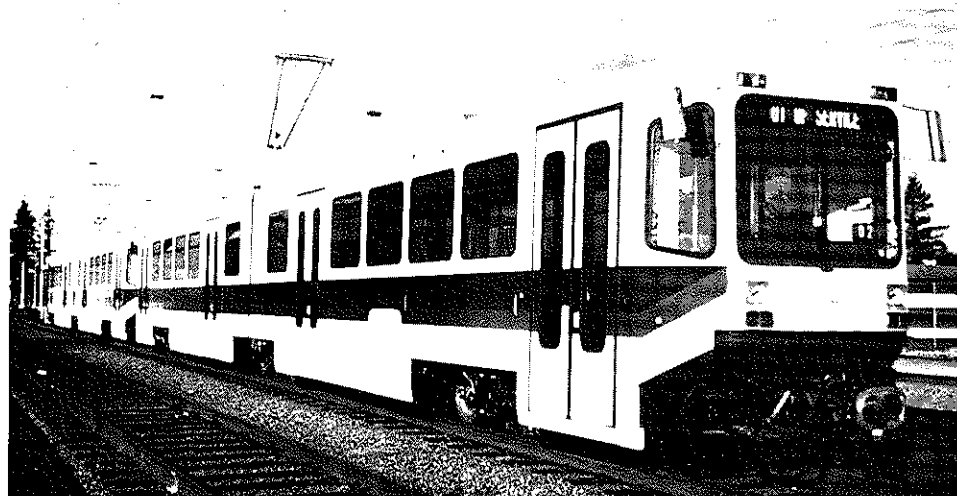
**élestra**



**ELECTRICITE DE STRASBOURG**

B.P. 438 - 1, rue du 22 Novembre 67007 Strasbourg Tél. (88) 20.60.20

**<F> Faiveley**



**partenaire du progrès**

Équipements de portes, capteurs de courant, appareillages électroniques  
CHEMINS DE FER — MÉTROS — AUTOBUS — TRAMWAYS

**<F> Faiveley s.a.**

93, rue du Dr Bauer - 93404 SAINT-OUEN CEDEX  
Tél. : 264.12.60 - Télex : 290 653 - FAX : 606.00.01

font qu'en 1950, la plupart des grands réseaux conservent leurs tramways, avec des véhicules de conception ancienne.

Puis, c'est la chute. En dix ans, de 1950 à 1960, le nombre de villes françaises équipées passe de vingt-huit à six, alors qu'à l'étranger les "brochets" suisses et les voitures Duwag et PCC évoluent rapidement vers les matériels les plus modernes, que l'on voit encore en circulation.

Les quelques villes qui ont pu, ou su, garder leur réseau de tramway se trouvent alors en France dans une position délicate. Saint-Etienne choisit, en cinquante huit, les motrices PCC. Marseille suivra en soixante neuf. Lille-Roubaix-Tourcoing garde son "Mongy" équipé des dernières motrices françaises modernes "500". Les autres disparaissent. En 1970, on compte en France soixante-dix neuf motrices ! C'est bien peu par rapport à la Belgique, la Suisse, la Hollande, l'Italie et l'Allemagne, pour ne citer que nos proches voisins. A

cette même époque, à l'étranger, on est si content du tramway que l'on songe dès 1955 à l'enterrer, pour le soustraire aux difficultés de circulation et lui conserver ses qualités. La nouvelle donne semble être définitive.

En France, le sursaut a lieu autour de 1970 avec le développement des nouvelles notions d'urbanisme. On se rend compte que le transport public urbain est irremplaçable. Dès lors, les méthodes de gestion et de prévision, inspirées des méthodes américaines, font leur apparition officielle. Les mentalités changent. Le concept "transport public" évolue et la fréquentation cesse de décroître. Après s'être consacré à la région parisienne (métro, RER, SNCF-banlieue), l'Etat favorise la recherche et le développement d'autres métros et de modes nouveaux (URBA, POMA 2000, VAL, ARAMIS).

Enfin, à partir de 1974, la montée en flèche des prix du pétrole et les

effets de la crise favorisent la réapparition du tramway français. L'épilogue provisoire de notre petite histoire s'est déroulé à Nantes en janvier 1985. Mais de nouveaux chapitres sont ouverts à Strasbourg, Grenoble, Toulouse, Marseille, Lille, Saint-Etienne doivent désormais se sentir moins seules. □

**Christian Diou**  
Ingénieur des TPE  
Fédération mondiale  
des villes jumelées

(1) Compagnie Générale des Omnibus, créée en 1855 par le Baron Haussman, Préfet de Paris, pour fusionner les 10 compagnies d'omnibus qui existaient alors à Paris.

(2) Système "pay as you pass", imposant un sens de circulation des voyageurs montant à l'avant et descendant au centre, qui diminuait la fraude.

(3) Electrique Lille-Roubaix-Tourcoing.

(4) Les données de l'article et du tableau sont extraites de l'Histoire des transports dans les villes de France, Jean Robert, 1974.

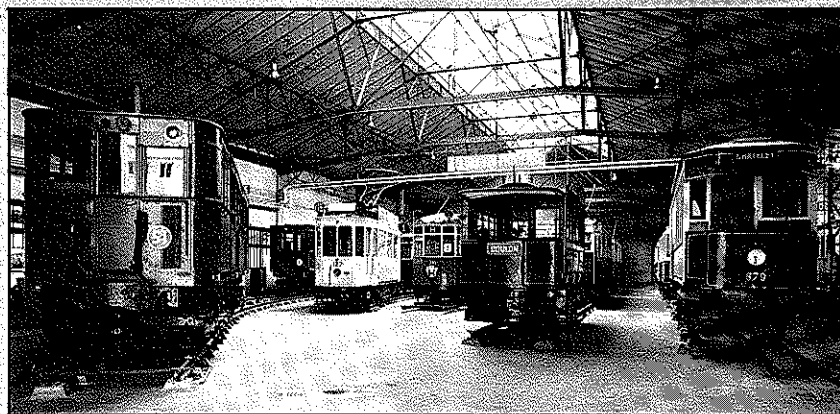
**L**e musée des transports a été créé, à l'initiative de M. Robert, en mars 1957, à l'occasion de la suppression des tramways de Versailles. De son nom complet Association du Musée des Transports Urbains, Interurbains et Ruraux (AMTUIR), il concrétise ainsi une idée qui lui tenait à cœur : conserver les véhicules de transport collectif, en particulier les tramways, qui, dans les années 50, étaient supprimés un peu partout en France. Association loi 1901, l'AMTUIR a été déclarée d'utilité publique en 1967.

Le premier véhicule acheté est une motrice des tramways de Versailles, et petit à petit sont achetés un véhicule ici, un véhicule là. Certains sont vendus pour un franc symbolique, d'autres sont donnés, d'autres encore, plus chers, dépassent souvent les capacités financières de l'AMTUIR. Le prix du kilo de ferraille semble alors plus élevé que la valeur de la mémoire collective.

La RATP met à leur disposition une partie désaffectée du dépôt de Malakoff, ce qui permet de garer le début de la collection. Cette quête du tramway se poursuit jusqu'en 66, date de la suppression du tramway de Lille. Le plaisir des membres de l'association est alors le moteur principal de son action. Les rails du dépôt servent parfois à faire rouler le dimanche les pièces en état.

A partir de 64, la décision est prise d'ouvrir la collection au public, suscitant un assez bon succès de curiosité dans une époque dominée par l'automobile. Les grands réseaux de tramways étant tous supprimés, on commence alors à récupérer les trolleybus, ainsi que les premiers autobus à plate-forme parisiens.

## LE MUSEE DES TRANSPORTS URBAINS



RATP

En 72, la partie désaffectée du dépôt de Malakoff devant être démolie, le déménagement se fait dans un autre dépôt de la RATP, celui de Saint-Mandé, où l'installation se termine en 74. L'hectare disponible permet d'élargir la récupération aux autobus de province (matériels des années 50-60). Toutes les marques ne sont pas représentées, mais Berliet, Chausson, Renault, Panhard, Saurer, Floirat, Vernet sont là. Par ailleurs, la Régie continue d'apporter à l'AMTUIR quelques services pour l'entretien et la réhabilitation du matériel parisien.

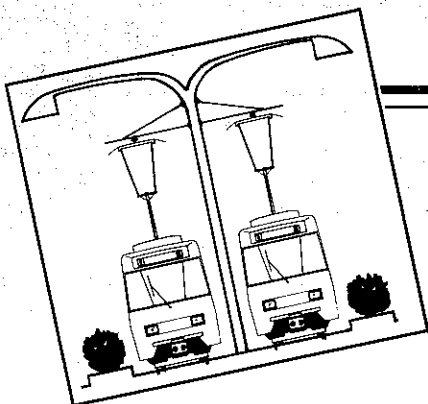
Avec les métros, la question devint plus difficile : les motrices Nord-Sud de 1925, le Métro 500 de 1908, la Thomson de 1903 (remise en état) sont bien dans le dépôt, mais la place manque pour d'autres véhicules de province et de la RATP (comme les rames Sprague), qui sont stockés dans les tunnels du réseau parisien.

Quelques autobus se retrouvent ainsi en province ou même à Genève. Une sous-station RATP permet de remiser quelques trams en instance de réhabilitation.

Ce sera pire avec, dans quelque temps, la récupération du matériel standard banlieue ouest SNCF et des Z 2300 de la ligne de Sceaux.

La première subvention est enfin arrivée en 84, de la direction des Musées de France. Elle permet d'améliorer quelque peu la présentation du musée et de réaliser des audiovisuels, les ressources habituelles des cotisations et des entrées au musée (ouvert de juin à octobre) s'élevant seulement à 120 000 F par an.

Depuis peu, l'AMTUIR se lance dans l'organisation de manifestations spécifiques, comme des expositions temporaires (en 84, sur les transports parisiens durant l'occupation), avec soutien audiovisuel. □



## De Nantes à Grenoble

# Le matériel roulant

**Dès 1975, les perspectives d'exportation d'un matériel innovant et compétitif ont incité l'Etat à octroyer d'importantes aides pour le développement du tramway. En octobre 1980, naissait le Tramway français standard, qui sera plus tard celui de Nantes. Deux ans après, une variante à plancher bas voyait le jour à Grenoble. Deux produits haut de gamme, uniques au monde.**

**D**ès février 1975, le secrétaire d'Etat aux Transports demandait aux maires de neuf grandes villes françaises de commencer des études permettant d'aménager des lignes de tramways. En août de la même année, le secrétaire d'Etat annonçait le lancement d'un concours international pour la définition d'un matériel roulant de type tramway, en assignant deux objectifs à ce concours. En premier lieu, il s'agissait de préparer un cahier des charges détaillé, au vu des résultats du concours et compte tenu des besoins des collectivités concernées, puis de sélectionner, parmi les concurrents du concours, ceux qui seront autorisés à répondre à un appel d'offres restreint sur la base du cahier des charges mentionné ci-dessus.

Les lauréats du concours, désignés en juin 1976, ont été les sociétés Alsthom-Atlantique, Francorail d'une part et Matra associée à TCO et à la Brugeoise et Nivelles d'autre part. En décembre 1979, trois villes, Nantes, Strasbourg et Toulouse, ont manifesté, par une décision de l'autorité organisatrice des transports en commun, leur décision de principe de construire un réseau de tramway en site propre. D'autres villes, telle Grenoble, examinent alors cette possibilité. De décembre 1979 à mars 1980, le ministère des Transports organise des réunions dans le but de préparer le cahier des charges envisagé antérieurement. Le groupe de travail était constitué de représentants des villes de Nantes, Strasbourg, Toulouse, Lille et Saint-Etienne, (ces dernières ayant conservé une ligne de tramway, des constructeurs lauréats et de techniciens du ministère). Le cahier des charges ainsi mis au point a servi de base pour l'appel d'offres lancé par le syndicat intercommunal des transports publics de l'agglomération nantaise, le 15 mars 1980.

Le 30 juin, le ministère des Transports a chargé M. Funel, ingénieur général des Ponts et Chaussées, d'examiner si le matériel qui serait retenu à la suite de l'appel d'offres pouvait équiper les agglomérations françaises d'une part, et si le prix proposé était compétitif sur un plan international, d'autre part.

Un groupement constitué de Alsthom-Atlantique, chef de file, Francorail, CIMT et TCO a remis une proposition le 17 juillet 1980.

### Le tramway de Nantes

Après l'ouverture de l'offre du groupement, le groupe de travail, présidé par M. Funel, lui a demandé de modifier le projet initial pour diminuer le coût du matériel. Les propositions du groupement ont été étudiées par le groupe de travail qui a arrêté, le 16 octobre 1980, la liste des modifications qui pouvaient être acceptées. M. Funel, dans son rapport au ministre, a conclu que le prix proposé, après ces modifications, par le groupement des constructeurs était compétitif et a confirmé que le marché mondial des tramways serait suffisamment important pour que l'industrie ferroviaire française présente sur celui-ci un produit de haut de gamme susceptible de simplification : le Tramway Français Standard (TFS).

Les conclusions du rapport Funel, ont conduit le ministère des Transports, à décider d'apporter son aide au développement du tramway. Cette décision, prise le 12 février 1981, est associée à la prise en considération des projets de Nantes et de Strasbourg.

La convention relative au développement de ce matériel signée le 6 novembre 1981 par le ministre des

transports et les industriels prévoit un financement global de 36 MF (en millions de francs courants, HT) ainsi répartis :

Direction des transports terrestres	12 MF
Agence nationale de valorisation de la recherche	10 MF
Industriels	14 MF
Total	36 MF

En contrepartie de cette participation de l'Etat, le groupement s'est engagé à vendre le TFS aux agglomérations françaises dans des conditions de prix maximum fixées par la convention.

Une première commande de vingt rames a été passée en avril 1982 pour l'agglomération nantaise. La première rame (tête de série) a été livrée deux ans plus tard.

L'exploitation partielle de la ligne a débuté en janvier 1985, la mise en place totale avec la restructuration du réseau d'autobus a eu lieu en avril. Le suivi du développement du TFS (Nantes) a été assuré par un comité technique regroupant les collectivités locales concernées, les industriels et les administrations (transports, industrie).

A quoi ressemble ce tramway ? Une rame bidirectionnelle est composée de deux caisses liées par une articulation et reposant sur deux bogies moteurs aux extrémités et un bogie porteur placé sous l'articulation.

Ses principales caractéristiques sont les suivantes : longueur : 28,5 m ; largeur : 2,3 m ; hauteur du plan-



cher : 870 mm ; longueur du plancher utile : 25,7 m ; capacité (4 voyageurs debouts par m<sup>2</sup>) : 168 (dont 60 assis) ; vitesse maximum : 80 km/h.

Par face, quatre portes doubles et une porte simple permettent l'accès dans le véhicule. Les bogies équipés de roues élastiques et de suspensions à deux étages permettent d'obtenir un niveau de bruit particulièrement bas. Le freinage normal des bogies moteur est électrique à récupération d'énergie, le freinage mécanique à disques entrant en jeu dans les faibles vitesses. Le bogie porteur est, lui, toujours freiné mécaniquement.

Le matériel comporte des innovations d'importance. Pour la première fois sur un matériel tramway, deux techniques, déjà utilisées sur d'autres matériels, sont appliquées.

D'une part, l'ossature de la caisse est réalisée à partir de tôles et profilés en alliage aluminium. D'autre part, chaque moteur est alimenté par deux hacheurs de courant plon-

gés dans du flugène contenu dans une enceinte étanche, le refroidissement est obtenu par vaporisation du flugène liquide aux endroits chauds et par condensation de la vapeur produite sur les parois de l'enceinte. Le prix d'une rame, pour une série de vingt véhicules, en francs hors taxes de juin 1984, est de 7,5 millions de francs.

### **Le tramway à plancher bas de Grenoble**

Les collectivités locales ont posé, dès 1982, comme condition à l'introduction du tramway sur leur réseau, l'accessibilité du système aux personnes à mobilité réduite, y compris les personnes en fauteuil roulant.

Par ailleurs, au niveau de l'Etat, dans le cadre d'une réflexion générale menée par le gouvernement en matière de transport, Mme Frayssé-Cazalis a été chargée de faire des propositions devant en particulier améliorer l'accessibilité des transports en commun. Sur la base de ces propositions, le conseil des ministres du 9 février 1983 a retenu vingt

mesures destinées à faciliter les déplacements des personnes à mobilité réduite et en particulier des personnes handicapées.

L'une de ces mesures prévoyait une aide de l'Etat pour la mise au point d'un système de transport par tramway accessible aux personnes à mobilité réduite.

Les premières réflexions engagées dans le cadre du comité technique ont permis de rejeter la solution de quais hauts (750 mm) à hauteur du plancher du matériel vu les difficultés de leur insertion dans les centres urbains, et l'utilisation de plates-formes élévatrices embarquées ou sur les quais des stations du fait des problèmes d'exploitation.

Le comité s'est donc orienté vers l'étude des modifications du véhicule permettant d'obtenir au moins partiellement un plancher à hauteur des quais de stations acceptables dans les sites urbains. Après l'étude de plusieurs variantes, la solution retenue permet d'obtenir l'accès au

*Nantes : le modèle.*



Diagramme  
Grenoble

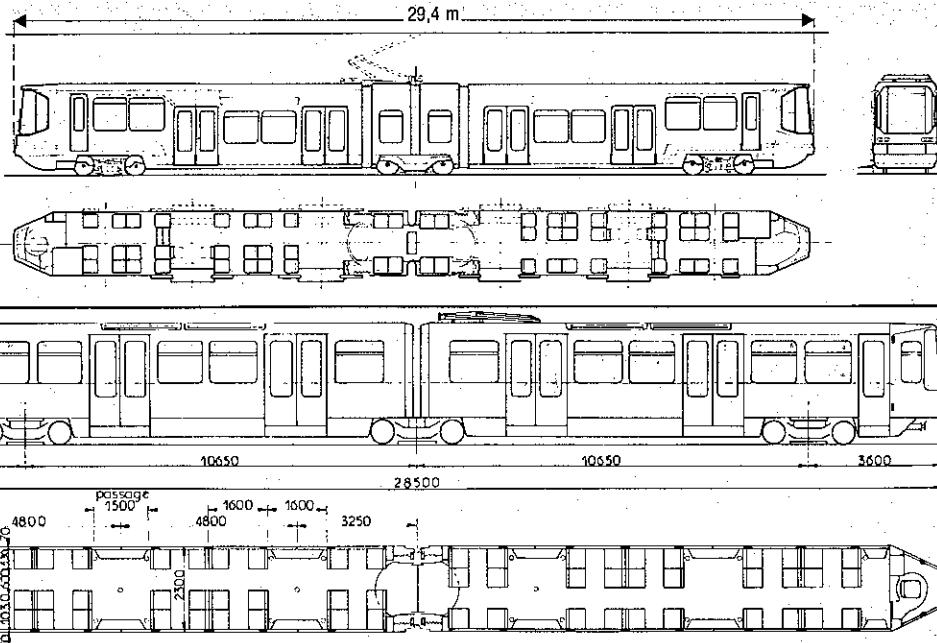


Diagramme  
Nantes

véhicule dont le plancher est situé à 35 cm du sol par quatre portes doubles (1).

L'avenant à la convention du 6 novembre 1981 relatif au développement de la variante du TFS à plancher bas a été signé le 20 décembre 1984 par le secrétaire d'Etat aux Transports et les industriels. Il prévoit le financement suivant (en millions de francs courants, HT) :

Direction des transports terrestres	15
Agence nationale de valorisation de la recherche	3
Industriels	18,7

Le syndicat mixte des transports collectifs de l'agglomération grenobloise a passé commande au groupement de vingt rames (dont une optionnelle) du TFS à plancher bas.

Du point de vue du matériel, le principe retenu a donc été d'abaisser le plancher d'une rame à 350 mm entre les deux bogies moteur où la hauteur est maintenue à 870 mm.

La rame comporte trois caisses reposant sur trois bogies avec une nouvelle articulation en trois parties.

Les portes du véhicule pourront être équipées de palettes logées sous le plancher formant, dans la position sortie, un pan incliné qui permettra l'accès du véhicule aux personnes en fauteuil roulant.

Les principales caractéristiques sont les suivantes : longueur : 29,4 m ; hauteur du plancher haut : 870 mm ; hauteur du plancher bas : 350 mm ;

(1) L'étude de cet accès a mis en valeur le problème des portes en égard à la sécurité des voyageurs. Les portes louvoyantes-coulissantes-extérieures ont été retenues.

longueur du plancher bas : 17,3 m ; capacité (4 voyageurs debouts par m<sup>2</sup>) : 179 (dont 46 assis).

Le projet a, là-aussi, généré des innovations. Le plancher bas a impliqué deux modifications importantes. Un col de cygne à chaque extrémité au niveau du plancher et du pavillon relie les parties hautes et basses et impose le choix de l'acier pour la fabrication de la caisse. De plus, les équipements, qui étaient placés sous le plancher dans la variante Nantes, ont été placés en toiture.

Mais l'élément essentiel de ce véhicule est la petite caisse centrale située sur le nouveau bogie porteur. Celui-ci est constitué d'essieux coulés avec des roues indépendantes ce qui permet de maintenir dans l'intercirculation un passage de plus de 85 cm au même niveau que le plancher bas.

L'articulation utilisée pour la variante Nantes ne pouvant se loger entre le plancher bas et le bogie porteur, une articulation originale en trois parties a dû être développée. La partie située au centre au-dessus du bogie porteur a pour fonction de transmet-

tre les charges des deux caisses au bogie et de permettre les rotations dans un plan vertical. Les deux autres parties, situées aux extrémités du bogie porteur, autorisent les mouvements dans un plan horizontal, ce qui permet d'ailleurs d'améliorer l'inscription du véhicule dans le site.

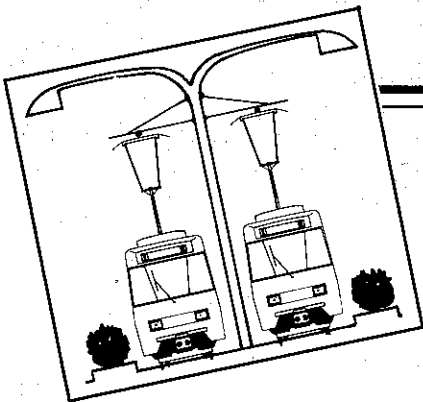
Le prix d'un véhicule, pour une série de vingt, en francs hors taxes de juin 1984, est de 8,8 millions de francs.

Avec l'aide de l'Etat, l'industrie ferroviaire française disposera prochainement, dans sa gamme de matériels, de nouveaux produits qu'elle ne fabriquait plus depuis de nombreuses années. Ces deux produits, le premier la variante Nantes, produit de haut de gamme intégrant tout le savoir-faire de nos industriels, et le deuxième à plancher bas, véhicule unique au monde, vont bénéficier à Nantes et à Grenoble de vitrines exceptionnelles pour la recherche de nouveaux clients et plus particulièrement à l'exportation. □

**Pierre Leclerc**  
Ingénieur des TPE  
DTT

Grenoble :  
le  
tramway  
à  
plancher  
bas.





## Marché international Le retour du tramway

Il y a une quinzaine d'années seulement, un article sur le marché international du tramway eut relevé, au moins dans notre pays, de la gageure. Comment disserter sur ce thème pour un système de transport urbain qui, chez nous, avait presque totalement disparu et que l'opinion courante vouait, tels les reptiles de l'ère secondaire, à extinction définitive pour cause de désadaptation au milieu ?

Encore faut-il observer que, même alors, ce point de vue "hexagonal" n'était pas celui de la plupart de nos voisins, chez qui le tramway, bien qu'ayant cédé du terrain à ses concurrents, continuait dans nombre de grandes villes à afficher une belle santé.

Mais à présent chacun s'accorde à trouver dans un tel sujet une consistance bien réelle. Les raisons du retour en grâce du tramway sont suffisamment connues. Rappelons qu'elles tiennent dans la comparaison entre un constat, qui fait à présent l'objet d'un large consensus de par le monde, et les particularités techniques du système.

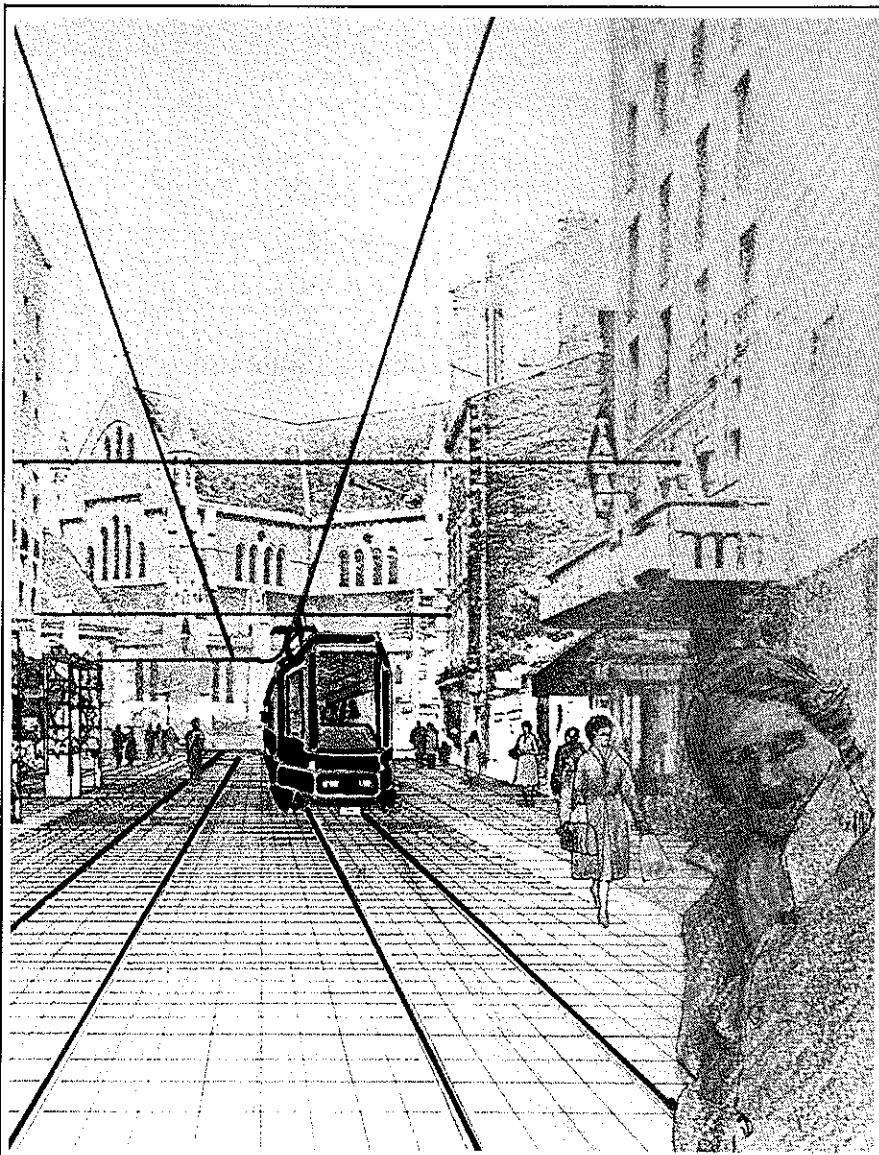
### Un garde-fou

Le constat, c'est la nécessité pour toute ville de quelque importance, de transports publics efficaces garantissant à coût raisonnable la mobilité des citoyens et, au moins pour les pays développés, servant de garde-fou contre un recours excessif à la voiture particulière. C'est aussi l'insuffisance des seuls services d'autobus à donner cette efficacité et cette attractivité, dès que l'agglomération dépasse quelques centaines de milliers d'habitants. C'est enfin l'extrême difficulté, sur le plan financier, pour des agglomérations non millionnaires en habitants, de se doter de systèmes de transport de type métro, qui ont bien les qualités manquant à l'autobus, mais qui sont surpuissants et terriblement coûteux.

Pour nombre de ces agglomérations "moyennes" — et aussi pour certains axes dans les plus grandes — deux caractéristiques fondamentales du tramway offrent un grand intérêt. D'une part, le rail à gorge, noyé dans un revêtement routier, conjointement à la prise d'énergie électrique par ligne aérienne, ouvre la possibilité d'établir la voie au niveau du sol, si nécessaire sur une emprise de voirie, en y créant un site protégé bien moins coûteux qu'un tunnel et plus "convivial".

**Alors que le marché des métros "lourds" est de toute évidence en diminution (probablement définitive dans les pays développés, déjà équipés, peut-être provisoire dans les autres), deux marchés sont actuellement "porteurs" pour l'industrie ferroviaire : celui des matériels ferroviaires de banlieue (beaucoup de villes se rendent subitement compte qu'elles ont des lignes de chemin de fer sous-utilisées), celui des tramways.**

**Ce dernier n'apportera pas des pactoles aux industriels : les quantités ne sont pas très importantes et la concurrence est sévère. Mais chacun sait que le temps des pactoles est fini : pour l'ingénierie comme pour l'industrie, toute affaire est à prendre, elle peut aider à passer un cap difficile.**



A. CHEMETOV

St Denis

D'autre part, l'utilisation des avantages intrinsèques de la technologie ferroviaire (possibilité de circulation en rames, confort de roulement, solidité et durabilité du matériel et des équipements), procurant une capacité de transport, une attractivité et une productivité se situant au-dessus des possibilités de la technologie routière.

Ainsi s'explique le revirement qui s'est amorcé dans les années 70. Sauf exceptions (cas de très petites villes), on ne supprime plus le tramway ; bien plus, on assiste à son retour dans des villes d'où il avait été banni voici trente ans et plus. Pour l'industrie ferroviaire mondiale, le tramway est redevenu un produit "chaud".

### **Le renouvellement des réseaux existants**

Dans les réseaux de tramways de "première génération", c'est-à-dire ceux établis de longue date, par opposition aux réseaux créés depuis une dizaine d'années, le parc est estimable à 55 000 voitures (motrices et remorques), dont la répartition est fort inégale sur le globe. En effet, sur ce total près de la moitié (environ 25 000 voitures) circulent sur les 120 réseaux de tramways que compte l'Union Soviétique. 10 000 autres voitures circulent sur les réseaux des pays européens membres ou associés du COMECON.

En Europe Occidentale, l'Allemagne Fédérale a le parc le plus important, avec environ 4 000 voitures. Un bon millier circulent en Autriche, à peu près autant en Italie, un petit peu moins en Suisse, en Hollande ou encore en Belgique. La Suède et le Portugal font chacune rouler quelque 300 voitures, la Norvège et la Finlande un nombre légèrement inférieur. Jusqu'à la mise en service du tramway nantais, le parc français n'arrivait pas à la centaine de voitures, mais il y en a encore moins en Grande-Bretagne et en Espagne où le tramway ne joue aucun rôle significatif autre que touristique. L'Albanie, le Danemark, la Grèce, l'Irlande et la Turquie (d'Europe comme d'Asie) n'ont aucun tramway.

En Amérique du Nord, ce sont environ 900 voitures (contre 20 000 en 1945) qui continuent à circuler dans les 8 villes des Etats-Unis où le tramway a subsisté. 400 voitures roulent au Canada, une cinquantaine survivent au Mexique. Il n'y a aucun réseau en Amérique Centrale.

Le parc d'Amérique du Sud est insignifiant (quelques dizaines de voitures au total). En Afrique, le tramway n'a prospéré qu'en Egypte (près de 1 000 voitures) et a disparu — ou n'a jamais été implanté — partout ailleurs. En Asie, l'Inde compte 600 voitures sur le réseau de Calcutta, 150 à Hong Kong, 500 sur les réseaux mandchous de Chine populaire et 1 500 sur une dizaine de réseaux japonais. L'Australie fait rouler 700 voitures sur le seul réseau de Melbourne.

Cette répartition disparate reflète des phénomènes généraux : le faible taux de motorisation individuelle des pays de l'Est, dont les habitants ont cependant une mobilité similaire à celle des Européens de l'Ouest, d'où la nécessité de transports publics efficaces et puissants ; à l'opposé, la décadence des transports publics dans les villes américaines face à la concurrence de l'automobile (politique maintenant contrée vigoureusement) ; un équilibre entre ces deux situations en Europe Occidentale avec quelques exceptions (organisation de la circulation ayant très longtemps privilégiée la voiture particulière en France et en Espagne, préférence pour le transport "tout assis" favorisant l'autobus à étage en Grande-Bretagne) ; la suppression, par délabrement, des réseaux installés à l'époque coloniale dans les pays du tiers monde, là aussi avec quelques exceptions.

Le marché de renouvellement de ce parc correspond à la livraison de quelque 2 000 voitures par an, mais il a un caractère si fragmentaire que ce chiffre n'a, pour la plupart des industriels, aucune signification.

En effet, on relèvera tout d'abord que la plupart des pays ayant conservé d'importants réseaux sont aussi ceux où l'industrie ferroviaire nationale est capable d'en assurer le renouvellement. Il y a en conséquence des marchés pratiquement verrouillés, dont l'Allemagne Fédérale et la Belgique constituent les archétypes.

Dans ces renouvellements, "le poids de l'histoire" est considérable. La compatibilité indispensable entre les nouveaux et les anciens matériels sur un même réseau oblige à en respecter toutes les contraintes (écartement de voies, gabarit, tension d'alimentation, etc...) de même que les pratiques d'exploitation et d'entretien. D'une ville à l'autre, elles ont toutes chances de différer et, dans les pays occidentaux au moins, le pouvoir central n'est pas en mesure d'imposer aux villes, souveraines en matière de transport, une standardisation où elles trouveraient plus d'inconvénients que d'avantages. Donc, les matériels, dans un même pays, sont très rarement identiques d'un réseau à l'autre, un cas typique étant fourni par les trois principales villes de Hollande qui ont choisi des tramways de conception technique complètement différente... Zürich



Y. LE BERRE/SEMITAM

Cet émiettement du marché se traduit dans le volume des commandes ; celles portant sur une ou deux dizaines de voitures, parfois moins, sont plus nombreuses que celles s'exprimant par centaines. Les constructeurs doivent donc s'adapter à l'exigence d'un intelligent "sur mesure".

L'exception notable est constituée, on s'en doute, par les pays de l'Est. Ici, les villes se sont vues imposer une standardisation sur un très petit nombre de types de motrices (3 en URSS, 2 en RDA, 1 en Pologne, 1 en Hongrie, etc...) qui ont de plus un grand nombre d'organes essentiels communs. La standardisation s'étend jusqu'aux aménagements intérieurs et à la livrée extérieure.

Les marchés de renouvellement ne s'ouvrent à un constructeur étranger que là où l'industrie ferroviaire nationale est, au moins dans ce créneau, faible et là où il est possible de l'associer à la construction par un accord de licence ou de sous-traitance. Certes, les opportunités sont rares, mais elles existent. Un exemple — qui n'a malheureusement pas été exploité par l'industrie française — en a été donné par les USA où, depuis le retrait du marché de Boeing en 1977, la quasi-totalité du parc des villes ayant conservé le tramway a été renouvelé par les soins des constructeurs canadiens, japonais et italiens.

### **Le marché des nouveaux réseaux**

La construction de nouveaux réseaux a débuté dans les années 70. La ville canadienne d'Edmonton (Alberta) a ouvert en 1978 la série, suivie de Calgary (Alberta) et de San Diego (USA, Californie) en 1981. En Europe le mouvement s'est amorcé à Utrecht (Hollande) en 1983. Dans les pays en voie de développement, c'est l'Egypte qui a ouvert le premier réseau de "deuxième génération" à Helouan en 1982. Ces pionniers sont en passe de faire école (voir encadré).

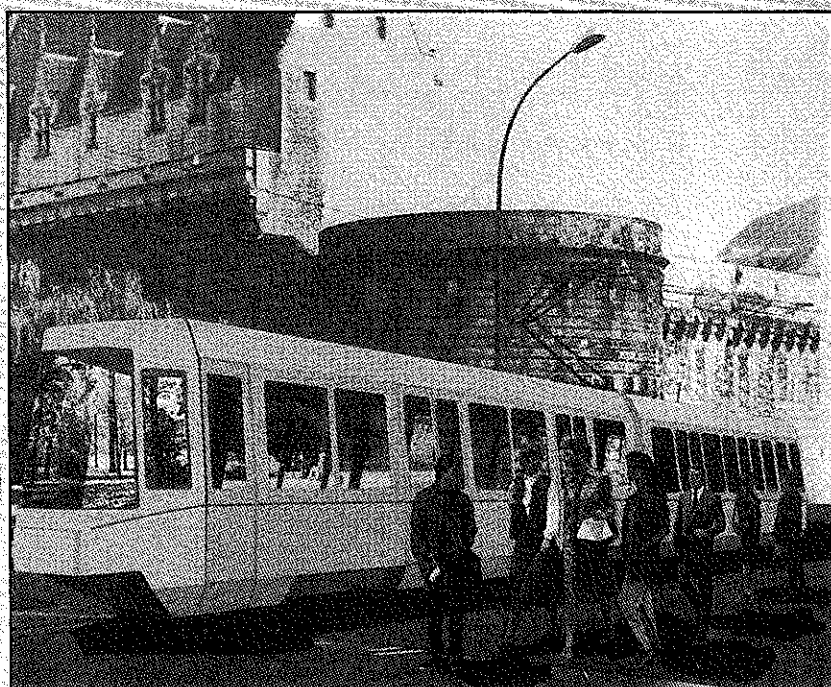
Il en ressort à l'évidence le caractère prometteur du marché nord-américain. Actuellement, il "sort" en moyenne un à deux projets par an ; il existe un véritable engouement pour les LRT (Light Rail Transit) qui contraste avec un visible désenchantement envers les métros "lourds" ; les bien médiocres résultats de trafic relevés sur les derniers métros construits à Washington, Baltimore et à Miami, qui ont coûté des fortunes à construire et qui continuent à les coûter en exploitation, y sont sans doute pour quelque chose, surtout par comparaison au coût impitoyablement bas du LRT de San Diego qui, de surcroît, arrive presque à couvrir ses frais d'exploitation par les seules recettes de trafic (événement tout aussi exceptionnel aux USA qu'en Europe...). Un seul projet de métro "lourd" est encore poussé aux USA, celui de Los Angeles.

Les caractéristiques de tous les LRT américains sont voisines : il s'agit des lignes longues (20 à 30 km), établies



## Les réseaux de tramways ou métro légers de deuxième génération

G. RICHEUX/SEMITAM



Nantes : le tramway devant le château des Ducs, du projet à la réalité.

Réseaux ouverts depuis 1979	Années d'ouverture
Edmonton (Alberta, Canada)	1978
Calgary (Alberta, Canada)	1981
San Diego (Californie)	1981
Helouan (Egypte)	1982
Utrecht (Pays-Bas)	1983
Buffalo (New York)	1984
Nantes (France)	1985
Réseaux en construction	Années d'ouverture
Tunis (Tunisie)	1985
Manille (Philippines)	1985
Gênes (Italie)	1986
Portland (Oregon)	1986
Sacramento (Californie)	1986
San Jose - Silicon Valley (Californie)	1987
Grenoble (France)	1988
Kuala Lumpur (Malaisie)	1988
Réseaux en cours d'études détaillées	Horizon d'ouverture
Los Angeles - Long Beach (Californie)	1988
Paris (Saint-Denis - Bobigny)	1988
Saint Louis (Illinois)	1988
Dallas (Texas)	1989
Oklahoma City (Oklahoma)	1990
Minneapolis - Saint Paul (Minnesota)	1990
Milwaukee (Minnesota)	1990
Detroit (Michigan)	1990
Rochester (New York)	1990
Orange County (Californie)	1990

presque continuellement au sol et utilisant fréquemment des emprises d'autoroutes ou de voies ferrées, ou même directement les voies ferrées de grands réseaux et pénétrant en centre-ville par des rues réservées aux piétons. On a donc bien recours aux propriétés fondamentales du tramway.

Plusieurs études ont cherché à évaluer le marché nord-américain en quantité de motrices à livrer d'ici la fin du siècle. Elles s'accordent sur des chiffres variant de 1 500 à 2 000, le paramètre le plus sensible étant l'attitude supposée de l'administration fédérale en matière de subventions d'équipement, actuellement plutôt restrictive, ce qui n'a pas empêché le développement de certains réseaux comme San Diego, qui a construit sa première ligne uniquement sur ressources locales.

Ces chiffres sont alléchants, surtout compte tenu de l'inexistence (peut-être provisoire) de l'industrie américaine sur le créneau, de la valeur du dollar... et de la solvabilité des clients. Toutefois le marché du matériel roulant n'est plus totalement vierge dans la mesure où sept villes ont déjà choisi leur fournisseur (allemand, canadien ou japonais). Si, contrairement à la pratique américaine, elles venaient à y rester fidèles pour les extensions de leurs réseaux, ce seraient 500 motrices qui seraient ainsi obérées, sur les 1 500 à 2 000 à livrer en quinze ans.

### Axes complémentaires

Malgré cette réserve, le marché apparaît à la fois considérable et remarquablement ouvert, sous condition pour les industriels étrangers d'observer la clause du Buy America Act et d'incorporer dans leur fabrication une importante prestation locale... Mais n'est-ce pas devenu de par le monde le schéma le plus courant pour toute exportation ferroviaire ?

Par comparaison, le marché de nouveaux réseaux européens est plus étroit. Il est par exemple évident que dans les pays où le tramway a largement subsisté, le nombre de villes susceptibles d'en recevoir peut se réduire à l'unité : c'est le cas d'Utrecht pour la Hollande.

Dans les pays où il a été éliminé, le marché est potentiellement plus important. Nombreuses sont les agglomérations demi-millionnaires, voire les axes complémentaires dans les métropoles dotées d'un métro, où le tramway pourrait techniquement et économiquement présenter une solution intéressante pour rééquilibrer le partage entre transports privés et publics et améliorer les bilans de ces derniers.

Toutefois, surtout là où le tramway a été, il y a vingt ou trente ans, supprimé dans l'espoir de faciliter la circulation automobile, tout projet de réintroduction se heurte aux habitudes venant d'un long laxisme envers la voiture particulière. Le principe, inhérent au tramway moderne, d'un site protégé au sol établi sur des

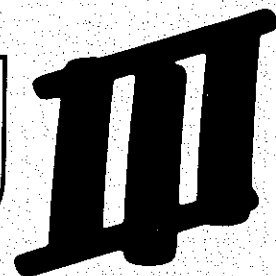


PLANIFICATEURS, CHERCHEURS, CONSULTANTS, AUTORITÉS LOCALES ET GOUVERNEMENTALES, EXPLOITANTS, FABRICANTS, USAGERS DU SECTEUR « TRANSPORTS URBAINS » VOUS ETES TOUS ATTENDUS POUR :

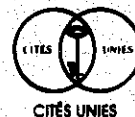
PLANNERS, RESEARCHERS, CONSULTANTS, CENTRAL OR LOCAL GOVERNMENT OFFICIALS, OPERATORS, MANUFACTURERS AND USERS OF URBAN TRANSPORT, YOU ARE ALL INVITED TO ATTEND THE :



# CODATU



**3EME CONFÉRENCE SUR LE DÉVELOPPEMENT ET L'AMÉNAGEMENT  
DES TRANSPORTS URBAINS DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT.  
3RD CONFERENCE ON THE DEVELOPMENT AND PLANNING  
OF URBAN TRANSPORT IN DEVELOPING COUNTRIES.**



## LE CAIRE

**EGYPTE — 19 au 23 Janvier 1986.**

## CAIRO

**EGYPT — 19-23rd January 1986.**

### TRANSPORT URBAIN DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT : CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS

Dans le contexte économique actuel, les responsables des villes des pays en développement sont confrontés à des écarts considérables entre les besoins de transport de plus en plus grands et la faiblesse des ressources disponibles. Il existe cependant des moyens de progresser dans la résolution des problèmes. C'est l'objet principal de cette conférence CODATU III, organisée conjointement par le ministère des transports d'Egypte, l'association CODATU, l'université du Caire et le Gouvernorat du Caire, sur les thèmes suivants :

### URBAN TRANSPORT IN DEVELOPING COUNTRIES: CONSTRAINTS AND OPPORTUNITIES

In the present economic climate, the officials in the towns of developing countries are confronted with a considerable disparity between the ever increasing transport needs and the lack of available resources. However, there are ways in which progress can be made in this area. This is the principal aim of this CODATU III conference which is organised jointly by the Ministry of Transport for Egypt, the CODATU Association, Cairo University and Cairo Governorate, on the following themes :

#### Thème 1 : Gestion des transports collectifs

- Conception et exploitation des réseaux
- Transports informels
- Formation du personnel
- Problèmes des villes moyennes

#### Theme 1 : Public transport management

- Systems operation and management
- Intermediate systems
- Training
- Issues on medium-sized cities

#### Thème 2 : Options techniques

- Systèmes existants et nouvelles options
- Systèmes d'exploitation de la circulation

#### Theme 2 : Technical options

- Existing systems and new options
- Traffic management systems

#### Thème 3 : Mesures à bas coût

- Entretien des routes
- Plan de circulation
- Sécurité du trafic

#### Theme 3 : Low-cost measures

- Road maintenance
- Traffic management schemes
- Safety measures

#### Thème 4 : Politiques de transport et aspects institutionnels

- Politiques de transport
- Institutions
- Secteur privé, secteur public
- Information et planification

#### Theme 4 : Policy and institutional issues

- Policy options
- Institutions
- Private/public transport
- Information and planning

#### Thème 5 : Aspects financiers

- Table ronde avec les représentants d'organismes de financement.

#### Theme 5 : Financial issues

- Round table with political authorities concerned with transport

#### Thème 6 : Prise en compte des usagers

#### Theme 6 : Users needs issues

Traduction simultanée Anglais/Français/Arabe.

Simultaneous translation English/French/Arabic.

Une exposition internationale illustrera concrètement les thèmes abordés.

An international exhibition will clearly show the themes discussed.

### POUR INSCRIPTION ET INFORMATIONS SUR LA CONFÉRENCE ET L'EXPOSITION :

Association CODATU (IGEE) 23, 25, avenue F. Roosevelt, 75775 PARIS Cedex 16 - France

Tél. : (1) 256.45.86 — Télex : SERINFO 660285 F

### FOR REGISTRATION AND INFORMATION ON THE CONFERENCE AND EXHIBITION CONTACT :

Association CODATU (IGEE) 23, 25, avenue F. Roosevelt, 75775 PARIS Cedex 16 - France

Tel. : (1) 256.45.86 — Télex : SERINFO 660285 F

<i>Strasbourg (France)</i>	<i>Québec (Canada)</i>
<i>Birmingham</i>	<i>Montréal (Canada)</i>
<i>(Grande-Bretagne)</i>	<i>Rabat (Maroc)</i>
<i>Manchester</i>	<i>Casablanca (Maroc)</i>
<i>(Grande-Bretagne)</i>	<i>Alger (Algérie)</i>
<i>Sheffield</i>	<i>Port Elizabeth</i>
<i>(Grande-Bretagne)</i>	<i>(Afrique du Sud)</i>
<i>Houston (Texas)</i>	<i>Johannesburg</i>
<i>Austin (Texas)</i>	<i>(Afrique du Sud)</i>
<i>Tulsa (Oklahoma)</i>	<i>Ankara (Turquie)</i>
<i>Salt Lake City (Utah)</i>	<i>Asuncion (Paraguay)</i>
<i>Colombus (Ohio)</i>	<i>Costa Rica (Costa Rica)</i>
<i>Norfolk (Virginie)</i>	<i>Mendoza (Argentine)</i>
<i>Honolulu (Honolulu)</i>	<i>Port Saïd (Egypte)</i>
<i>San Juan de Porto Rico</i>	



RAPTR

surfaces de voirie à lui réservées, donc au détriment de l'automobile, rencontre des objections de nature quasi culturelle sans doute incompréhensibles pour un Zurichois ou un Californien, mais bien réelles. L'exigence de restituer à l'automobile sous forme de nouvelles voies les surfaces ainsi allouées au transport public, souvent présentée comme une nécessité (alors qu'elle est, en réalité, contradictoire avec l'objectif de rééquilibrage visé par le site propre) peut conduire à des travaux coûteux et inacceptables.

Dès lors les responsables, dans ces villes, sont davantage tentés par un franchissement en souterrain, amorçant ainsi une dérive vers des systèmes de type métro, obéissant à des logiques de développement différentes et transférant ces problèmes au niveau de la faisabilité financière du site propre dénivelé.

Quant au marché de pays en voie de développement, son caractère essentiel est bien l'incertitude. Que de nombreuses villes y soient justifiables de cette solution ne paraît pas douteux, mais malheureusement, il est probable que les pays les plus pauvres n'auront pas, à brève échéance, les moyens humains, administratifs et financiers pour passer du stade du taxi collectif et de l'autobus artisanal à celui d'un système en site propre à traction électrique.

Une telle mutation est par contre vraisemblable dans des villes de pays semi-industrialisés, dont l'armature est plus solide et où des entreprises locales peuvent être intéressées à l'entreprise. Les exemples de Manille, Kuala-Lumpur et de Hong Kong (où à côté du métro va se construire un nouveau réseau de tramway) tendent à le montrer.

Cependant la situation politique et financière de la plupart de ces pays est le plus souvent trop mouvante pour dégager des tendances et des orientations durables, et plus encore pour imaginer un rythme moyen de réalisation. Des exemples récents montrent à quel point la prudence s'impose en ce domaine.

On voit donc que, globalement, il est dif-

ficile de donner des chiffres. On se risquera à une fourchette de 80 à 120 voitures par an (tous marchés confondus) avec une tendance à l'augmentation constante (conjonction des créations de réseaux et des extensions de ceux lancés précédemment. Cela peut paraître peu par rapport aux fabuleux marchés "métro" d'antan : mais faute de grives...

### Les industriels du tramway

Aucune frontière technologique précise ne séparant une voiture de tramway d'une voiture de métro ou de chemin de fer, ce sont naturellement les industriels ferroviaires qui se sont de tout temps chargés de sa fabrication.

L'organisation des usines de construction ferroviaire, est, de façon générale, assez complexe et rigide. Les procédures et les outillages de fabrication sont hautement spécialisés d'une série de produits à une autre. Ceci procure une haute qualité, et un bon rendement économique pour peu que la série traitée soit importante. L'adaptation au marché du tramway, si elle ne pose à ces industriels aucun problème technique, n'est pas toujours facile car, on l'a vu, les quantités unitaires sont le plus souvent faibles.

Cette règle est confirmée par deux exceptions opposées. La première concerne la firme ouest-allemande Duewag qui, elle, s'est spécialisée dans le tramway et le métro léger. Elle a développé des composants standard (bogies, articulation, portes, éléments de caisse, etc...) que l'on trouve sur tous ses produits, mais aussi des outillages polyvalents et des procédures d'étude et de fabrication parfois à la limite de l'artisanat. Aussi peut-elle s'adapter sans difficultés aux demandes de ses clients (longueur et largeur de la voiture, aménagements, etc...). Cette souplesse lui a permis d'éliminer progressivement ses concurrents sur le marché allemand et d'obtenir des succès appréciables à l'exportation, notamment au Canada et aux Etats-Unis.

La seconde exception se rapporte à la firme tchèque Tatra. Grâce à la standar-

disation totale imposée aux villes des pays de l'Est, cette firme réussit à fabriquer plus de 1 000 voitures identiques par an, vendues telles quelles à ses différents clients. Un des modèles a été construit en vingt ans à plus de 15 000 exemplaires ! De telles séries, dont se satisferaient nombre de constructeurs d'autobus, permettent à coup sûr d'obtenir des prix compétitifs.

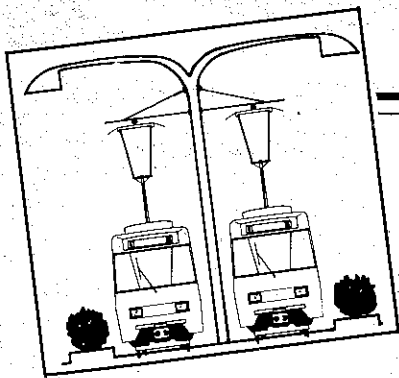
Les équipements fixes d'un réseau de tramway (voies, alimentation électrique, installation d'entretien, etc...) ne comportent aucune particularité qui sorte des possibilités des industriels fabriquant des équipements similaires pour des réseaux de métro ou de chemin de fer. Seuls les dispositifs d'aide à l'exploitation (gestion de l'exploitation en temps réel, gestion des feux de carrefours, etc...) sont très différents de ceux utilisés sur des réseaux en site propre intégral et sensiblement identiques, par contre, à ceux que l'on voit se développer sur des réseaux d'autobus.

Il faut aussi signaler l'existence d'une ingénierie du tramway, qui a des aspects assez spécifiques par rapport à l'ingénierie "métro". C'est ainsi qu'elle doit prendre en compte tous les problèmes liés à la création d'un site propre en milieu urbain (études de circulation, étude du fonctionnement des carrefours, insertion du site en fonction de l'environnement, localisation des stations, traitement esthétique, etc...). Assez spécifiques aussi sont les problèmes de formation du personnel à exploiter un engin qui n'est ni un autobus, ni un métro, mais qui tient des deux.

Dans tous ces domaines, la France dispose, avec le tramway nantais, d'une référence de premier ordre dans une discipline où elle fut un demi-siècle durant absente ; souhaitons qu'elle l'exploite au mieux et que ce produit, adapté si nécessaire aux besoins des clients étrangers, connaisse le succès qu'il mérite. □

**Patrice Malterre**

Chargé de Mission à la SCET  
Gérant de METRAM



## Le projet de tramway de Saint-Denis - Bobigny

# Neuf kilomètres pour quinze millions de voyageurs

**L**E dernier tramway parisien de la STCRP a circulé le 14 août 1938, entre Le Raincy et Montfermeil. Héritier d'un réseau de plus de 1 100 km, dont le trafic a culminé en 1930 à 740 millions de voyageurs, il a, souvent plus vite qu'en province, cédé la place à la poussée de la voiture particulière et, en corollaire, à celle de l'autobus. Autant dire que les souvenirs restent peu vivaces et que, chez les témoins de cette époque, l'image qu'ils ont gardée de ce mode de transport n'est souvent pas des plus valorisées.

Au moment du lancement du concours Cavallé, en 1975, l'idée même du tramway était absente de l'esprit des planificateurs parisiens, tout à la tâche d'une phase nouvelle d'extension du métro en banlieue et, plus encore, de la création du Réseau express régional, dont les premières bases avaient été jetées vers la fin des années 1960.

Cette politique nouvelle s'inscrivait très directement dans la politique urbaine concrétisée par la réactualisation, en 1976, du Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la Région Ile-de-France. Au RER, était dévolu le rôle de support d'une certaine canalisation de l'urbanisation, en moyenne et lointaine banlieue, au profit des cinq villes nouvelles (Cergy-Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines, Evry, Melun-Sénart et Marne-la-Vallée). Au métro, celui de l'amélioration de la desserte des zones les plus denses de proche banlieue tributaires encore du seul réseau d'autobus et, sur un plan plus général, la revalorisation d'un secteur marqué, à l'image de Paris, par une certaine dépopulation (— 1,9 % entre 1975 et 1982) et un mouvement plus profond et plus ancien de désindustrialisation.

Bien entendu, l'extension prévue à grande échelle du métro en proche banlieue n'entendait pas constituer la seule réponse aux besoins de transport de cette zone tampon de la région parisienne, qui regroupe 3,9 millions d'habitants et où les relations avec Paris ne représentent que 24 % des déplacements motorisés qui y trouvent leur origine.

**Le tramway traversera les zones de la périphérie parisienne les plus denses en population.**

**Les acquisitions foncières sont lancées, et, si tout va bien, la nouvelle ligne sera mise en service en 1988.**

Le plan d'extension du métro, établi dès 1973, s'est donc doublé, dans les années 1978-1980, d'un Schéma directeur de 200 kilomètres de sites propres au sol destiné à y constituer la trame d'un véritable réseau hiérarchisé articulé d'une part, sur les extensions du métro et les lignes du RER et de la banlieue SNCF et d'autre part, sur les lignes d'autobus de la RATP et de l'APTR.

Comme il apparut rapidement que le développement du métro en banlieue devrait être limité par rapport aux ambitions initiales, les efforts de la RATP se reportèrent en grande partie sur ces projets de sites propres au sol, qui peuvent sur certains axes radiaux constituer des alternatives valables au métro et doivent, sur les axes de rocade, fournir l'armature nécessaire à la réalisation



RATP St-Denis.

d'un véritable réseau en site propre à l'égal, pour cette zone de banlieue, de ce que représente le réseau de métro pour la ville de Paris.

La logique voulait que cet effort se porte d'abord sur les axes de rocade, d'une part la petite ceinture de la ville de Paris, terrain dévolu aujourd'hui à l'expérimentation et au développement du système Aramis, d'autre part la N 186 qui constitue, à une distance moyenne de 3 à 6 kilomètres de la rocade précédente, le seul axe urbain structurant de cette zone.

### **Pourquoi le tramway ?**

L'un des secteurs les plus favorables à l'étude d'un projet de ce type était constitué par la partie nord-ouest de la Seine-Saint-Denis ; c'est là en effet que la N 186 traverse les zones les plus denses en population, à 3 à 4 kilomètres des limites de la ville de Paris ; c'est là également que trois lignes de métro seront prolongées, à l'horizon 1986. C'est là enfin que peut se dessiner le premier arc d'un système en rocade qui pourrait être prolongé à l'ouest, dans le département des Hauts-de-Seine, jusqu'à Colombes et La Défense et à l'est, à l'intérieur du département de la Seine-Saint-Denis, vers Fontenay-sous-Bois, Pavillons-sous-Bois ou la ville nouvelle de Marne-la-Vallée.

Le tramway moderne en site propre est rapidement apparu, au cours des études, comme le plus apte à répondre aux deux objectifs principaux fixés au projet :

- Une sensible amélioration du service rendu aux usagers et partant, de la part de marché des transports collectifs (13 % environ aujourd'hui pour les déplacements de banlieue à banlieue, alors que celle-ci atteint 60 % pour les relations internes à Paris ou entre Paris et la banlieue). Des enquêtes effectuées soit dans le secteur, soit ailleurs en banlieue parisienne, confirment toutes en effet que la clientèle des transports collectifs est, sur les relations de banlieue à banlieue, constituée en très grande majorité de "captifs" et que ceux-ci font, du fait de la diffusion de leurs besoins, des déplacements où les ruptures de charge sont fréquentes (deux fois sur trois environ).

- Une structuration de l'axe urbain qu'est devenu dans ce secteur la N 186, depuis Saint-Denis à l'ouest (91 200 habitants) à Bobigny à l'est (42 700 habitants), en passant par La Courneuve (33 700 habitants) et Drancy (60 200 habitants) ; Bobigny, ville préfecture d'un département de 1,3 million d'habitants, et objet d'une rénovation urbaine de grande ampleur, Saint-Denis ville

historique et industrielle, pôle principal de la partie ouest du département et au demeurant quarante troisième ville de France.

A ce titre, la présence, tout au long de la N 186, de secteurs susceptibles d'évolutions marquées, dont certaines ont d'ailleurs été engagées depuis près de quinze ans (ZAC de la Basilique à Saint-Denis, ZAC de la Convention à La Courneuve, au plus près de la trop fameuse Cité des 4 000, ZUP des Sablons à Bobigny) et où les terrains vacants d'origine industrielle apparaissent en nombre important, constitue une illustration significative de l'enjeu urbain que représente toute la proche banlieue parisienne (enjeu clairement pris en compte en particulier par le projet Banlieues 89 dont fait l'objet ce secteur).

Dans ce contexte, le surcoût d'investissement lié au choix du mode tramway, de préférence aux modes plus traditionnels (autobus ou trolleybus articulés), apparaît amplement justifié par les avantages que l'on peut en attendre :

- Sa plus forte image auprès des utilisateurs potentiels est susceptible de créer un "effet de choc" sur des liaisons où le transport collectif apparaît, en l'état actuel des choses, comme le parent pauvre du réseau de transport. Il faut en attendre, ainsi que le confirme l'analyse d'expériences, généralement étrangères, de diversification modale, un trafic supérieur à ce qu'il serait avec l'autobus ou le trolleybus.

- Son meilleur niveau de service, tant au plan du confort que de la vitesse de circulation (à fréquences de passage inférieures, possibilités supérieures de priorité aux feux).

- Sa meilleure insertion dans l'environnement tant vis-à-vis des emprises nécessaires que des nuisances éventuelles (absence de bruit et de pollution) pour un projet qui traverse trois centres-villes parfois en voie mixte avec les piétons.

- Son meilleur rendement financier dans la zone de trafic envisagée (2 500 personnes/heure sur le tronçon le plus chargé) ; pour un coût global d'exploitation de même ordre que l'autobus articulé et inférieur de près de 12 % à celui du trolleybus articulé, le tramway, plus attractif, présente en effet un surcroît de recettes très intéressant qui rend son bilan d'exploitation prévisionnel largement supérieur à celui de l'autobus ou du trolleybus articulé.

- Son meilleur rendement énergé-

RATP Bobigny







tique, près de deux fois supérieur, en termes financiers et aux conditions actuelles, à celui de l'autobus articulé.

- Son meilleur rendement socio-économique global, mesuré, ainsi qu'il est de coutume en région parisienne, par le bénéfice actualisé de l'opération, sur la base d'une analyse de type coûts-avantages.
- Le plus grand impact que l'on peut en attendre vis-à-vis de la structuration urbaine du secteur.

### **Le projet de Saint-Denis-Bobigny**

Celui-ci intéresse un linéaire de 9,1 kilomètres, de la gare de Saint-Denis à la préfecture de Bobigny. Implanté pour l'essentiel sur la N 186, l'aménagement consiste pour sa plus grande partie en un site propre au sol, interrompu uniquement au droit des principaux carrefours, franchis à niveau, mais équipés d'un système de régulation accordant une certaine priorité au tramway.

La ligne sera exploitée en service omnibus et comportera 22 stations. En tenant compte de la distance moyenne inter-arrêt (430 m), des performances du matériel roulant, des caractéristiques géométriques de l'infrastructure, du nombre de points d'interruption du site propre, des temps d'arrêt nécessaires aux échanges de voyageurs et de la possibilité d'accorder une certaine priorité au tramway aux carrefours, la vitesse commerciale a été estimée à 19 km/h. Il faudra ainsi 29 minutes pour parcourir les 9,1 kilomètres de l'itinéraire, ce qui correspond, sur la totalité de ce trajet, à un gain de temps de l'ordre de 15 minutes en moyenne.

Globalement, la ligne de tramway sera en correspondance avec 3 lignes de métro, 1 ou 2 lignes SNCF et 28 lignes d'autobus. Une restructuration locale du réseau d'autobus est prévue, consistant d'une part à supprimer certaines lignes qui feraient double emploi avec le tramway et d'autre part à prolonger d'autres lignes du secteur jusqu'à rencontrer le site propre, afin de multiplier les possibilités de correspondance pour les usagers.

Le trafic prévisible sur la liaison nouvelle atteint 2 500 voyageurs à l'heure de pointe du matin sur le

tronçon et dans le sens les plus chargés, et 55 000 utilisateurs par jour, soit 15 millions de voyageurs par an, effectuant pour 32 % d'entre eux un trajet banlieue-Paris et pour 68 % un trajet banlieue-banlieue (dont 46 % avec correspondance). L'infrastructure de la ligne de tramway est constituée par un site propre aménagé au niveau du sol sur l'ensemble du tracé et exclusivement réservé aux transports en commun, hormis deux sections situées dans les centres de Saint-Denis et Bobigny, qui seront traitées en voie mixte piétons-transports collectifs.

Le site propre sera isolé de la circulation générale par des séparateurs infranchissables interrompus seulement au droit des principaux carrefours franchis à niveau, ainsi qu'au droit des traversées intermédiaires pour piétons.

L'aménagement du site propre s'inscrit, sur la plus grande partie du parcours, dans les emprises de voirie existantes ou élargies selon les réservations des plans d'urbanisme, tout en permettant d'assurer le maintien ou l'amélioration des fonctions habituelles de ces voies urbaines (cheminement des piétons, circulation générale, livraisons, desserte des riverains, stationnement des véhicules, plantations). A noter que la voirie rencontrée présente une emprise supérieure à 28 m sur 25 % du parcours seulement, et par contre une emprise inférieure à 23 m sur 54 % du parcours. Globalement, les emprises disponibles ont dû être élargies sur 38 % de l'itinéraire.

Le site propre est établi en position axiale sur 5 750 m du parcours, en position unilatérale sur 2 420 m et hors voirie sur les 950 m restants.

En section courante, l'emprise du site propre varie de 6,40 m à 8,30 m (5,60 m en voie mixte piétons-tramway) selon les possibilités locales ; l'emprise maximale de 8,30 m a été retenue partout où cela apparaissait possible (les terre-pleins, plantés, atteignant alors une largeur de 1,20 m).

Le rayon de courbure en plan a été partout maintenu supérieur ou égal à 50 m, la surlargeur atteignant, dans ce cas extrême, 1,10 m. Les pentes ou rampes atteignent au plus, pour leur part, la valeur de 6 %. La hauteur de captation a été fixée en valeur normale à 6,30 m (mais 3,90 m sous ouvrages, avec une variation relative de 3 %, de part et d'autre de ceux-ci, du plan de roulement et du plan de contact et une

*De la gare de Saint-Denis à la préfecture de Bobigny (photos précédentes), 9 km de ligne.*



vitesse limitée à 30 km/h) ; pour autant, dans la mesure où la N 186 constitue un itinéraire pour la circulation de transports exceptionnels (transport de gros éléments de chaudronnerie en particulier), il a été convenu, en des points d'intersection en nombre très limité, de prévoir des dispositions appropriées.

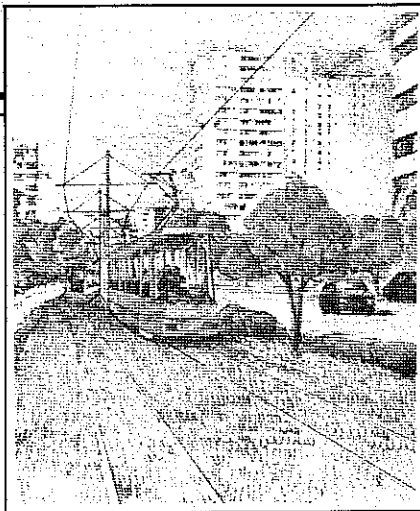
Les stations sont implantées de façon à assurer une couverture régulière de l'urbanisation, tout en facilitant les possibilités de correspondance avec les autres modes de transport collectif. L'interstation moyenne est de 430 m, avec une valeur maximale atteignant 750 m et une valeur minimale de 260 m (elle atteint 1 000 m environ pour le métro en banlieue et 500 m pour le métro à Paris). L'implantation des stations du tramway a été faite en outre en tenant le plus grand compte de la localisation des points d'arrêt des lignes d'autobus empruntant actuellement cet axe, que l'on a cherché dans toute la mesure du possible à conserver.

Des 22 stations prévues, 19 sont à quais latéraux et 3 à quais axiaux. L'emprise totale au droit des stations varie, selon les cas, de 9,20 m à 10,70 m, leur longueur s'établissant à un peu plus de 30 m. A noter qu'il n'a pas été prévu de réservations pour un allongement ultérieur des rames (donc des stations) à 2 éléments, la croissance ultérieure du trafic devant être absorbée par une réduction corrélative de l'intervalle de passage.

Le matériel roulant retenu pour la liaison Saint-Denis - Bobigny est un dérivé du tramway réalisé pour Nantes, actuellement développé par Alstom-Francorail-MTE dans le cadre du projet de Grenoble. Large de 2,30 m, il sera un peu plus long que le TFS, du fait de l'adjonction d'une caisse courte intermédiaire, qui permettra un abaissement du plancher à 350 mm sur la plus grande partie du véhicule ; cette disposition facilitant l'accessibilité au véhicule, en particulier pour les personnes handicapées.

L'atelier du matériel roulant, destiné aux petites et moyennes interventions sur les éléments de tramway sera implanté dans la partie Nord d'un terrain réservé pour l'atelier de métro prévu à Bobigny, sur le prolongement de la ligne 5. Les interventions importantes, notamment la peinture des caisses, seront effectuées dans d'autres ateliers du métro spécialisés dans ces types de travaux.

A. CHEMETOV



L'exploitation de la ligne sera assurée, sur la base de rames constituées d'un seul élément, à l'intervalle de 4 minutes aux heures de pointe et de 8 minutes aux heures creuses de la journée. Elle débutera, comme pour le métro, à 5 h 30 le matin, les derniers départs étant fixés à 24 h le soir.

Les trains circuleront à vue et seront conduits manuellement, une signalisation spécifique au tramway étant prévue seulement dans certaines sections comportant des appareils de voie.

Ils seront garés dans des emplacements proches des deux terminus auxquels ils seront reliés par des sections de voie unique ; 15 tramways seront garés à Bobigny, dans l'enceinte de l'atelier mixte tramway/métro contigu à la ligne 5 du métro, les autres étant admis côté Saint-Denis.

La régulation du trafic sera assurée tant en ce qui concerne le respect de l'horaire que celui des intervalles de passage des rames.

Sur le premier plan, dans la mesure où la ligne de tramway franchira à niveau une vingtaine de carrefours routiers constituant autant de perturbations significatives, il sera mis en œuvre une priorité de passage pour les rames, avec demande conditionnée en fonction de la position de chaque tramway par rapport à l'horaire : demande de priorité si le véhicule est en retard, mais pas de demande de priorité en cas d'avance par rapport à l'horaire.

Sur le second plan, lorsqu'un ou plusieurs tramways accuseront un retard trop important par rapport à l'horaire, les effets perturbateurs de ces écarts seront atténués en rétablissant entre les véhicules des intervalles aussi réguliers que possible par action sur les temps de stationnement et les temps de séjour en terminus des différents éléments impliqués.

Pour ce faire, une liaison radio bila-

terale sera établie entre un poste de commande du trafic situé au terminus de Bobigny-Préfecture et chacune des rames de la ligne.

Enfin, le tramway s'insérera dans le système tarifaire de la RATP, au même titre qu'une ligne classique d'autobus, mais il sera, à l'image des autobus articulés, géré en "libre-service".

## Echéance 88

Le "schéma de principe" de l'opération a été pris en considération par les pouvoirs publics en 1984, pour un coût d'infrastructures de 520 millions de francs, hors taxes, aux conditions économiques de janvier 1984.

Cette approbation de principe a permis le lancement, en juin 1984, de l'enquête d'utilité publique du projet, elle-même soldée, en décembre 1984, par un arrêté de DUP pris par le commissaire de la République de la Seine-Saint-Denis.

Le projet, qui figure dans le contrat de Plan signé par l'Etat et la Région Ile-de-France sera co-financé par ces deux entités, ainsi que par le Conseil général de Seine-Saint-Denis et la RATP. Une première autorisation de programme, accordée par l'Etat pour 1985, permet d'ores et déjà le lancement des acquisitions foncières. Dans la mesure où la phase de mise en œuvre du projet, dont l'avant-projet sommaire a été engagé par la RATP, en liaison avec la Direction départementale de la Seine-Saint-Denis, se déroulerait de manière conforme au planning prévisionnel établi, la ligne nouvelle devrait pouvoir être mise en service, en totalité, en 1988.

Il doit être souligné, pour terminer, que bien que le projet Saint-Denis-Bobigny apparaisse très différent, au plan des objectifs poursuivis et du type de tissu urbain traversé, des autres projets français de tramway (Nantes - désormais en exploitation, Grenoble - approuvé, Strasbourg - encore en gestation), une certaine cohérence d'ensemble doit être notée, que ce soit au plan des populations et emplois desservis, du trafic prévisible ou du coût global d'investissement (voir tableau p. 23). Ce projet procède donc bien, au bout du compte, de la philosophie générale qui a présidé, à partir de 1975, à la réhabilitation progressive de ce mode de transport. □

**J.-C. Hugonnard**  
Ingénieur à la RATP

# **Matra Transport**

*fort de son expérience internationale  
en matière d'automatismes  
ferroviaires sécuritaires,  
est aujourd'hui le leader mondial  
dans les systèmes de Transport  
à automatisme intégral (VAL)*

**MATRA TRANSPORT**  
2, Avenue Auguste Comte  
92170 Vanves - Tél. : 529.29.29

**DIVISION INTERELEC**  
53, rue du Commandant Rolland  
93350 Le Bourget - Tél. : 838.92.06

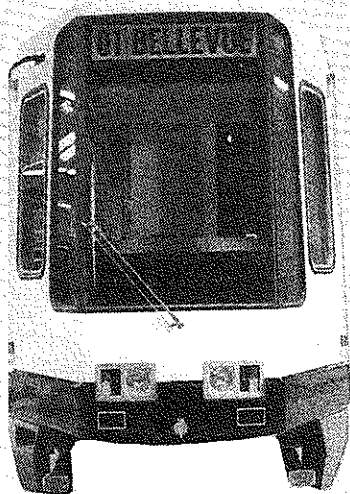
pour la publicité  
dans cette revue

appelez  
**ofersop**

m. ganem

☎ (1) 824.93.39

## Caractéristiques des projets français de tramway (1)



Caractéristiques	Ville Saint-Denis Bobigny	Nantes	Grenoble (1 <sup>re</sup> phase)	Strasbourg (1 <sup>re</sup> phase)
Population de l'agglomération	240 000 (2)	450 000	365 000	407 000
Longueur (km)	9,1	10,7	8,9	14,4 (2,3 en tunnel en partie centrale)
Nombre de stations	22	22	20	29
Desserte (à 500 m en distance réelle des stations)				
— population	73 000	65 000	67 300 (3)	64 000 (4)
— emplois	35 000	37 000	32 200 (3)	40 200 (4)
Trafic :				
— heure de pointe sens de charge	2 500	2 500	3 000	3 000
— journée	55 000	53 000	68 000	57 000
Intervalle à l'heure de pointe (en minutes)	4	4	3	4,5
Vitesse commerciale (km/h)	19	25	18,1	22
Parc de matériel roulant	20	20	20	17
Planning de réalisation	Début des travaux 1985 Mise en service 1988	Mise en service 1985	Début des travaux 1985 Mise en service 1988	Début des travaux 1986 Mise en service 1989
Coût d'établissement, matériel roulant inclus (millions de francs HT au 01.01.1983)	605 (5)	600	789	1 195

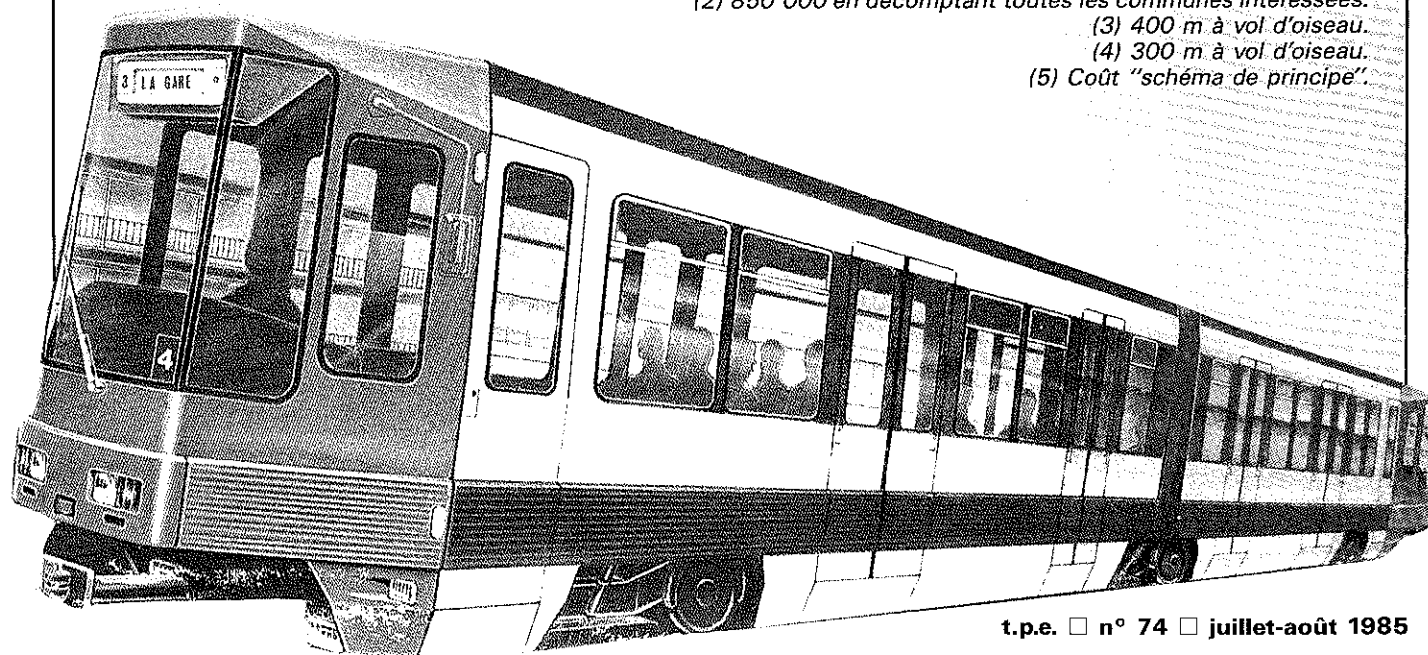
(1) Ce tableau ne prétend pas à l'exhaustivité. En outre, certains des éléments indiqués résultent d'estimations qui demanderaient à être confirmées.

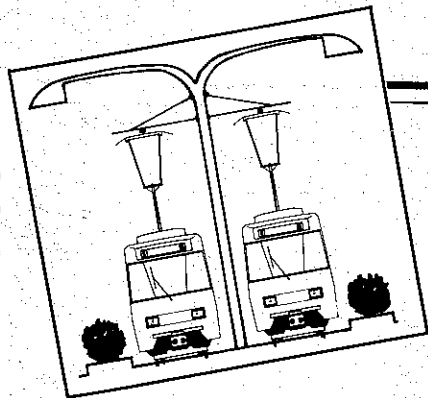
(2) 850 000 en décomptant toutes les communes intéressées.

(3) 400 m à vol d'oiseau.

(4) 300 m à vol d'oiseau.

(5) Coût "schéma de principe".





## Grenoble Version révisée

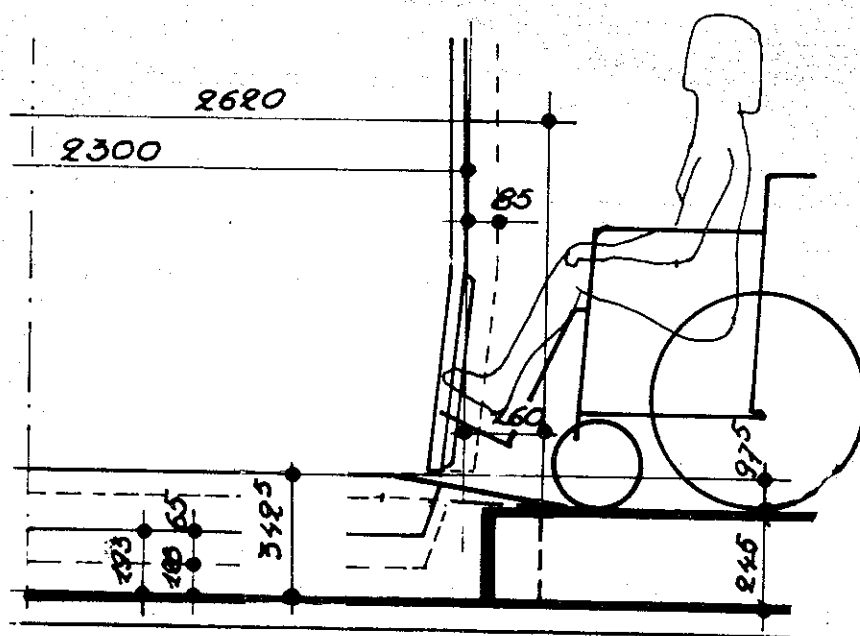
**Un plancher bas et de nombreuses réalisations annexes pour un tramway new-look.**

**L**e SDAU de l'agglomération grenobloise (114 communes), approuvé le 27 mars 1973, comprenait essentiellement des grandes voiries mais on y trouvait aussi une ligne de transports en commun en site propre, prévue à l'horizon 1985, sur le tracé Fontaine-centre de Grenoble-Villeneuve.

Une première étude sur cet itinéraire s'est déroulée de 1972 à 1974 avec le système POMA 2 000, d'origine grenobloise. Les prévisions de clientèle se révélèrent favorables à l'implantation d'un moyen de transport lourd, mais l'étude d'insertion mit en évidence de très grandes difficultés. En effet, le POMA 2 000 nécessitait la création d'un viaduc continu à la hauteur du deuxième étage des immeubles bordant les voies empruntées, ces voies ayant une largeur comprise entre 17 et 24 mètres, les maquettes montrèrent qu'un tel viaduc était difficilement acceptable. En outre, il y avait encore à l'époque de nombreuses incertitudes technologiques et le projet fut abandonné.

Le SMTC (Syndicat mixte des transports en commun) décida alors de confier à la SOFRETU une étude sur l'insertion et le coût d'un tramway. Elle se déroula en 1975 et montra qu'il existait des solutions intéressantes de tracé et que le coût était compatible avec les possibilités financières du SMTC. Toutefois, il ne lui fut pas donné suite, car il fallait, à l'époque, reconstruire et développer le réseau par des moyens traditionnels.

En effet, à sa création en 1973, le SMTC avait hérité d'un réseau en très mauvais état. Il décida de racheter la société privée SGTE, et il créa la SEMITAG le 1<sup>er</sup> janvier 1975. Le réseau fut entièrement restructuré, avec amélioration des fréquences et création d'un tronc commun au centre-ville. Ainsi, en 1973, 17 300 000 voyageurs étaient transportés pour 4 900 000 véhicules-km, contre 35 160 000 voyageurs pour 10 097 500 véhicules-km en 1982. Mais dès 1980, des difficultés apparaissaient sur le réseau : les lignes ne suffisaient pas à la demande malgré l'élévation des fréquences et l'utilisation d'articulés ; les conditions de circulation restaient médiocres malgré les couloirs réservés et les mesures de priorité ; enfin, les nuisances grandissaient sur le tronc commun.



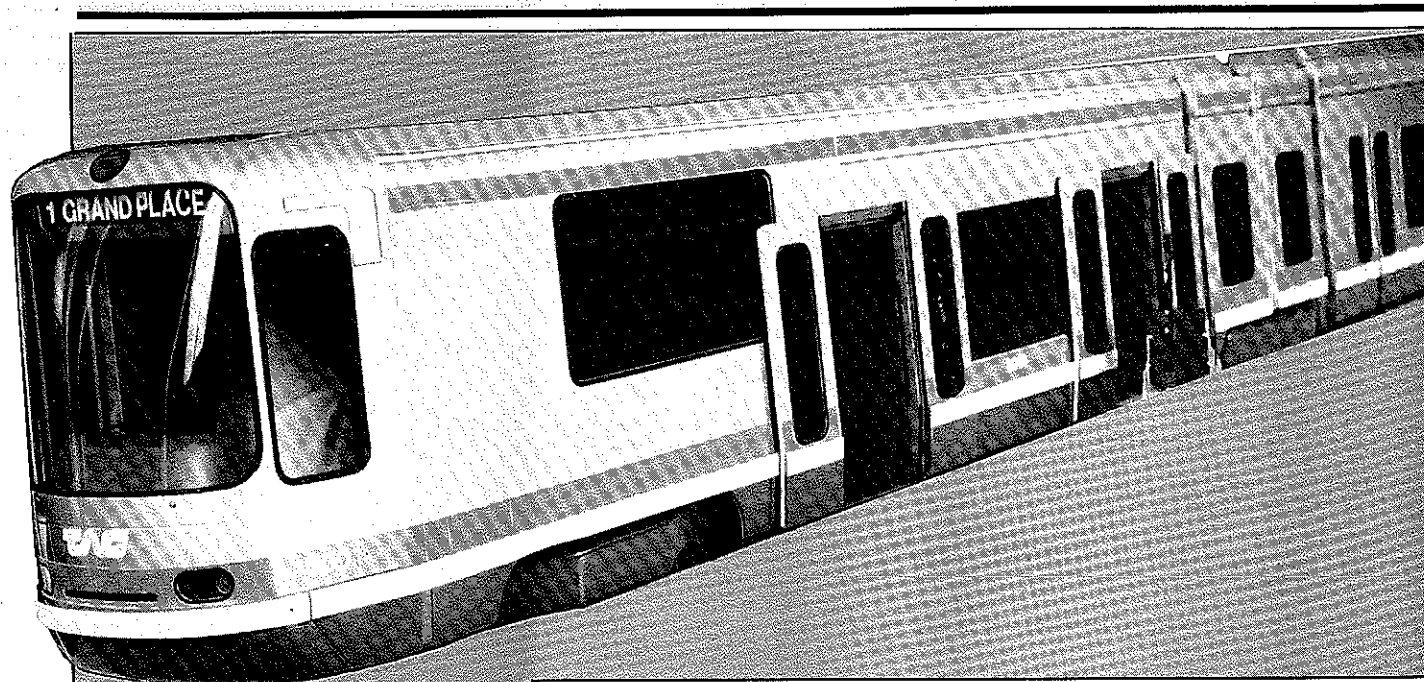
Le SMTC lançait alors une étude de faisabilité d'un tramway, dont il approuvait les résultats. Elle était suivie des études d'avant-projet dont les conclusions furent les suivantes :

- mise en site propre de la ligne pour garantir la régularité et une vitesse commerciale élevée,
- recherche d'un tracé direct passant par les points importants de l'agglomération,
- réorganisation du réseau bus-trolleybus autour du tramway,
- adoption du Tramway français standard comme matériel roulant,
- financement du projet par relèvement du versement transport à 1,5 % et en obtenant de l'Etat des subventions à 50 % hors matériel roulant.

Par ailleurs, l'insertion du tramway dans le cours Berriat et dans l'avenue Aristide Briand (le parcours le plus direct) nécessitait de dévier au moins un sens de circulation. C'est donc la dernière solution qui fut retenue et un nouveau pont routier est en cours de construction à 50 m à l'aval du pont actuel.

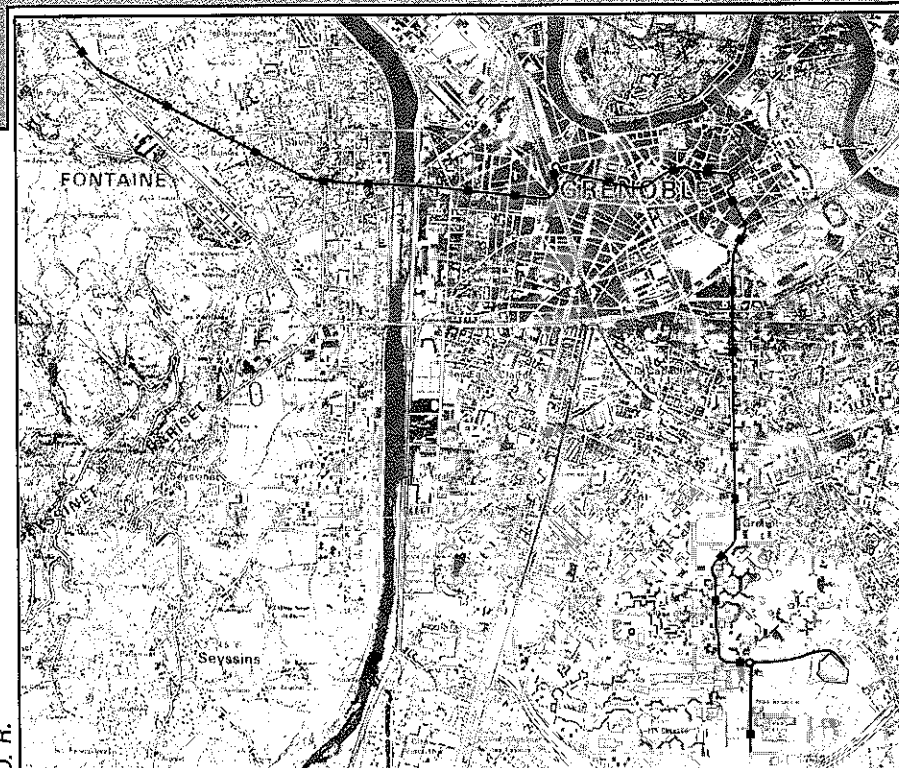
• Le cours Berriat : Ce cours, bordé de nombreux commerces, représente une artère majeure du centre de Grenoble, tant sur le plan économique et commercial que sur le plan du trafic routier. L'insertion du tramway dans la partie comprise entre le Drac et les voies ferrées a suscité de nombreux débats et nécessité de multiples études d'implantation.

La solution d'un tramway en site central



D. R.

*Une agglomération  
de 400 000 habitants,  
une ligne  
de transports en commun  
en site propre :  
les problèmes d'insertion  
sont nombreux.*



D. R.

avec maintien des deux sens de circulation a été abandonnée, car elle entraînait la suppression totale du stationnement, la réduction des trottoirs et l'impossibilité d'assurer la desserte locale et les livraisons dans des conditions acceptables.

Le tramway en site propre bi-latéral avec maintien des deux sens de circulation a été abandonné pour les mêmes raisons.

La solution la plus radicale, celle du tramway en site central avec suppression du transit permettait de donner un caractère proche de la rue piétonne, la desserte locale, les livraisons et les accès étant assurés de chaque côté du site tramway sur une emprise commune avec les piétons.

Cette solution a été rejetée, car la suppression totale du transit sur le cours Berriat a de fortes incidences sur l'organisation de la circulation de tout le centre-ville.

Restait le tramway en site latéral avec transit maintenu dans un sens. Plusieurs variantes sont bien sûr possibles suivant que le tramway est implanté au nord ou au sud et que le transit est maintenu dans le sens est-ouest ou ouest-est.

Après analyse des activités riveraines et des habitudes de déplacements, il fut choisi d'implanter le tramway côté nord et de maintenir le transit dans le sens Fontaine vers Grenoble. Cette solution permet de conserver des trottoirs larges (2,60 m à 2,90 m), une voie de stationnement et l'accès à tous les immeubles

sud par la chaussée et au nord par franchissement de l'emprise tramway.

Après une période de concertation avec les communes, le SMTC décidait la réalisation du tramway le 8 juillet 1983. La première ligne du réseau de tramway de l'agglomération grenobloise relie la rive gauche du Drac au centre-sud de la Villeneuve à Grenoble. Les travaux (voir encadré) ont débuté en 1984 par des travaux préparatoires (ponts sur le Drac et nouveau dépôt-bus). La mise en service est prévue pour septembre 1987.

### **Des problèmes d'insertion**

La réalisation d'une ligne de transports en commun en site propre dans une agglomération de 400 000 habitants pose des problèmes importants d'insertion.



## QUELQUES CHIFFRES

Tracé	
Longueur d'infrastructure	9,7 km
Longueur exploitée	8,9 km
Nombre de stations	20
Distance moyenne interstations	470 m
Performances	
Temps de parcours terminus à terminus	29' 30"
Vitesse commerciale	18,1 km/h
Parc matériel roulant	21
Fréquence à l'heure de pointe	4'
Places offertes	2 400

La recherche du tracé le plus direct a permis d'aboutir à ce que 83 % de la ligne soit en ligne droite, 12 % en courbes de rayons compris entre 50 et 300 m et 5 % en courbes de rayons inférieurs à 50 m. Il existe deux points singuliers qui sont le franchissement du Drac par le pont du cours Berriat et le passage sous les voies SNCF près de la gare.

### Combien

L'évaluation hors taxes de la première ligne de tramway, en francs janvier 1983, s'élève à 840 000 000 de francs qui se décomposent comme suit, y compris la prise en compte de l'accessibilité du matériel roulant aux personnes à mobilité réduite :

Acquisitions foncières,	
libération d'emprises	37 000 000 F
Travaux d'infrastructure	570 800 000 F
Matériel roulant	170 000 000 F
Ingénierie,	
divers, aléas	62 200 000 F

Total : 840 000 000 F

Le financement est assuré par une subvention d'Etat de 316 140 000 francs (valeur janvier 1983) et par l'autofinancement et les emprunts du SMTC qui pourront être réalisés grâce à la hausse du taux du versement transport qui passera de 1 à 1,50 %. □

L'objectif principal est d'assurer la protection maximum du site tramway, afin d'obtenir une qualité de service optimale, c'est-à-dire une bonne régularité et une vitesse commerciale satisfaisante.

Cet objectif nécessite des interférences minimales entre tramway, circulation générale, deux roues et cheminements piétons, d'une part, et, d'autre part, le meilleur contact possible entre le tramway et le réseau bus-trolleybus, tout en limitant les sites mixtes.

Voici les solutions retenues pour les points les plus difficiles (voir schéma).

- Traversée du Drac : Les communes de Fontaine et de Grenoble sont séparées par le Drac, affluent rive gauche de l'Isère. Il est franchi par les ponts Berriat et du Vercors qui permettent également le franchissement de l'autoroute A 480 qui longe la rive droite du Drac. Ces deux ponts sont très utilisés. Ils sont à saturation aux heures de pointe.

Plusieurs solutions étaient possibles pour franchir le Drac : construction d'un pont rail tramway à l'amont ou à l'aval du pont actuel, démolition du pont actuel et reconstruction d'un nouveau tablier plus large au même endroit, passage du tramway sur le pont actuel et construction de deux demi-ponts routiers de part et d'autre du tablier, passage du tramway sur le pont actuel et construction d'un nouveau pont routier à l'aval.

Le pont actuel date de 1938, il est de type bow-string, de 160 m de portée totale avec deux piles en rivière. Bien qu'ayant subi de nombreuses péripéties depuis sa construction (démolition d'une travée en 1944, basculement d'une pile en 1954, surélévation en 1967, réparations importantes en 1977), il est en parfait état. Un diagnostic établi, par la direction départementale de l'Équipement, avec l'aide du Centre d'études techniques de l'Équipement (CETE) de Lyon, a confirmé que ce pont pouvait supporter le passage du tramway, sous réserve de déposer la couche d'enrobés et de poser la voie directement sur la chape (problème des surcharges permanentes).

- Secteur gare SNCF : L'implantation du tramway dans le secteur de la gare devrait répondre aux objectifs suivants : assurer la desserte au plus près de la gare SNCF ; créer une station commune entre la première ligne de tramway en cours de réalisation et la future deuxième ligne qui assurera la liaison gare SNCF-campus universitaire ; améliorer la liaison entre le quartier Berriat-St Bruno et le quartier de la gare ; permettre un bon fonctionnement et une souplesse d'organisation de la circulation générale ; limiter les incidences sur le bâti.

Après plusieurs études de tracés comportant tous des tunnels plus ou moins longs, la solution retenue comporte un cadre de 50 m de long réalisé sous les voies ferrées depuis le cours Berriat et qui émerge le long des quais SNCF.

Cette solution nécessite le déplacement de la gare routière, construite pour les Jeux Olympiques, qui sera reportée au nord de la gare SNCF.

Ces travaux s'accompagneront d'une augmentation de la capacité de stationnement (cars et voitures).

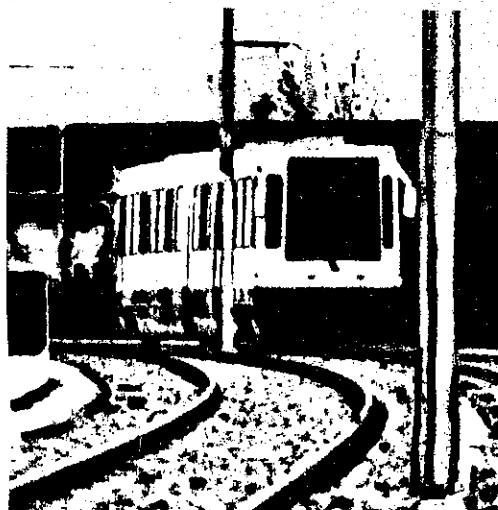
Sur les autres secteurs de la ligne, le tramway sera en site piétonnier à Fontaine pour l'accès au pont Berriat et à Grenoble dans la quasi totalité de la traversée du centre (de la gare SNCF à la Maison du Tourisme). Partout ailleurs, il sera en site latéral protégé.

Enfin, divers aménagements seront réalisés pour faciliter l'insertion du tramway dans l'agglomération (construction du pont des Martyrs sur le Drac ; aménagement de 315 places de stationnement en 5 implantations pour restituer des places supprimées par la ligne de tramway ; construction d'un nouveau dépôt-bus à

Sassenage, le dépôt actuel devenant le futur dépôt tramway ; restructuration complète du réseau bus-trolleybus par rabattement du maximum de lignes sur la nouvelle ligne de tramway et réaffectation des moyens ainsi économisés sur les quartiers ou communes périphériques).

## Pour les handicapés

L'utilisation du Tramway français standard, en service à Nantes, pose des problèmes bien spécifiques aux personnes à mobilité réduite (PMR). Ainsi, dans le tramway français standard, dont le plancher est à la cote 872 mm, l'accès est considéré comme : difficile pour 16 % des personnes âgées et 38 % des PMR, impossible pour 2 % des personnes âgées et 4 % des PMR.

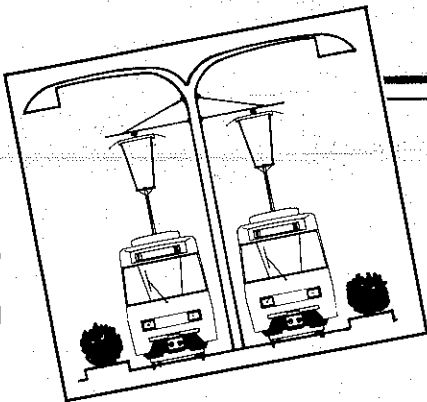


En outre, les portes avant sont d'une largeur de 750 mm, ce qui est insuffisant pour les personnes munies de deux béquilles et pour les utilisateurs de fauteuils roulants qui demandent une largeur minimum de 900 mm.

Le SMTC a voulu rechercher une solution qui apporte une meilleure accessibilité à l'ensemble des usagers. Les solutions extérieures au matériel roulant consistent soit à réaliser des quais hauts, soit à mettre en place des plates-formes élévatrices pour fauteuils roulants. Après études, ces solutions ont été rejetées compte tenu des plates-formes élévatrices qui risquent de compromettre en partie les gains de temps et de régularité de l'opération tramway. Il est donc vite apparu au SMTC que l'amélioration de l'accessibilité devait passer par une modification du matériel roulant. (Voir notre article p. 10).

Le 20 décembre 1984 le SMTC de l'agglomération grenobloise a signé le marché pour la fourniture de dix-neuf rames accessibles aux personnes à mobilité réduite. Cette nouvelle dimension apportée au tramway français devrait en faire un solide article d'exportation. □

**Bernard Drecq**  
Ingénieur des TPE  
DDE de l'Isère



## Suspense en Loire-Atlantique Nantes-story

Ouf ! Le tram de Nantes a eu chaud, et avec lui, le Tramway français standard dont on s'accorde à présent à vanter les qualités (voir notre article page 10).

Un roman feuilleton aux innombrables rebondissements dont voici un échantillon, à travers ces quelques extraits de presse.

### HESITATIONS

**Toujours pas de feu vert pour le tramway de Nantes**  
(le Monde, 6-02-81)

Contretemps. Les tramway ne sera pas mis en service pour l'automne 1983. C'est désormais évident en raison des retards pris par le dossier qui attend depuis plusieurs mois le feu vert du ministère des transports. Tous les rapports sont favorables au projet. Mais rien n'y fait.

L'absence de décision du ministère des transports est la cause du décalage, tant pour la réalisation du tramway nantais que pour le développement d'un matériel roulant exportable... Le retard est de l'ordre de quatre mois déjà.

M. Jacques Floch, maire socialiste de Rezé et président de la société d'économie mixte des transports d'agglomération nantaise (SEM-TAN) a traduit lundi 2 février, par cette déclaration, la volonté des élus de l'agglomération de prendre à témoin l'opinion que c'est l'Etat qui fait traîner les choses.

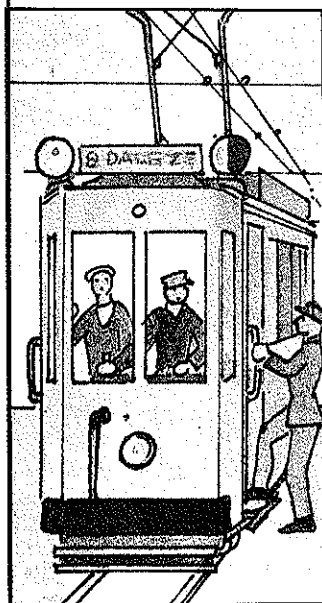
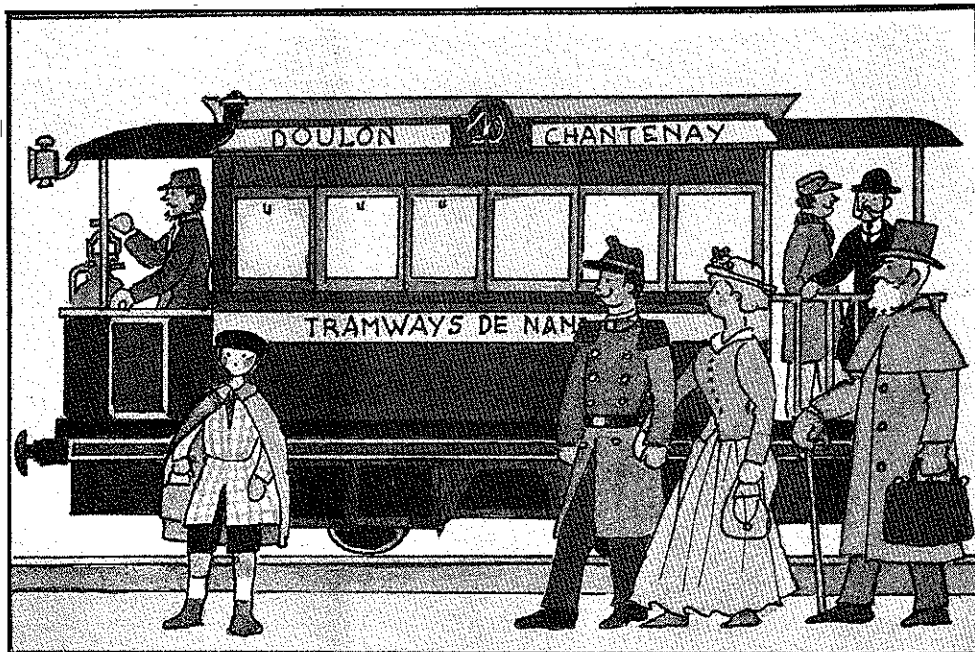
A l'automne 1979, le maire de Nantes (Alain Chenard - PS) avait lancé la formule : "Les électeurs se rendront aux urnes en tramway pour choisir leur municipalité" (le Monde du 4 décembre 1979). Si ce pari peut être considéré aujourd'hui irrémédiablement perdu, la détermination des élus nantais de maintenir le tramway — "noyau dur" du plan quadriennal d'équipement de la ville — a toujours été présentée comme l'un des éléments qui vont modifier le plus profondément et le plus durablement l'urbanisme de la ville.

Nantes a pris plusieurs longueurs d'avance sur d'autres villes lauréates, elles, du concours lancé par le gouvernement en 1975, et n'attend que l'octroi de subventions du ministère pour commencer les travaux de terrassement et commander les wagons. □

**L'état subventionnera le tramway de Nantes** (le Monde, 16-02-81)

La subvention de l'Etat pour ce type d'opération sera calculée à raison de 50 % pour l'infrastructure et les équipements pour les sections à l'air libre, 40 % pour les sections en souterrain" indique un communiqué du 12 février.

Cette annonce ne dissipera pas totalement les appréhensions des élus et des



**Histoire ancienne, en attendant la nouvelle...**

**13 février 1879** : les premiers tramways à air comprimé de Mekarski. En 1888, 3 millions de voyageurs étaient transportés chaque année.

**1912** : la Compagnie des Tramways de Nantes substitue la traction électrique à l'air comprimé.

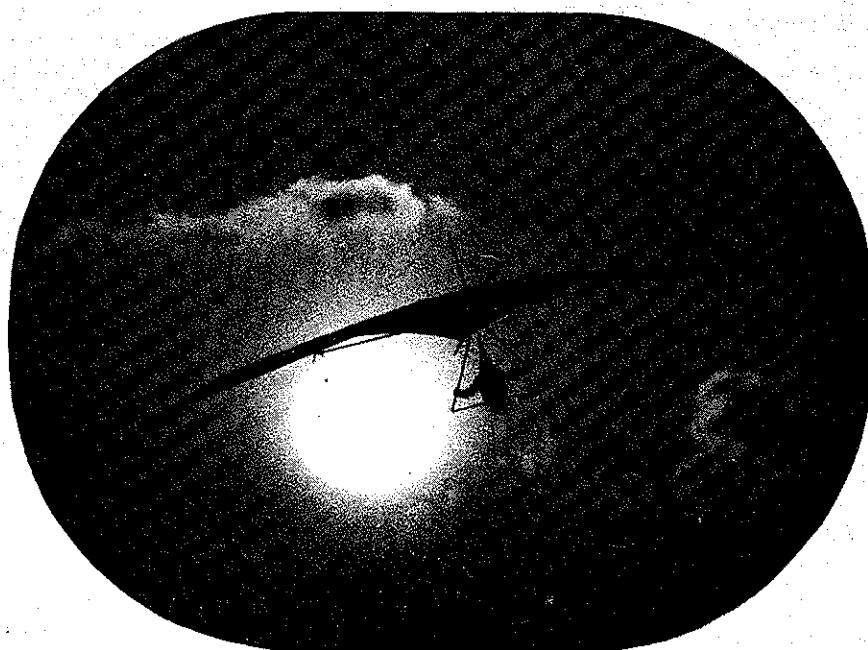


**1985** : rapide, silencieux, confortable, voici le Tramway français standard.

SEM-TAN Jean BRUNEAU.

# **NEU**

## **une énergie nouvelle**



### **le partenaire de l'industrie ferroviaire**

- Ventilateurs pour compartiments voyageurs et pour coffres électriques et électroniques
- Installations de ventilation-chauffage et de conditionnement d'air des compartiments voyageurs et cabines de conduite.



Ets NEU - Sac postal 2028 - 59013 Lille Cédex - France - Tél. (20) 72.17.00 - Télex : NEUMA 130360 F

responsables des transports nantais. Elle va au moins permettre de faire progresser le dossier de manière irréversible en autorisant le préfet de la Loire-Atlantique à prendre un arrêté déclarant le tramway nantais d'utilité publique. Si une telle disposition n'avait pas été prise avant le 12 mai prochain, toute l'enquête d'utilité publique aurait dû être refaite. □

## ESPOIRS

### Nantes sera la première ville française à être équipée du nouveau tramway (le Monde, 29-10-81)

Le 6 novembre prochain, au ministère des transports, sera signée une convention confiant à Alsthom la maîtrise d'œuvre dans la conception et la réalisation d'un nouveau modèle de tramway. Celui-ci sera susceptible d'équiper dans les années prochaines plusieurs villes françaises dont Nantes. Par cette convention, le ministère des transports s'engage à verser au constructeur une aide de 14 millions de francs à laquelle s'ajoutera une subvention de 10 millions de l'ANVAR.

La municipalité nantaise fut une des premières à en prendre conscience dès qu'elle acquit, en 1979, la maîtrise de ses transports en commun, confiés jusqu'à au secteur privé.

Des deux groupements industriels intéressés, l'un ayant pour chef de file Matra, l'autre Alsthom, seul le second faisait une offre au Syndicat intercommunal des transports publics de l'agglomération nantaise (SITPAN), tandis que le ministère des transports lançait une enquête visant à déterminer l'avenir d'une telle formule, au plan national et à l'exportation. □

## VIRAGES

### Après des ratés, le prototype du tramway arrivera à Nantes avec six mois de retard (le Monde, 7-09-83)

La société Alsthom-Atlantique a confirmé, le 2 septembre, au cours d'une rencontre avec la municipalité, qu'elle aurait six mois de retard dans la livraison du prototype du tramway. Cette situation provoque le courroux des élus locaux, dirigés par M. Michel Chauty (RPR). La firme nationalisée doit proposer un calendrier plus affiné dans les prochains jours.

Ce fut d'abord un tramway nommé Désir, sous la gestion socialiste de M. Alain Chenard, député de Loire-Atlantique et maire de Nantes de 1977 à mars 1983. Puis s'engagea, lors de la dernière campagne pour les élections municipales, une âpre bataille du rail, conduite par M. Michel Chauty, sénateur (RPR) de Loire-Atlantique, qui parlait de "gouffre financier" et "d'atteinte à l'environnement". Sorti vainqueur des urnes, M. Chauty "gelait" le dossier du "métro léger" pen-

dant tout le mois de mai, bien décidé, selon les mauvaises langues, à "casser le joujou" de son prédécesseur. Après la maison de la culture, le tramway ? Finalement, le nouveau maire considérait que les travaux étaient trop engagés pour les arrêter et qu'il en aurait plus coûté à la Ville de détruire ce qui était déjà fait que de continuer à construire.

Le feu vert était donc redonné, avec l'ordre, cette fois, de faire au plus vite. Les entreprises engagées parvenaient, à la faveur des vacances - vidant en partie le centre-ville, - à combler l'interruption du mois de mai et à poser les rails à des carrefours stratégiques. Pour la Sémitan, maître d'œuvre local, il n'y a pas le moindre doute : le calendrier sera respecté pour ce qui concerne l'infrastructure (financée à moitié par les crédits d'Etat).

Mais le matériel roulant ? A son corps défendant, M. Chauty, obligé d'adorer ce qu'il a naguère brûlé, se trouve aujourd'hui dans la situation de "l'arroseur arrosé". Personne ne sait exactement à quelle date les premières rames commenceront à circuler. Printemps, automne 1985 ? La mise en service était prévue pour septembre 1984. La faute en incombe, sans conteste possible, à Alsthom-Atlantique, qui construit cette sorte de TGV urbain dans ses chantiers d'Aytré, près de La Rochelle. La firme, averti la municipalité de Nantes qu'elle aurait six mois de retard dans la livraison du prototype.

Au siège de la Sémitan, on accuse. "La vérité, c'est que nous ne représentons pour Alsthom qu'un petit marché. Vingt rames, c'est négligeable pour elle, en comparaison, par exemple, de la commande de cent soixante-trois voitures pour le métro de Caracas". Chez Alsthom-Atlantique, on déclarait : "Il y a vingt-cinq ans que nous n'avions plus construit de tramways. Nous avons eu des "pépins" techniques".

A noter la nomination, en qualité de P-DG de la Sémitan, de M. Jean-Michel Jolivel, adjoint au maire. Durant la campagne de mars, M. Jolivel est monté en première ligne des pourfendeurs du projet, avec, notamment, un article au vitriol dans la presse locale. Comment aurait-il pu accepter un tel poste, qui a fait de lui le patron de l'opération, s'il avait l'intime conviction que le "tram" est une mauvaise chose pour sa bonne ville de Nantes ? Pudiquement, M. Jolivel dit aujourd'hui : "Il faut savoir mettre ses états d'âme entre parenthèses". □

## MAUVAISE HUMEUR

### M. Chauty, n'est pas prêt de monter dans le tramway (Presse-Océan, le 25-11-84)

Depuis l'été, les Nantais voient passer et repasser une rame rutilante "hors service" qui effectue les essais techniques.

Tout laisse penser qu'il leur faudra encore patienter avant de pouvoir se précipiter à l'intérieur pour effectuer le trajet Bellevue-la-Haluchère longue de 10,600 km. Personnellement Michel Chauty ne déborde pas d'optimisme et il déclare sans ambage : "On dira encore que je suis une tête de bois, mais j'estime que le tramway de Nantes est commercialement une affaire mal lancée et que la mise en scène est ratée".

Le sénateur-maire de Nantes ne cache pas avoir appris par la presse que la mise en service du tramway aurait du retard. A l'évidence la mairie et la SEMITAN ne disposent pas d'un téléphone rouge.

Concrètement, la SEMITAN possède actuellement 3 rames seulement. Alsthom-Atlantique a pris 8 mois de retard dans les livraisons et se trouve dans l'obligation de payer des pénalités importantes. Les 20 prévues devraient être à Nantes à la fin de mars prochain.

En attendant, Michel Chauty déclare cependant être attentif aux réactions de la population devant la présence du tramway dans la ville. Il est particulièrement sensible à la question de la sécurité. Un premier accrochage en septembre avec une automobile a donné la preuve de la nécessité d'une signalisation au sol et par panneaux. Ce sera chose faite. En ce qui concerne les piétons, Michel Chauty se montre inquiet malgré les barrières de canalisations prévues.

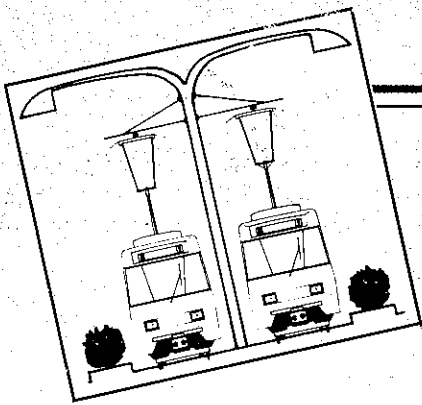
Michel Chauty sait aussi que des riverains sont gênés par le bruit de roulement du tramway. Des plaintes sont arrivées sur son bureau. Mais il n'y a pas de remède miracle, les relevés effectués correspondant au cahier des charges (75 décibels). □

## ENFIN !

### Le tramway de Nantes est entré en service (le Monde, 8-01-85)

Lundi 7 janvier 1985, à 6 heures du matin, un quart de siècle après sa disparition, le tramway est réapparu dans le paysage de Nantes et, comme autrefois, a fait tinter ses clochettes aux oreilles des lève-tôt sur les 6 kilomètres qui séparent le terminus est de "l'hyper-centre".

11 kilomètres de voies ferrées d'est en ouest ; vingt-deux stations (en moyenne une tous les 500 mètres) ; vingt rames (à terme) circulant au rythme d'une toutes les cinq minutes aux heures de pointe ; vitesse : 70 kilomètres-heure maximum, mais 40 seulement en zone de grande circulation ; capacité : 168 places, dont 60 assises ; traction : électrique ; profil : longue voiture aux formes modernes, de couleur blanche, avec liseré vert, posée sur trois boogies dont deux moteurs à chaque extrémité. Signes particuliers : à l'arrêt, il ne consomme pas d'énergie ; il en restitue au freinage pour l'éclairage et le chauffage. □



Lille nouvelle

# Du TRAM au VAL

**R**ien, vu du quai, ne laisse supposer un passé fratricide au voyageur débarquant à Lille-Gares. Gares au pluriel, puisqu'il y trouve en sortant du train, des bus, un métro, le VAL, fleuron tant vanté des automatismes tous azimuts, et un tramway nommé Mongy (1), seul rescapé des cent cinquante kilomètres de lignes que comptaient Lille, Roubaix, et Tourcoing en 1945. Point de traces apparentes, donc, de concurrence intermodale. Le tarif est unique, six francs le billet pour tous, valable une heure. Sous la gare, le VAL est le tramway se côtoient, depuis 1983, sur un quai unique. Loin de vouloir paraître privilégier un mode plutôt qu'un autre, le département et la Communauté Urbaine de Lille, via la Cotrali et la Coméli (2) les ont tous logés à la même enseigne : le logo rouge et blanc des TCC (Transports en commun de la Communauté).

Il s'agit là pourtant de la partie invisible de l'iceberg, tant la cohabitation paraît incertaine au futur. La survie du tramway et (ou) la construction d'une deuxième ligne de métro font les heures chaudes des séances du Conseil de la Communauté urbaine de Lille. Ces débats d'experts et de politiciens qui font parfois figure de feuilleton à rebondissement (avec, en outre, le passage à droite des municipalités de Roubaix et Tourcoing lors des élections de 1983), auraient pu dix fois mal tourner, si ce n'était l'immuable président de la Communauté urbaine, M. Notebart.

Député-maire PS de Lomme, il demeure le point d'appui et le chef de file d'un bon nombre des quatre vingt six municipalités qui composent la CUDL. Et si, dès 1980, sa commune sera reliée à Lille par la ligne de métro n° 1 bis (surtout ne pas confondre avec la n° 2), il ne faut pas y voir un coup de pouce électoral, mais plutôt une juste récompense pour services rendus.

## Image renouvelée

Lille, drôle de ville. Pas très grande (162 000 h), sœur aînée d'une agglomération de 1 200 000 habitants, plutôt

(1) Du nom de l'ingénieur qui conçut le réseau lillois, au début du siècle.

(2) Deux sociétés se partagent l'exploitation du réseau de transport de l'agglomération lilloise : la Cotrali, société privée, filiale de Transexel, chargée du réseau du surface (bus et tram), et la Coméli, moitié Transexel, moitié Matra, pour le VAL.

**Le Mongy se promène sur le Grand Boulevard, le VAL marche tout seul. Une bataille en sourdine entre les anciens et les modernes, qui, en fin de compte, ne sont pas si éloignés les uns des autres.**

**Un roman-feuilleton plein de rebondissements sur fond politique.**



JOSS DRAY POM

Le Mongy : calme et sûr.



attrayante, mais un peu coincée. Trop proche de Paris, la grande métropole tentaculaire, la capitale du Nord a du mal à s'exprimer à son aise. Trop loin aussi du reste de la France, puisqu'à dix kilomètres au Nord, on bute tout de suite sur la frontière belge, aujourd'hui ouverte, mais naguère si difficile à franchir.

Avec son bassin minier en récession, son industrie textile en voie d'effondrement, ses communes rurales tout autour, Lille s'est mise à complexer, et avec elle, ses deux acolytes, Roubaix et Tourcoing. Le Nord, sentimentalement attaché à ses corons et à ses trams, se devait d'ouvrir les portes à la modernité. On construisit une ville nouvelle, Villeneuve d'Asq, et l'on fit un projet de liaison rapide, le VAL (Villeneuve d'Asq-Lille), devenu en 1974 le Véhicule automatique léger, au trajet allongé, afin d'éviter l'écueil d'une liaison gadget entre le centre et la ville nouvelle.

La mise en service du VAL fut, pour le tramway, l'occasion d'une toilette en profondeur. En 1977, on décide d'amener le tramway à la gare de Lille. Impossible de faire se côtoyer, comme c'est le cas aujourd'hui, un matériel ultra sophistiqué avec des motrices de tramway datant d'avant-guerre. *"Elles marchaient encore très bien, mais l'image de marque du Mongy devait être rénovée"*, souligne M. Pujebet, responsable du marketing à la Cotrali. En 1983, nous avons donc décidé d'en acquérir de nouvelles" (3). Mais où et avec quel argent ? Le Tramway français standard (TFS), version Nantes, n'était pas encore né. Selon M. Beaussart, expert en transports à la CUDL, les besoins étaient urgents. *En admettant que nous ayons décidé d'attendre et de commander des TFS, nous aurions tout juste été livrés maintenant. Trop tard, beaucoup trop tard"*. Marché est passé avec la ville d'Herten en République fédérale allemande, qui démantèle alors son réseau de tramway, pour trente motrices. *"Un investissement de 50 000 F par motrice - à Nantes, elle coûte 7 000 000 de F pièce... plus 700 000 F de travaux, c'est raisonnable"* ajoute M. Pujebet. Depuis, grâce à la connexion avec le métro, le trafic voyageur a augmenté de 40 %. Six millions de voyageurs transportés en 1982, huit millions en 85 et dix millions prévus en 1989, lors de l'achèvement de la ligne n° 1 bis du VAL.

## Feuilleton

Pas de souci pour le tramway, donc ? Rien n'est moins sûr. En 1979, le Conseil de la Communauté lance l'étude d'une *"deuxième ligne en site propre"*, sous entendu VAL, puisqu'à l'époque *"le tramway moderne, le TFS, n'existait pas. On ne pouvait pas, bien sûr, projeter de construire une nouvelle voie en site propre, onéreuse, pour un mode de transport alors considéré comme dépassé"*,

(3) Le gouvernement français a offert les anciennes motrices de Lille à la ville de Hanoï.

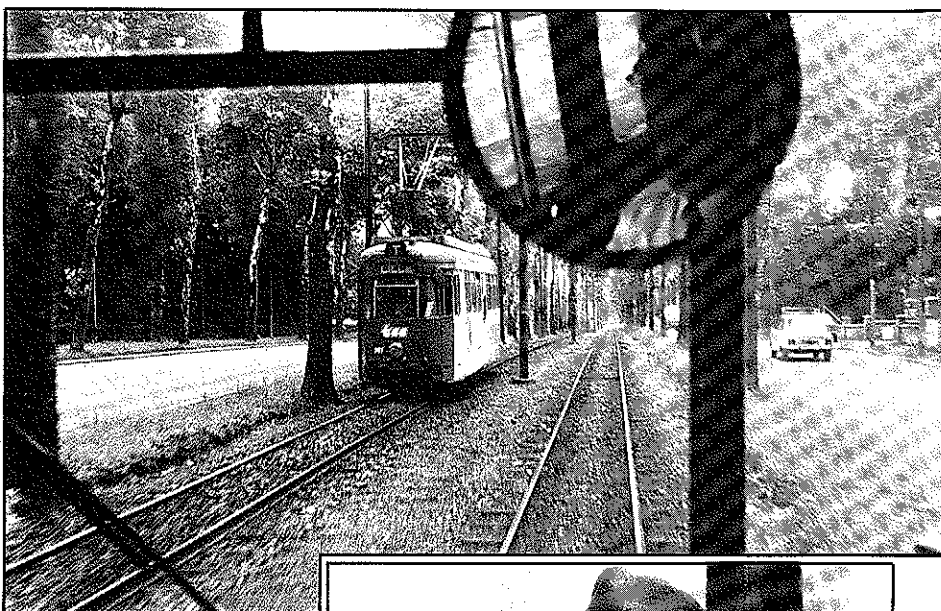
souligne M. Beaussart. Deux alternatives s'opposent alors. Le maintien du tramway actuel et la construction d'une ligne de métro Lille-Roubaix, ou le remplacement pur et simple du tramway par une ligne de métro Lille-Roubaix-Tourcoing. Les techniciens n'arrivent pas à conclure. Jusqu'en 1981, le Conseil ne tranche pas. Les municipalités de Roubaix et Tourcoing, de gauche, demandent alors d'étudier une troisième variante : maintien du tram et construction d'un VAL à Roubaix et Tourcoing. Le maire de Mons en Barœul s'estimant lésé - en 1977, le VAL qui devait traverser sa commune fut dévié de son trajet, à cause, dit-on, d'un léger manœuvre politique - demande le passage d'une nouvelle ligne sur sa commune. La ligne n° 2 est gelée. On construit la n° 1 bis, 3 milliards d'investissement, dont 500 millions supportés par l'Etat.

Enfin, en 1983, une décision préfectorale tranche en faveur du métro Roubaix-Tourcoing. Mais voici venir les municipales, et les tendances politiques s'inversent. Tout est à nouveau gelé. En décembre 1984, le Conseil de la Communauté a recours à une procédure tout à fait exceptionnelle en matière de démocratie locale, le vote à bulletins secrets. Résultat : on construira une nouvelle ligne de métro qui passera par Mons-en-Barœul. On en est là, mais les jeux sont

loin d'être définitivement faits. *"Tout ceci se profile à l'horizon 2000, ajoute M. Pujebet, donc, de toute manière, le tram en a pour quinze ans au moins. Les problèmes urgents concernent plus la capacité du tramway lors de sa connexion avec la ligne n° 1 bis, de l'agencement des quais d'arrivée à la gare en 1989. Modernisé, le tramway peut survivre"*.

Tramway ou pas tramway le débat est plus profond qu'il n'en paraît. A l'heure actuelle, le tramway, c'est l'épine dorsale de la CUDL. *"L'agglomération lilloise présente une configuration relativement rare dans le paysage français. Comme de nombreuses villes en RFA et en Angleterre, le tissu urbain est très dilué, les centres d'attraction sont multipolaires. Cet urbanisme est très peu favorable aux transports de masse. Contrairement à Lyon, par exemple, où la métropole est regroupée autour d'une ville centre"*. Rien de tel à Lille. Les douze kilomètres qui séparent Lille-Gares de Tourcoing ou de Roubaix comportent de nombreux "trous" : mis à part quelques pavillons bourgeois habités par les patrons du textile, la campagne reste reine. Aucune Zup à l'horizon... Pour cette raison, si le trafic atteint 12 voyageurs/km à St-Etienne (autre rescapé), il tombe à 5 voyageurs/km à Lille.

Comment dès lors, relier Lille, le fief du tertiaire, à ses pôles industriels, Roubaix



JOSS DRAY

Sur le Grand Boulevard, le tramway lillois fait partie du paysage. Attachement des usagers, site privilégié : le Mongy a résisté à tous les démantèlements.



JOSS DRAY

et Tourcoing, en passant par son secteur rural, des zones de faible trafic, où les heures de pointe d'un futur métro risqueraient d'être plutôt creuses ? Cela mériterait-il les lourds investissements d'une seconde ligne de VAL ? Le Mongy, qui a survécu grâce à un merveilleux tracé en site propre tout au long d'un boulevard rectiligne, le Grand Boulevard, inauguré en 1909, en même temps que le tram, n'est-il pas un moyen de desserte tout à fait satisfaisant, moyennant quelques améliorations techniques ?

## Difficile de trancher

*"Le vrai problème est psychologique. Techniquement, on sait qu'un tramway au sol est moins cher qu'un métro souterrain. C'est une évidence. On sait que le VAL offre des garanties de sécurité exceptionnelles, que sa gestion en personnel coûte moins cher, mais pas forcément sa maintenance. De ce côté, il est donc difficile de trancher. Evidemment, sur le papier, et en sachant que les contribuables devront payer la note dans quinze ou vingt ans, on peut faire beaucoup de projets..."*

Au sein de la Communauté urbaine, dont la majorité politique appartient à l'opposition, il est symptomatique que les petites communes rurales, une trentaine, regroupées au sein d'un courant sans étiquette, le Gadec, soutiennent les projets de construction du métro, tant par fidélité au président Notebart, que par souci d'une image de marque positive sur le plan national, alors que le VAL n'atteint-ira jamais leurs communes.

## On démonte, et on remonte ?

Quant aux maires directement concernés par le problème, s'ils restent attachés au Mongy, ils ne voient guère de futur à un réseau tramway : on les imagine mal remonter des tramways, alors que leur démantèlement, planifié par l'Etat après la guerre à coup d'arguments chocs (étroitesse des rues, encombrements dus au trafic automobile, vétusté du réseau...) s'est terminé en 1966.

*"Expliquer à présent aux contribuables qu'ils doivent payer pour un nouveau tram, mettrait les maires dans des situations fort peu confortables, d'autant plus que les Lillois ont toujours attaché une valeur sentimentale importante à leur tramway. Ainsi, poursuit M. Beaussart, chaque fermeture de ligne donnait lieu, avant 1966, à des fêtes". Les associations de défense du tramway, l'Union des voyageurs du Nord et l'Amitram, s'en souviennent encore, et de là à prétendre que l'on pourrait en faire d'autres pour la réouverture de lignes, il n'y a qu'un pas, que la majorité des membres de la Communauté urbaine de Lille n'est pas prête à franchir. □*

Véronique Mortaigne

## CARTE D'IDENTITE



*Inauguré en 1909, en même temps que le Grand Boulevard, le Mongy, appelé du nom de son fondateur, fut le premier axe lourd de transport collectif urbain à relier les pôles importants de l'agglomération que sont Lille, Roubaix et Tourcoing.*

*Actuellement le Mongy fonctionne de 5 h 30 à 0 h 30 sur la ligne Lille-Roubaix et de 5 h 15 à 0 h 10 sur la ligne Lille-Tourcoing.*

*• La fréquence du tramway est la suivante :*

	HEURES DE POINTE		HEURES CREUSES	
	Matin	Après-midi	Matin	Après-Midi
Lille-Croix Laroche	3,5 mm	3,5 mm	6 mm	5 mm
Croix Laroche-Tourcoing	7 mm	7 mm	12 mm	12 mm
Croix Laroche-Roubaix	7 mm	7 mm	10 mm	10 mm

*le poste central de Marcq et les gares d'échanges.*

*Ce système garantit une meilleure sécurité du personnel et de la clientèle. Il permet d'intervenir plus rapidement en cas d'incident, de panne ou de perturbations.*

*• Les effectifs sont composés de 2 sous-inspecteurs, 18 contrôleurs, 59 conducteurs hommes, 21 conducteurs femmes et 54 membres du personnel des ateliers.*

*Les investissements réalisés de 1977 à 1983 se montent à 140.730 MF (dont*

*• Longueur de la ligne :  
Lille "Gares" - Roubaix 11,6 km.  
Lille "Gares" - Tourcoing 11,8 km.  
Vitesse commerciale : 20 km/h en 1976, 26 km/h en 1983.*

*Kilomètres parcourus en 1982 : 1,5 million.  
Voyagers en 1982 : 6 millions.*

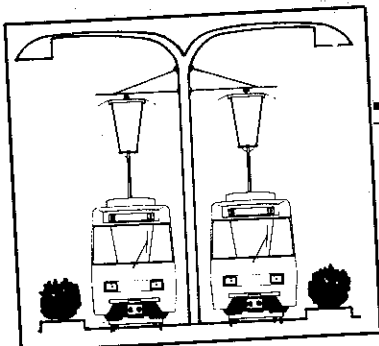
*• Avec la mise en place du self-service, les usagers commandent eux-mêmes l'ouverture des portes pour la montée et la descente.*

*Des composteurs installés à chaque porte facilitent l'oblitération des tickets (1 ticket horaire à 6 F, multimodal ou abonnements).*

*• Les Mongy sont dotés de radiotéléphone assurant une liaison directe avec*

*68 430 MF pour le génie civil, 49 360 MF en voie et lignes aériennes, 17 760 MF en matériel roulant, auxquels s'ajoutent 5 180 MF de frais divers).*

*• Trois types de motrices sont en fonction  
— Type 500 (15 voitures) 94 places assises, 17,2 tonnes, 13,350 m de longueur hors tout (largeur : 2,100 m, hauteur 3,170 m).  
— Type 300 simple (6 voitures) III places assises, 17 tonnes, 14,290 m de longueur (largeur 2,200 m, hauteur 3,415 m).  
— Type 300 articulées (24 voitures) 161 places assises, 20,7 tonnes, longueur 20,600 m (largeur 2,200 m, hauteur 3,450 m).*



## Marseille

## Le tram 68

**M**arseille dispose d'un réseau de transport en commun sur rail depuis 1876. A cette époque, les lignes, au nombre de sept, étaient desservies par des tramways tirés par des chevaux.

Dès 1889 différents systèmes de traction mécanique furent essayés : vapeur par automobile (1889) ; à air comprimé (1891) ; à vapeur par locomotive (1892) ; électrique à accumulateur (1892) ; électrique à prise de courant par perche sur fil aérien (1892 première exploitation de ce genre en France).

C'est ce dernier système qui fut adopté et, à la veille de la Grande guerre, le réseau de tramway de Marseille comprenait 93 lignes circulant sur 175 km de voies.

A la fin de la guerre 1939-1945, les tramways très usés, et jugés encombrants pour la circulation, furent peu à peu remplacés par des trolley-bus et des autobus.

## CARACTERISTIQUES

Poids à vide	17,45 T
Nb places assises	16
Capacité maximale	99 voyageurs
Ampérage au démarrage	800 A
Puissance totale	220 CH
Vitesse maxi	45 km/h

L'alimentation électrique est réalisée sous une tension de 600 V continue captée au moyen d'un pantographe sur une ligne aérienne construite en "zig-zag" afin de régulariser l'usure des palettes.

Cette tension assure

- l'alimentation de 4 moteurs de traction ;
- l'alimentation de moteurs auxiliaires (générateur de basse tension, ventilateur...);
- l'éclairage, chauffage...

L'énergie électrique utilisée par le réseau du tramway 68 est fournie par l'EDF sous forme de courant triphasé 20 KV - 50 HZ.

Les arrivées sont réparties le long de la ligne (2 à la station Noailles, 1 à la Blancarde et 1 Saint Pierre).

Les commandes de disjoncteurs s'effectuent à partir du PCC (Poste de Commande Centralisée).

**Seule rescapée d'un réseau de quatre-vingt treize lignes de tramway, la ligne Noailles - St Pierre a bon pied bon œil.**

En 1950 on comptait encore 31 lignes circulant sur 240 km de voies avec 485 voitures.

En 1960 il n'existait plus qu'une seule ligne (n° 68 - Noailles - Saint-Pierre). Le maintien de cette ligne s'explique pour plusieurs raisons. Elle possède deux tronçons en site propre : un tunnel qui permet l'accès direct en centre-ville et une tranchée permettant de relier le quartier de Saint-Pierre à celui de la Blancarde. De plus, c'est la seule desserte vers l'est de la ville et la vallée de l'Huveaune qui soit directe à partir du centre-ville. Enfin, cette ligne a toujours été la plus fréquentée du réseau et il n'y a pas de raison de changer un système performant qui donne entière satisfaction (le tramway 68 transporte aujourd'hui 20 000 voy/j soit 7 millions par an).

## Un profil actuel

Longue de 3 km, la ligne relie actuellement la station Noailles, où le tramway 68 effectue sa connexion avec la ligne 2 du métro, au dépôt de Saint-Pierre situé à l'est de l'agglomération marseillaise.

Elle comporte successivement :

- à l'extrémité ouest un tunnel long de 652 m reliant la station Noailles au boulevard Chave ;
- un alignement droit sur le boulevard Chave comportant 6 arrêts ;
- une tranchée de la gare Marseille-Blancarde au boulevard Sainte Thérèse de 500 m ;
- un accès au dépôt Saint Pierre ;
- un dépôt comprenant des quais, des voies de garage et d'entretien.

D'un écartement de 1,430 m, les voies

sont situées sur la partie centrale des chaussées ouvertes à la circulation.

Elles sont constituées :

- de rail type U 50 (50 kg/m, à champignon type SNCF) dans les parties en site propre ;
- de rail à gorge (61 kg/m) dans les parties ouvertes à la circulation.

La pose en est très diversifiée :

- traverse sur béton ;
- œuf de Cologne sur béton ;
- rail à gorge sur traverses noyées dans du béton et recouvertes de bitume ;
- traverses sur ballast.

Le matériel actuellement utilisé a été acquis par la RATVM en 1969 pour 16 motrices et en 1984 pour 3 motrices supplémentaires.

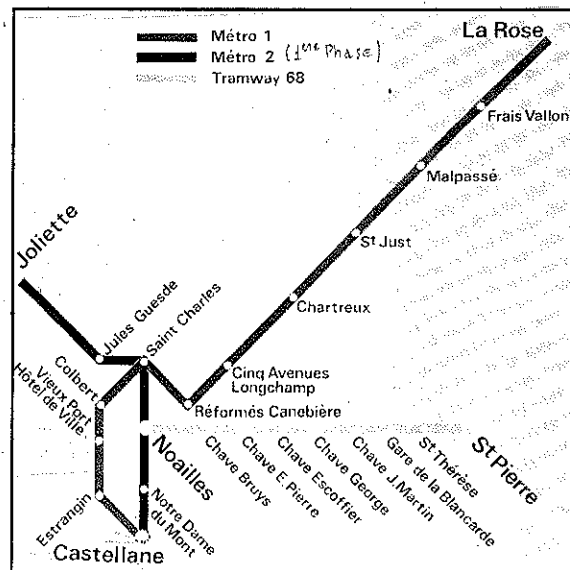
Ces motrices du type PCC (Présidence Conférence Commitee) ont été fabriquées par la Brugeoise et Nivelles en Belgique et ont fait l'objet d'un reconditionnement en 1983 par les ateliers du métro de la RATVM (5 000 heures par motrice) principalement dans le but de pouvoir accoupler les motrices en unité multiple (attelage semi-automatique) pour augmenter la capacité de transport et de mettre en place le matériel nécessaire au suivi de l'exploitation par un poste de commande centralisé. A cette occasion, l'aspect intérieur et extérieur a été repris afin de donner une image plus moderne, plus "métro", à cette ligne presque centenaire.

Son exploitation est suivie par un poste de commandes centralisées (PCC) commun avec les deux lignes de métro. □

**Michel Spagnolo**  
Ingénieur des TPE  
DDE Bouches-du-Rhône

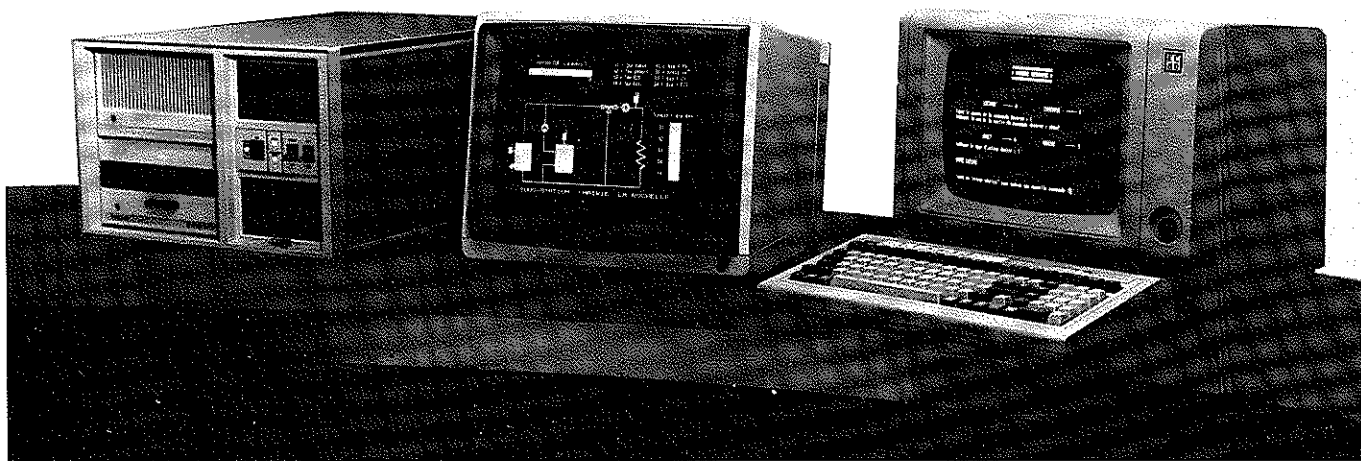
**Le réseau de transport urbain marseillais et le tramway 68.**

Trois kilomètres de ligne, dont un en site propre. Seize arrêts pour neuf millions de voyageurs par an et une rame toutes les trois minutes.



## La gestion des réseaux de chaleur

# Une nouvelle donne : la thermatique



**Des unités locales intelligentes implantées dans chaque bâtiment, reliées à une unité centrale : voici un système de thermatique grâce auquel des économies en énergies, des gains d'exploitation importants pourront être réalisés.**

**L**es collectivités locales, départementales, régionales et privées, à la suite de l'augmentation des coûts d'exploitation des équipements et de l'énergie, entreprennent de plus en plus, en fonction d'un schéma directeur, des campagnes de travaux destinées à alléger les charges qui pèsent sur leur budget. La diversification des sources d'énergie et la création de réseaux de chaleur, utilisant la ressource géothermale, quand elle existe, ou la combustion des ordures ménagères est l'une des actions entreprises par les collectivités les plus importantes. Elle s'associe à l'utilisation économique du charbon, du gaz et des autres combustibles plus onéreux.

Les études et actions d'information entreprises au préalable : diagnostic des installations, évaluation des améliorations possibles d'exploitation, la mise en place d'une comptabilité énergétique, le choix d'énergies nouvelles, l'appréciation des possibilités de récupération de chaleur, permettent de découvrir les solutions les mieux adaptées au parc existant en fonction des ressources locales, qu'elles soient énergétiques ou financières.

Le plan de maîtrise de l'énergie, une fois formulé, s'accompagne souvent d'une campagne de communication auprès des populations concernées, destinée à agir sur le comportement (réduction des dépenses individuelles).

### Les réseaux de chaleur

L'utilisation de l'énergie géothermique des nappes hydrauliques pour l'alimentation de réseaux de chaleur urbains (existants ou à créer) est l'une des applications les plus spectaculaires des technologies modernes. L'exploitation de cette ressource s'accompagne souvent de celle d'autres sources de chaleur (charbon, gaz, fuel lourd), dont la récupération des calories produites par les usines d'incinération d'ordures ménagères n'est pas la moindre. On dispose donc dans la plupart des cas d'un système multi-énergétique, où le réseau de chaleur reste prioritaire tant que son apport calorifique est suffisant pour satisfaire le confort des usagers. Des sources secondaires locales peuvent être déclenchées progressivement selon la nécessité d'appoints complémentaires.

On a pu observer que la nécessité d'utiliser au maximum l'énergie prio-

ritaire alimentant le réseau afin de la rentabiliser et l'importance des travaux réalisés pour la mettre en œuvre, entraînaient souvent la création d'un syndicat mixte, réunissant producteurs et utilisateurs, cela permet de dégager les moyens de financement d'une part et de mieux maîtriser la gestion du système d'autre part, quel que soit le régime d'exploitation (concession, fermage, régie).

Le principe du tarif d'abonnement à un réseau de chaleur est simple (1). Le tarif de la chaleur fournie par le réseau ne peut dépasser le coût de la solution déjà existante chez l'abonné. Une économie doit lui être apportée par rapport aux coûts d'exploitation habituels.

Le tarif comporte généralement trois parties. Le coût de l'énergie produite par la source énergétique prioritaire du réseau et le coût des énergies d'appoint représentent 25 % du coût total du chauffage. Ensuite une prime fixe forfaitaire rémunère les P2 et P3, en fonction de la puissance souscrite. Enfin, une prime fixe adaptée à chaque abonné couvre un pourcentage des dépenses d'investissements.

### La gestion des réseaux : une solution, la thermatique

La thermatique, réunion des techniques propres au traitement des problèmes de génie climatique, de l'informatique et de la transmission d'infor-



mations à distance apporte l'indispensable outil de gestion technique et financière des réseaux de chaleur.

En utilisant les derniers progrès de la télégestion (qui est beaucoup plus que de la télésurveillance), la thermatique permet de réduire la consommation d'énergies et assure des gains d'exploitation qui se traduisent par des économies financières importantes. Selon l'importance du site et la complexité du système, le temps de retour de l'investissement s'établit généralement entre quatre et sept ans.

Un système de thermatique assure tout d'abord la vérification journalière (ou horaire) du taux de couverture de chaque abonné par l'énergie de base en calories, en fonction de ses besoins. Il y parvient en mesurant, en permanence, l'énergie fournie par le réseau et celle fournie par les sources d'appoints qu'il utilise en fonction de la consommation de chaque sous-station. Cette vérification permet d'assurer le bon équilibre financier du système, l'énergie d'appoint coûte toujours plus cher que celle du réseau !

Un système de thermatique assure également la conduite performante et la maintenance préventive des installations techniques qui seront assurées par l'exploitant grâce à un télésuivi en temps réel.

Il permet l'optimisation du fonctionnement desdites installations dans chaque bâtiment de manière à réduire les consommations.

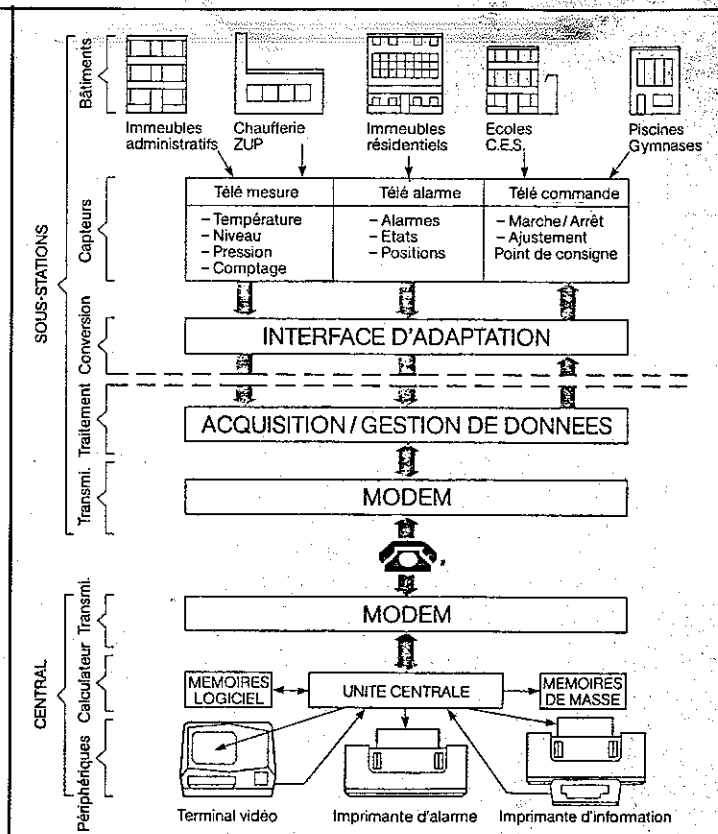
On peut enfin l'utiliser en vue du recueil des informations nécessaires à la facturation des calories consommées et de son édition, ainsi que pour la comptabilité analytique et générale.

### Architecture d'un système de thermatique

Dans chaque bâtiment relié au réseau, une **unité locale intelligente** (ULIS) va assurer la conduite la plus économique possible du réseau de chauffage secondaire, de la production d'eau chaude sanitaire, la gestion des éclairages (parties communes des immeubles d'habitation, éclairage des bâtiments tertiaires), de la ventilation ou de la climatisation (si elle existe), de différentes alarmes de type intrusions, incendies, pannes d'ascenseurs et autres.

(1) Source : direction du syndicat mixte des réseaux de chaleur de Meaux.

*Un indispensable outil de gestion technique et financière des réseaux de chaleur.*



Une ULIS se présente sous forme d'une armoire électrique normalisée contenant un châssis à carte électronique, un modem de transmission (modulateur-démodulateur), les borniers de raccordement et une série de cartes électroniques spécialisées, dont l'une comporte un microprocesseur de type 6809 par exemple, donnant 64 kilo-octets de capacité de traitement informatique. L'ensemble est isolé galvaniquement et permet d'être installé dans n'importe quel site "hostile", c'est-à-dire avec une forte densité de parasites électriques.

Un réseau de transmissions, généralement des lignes téléphoniques PTT raccordées au réseau commuté, (mais on peut choisir une solution en lignes spécialisées PTT ou un raccordement en lignes privées) relie les ULIS à un ou plusieurs postes centraux. Le réseau herzien est très cher d'accès et d'utilisation, les réseaux transpeck et autres Minitel ne permettant pas les multiplexages en l'état actuel de leur développement.

Le poste central est, quant à lui, composé d'un ordinateur accompagné de mémoires sur disques durs ou souples et de différents périphériques : consoles vidéo, clavier alphanumérique, imprimante au fil de l'eau pour les alarmes, imprimante d'édition des journaux de

bord (journalier, hebdomadaire, mensuel ect...).

Les systèmes les plus souples et modulables possèdent un module d'interface banalisé (MIB) qui comprennent de manière extensible, sans modification ni des logiciels, ni des matériels existants au départ, la possibilité de communiquer avec plusieurs calculateurs, mémoires et un nombre d'ULIS pouvant être accru dans le temps, en fonction de l'évolution des besoins et des moyens. Un MIB permet également de relier le PC principal (par exemple qui assure gestion et facturation de l'énergie) à des PC secondaires (par exemple confiés à différents exploitants d'un parc immobilier réparti dans différentes régions).

Dans ce cas, on peut donc très bien gérer un parc alimenté en énergie par un réseau de chaleur et d'autres bâtiments équipés de sources autonomes de production calorifique, quelle que soit l'énergie utilisée (centres de vacances d'une collectivité locale, nouveaux partenaires non raccordés au réseau...).

### Les fonctions à assurer

Ce sont les logiciels et progiciels (logiciels applicables dans plusieurs cas de figures et donc préétablis et amortis sur plusieurs installations) qui vont permettre de gérer dans les

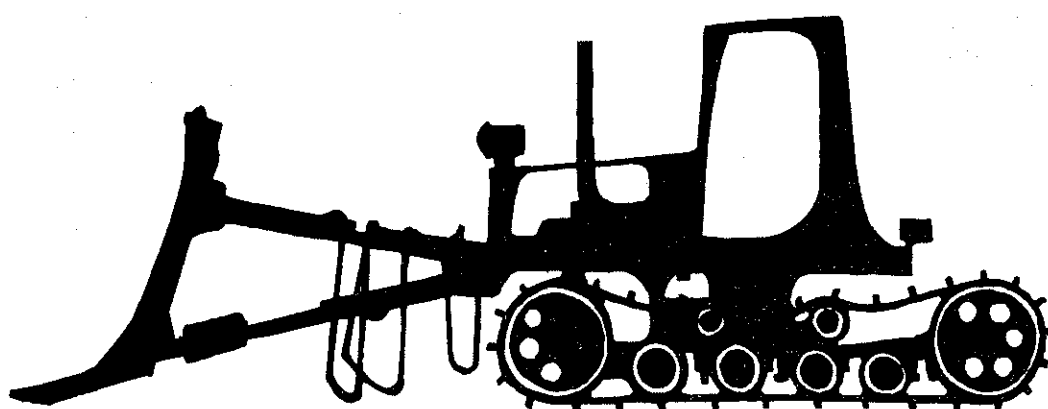
1985

# annuaire des ingénieurs des travaux publics de l'état



1985

ministère des  
transports et de  
l'urbanisme et du  
logement secteur  
public et parapu-  
blic secteur privé



édité par **aitpe** l'association des ingénieurs  
des travaux publics de l'état

Pour toute commande :  
s'adresser à l'A.I.T.P.E.  
163, rue Saint-Honoré, 75001 Paris.  
Prix : 350 F + frais d'envoi.

conditions optima sur les plans économiques et techniques, les réseaux primaires et secondaires. Ils commandent différentes actions sur les organes actifs du système (vannes, accélérateurs, régulation, relais d'ascenseurs, éclairage etc...) recueillent et stockent les informations utiles, traitent les données recueillies, permettent les calculs, ratios (etc...) et bien sûr permettent que les alarmes soient déclenchées. C'est le cerveau du système.

Les fonctions les plus courantes demandées à la thermatique sont de différents ordres.

- **La téléalarme** : c'est-à-dire la détection, le traitement et la transmission à distance des alarmes qui assurent la signalisation des défauts, les changements d'état, les dépassements de seuils, les détections d'alarmes "réflexes" (gaz, incendies, intrusions...), les écarts de consignes, etc...

Les alarmes se classent par ordre de priorité en deux ou trois classes, entraînant soit une intervention immédiate ou ultérieure, soit une télécommande.

- **La télémesure** : Il s'agit de relever et transmettre des températures, pressions, débits, intensités, tensions, fréquences, intensités d'éclairage et autres niveaux. La mesure doit pouvoir être analogique ou numérique, selon le type de capteurs choisis.

Il est évident que la qualité du capteur et la précision de sa mesure sont un point essentiel de la chaîne d'acquisition de données. Cette qualité et cette précision sont malheureusement rares sur le marché, ce qui entraîne l'établissement de calculs informatiques très fins à partir de données grossières, conformes par ailleurs à la norme DIN qui n'a pas été établie en vue d'un traitement informatique. Une nouvelle génération de capteurs de températures à 500 Ohms est néanmoins apparue sur le marché qui donne pleinement satisfaction.

- **Le télécomptage** assure les relevés horaires de temps de fonctionnement, la lecture des compteurs à impulsions, etc..., pour retransmettre l'information au poste central. Se rajoute à cette fonction le calcul des degrés-jours ou, dans le cas d'un réseau de chaleur, des degrés-heures.

- **La télécommande** permet d'intervenir sur la régulation, la programmation et l'optimisation des réseaux primaires et secondaires (change-

## QUEL SYSTÈME ?

*On recommandera au gestionnaire sensible à la rentabilité à court terme de son investissement de choisir :*

- *Un système modulable en fonction de l'évolution des besoins présents, mais aussi futurs, et capable d'intégrer l'évolution technologique galopante, dans les domaines du traitement informatique et de l'électronique.*

- *Un système permettant le multiplexage des communications depuis les unités locales vers le poste central et vice versa, avec la seule priorité d'avoir l'alarme la plus urgente déclenchée et traitée dans le temps le plus court possible, ce qui n'est pas le cas des systèmes de télésurveillance interrogeant les unités locales les unes après les autres.*

- *Un système avec intelligence informatique déportée dans l'unité locale qui devient ainsi une Unité locale intelligente de surveillance (ULIS) permettant non*

*seulement de traiter sur place la plupart des incidents pouvant survenir localement et rendant compte au PC, mais sans le surcharger, mais encore de digérer les télémesures et télérelevés divers (par ex : le comptage) et de les pré-traiter sous forme de ratios, puis les communiquer une seule fois par jour au PC.*

*L'ULIS permet ainsi une importante économie au niveau des communications en cas d'utilisation du réseau commuté. Grâce à lui, il est également possible d'assurer de manière autonome les opérations de : régulation, optimisation, contrôle de la boucle secondaire de chauffage, délestage et gestion de l'éclairage, des alarmes, etc...*

*Le gestionnaire évite ainsi l'achat et le coût de la mise en place d'une unité centrale trop onéreuse, de régulateurs, optimiseurs etc... dont les fonctions sont assurées par des cartes électroniques directement placées dans le panier (rack) de l'ULIS. □*

ment de pente de régulation, dérégulations des programmations) ou sur l'état des organes de commandes (vannes ouvertes ou fermées, pompes, relais etc...). En bref, la télécommande agit sur tout élément paramétrable d'une installation technique.

- **La télésignalisation** informe en temps réel le personnel d'astreindre d'un incident et de ses causes en cas d'alarme de classe prioritaire. En cas d'absence du responsable désigné, elle recherche un autre correspondant prioritaire automatiquement, avertit selon les cas, les pompiers, le commissariat. La télésignalisation peut déclencher simultanément des alarmes téléphoniques, sonores, visuelles etc...

- **La télégestion**, fonction essentielle d'un système de thermatique, rassemble, synthétise et indique, si nécessaire en temps réel, au gestionnaire et/ou au responsable technique tous les éléments nécessaires à une prise de décision rapide ou hebdomadaire ou mensuelle etc..., dans les domaines de la gestion financière et technique.

Elle établit les calculs, l'édition ou l'affichage des ratios d'exploitation, les statistiques, les relevés de données les plus variées, des échantillonnages de mesures à la demande, etc...

Elle assure, selon les vœux de l'utilisateur, l'analyse des résultats comparés aux données prévisionnelles, peut projeter de nouveaux bilans et traduire le tout en courbes et graphiques illustrant les différentes données.

Enfin des progiciels de gestion font éditer les factures de consommations énergétiques, d'opérations de maintenance pour chaque site, avec renvoi éventuel vers d'autres centres informatiques (ordinateurs de services financiers, centre de stockage des mémoires, historiques et autres).

Des programmes spécifiques peuvent être téléchargés dans les ULIS permettant le traitement et la gestion de diverses fonctions techniques locales des plus variées (optimisation et régulation auto-adaptative, choix de l'énergie la moins chère en fonction de la période tarifaire, cascades de chaudières avec alternance de chaudière-pilote etc...).

Il est évident que les possibilités d'un système thermatique dépasse largement les possibilités de la seule gestion technique et financière du réseau de chaleur et des secondaires raccordés. Toute une batterie des services annexes peut être prévue à la demande. Quels que soient les objectifs poursuivis et les fonctions souhaitées, le succès d'un système de thermatique a pour meilleur garant une étroite collaboration entre le maître d'ouvrage, le bureau d'études, les exploitants et le fournisseur des installations et logiciels aux entreprises d'installation. La quatrième tranche du fond spécial grands travaux privilégiera encore une fois la mise en place de réseau de chaleur et d'un système de gestion approprié.

Collectivités, à vos marques... □

**Christian Watelet**  
Jaeger

## A LIRE

### GESTION DE LA QUALITÉ

Autant il est facile de comprendre la gestion de la qualité dans le monde stable de l'industrie, autant il est difficile d'en voir les applications dans l'industrie de la construction, car les partenaires se séparent une fois le travail terminé et tout projet est un renouveau.

Pourtant, la philosophie de la qualité dans la construction n'est pas différente de celle dans l'industrie ; ce sont seulement les modalités d'application qu'il faut adapter.

La première moitié de ce livre traite volontairement des notions élémentaires de la gestion de la qualité, car pour la maîtriser il faut la connaître.

Un autre chapitre traite du contrôle de l'exécution des travaux. Dans la recherche des risques techniques et dans l'étude de la prévention des sinistres, la phase travaux représente la dernière chance pour la détection des fautes, mais les auteurs insistent sur la nécessité économique de porter les efforts préventifs sur la phase conception et sur les marchés des fournisseurs. Nouvelle culture d'entreprise, la qualité apparaît comme un défi à relever face à un marché de plus en plus exigeant.

**Gestion de la qualité dans la construction.** A.-M. Chauvel, 200 p. 195 F. Ed. Eyrolles.

### RESPONSABILITÉS ET ASSURANCES

L'objet de cet ouvrage est de réunir l'essentiel de ce que doivent connaître maîtres d'ouvrages et constructeurs au sujet de leurs responsabilités dans l'acte de construire, compte

tenu des aspects nouveaux relatifs à la loi du 4 janvier 1978 sur la responsabilité et l'assurance-construction, ainsi que sur ses textes d'application. De nombreuses références jurisprudentielles vérifiées et un index alphabétique permettent de faciliter les recherches sur tel ou tel point particulier.

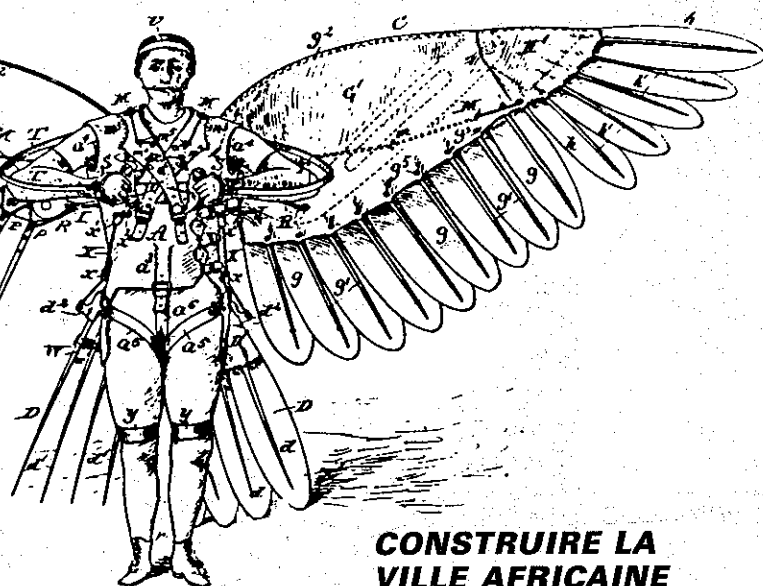
**Responsabilités et assurances dans le BTP.** B. M. Bloch, avocat au Barreau de Paris. 272 p., 167 F. Ed. Eyrolles.

### LA CULTURE DANS LA FONCTION PUBLIQUE

*Rapport au Secrétaire d'État de la Fonction Publique et des Réformes administratives et au ministre délégué à la Culture*

Le développement culturel des fonctionnaires, facteur d'épanouissement individuel, est aussi l'un des facteurs d'accroissement de l'efficacité sociale du service public. Tout ce qui tend à élargir l'horizon culturel des fonctionnaires, à améliorer leurs facultés de réflexion et d'initiative personnelle contribue à accroître leur capacité à agir et à écarter l'inertie ou l'irresponsabilité. Remarquable "réservoir d'idées", le rapport présenté par Armand Lanoux formule quatorze propositions regroupées en trois rubriques : favoriser les pratiques culturelles individuelles, aider les associations culturelles de la Fonction publique, développer des actions culturelles propres de l'administration.

**Documentation française, coll. "Rapports officiels", 176 p. 55 F**



### POUVOIRS DU RÊVE

par Thierry Gaudin

Si vous croyez que la technique moderne n'a d'autre but que de fabriquer des objets utiles, voire utilitaires, ce livre vous dérompera. A travers la technique, ce sont les mythes les plus archaïques qui s'expriment : l'envol, l'ubiquité, l'apocalypse, tout n'est que pouvoir du rêve.

C'est à travers le récit d'inventeurs (Santos-Dumont), de poètes, de psychanalystes, d'écrivains ; à travers des visites d'entreprises à Silicon Valley ou au Japon ; à travers une relecture des traditions physiques, que l'auteur tente de retrouver un sens à la transformation des techniques contemporaines, celui du passage d'une société de production à une société de création.

Réfléchissant sur la nature de la technique (*"celle qui inscrit le rêve dans le concret"*), Thierry Gaudin, ingénieur en chef des Mines, affirmait :

*"S'il s'agit de changer le monde, nous n'avons que faire des rêveurs, diront certains. Erreur !*

*Nous voyons, à propos des machines à voler, combien l'essor de la création doit à ce que l'on pourrait appeler des rêveurs efficaces, dont Santos-Dumont est le modèle.*

*Si je n'ai qu'une certitude, c'est que le temps du confort intellectuel, des dogmes et de la sacralisation des institutions s'achève.*

**Ed. d'Organisation. 80 F.**

### CONSTRUIRE LA VILLE AFRICAINE

Qui construit la ville africaine ? Quel est le mode de production dominant de l'habitat en milieu urbain ? Le terme "d'auto-construction" a souvent servi à masquer une réalité mal connue, rarement analysée selon sa propre logique. Comment les citadins des métropoles africaines produisent-ils effectivement leur habitat ?

Pour répondre à ces questions, une quinzaine de chantiers autoproduits à Douala (Cameroun) et à Kinshasa (Zaïre) ont été étudiés pendant près de deux ans. Leur étude comparée manifeste la permanence d'une volonté et d'une capacité des habitants de Douala et de Kinshasa de se donner, par leurs propres moyens, un habitat digne de ce nom en matériaux durables, de surface décente, apte à recevoir par la suite les éléments du confort. Le matériau de base, dans ces deux villes, est désormais le parpaing creux de ciment. L'autoproduction de l'habitat durable — ou non précaire — y est entièrement organisée autour de la filière ciment. Cette recherche s'attache à décrire les modalités et les rythmes de financement de l'habitat par les ménages qui font construire. □

**Construire la ville africaine.** P. Lanel, P. Delis, L. Girard. Plan construction. Coll. Recherche.