



Le constructeur Siemens a fait son entrée sur le marché français avec le matériel type Avanto livré en 2006 à la SNCF pour la ligne de tram-train T4. Au gabarit "large" de 2,65 m, ce matériel à plancher bas partiel est ici alimenté en courant monophasé 25 kV-50 Hz et peut atteindre la vitesse maximale de 100 km/h. Le montage final a été effectué en Alsace par Lohr Industries. (Cliché P.L.)

les automotrices destinées à la ligne de Savoie Saint-Gervais-les-Bains – Val-lorcine.

Quant aux Flirt, on les retrouve sur les RER de Zug et de Bâle et bientôt à Alger, en Hongrie et même en France, puisque les Chemins de Fer Fédéraux suisses (CFF) ont commandé douze rames qui remplaceront à partir de 2008 les rames Colibri sur la ligne Frick – Bâle – Mulhouse.

pneumatiques a été spécialement développé le Translohr, véhicule articulé à petit gabarit. De conception nouvelle, le guidage s'effectue à l'aide de galets à 45° enserrant un rail central également utilisé pour le retour du courant. Afin de valider les performances de cette nouvelle technique, une piste d'essais a été spécialement construite dans un terrain en bordure de l'usine Lohr de Duppigheim, près de Molsheim. D'autres villes ont été intéressées par le Translohr, notamment en Italie où trois réseaux sont en voie d'achèvement (Padoue, l'Aquila et Mestre), en Chine et au Japon. En France, d'autres villes étudient la possibilité d'implantation de ce système, que ce soit en Province ou autour de Paris, tandis que la nouvelle version du VAL (métro automatique sur pneus à petit gabarit développé initialement par Matra et repris par Siemens) fait appel au guidage du Translohr.

## Stadler

Le constructeur suisse est le dernier venu dans le marché des tramways français. La société de Bussnang, qui emploie 2 000 salariés et a un chiffre d'affaires annuel de 474,36 millions d'euros, vient tout juste de remporter son premier contrat en France. Il fournira en effet les six rames nécessaires au futur tramway express LESLYS, qui reliera la gare de Lyon-Part-Dieu à l'aéroport Saint-Exupéry. Ce modèle a été également commandé par les réseaux de Bochum (6 rames) et de Bâle (60 rames), mais aucun exemplaire n'est encore en service. Stadler propose également un autre type de tram, le Variobahn, que l'on retrouve à Duisburg, Helsinki, Munich, ou encore Sydney.

Mais ces dernières années, c'est surtout dans le domaine des automotrices que les plus grands succès ont été obtenus avec les automoteurs GTW qui comportent un module moteur central autour duquel s'articulent deux caisses réservées aux voyageurs, et les automotrices Flirt.

Les GTW sont par exemple présents en Allemagne, en Espagne, en Suisse et même en France, sur la Cerdagne. Par ailleurs c'est également Stadler qui a fourni les nouvel-

Avec le Translohr de type ici STE 4, le constructeur alsacien Lohr Industries a fait son entrée dans le domaine du tramway à plancher bas intégral, en se spécialisant dans le roulement sur pneumatiques avec gabarit étroit (2,20 m). (Cliché J. Bazin)





*Une nouvelle façon de circuler à Marseille.  
FLEXITY, les trams de Bombardier.*

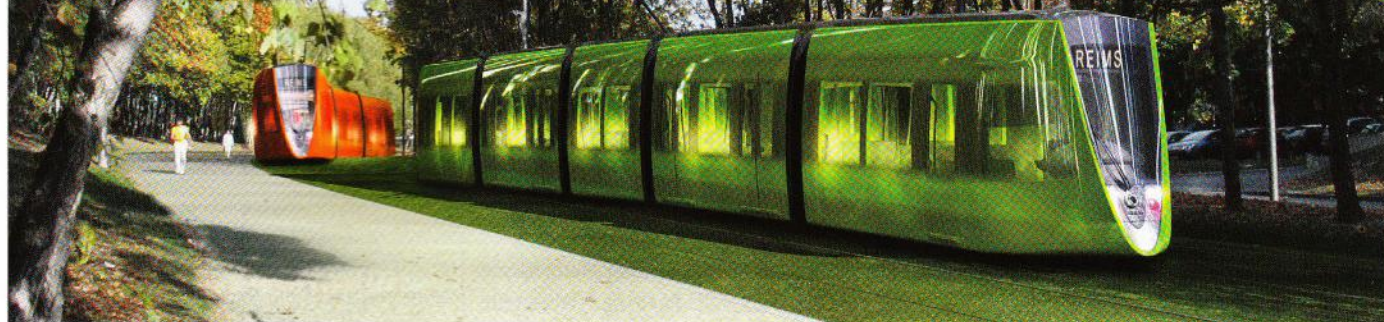


*En France, c'est à Crespin, dans le Valenciennois,  
que Bombardier développe son activité industrielle.  
[www.leclimatestfavorableauxtrains.com](http://www.leclimatestfavorableauxtrains.com)*

**BOMBARDIER**  
*La référence ferroviaire mondiale*



# Le design des trams



**Par rapport aux récentes réalisations étrangères, les nouveaux trams français font preuve d'un design tout à fait remarquable. Comment s'explique ce choix délibéré des villes concernées ?**

Le futur tramway de Reims, dessiné par MBD Design en collaboration avec Alstom, aura-t-il vraiment cet air de flûte aux couleurs vives ?  
(Doc. Mission Tramway Ville de Reims)

## La nécessité d'une image forte de modernité

Hormis pour les trois villes françaises, Lille, St Etienne et Marseille, qui seules avaient su sauvegarder leurs tramways, les derniers matériels qui avaient circulé en France jusqu'à la fin des années 50 dataient pour l'essentiel des années vingt. Le comble étant les tramways de Versailles dont les trucks moteurs Postel-Vinay étaient ceux des motrices des débuts de l'exploitation électrique en 1896 simplement recarrossées dans les années vingt.

Le moins qu'on puisse dire est que ces vieux trams n'avaient pas laissé une image très positive dans la mémoire des Français, surtout pour les véhicules qui avaient subsisté après la Seconde Guerre mondiale après avoir circulé le temps des restrictions moyennant un entretien limité au "chiffon burette". Même s'ils n'avaient démontré qu'une chose, leur robustesse, et que l'aspect ferraillant et brinquebalant reproché à ces tramways était dû plus à l'état de la voie qu'au matériel roulant lui-même.

On comprend alors, dans les années 80, les réticences des habitants des villes à qui l'on proposait de rétablir ce système de transport et qui voyaient d'un mauvais œil le refus des

collectivités et de l'Etat de leur construire un métro. La polémique était attisée à l'époque par Matra, qui faisait la promotion du VAL (*Véhicule Automatique Léger* — métro sur pneus entièrement automatique à petit gabarit), théoriquement moins coûteux qu'un métro classique. "Qu'allez vous donc investir dans un réseau de tramway que vous serez obligés d'enterrer dans dix ans comme à Bruxelles" était-il dit aux maires des villes intéressées.

Il fallait donc imprimer une image forte de modernité à ces nouveaux tramways pour affirmer la rupture avec le passé, et seuls les designers étaient capables de la composer.

## Le TFS

### *Vous avez dit "standard" ?*

C'est dans ce contexte qu'Alstom s'est lancé dans "la Bataille du Rail Broca" en partant d'une page totalement blanche et en imaginant un *Tramway Français Standard* (TFS) pouvant s'imposer face aux constructeurs allemands ou belges, voire même suisses, qui faisaient référence à l'époque sur le marché européen. Mais cette première réalisation "standard" pour Nantes restera pourtant unique ; son design au sens global n'était pas assez abouti. Pourtant le travail de Jacques Cooper — le designer-maison d'Alstom — qui en a réalisé les dessins a

Aquarelle du premier projet de TFS dessinée par Jacques Cooper pour Alstom.  
(Doc. Alstom)







Circulant sur le réseau "Métrobus" de Rouen, cette rame de TFS-2 nous montre bien la partie centrale surbaissée, avec le décalage correspondant des baies vitrées.

l'époque n'est pas en cause, et l'esthétique de ce premier TFS était assez réussie, sachant qu'on parlait de rien.

Mais la conception globale du projet de TFS avait été trop marquée par la volonté de faire des économies, et de ne pas trop innover en reprenant, pour base technique, le métro parisien MF 77, c'est-à-dire un matériel à plancher haut aux caractéristiques de chemin de fer lourd. On avait fait l'impasse sur les aspects sociologiques et affectifs de l'objet tramway lui-même ainsi que toute la démarche d'analyse fonctionnelle et d'analyse de la valeur. C'est à se demander si l'on y croyait vraiment, et s'il ne s'agissait pas plutôt de concevoir un pré-métro. Les dessins de Jacques Cooper qui montrent le TFS sur une voie ferrée classique sont éloquentes !

Ce TFS livré à Nantes à partir de 1985 n'apportait rien de nouveau par rapport aux PCC de la *Brugeoise & Nivelles* de Marseille et St Etienne, ou aux *Duwag* d'occasion de l'ELRT à Lille. Par contre, la "requalification urbaine" qui a accompagné la construction de ce premier nouveau réseau de tramway a été déterminante pour que

les Nantais s'approprient ce nouveau mode de transport. Cette nouvelle façon de vivre la ville leur a fait oublier qu'ils étaient obligés de lever haut la jambe pour monter dans leurs trams.

### Place au plancher bas

Très vite, la ville de Grenoble, pour son futur réseau, et le Conseil Général de Seine-Saint-Denis, qui envisageait la ligne T1 (St Denis - Bobigny), ont réclamé un matériel à plancher bas, initialement dans le souci louable de faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite. En fait, l'expérience allait prouver que le plancher au niveau du quai accélérât les mouvements d'entrée et sortie des voyageurs, d'où un gain de temps appréciable à chaque station. Peu après, pour augmenter la capacité de ses rames sans recourir à la circulation en unités doubles, c'est à des éléments intermédiaires à plancher bas que le réseau de Nantes fera appel.

Avec la deuxième génération de TFS, Alstom a donc revu sa copie en créant une zone à plancher bas dans les deux motrices avec seuils

des portes d'accès au niveau des quais. Ceci imposait un élément central à plancher bas assurant l'intercirculation avec des roues à axe fixe pour remplacer le bogie intermédiaire de la première version.

Sur le plan esthétique, les deux niveaux de baies latérales ont été difficiles à traiter et, par son manque d'homogénéité, le style de ce matériel s'en ressent. C'est donc ce TFS-II qui équipera Grenoble à partir de 1987, la ligne T1 en Seine St Denis (1992), la ligne T2 dans les Hauts-de-Seine (1997) et le Métrobus de Rouen (1994), mais ensuite c'en sera fini du TFS, qui auront tout de même été livrés au total à 46 exemplaires pour la version d'origine et 129 en version surbaissée.

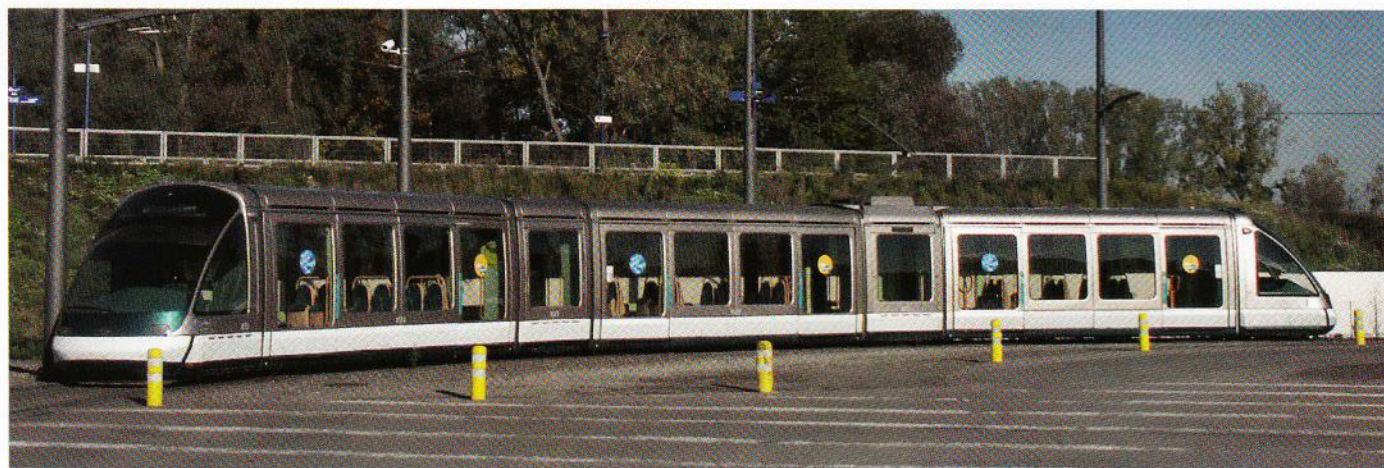
### L'impact du design

La requalification de la voirie et les Plans de Déplacement Urbain qui accompagnaient la mise en place de ces réseaux de tramways, notamment à Grenoble et à Strasbourg, ont donné aux projets de tramway un tour très politique. Beaucoup de maires, ou bien leurs opposants, se sont emparés du phénomène à des fins électorales. À la suite de l'effet produit par le nouveau tram de Strasbourg en 1994, chacun voulait son tramway, mais pas celui du voisin. Il était demandé aux constructeurs une identification à la ville qui ne se limitait pas à la seule livrée.

Parallèlement, apparurent des systèmes concurrents comme le TVR (Transport sur Voie Réservée), trolleybus de type tricaïsse bimode à guidage débrayable, implantés à Nancy (2000) et à Caen (2002). Improprement baptisés "tramways", s'ils n'ont pas démontré leur fiabilité, ils ont prouvé que l'on pouvait faire moins cher que le TFS...

Vu son coût et la rigidité de sa conception, le

Cette vue d'un Eurotram "court" sur la boucle du terminus de la ligne B à Hoenheim nous montre bien la structure novatrice de ce matériel à plancher bas intégral, de petits modules à deux essieux supportant des caisses intermédiaires sans roues. (Cliché P.L.)







À Montpellier, une rame "courte" type Citadis 301 arrive sur la place de la Comédie. Au gabarit de large de 2,65 m, elle comporte un petit élément porteur central encadré par deux caisses reposant chacune sur un bogie moteur d'extrémité. (Cliché P.L.)

TFS tel qu'il était rendait en effet inéligible les projets de certaines agglomérations trop petites ou trop ambitieuses, ou alors contraignait celles-ci à acheter "à l'étranger", chose inconcevable pour certaines municipalités compte tenu de leur coloration politique. Il fallait tout remettre à plat, inventer complètement un nouveau concept de véhicule sur rail (ou sur pneus). Tous les constructeurs se sont mobilisés.

### Une avancée spectaculaire

À Strasbourg, l'Eurotram livré par le constructeur AD Tranz (aujourd'hui Bombardier Transport) à partir de 1994 a représenté une première avancée assez spectaculaire dans l'évolution du design des rames de tramway. L'Eurotram est le fruit du travail du designer belge Philippe Neerman à qui l'on doit, entre autre, le design des métros de Bruxelles, de Lyon et de Marseille. Avec l'Eurotram, on abandonne le principe

ferroviaire en vigueur de voitures reposant sur des bogies, pour adopter celui de rames articulées indéformables composées de très courtes motrices à deux essieux encadrant des nacelles voyageurs dépourvues de roues et suspendues d'un côté à la motrice et de l'autre à un court élément intermédiaire à essieux. La rame comporte deux motrices d'extrémité encadrant quatre ou cinq nacelles et trois ou quatre éléments intermédiaires porteurs ou moteurs. Le plancher dans la zone voyageurs est absolument plat et bas, et l'intérieur de la rame visible sur toute sa longueur. La cabine de conduite des motrices est dotée d'un immense pare-brise en bulle.

Du fait de l'abaissement du plancher, Neerman a pu concevoir de grandes baies latérales offrant une large vue sur la ville. Ce matériel a fortement marqué les esprits, et alors que la maire de Strasbourg Catherine Trautmann allait perdre les élections à cause des tracasseries provoqués

par les travaux du tramway, les Strasbourgeois sont unanimes aujourd'hui pour apprécier le bien-fondé de la démarche et sont très fiers de leur tram. Ils se le sont totalement appropriés et le tramway est un élément très structurant de la vie à Strasbourg, à tel point que les opposants d'hier à l'ancienne municipalité poursuivent activement le développement du réseau.

Il faut rappeler ici que le concept de petites motrices très courtes entraînant une rame articulée a été initié par le designer Italien Giugiarro pour le nouveau matériel de l'ELRT livré à Lille en 1995 par Ansaldo Breda à 24 exemplaires. Un anneau d'articulation et d'intercirculation à un essieu supporte l'extrémité des voitures entre chacune d'elles.

### Plancher bas intégral ou partiel ?

Pour réagir à la concurrence, on s'est alors engagé chez Alstom dans un vrai travail de design industriel au sens le plus large et le plus noble. C'est-à-dire que le design a concerné toute l'industrialisation du projet tram. C'est Philippe Neerman, là encore, qui a été la cheville ouvrière de ce nouveau produit baptisé Citadis.

Il s'agit d'un tram à plancher bas totalement articulé, dont la conception modulaire hautement standardisée en éléments préfabriqués permet de construire des caisses de largeurs allant de 2,32 m à 2,65 m. C'est un véritable mecano de

Concurrent du tramway au point d'en avoir usurpé son nom, le TVR de Nancy (Bombardier et MBD Design) se présente sous la forme d'un trolleybus bimode à guidage débrayable par rail central unique. (Cliché Yves Allain)







Non, il ne s'agit pas d'Eurotram se croisant place de l'Homme de Fer, mais de Citadis 403 spécialement dessinées par MBD pour le réseau strasbourgeois. Sous le poste de conduite se trouve un petit bogie porteur qui élimine le porte-à-faux d'extrémité. (Cliché MBD)

pièces boulonnées et rivetées. Le plancher peut être bas intégral (Citadis 202, 302 et 402) ou partiel (Citadis 301 et 401), les rames pouvant être composées de 2 à 7 éléments. La conception des caisses permet de créer différents types de "bouts avant", et les aménagements intérieurs sont très flexibles. Ceci permet à chaque ville de faire intervenir les designers de son choix pour

imprimer au tram un style qui lui soit propre sans grever les coûts.

Les premiers Citadis ont été livrés à Montpellier en 2000 à trente exemplaires. Au gabarit généreux de 2,65 m, ces trams sont de type 301 (rames de 30 m), à plancher bas partiel. Les caisses d'extrémité reposent à l'avant sur un véritable bogie moteur et à l'arrière sur un élément inter-

médiaire à deux essieux. On note une petite surélévation au droit des bogies, dont les moteurs sont logés dans des caissons supportant opportunément les sièges. Pour faire face à l'accroissement de trafic, ces rames ont été rallongées suivant le type 401, avec interposition d'une nacelle suspendue et d'un élément intermédiaire supplémentaires. Pour Orléans, le matériel Citadis livré en 2000 à 22 exemplaires est de même génération (Citadis 301), mais avec un gabarit étroit de 2,32 m.

La concurrence a aussitôt stigmatisé ce matériel en faisant valoir qu'il ne s'agit pas de plancher bas "intégral". Notre avis est que cela

n'a pas beaucoup d'importance, et que cette disposition avec un véritable bogie d'extrémité permet à l'évidence une bonne stabilité de voie, ce qui s'est vérifié en exploitation. À Montpellier, la superbe livrée bleue avec des hirondelles blanches est l'œuvre du tandem de designers Mathias Garouste et Elisabeth Bonetti, qui ont également conçu l'extrémité et les aménagements intérieurs

### Vers le plancher bas intégral

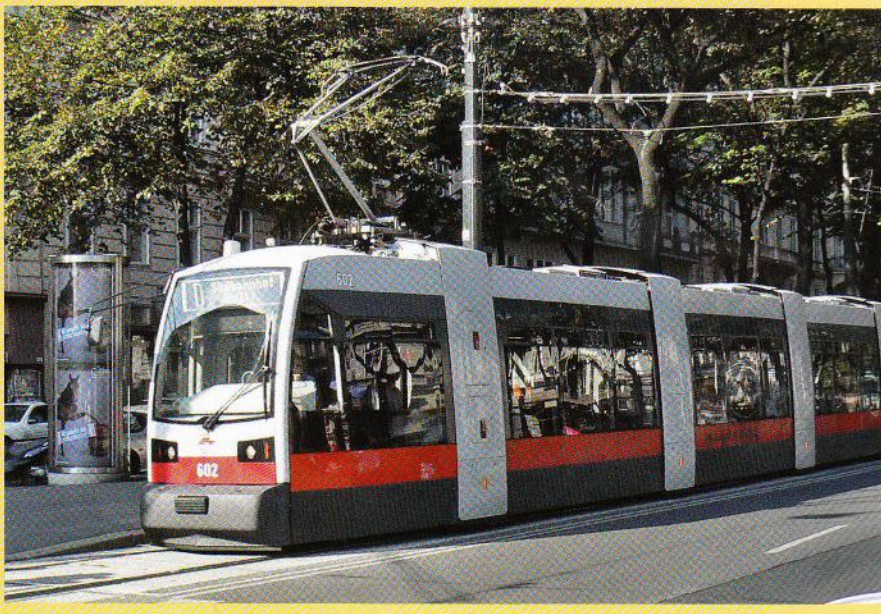
On l'a vu plus haut, la polémique sur le plancher bas a été lancée par les concurrents d'Alstom. AD Tranz (intégré depuis au groupe Bombardier) apportera une première réponse en 2000 pour la deuxième tranche de matériel commandé par la SEMITAN à Nantes pour la ligne 2. Ce sera l'*Incentro* avec 23 rames réalisées sur un design de l'agence *Avant Première*. Les motrices d'extrémité reposent sur un bogie ayant un degré de rotation assez faible et des moteurs rejetés à l'extérieur. Les nacelles sont supportées tantôt par les motrices tantôt par des éléments intermédiaires à faux bogie surbaissé. On a certes un plancher bas et plat dans l'allée centrale sur toute la longueur de la rame, mais il y a des coffres importants au droit des bogies qui servent de support aux sièges et également une petite estrade sous les pieds des voyageurs assis à cet endroit. Alors plancher bas intégral c'est beaucoup dire...

La réponse d'Alstom était prête avec ses Citadis 302 et 402 à plancher bas dit intégral, c'est-à-dire des motrices d'extrémité montées sur des bogies avec un faible degré de liberté procuré par le seul débattement de la suspension secondaire. Sur ces bogies, les moteurs sont déportés à l'exté-

### Toujours plus bas

En matière de plancher bas intégral le record est détenu par les ULF (*Ultra Low Floor*- Plancher ultra bas) de Siemens pour Vienne, en Autriche, avec moins de 20 cm au dessus du rail. Ceci n'est obtenu qu'au prix d'une conception assez particulière où les caisses très courtes sont suspendues non pas à des anneaux d'articulation mais à des étriers ayant à leur base une roue sans axe la reliant à son vis-à-vis et entraînée par un moteur en position verticale dans le piedroit de l'étrier. On peut douter de la pertinence d'un tel design et surtout de sa fiabilité à long terme.

(Cliché René Méheux)





rieur du châssis et les roues sont reliées par une transmission surbaissée par rapport à leur axe. On a comme sur l'Incentro un grand porte-à-faux d'extrémité. On retrouve des nacelles passagers suspendues à des éléments à deux essieux. Il va presque sans dire que, pour tous ces matériels à plancher bas, les auxiliaires et éléments de la chaîne de traction sont disposés en toiture.

Les premiers livrés seront pour Lyon en 2001 avec un design réalisé par *Renault Véhicules Industriels* destiné à évoquer un ver à soie. Nous avons eu beaucoup de mal à nous faire à cet avant en ogive gothique, mais force est de reconnaître que ce design, au demeurant sympathique, personnifie bien maintenant l'agglomération de Lyon, à tel point qu'il est repris pour le tram suburbain de l'Est de Lyon, LEA.

Afin d'accroître sa capacité et de faire face à une affluence inespérée par ses concepteurs, la ligne francilienne T2 (La Défense - Issy) a vu son matériel TFS-2 progressivement remplacé à partir de 2002 par 26 rames Citadis 302 couplables en Unités Multiples.

Vient ensuite Bordeaux fin 2003 sur un design assez réussi de l'agence *Absolut Design*. Nous aimons bien cette face avant élégante avec un seul projecteur "au bout du nez". Il y aura bien eu les problèmes rencontrés par l'APS (Alimentation Par le Sol), mais ils sont aujourd'hui résolus et le design du tramway n'était pas en cause. Rappelons que cette alimentation par le sol est destinée à rendre la présence du tram en centre-ville aussi discrète que possible en faisant disparaître les lignes de contact, opération tout particulièrement réussie à Bordeaux sur les quais de la Garonne.

Le Citadis s'avère un succès avec son adoption

*Les extrémités des rames lyonnaises destinées au service suburbain LEA T3, où est autorisée la vitesse de 70 km/h, sont spécialement équipées d'un dispositif d'absorption des chocs, normalement masqué par les jupes latérales et frontales.*



en 2006 par les villes de Mulhouse, de Valenciennes (où l'agence *And Partenaires* a eu la charge également de l'environnement architectural et du mobilier urbain), de Montpellier ligne 2 (design Garouste et Bonetti), en attendant Le Mans, Nice (design *Avant Première*), Angers

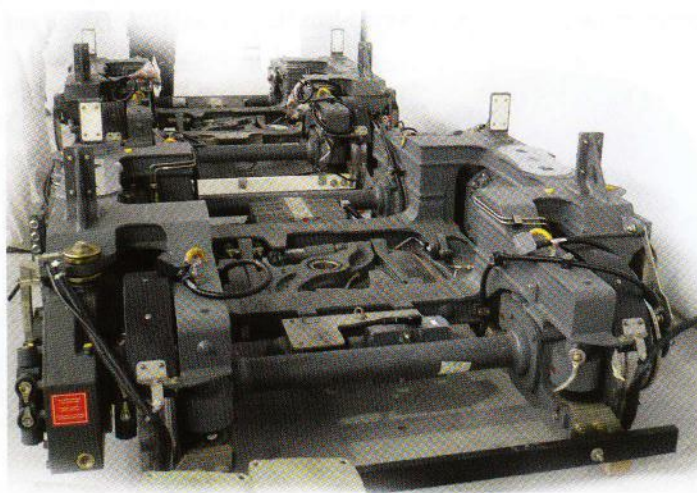
(design *RCP Design Global*) ainsi que d'autres à l'étranger (Barcelone, Dublin, Tenerife, Melbourne...).

N'oublions pas, en 2006, la Ville de Paris avec le T3 où circulent 21 rames Citadis 402 au gabarit de 2,65 m sur un design RCP, avec la

*Équipant les rames Citadis Alstom à plancher surbaissé intégral, ce type de bogie se caractérise par la présence des moteurs dans les angles extérieurs, avec accouplement de la roue opposée par pignons et arbre surbaissé. La suspension primaire est assurée par les roues à voile élastique, tandis que la suspension secondaire fait appel à quatre ressorts hélicoïdaux, autorisant une légère rotation de la caisse.*



*Doté de roues de petit diamètre, le bogie des Flexity Outlook de Bombardier comporte de véritables essieux avec suspension primaire au dessus des boîtes d'essieux. Les moteurs sont disposés longitudinalement sous les ressorts de la suspension secondaire, et un pivot monté sur palonnier autorise la rotation et un léger déplacement latéral.*







Présentation officielle de la rame n°1 destinée à Marseille dans les emprises de l'usine Bombardier de Vienne en Autriche. Dessinée par MBD Design, elle évoque le monde de la navigation de plaisance. (Cliché René Méheux)

colossale inflation de la requalification urbaine qui a conduit à la quasi complète aliénation des Boulevards des Maréchaux au sud de la Capitale, conduisant à un coût de réalisation de 45 millions d'euros le kilomètre alors que la moyenne se situe à 20 M€ / km ailleurs.

### Un phénomène nouveau

À Strasbourg, le deuxième appel d'offres concernant les futures lignes D et E à partir de 2006 a été remporté par Alstom, proposant le Citadis 302. Là s'est produit un phénomène nouveau : il fallait que ce nouveau matériel s'identifie au premier tram. L'image des rames de la première tranche était en effet tellement forte qu'il était demandé que ce Citadis ressemble à l'Eurotram. C'est à MBD Design qu'est échu cette tâche, qui a conduit à modifier sensiblement la conception du Citadis de base.

MBD a dessiné un bout avant avec un grand pare-brise en bulle comme sur l'Eurotram, mais comment faire avec le grand porte-à-faux du

Citadis classique risquant d'engager le gabarit dans les courbes du réseau strasbourgeois ? Faisant preuve d'ingéniosité, le constructeur Alstom a ici adapté son modèle standard en disposant un petit bogie porteur sous la cabine de conduite et reportant le premier bogie moteur sous la deuxième caisse.

### Identification à la ville

Le petit dernier de Citadis est pour le moment celui de Reims qui vient de l'adopter avec un design signé MBD, allié à la nouvelle Direction du Design Alstom Transport. Avec sa face avant au pare-brise concave évoquant une flûte à champagne, l'identification à Reims est évidente !

En matière d'identification à la ville, Marseille est originale par la démarche choisie. La ville a tout d'abord lancé un concours de design, avec concertation de la population, très en amont du projet et bien avant le choix du constructeur. C'est MBD Design qui l'a remporté, avec un travail remarquable. Le nez en proue de navire et le fanal affirment la vocation maritime de Marseille, accentuée

par les aménagements intérieurs en bois et aluminium brossé qui rappellent les bateaux de plaisance.

Le constructeur choisi est ici Bombardier Transport avec un tram de la gamme Flexity Outlook qui a dû se plier au projet retenu par la ville de Marseille. Il est intéressant de noter que la gamme Flexity de Bombardier était en cours d'évolution au moment de l'offre, et MBD a pu accomplir en partie un travail identique à celui de Philippe Neerman pour Alstom et le Citadis. Le Flexity Outlook est un tram à plancher bas intégral mais pas tout à fait plat ; il subsiste au niveau des bogies de très faibles plans inclinés. Ceci est dû au recours à de véritables bogies avec pivot, offrant un degré de liberté assez grand (rotation et déplacement latéral) et des suspensions secondaires montées assez haut dans la caisse. Leurs ressorts sont logés dans des coffres sous les baies, qui réduisent les assises à deux sièges de front, un de chaque côté.

### Vivent les designers !

Alors qu'en France les tramways avaient dû céder la place à l'automobile, aujourd'hui c'est cette dernière qui cède la place au tramway. Partout la requalification urbaine accompagne maintenant la mise en place des lignes de tramway et il s'est constitué un corps d'architectes qui se disent "Architectes Traminots", par l'expérience qu'ils ont acquise sur le sujet.

Le long de la ligne de tramway, on met en place toute une nouvelle signalétique et un nouveau mobilier urbain. Des coloristes, des éclairagistes chargés de la scénographie lumineuse et des "designers sensoriels" sont investis aux côtés des designers industriels qui conçoivent le nez du tram, sa livrée et ses aménagements intérieurs.

L'avènement du phénomène tramway a été une aubaine pour les designers industriels qui ont pu ainsi exprimer leur talent de façon très visible pour le grand public. L'aura dispensée par ce travail sur les tramway attire maintenant d'autres intervenants, tel le couturier Christian Lacroix qui a remporté le concours de design pour la troisième ligne de tramway de Montpellier, avec une livrée des plus colorées.

Aujourd'hui, il n'est plus question qu'un tram se montre discret, il doit se voir, mieux, se montrer !

René Méheux



Pour créer la livrée du tram de la future ligne 3 de Montpellier, Christian Lacroix s'est inspiré de tissus régionaux anciens et a utilisé le thème de la mer.



# 10 points pour réussir son tramway

*Voici maintenant près de vingt ans que le tramway a retrouvé ses lettres de noblesse, avec des succès qui ont le plus souvent dépassé les espérances les plus optimistes. Mais quelles sont les clés de cette réussite ? Un aperçu en dix points issus de 20 années d'expérience.*

## 1 - La première ligne

Pour se lancer dans création d'un tramway, il importe de ne pas d'emblée grever les finances publiques et risquer d'hypothéquer l'avenir. À ce titre, la première ligne — ou la première phase d'un réseau — se doit d'être *relativement courte*, ce qui d'une part diminuera l'investissement initial, d'autre part suscitera auprès des habitants l'intérêt d'extensions ou de création d'autres lignes.

## 2 - Par quel itinéraire ?

Avant même de lancer officiellement le projet, il est toujours intéressant de valider l'itinéraire du futur tramway. Dotée de fréquences élevées, d'une grande amplitude de service et de voitures les plus récentes, une ligne-pilote d'autobus constitue la première approche. Lorsque c'est possible, la création préalable d'un *site propre* permet en outre de réserver les futures emprises, voire de procéder à des aménagements urbains, qui n'auront plus à être pris en compte dans le budget du futur tramway.

## 3 - À desservir en priorité

Parmi les points à desservir en priorité figurent les établissements scolaires, universitaires et hospitaliers, les zones d'emploi et les secteurs d'habitation à forte densité, sans oublier l'hypercentre avec ses commerces, et bien entendu la *gare SNCF*, génératrice d'un trafic en expansion, notamment TER et TGV.

## 4 - Roulement

Validé par un siècle et demi d'expérience, le roulement doit s'effectuer sur *rails en acier* à l'écartement standard, doté de gorges rendant compatible la circulation des trams sur le réseau SNCF. Ainsi est ménagée pour l'avenir la

création de "trams-trains" unissant le réseau urbain à des dessertes périphériques sur des voies ferrées existantes.

## 5 - Gabarit

Partant du principe que quelques centimètres supplémentaires en largeur de caisse permettent à capacité égale de limiter la longueur des rames, et par là leur encombrement au niveau des carrefours et des quais des stations, il y a tout intérêt à choisir des trams les plus *larges* possibles. Le gabarit "large" de 2,65 m, qui correspond sensiblement à l'encombrement d'un autobus (2,50 m, sachant qu'il dispose de rétroviseurs extérieurs et qu'il n'est pas guidé) doit ainsi être préféré chaque fois que c'est possible.

## 6 - Courbes et déclivités

Même si techniquement un tram peut négocier des courbes très serrées, elles sont toujours à *éviter*, que ce soit pour des raisons techniques (risques de crissements, usure des rails et des boudins) ou des raisons d'exploitation (point singulier imposant une vitesse de circulation très faible).

À l'inverse, les trams — roulant sur rails classiques en acier — peuvent parfaitement s'accommoder en toute sécurité de *fortes déclivités*, pouvant atteindre voire dépasser les 10 %. Lorsque c'est nécessaire, il ne faut donc pas hésiter à faire appel à cette qualité trop souvent méconnue du tramway.

## 7 - Et le souterrain ?

Si techniquement le tram peut s'accommoder du souterrain, il faut savoir que ce type d'implantation est généralement à *éviter*, que ce soit pour des raisons de coût, de sécurité (signalisation, contrôle de vitesse, issues de

secours... ) ou d'accès des voyageurs (escaliers, ascenseurs... ).

Rappelons ici que le tramway fait partie intégrante de la Ville, au même titre que les rues, les habitations, les commerces...

## 8 - Quais

Même si en première étape les rames ont une longueur de 30 mètres, il faut toujours prévoir dès l'origine des quais de 40 m, évitant les coûts élevés d'une prolongation rendue nécessaire par l'accroissement du trafic.

À noter qu'en zone piétonne, il est plus judicieux de disposer d'un quai central unique affecté à la montée des voyageurs, la descente s'effectuant directement (et simultanément) sur les trottoirs.

## 9 - Matériel roulant

La climatisation et le plancher surbaissé au niveau du quai font l'unanimité sur tous les trams modernes. De plus, afin de bénéficier à la fois de bonnes accélérations (1,2 m/s<sup>2</sup> serait un objectif) et de l'aptitude à graver les importantes déclivités, une *forte motorisation* est toujours souhaitable.

Par ailleurs, afin de limiter les temps d'arrêt en station, les mouvements d'ouverture et de fermeture des portes doivent être le plus rapide possible.

Enfin, rappelons que la présence de véritables *bogies en extrémité* de rame améliore la tenue de voie, élément appréciable pour la longévité du matériel et le confort des voyageurs.

## 10 - Exploitation

Afin d'offrir des intervalles minimum en centre-ville tout en desservant au meilleur coût des quartiers périphériques, il faut prévoir d'une part des *services partiels* (circulant aux heures de pointe sur la partie centrale), d'autre part des *trons communs* à plusieurs lignes.

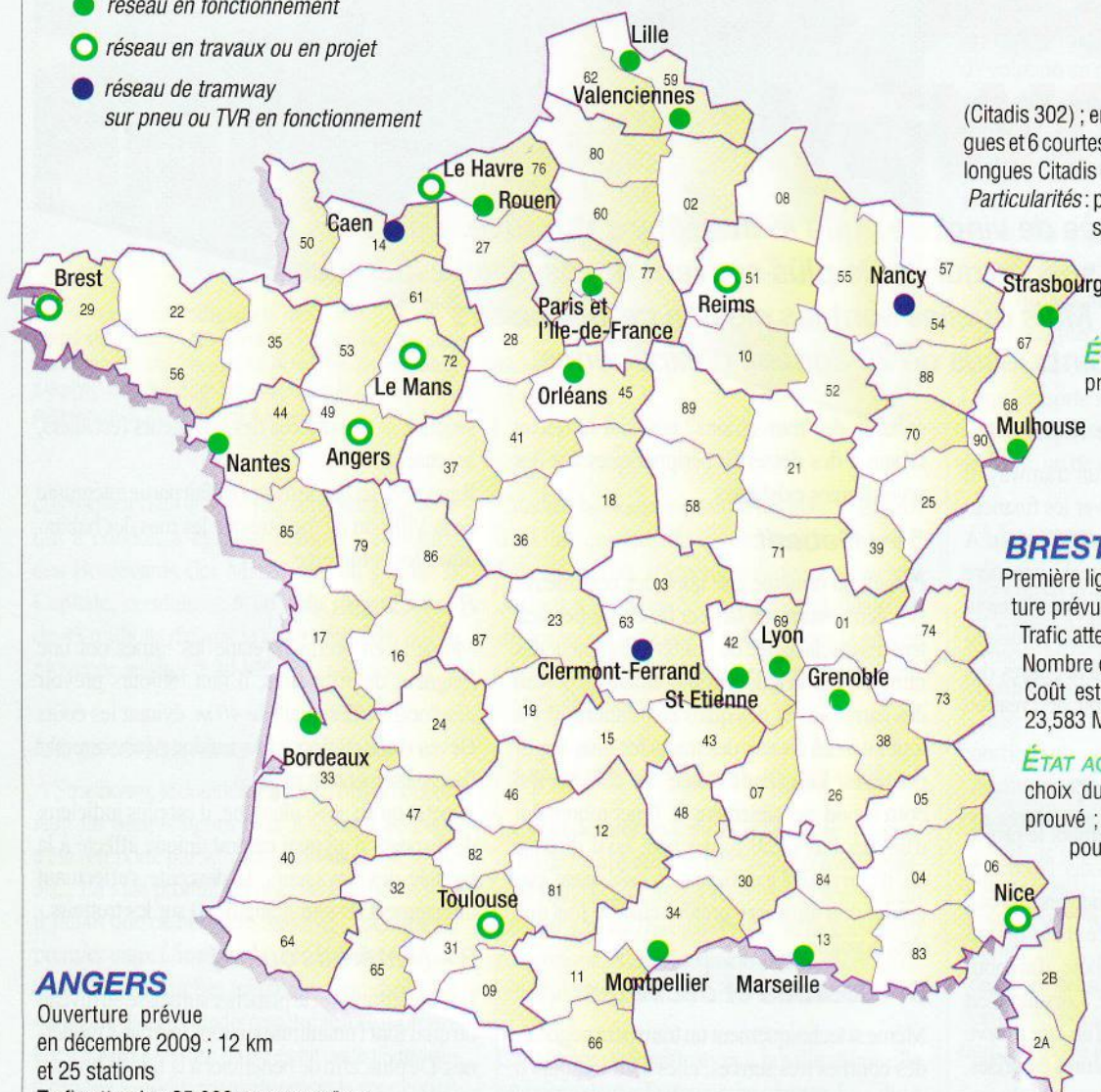
P. L



# TRAMS DE FRANCE

## Les chiffres-clés

- réseau en fonctionnement
- réseau en travaux ou en projet
- réseau de tramway sur pneu ou TVR en fonctionnement



(Citadis 302) ; en 2<sup>e</sup> phase, 30 rames dont 24 longues et 6 courtes, soit un total de 74 rames dont 62 longues Citadis 402 et 12 courtes Citadis 302.

**Particularités :** présence sur plusieurs sections du système d'alimentation électrique par le sol APS ; les rames sont équipées de batteries d'autonomie limitée.

### ÉTAT ACTUEL DU RÉSEAU

première phase en service, deuxième phase en construction avec mise en service en cours des sections achevées.

### BREST

Première ligne : 12 km et 24 stations ; ouverture prévue mi-2012.

Trafic attendu : 45 000 voyageurs/jour

Nombre de rames prévues : 20

Coût estimé : 283 millions d'euros, soit 23,583 M€/km.

### ÉTAT ACTUEL DU PROJET

choix du tramway classique sur fer approuvé ; deuxième ligne de 9 km prévue pour 2015

### GRENOBLE

**Ligne A :** ouverture le 5 septembre 1987 de Fontaine-la-Poya à Grand'Place, le 11 mars 1996 de Grand'Place à Auguste Delaune et en décembre 1997 d'Auguste Delaune à Echirolles – Denis Papin ; 12,7 km et 29 stations ; 90 000

voyageurs/jour.

**Ligne B :** ouverture le 24 novembre 1990 de Gares à Bibliothèques Universitaires, en novembre 1999 de Gares à Palais de Justice, en juin 2001 de Palais de Justice à Cité Internationale, le 20 mars 2006 du Bibliothèques Universitaires à Gières Plaine des Sports ; 9,4 km et 20 stations ; 59 000 voyageurs/jour.

**Ligne C :** ouverture le 20 mai 2006 ; 9,6 km et 19 stations ; 30 000 voy/jour.

**Ligne D :** ouverture le 6 octobre 2007 ; 3,7 km et 7 stations.

Coût des lignes A et B (équivalent prix 2006) : 552 M€, soit 24,977 M€/km

### MATÉRIEL ROULANT

53 rames Alstom TFS-2 à plancher surbaissé central au gabarit de 2,30 m livrées de 1987 à 1996 ; 35 rames Alstom Citadis 402 à plancher bas intégral livrées en 2005-2006.

### ANGERS

Ouverture prévue en décembre 2009 ; 12 km et 25 stations

Trafic attendu : 35 000 voyageurs/jour

Coût : 238 millions d'euros, soit 19,833 M€/km

Matériel roulant : 17 rames Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m et équipées de l'APS

**Particularités du futur réseau :** un section à voie unique et deux sections équipées d'un système d'alimentation par le sol.

### ÉTAT ACTUEL DU PROJET

déclaration d'utilité publique prononcée, début des travaux en cours.

### BORDEAUX

**Ligne A :**

Ouverture le 21 décembre 2003 de Cenon-la-Morlette et de Lormont-Lauriers à Bordeaux-Mériadeck, le 26 septembre 2005 de Mériadeck à l'Hôpital-Pelegrin (Saint-Augustin), le 27 février 2007 de Cenon-la-Morlette à Floirac-Dravement, le 21 juin 2007 de St Augustin à Mérignac Centre ; En première phase, 12,5 km et 27 stations ; trafic

journalier de 73 000 voyageurs. En 2<sup>e</sup> phase, 19,9 km et 41 stations.

**Ligne B :**

Ouverture le 15 mai 2004 des Quinconces à Saint-Nicolas, le 3 juillet 2004 de Saint-Nicolas à Pessac-Bougnard, le 29 mai 2007 de Pessac-Bougnard à Pessac Centre, le 23 juillet 2007 des Quinconces aux Bassins à Flot ;

En première phase, 9,3 km et 20 stations ; trafic journalier de 70 000 voyageurs. En 2<sup>e</sup> phase, 15,4 km et 20 stations.

**Ligne C :**

Ouverture le 24 avril 2004 des Quinconces à la Gare St Jean. En première phase, 2,8 km et 7 stations ; trafic journalier de 27 000 voyageurs. En 2<sup>e</sup> phase, 8,4 km et 17 stations.

### MATÉRIEL ROULANT

Première phase : 44 rames Alstom au gabarit de 2,40 m dont 38 longues (Citadis 402) et 6 courtes



## ÉTAT ACTUEL DU RÉSEAU

Trois lignes en service, une en voie d'achèvement, une en projet.

## LE HAVRE

Date d'ouverture : 2012

Trafic journalier attendu : 56 100 voyageurs

Coût estimé : 260 millions d'euros

Longueur : 12,5 km

Nombre de stations : 24

Nombre de rames : 17

Particularités : tronç commun se séparant en deux branches, tunnel sous les falaises pour accéder à la ville haute.

## ÉTAT ACTUEL DU PROJET

Tracé de référence et choix du mode définis.

## LE MANS

Date d'ouverture : 17 novembre 2007 ; branche d'Espal au printemps 2008.

15,0 km ; 29 stations, dont 17 sur le tronç commun, 5 sur la branche d'Espal et 7 sur la branche d'Antarès

Trafic journalier attendu : 50 000 voyageurs

Coût : 337 millions d'euros (dont 47 millions pour le pôle d'échanges multimodal de la gare), soit 22,467 M€/km

## MATÉRIEL ROULANT

23 rames Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m.

## ÉTAT ACTUEL DU PROJET

En voie d'achèvement, essais en cours

## LILLE

Date d'ouverture : 4 décembre 1909

17,84 km et 36 stations

Trafic journalier : 32 000 voyageurs

Coût de la modernisation de 1994 : 33,5 millions d'euros

Matériel roulant : 24 rames articulées Breda à plancher bas intégral livrées en 1994, gabarit de 2,40 m.

Particularités : écartement métrique, plusieurs sections souterraines.

## LYON

Ligne T1 : ouverture le 2/01/2001 de l'IUT Feyssines à Perrache ; prolongement le 15/09/2005 de Perrache à Montrochet ; 10,1 km et 24 stations (après extension au Musée des Confluences) ; 80 000 voyageurs/jour.

Ligne T2 : ouverture le 2/01/2001 de Perrache à la Porte des Alpes ; prolongement le 27/10/2004 de la Porte des Alpes à Saint-Priest-Bel-Air ; 14,9 km et 29 stations ; 70 000 voyageurs/jour.

Ligne T3 : ouverture le 4/12/2006 de la Part-Dieu (Villette) à Meyzieu-Z.I. ; 14,6 km et 10 stations ; 13 000 voyageurs/jour.

Ligne T4 : section Jet d'Eau - Gare de Vénissieux prévue en janvier 2009, Gare de Vénissieux - Feyzin-Clinique en décembre 2009 ; 10 km et 18

stations. Prévision de 22 000 voyageurs/jour LESLYS : la Part-Dieu (Villette) - aéroport St Exupéry prévu pour l'automne 2009.

21,7 km et 4 stations. Prévision de 3 000 voyageurs/jour

## COÛTS

T1 et T2 : 477,92 millions d'euros (+ 38 millions pour l'extension du T1 au Musée des Confluences), pour un total de 25 km, soit 19,117 M€/km.

T3 : 172 millions d'euros, soit 11,781 M€/km

T4 : 185,3 millions d'euros, soit 18,530 M€/km

LESLYS : 100 millions d'euros pour l'extension de 7,1 km, soit 14,085 M€/km

## MATÉRIEL ROULANT

— 57 rames Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m livrées en 2000 (39), 2003 (8) et 2006 (10) ; 13 à commander pour le futur T4.

— 6 rames Stadler Tango au gabarit de 2,55 m à livrer à partir de 2008.

## PARTICULARITÉS DU RÉSEAU

Section commune à deux exploitants différents à partir de 2009.

## SITUATION ACTUELLE

Trois lignes en service, une en construction, une liaison ville-aéroport en cours de réalisation.

## MARSEILLE

Ouvertures le 30 juin puis en novembre 2007 (première phase) ; horizon 2010 pour l'ensemble du réseau.

Trafic journalier attendu : 87 200 voyageurs (première phase).

11,9 km et 26 stations pour la première phase, 16,5 km et 39 stations pour l'ensemble du projet Coût : 468 millions d'euros, soit 39,328 M€/km

## MATÉRIEL ROULANT

26 rames Bombardier type Flexity Outlook série C au gabarit de 2,40 m à plancher bas pour la première phase, 40 rames au total

## PARTICULARITÉS

Intégration de l'ancien tramway 68 au nouveau réseau, dont le tunnel d'origine sera mis à voie unique.

## ÉTAT ACTUEL DU RÉSEAU

Première phase partiellement en service, avec achèvement imminent ; lancement de la seconde phase à l'issue des élections municipales de 2008.

## MONTPELLIER

Ligne 1 : mise en service le 3 juillet 2000 ;

15,2 km et 27 stations ; 130 000 voyageurs/jour Ligne 2 : ouverture le 16 décembre 2006 ; 19,8 km et 33 stations ; 42 000 v/j (52 000 prévus fin 2007)

Ligne 3 : ouverture prévue pour 2012 ;

20 km et 30 stations ; prévision de 55 000 à 60 000 v/j.

## COÛTS

Ligne 1 : 348,8 millions d'euros, soit 22,947 €/km

Ligne 2 : 429 millions d'euros,

soit 21,667 M€/km

Ligne 3 : 450 millions d'euros, soit 22,5 M€/km

## MATÉRIEL ROULANT

57 rames Alstom au gabarit large de 2,65 m, réparties à raison de 30 Citadis 401 et 3 Citadis 302 sur la ligne 1 (livrée "hirondelles"), et 24 Citadis 302 sur la ligne 2 (livrée "fleurs").

Sont prévues 20 rames (livrée "Lacroix") pour la ligne 3.

## PARTICULARITÉS

Ligne 1 rentable, ligne 2 réutilisant en partie la plate-forme d'une ancienne voie ferrée et à voie unique sur les sections extrêmes ; ligne 3 prévue avec une section à voies imbriquées et deux branches à voie unique.

## SITUATION ACTUELLE

Lignes 1 et 2 en service, ligne 3 en projet.

## MULHOUSE

## MISES EN SERVICE

Première phase (lignes 1 et 2) le 13 mai 2006 ; prolongement à Bourtzwiller début 2009 ; ensemble de la seconde phase en 2012 ; tram-train (jusqu'à Thann-Nord) en 2010.

Après achèvement de la 2<sup>e</sup> phase, la ligne 1 sera longue de 10,97 km avec 21 stations, et la ligne 2 longue de 8,75 km avec 17 stations.

Trafic journalier sur les lignes 1 et 2 : 40 000 voyageurs ; avec la deuxième phase, prévision de 87 000 voyageurs.

## COÛTS

— réseau urbain : 252 millions pour les 12 km de la première phase, soit 21 M€/km ;

— tram-train : 147 millions d'euros pour la première phase de 20 km, soit 7,35 M€/km ; au total, 189 M€ pour 37 km, soit 5,108 M€/km.

## MATÉRIEL ROULANT

— 27 rames urbaines Alstom Citadis 302 au gabarit large de 2,65 m

— 17 rames de tram-train Siemens Avanto au gabarit de 2,65 m et bicourant 750 Vcc / 25 kV-50 Hz à livrer d'ici 2009.

## SITUATION ACTUELLE DU RÉSEAU

Première phase en service, travaux de la deuxième phase et du tram-train en cours depuis 2007.

## NANTES

Ligne 1 : ouverture Haluchère - Commerce le 7 janvier 1985, Commerce - Bellevue le 12 février 1985, Haluchère - la Beaujoire le 22 avril 1989, déviation de Bellevue le 17 avril 2000, Bellevue - François Mitterrand le 28 août 2000. 17,6 km et 32 stations ; 108 000 voyageurs/jour.

Ligne 2 : ouverture Trocardière - 50 Otages le 26 septembre 1992, 50 Otages - Ecole Centrale-Sup de Co le 3 septembre 1993, Ecole Centrale-Sup de Co - Bourgeonnière le 14 mars 1994, Bourgeonnière - Orvault-Grand-Val le 3 septembre 1994, Trocardière - Neustrie le 29 août 2005 ; raccourcissement au parcours Orvault Grand Val - Pont Rousseau le 27 août 2007. 11,7 km



## LES CHIFFRES CLÉS

et 25 stations ; 112 000 voyageurs/jour avant réorganisation d'août 2007.

**Ligne 3 :** ouverture Hôtel-Dieu – Plaisance le 28 août 2000, Plaisance – Sillon de Bretagne le 5 avril 2004. 13,3 km et 31 stations depuis août 2007 ; 38 000 voyageurs/jour avant réorganisation d'août 2007.

### MATÉRIEL ROULANT

— 46 rames Alstom TFS au gabarit de 2,30 m à plancher haut, équipées d'une caisse centrale surbaissée ;

— 33 rames ADtranz/Bombardier type Incentro à plancher surbaissé et gabarit de 2,40 m.

### ÉTAT ACTUEL DU RÉSEAU

Trois lignes en service, une ligne de ceinture joignant les lignes 1 et 2 à l'étude, un tram-train en projet.

## NICE

Date d'ouverture de la première ligne : 24 novembre 2007

8,7 km et 21 stations

### MATÉRIEL ROULANT

20 rames Alstom Citadis 302 à plancher bas intégral au gabarit large de 2,65 m et équipées de batteries pour la circulation en mode autonome ; 8 rames supplémentaires en option

### COÛTS

333 millions d'euros, soit 38,276 M€/km

Particularités : absence de ligne aérienne de contact à la traversée des places Masséna et Garibaldi

### ÉTAT ACTUEL

Ligne 1 achevée, lignes 2 et 3 en projet.

## ORLÉANS

Ouverture de la première ligne le 24 novembre 2000 ; 17,9 km et 24 stations ; 45 000 voyageurs par jour

Matériel roulant : 22 rames Alstom Citadis 301 au gabarit de 2,32 m

Coût : 301 millions d'euros, soit 16,816 M€/km

Deuxième ligne en projet pour 2011 ;

11,8 km et 25 stations ; trafic estimé à 22 000 voyageurs / jour

Coût : 297,7 millions d'euros, soit 25,228 M€/km

Matériel roulant prévu : 21 rames (+ 6 en option) Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m et équipées pour l'alimentation par le sol.

Particularité : section de 980 m équipée d'Alimentation Par le Sol (APS) dans le centre-ville

Situation actuelle : première ligne en service, seconde ligne en projet.

## ILE-DE-FRANCE

### T1 ST DENIS - BOBIGNY - NOISY

Dates d'ouvertures : Bobigny – La Courneuve le 6 juillet 1992, La Courneuve – Saint-Denis le 13 décembre 1992 et Bobigny – Noisy-le-Sec : 15 décembre 2003. 11,9 km et 26 stations.

Trafic journalier : 100 000 voyageurs

Coût : 178,7 millions d'euros + 80,95 millions d'euros pour le prolongement de Noisy-le-Sec

**Matériel roulant :**

35 rames Alstom TFS-2 type Grenoble au gabarit de 2,30 m et à plancher partiellement surbaissé, livrées en 1992 et 1996.

Situation actuelle : en service, début des travaux du prolongement vers Asnières-Gennevilliers imminent

### T2 ISSY - LA DÉFENSE

Ouverture le 2 juillet 1997 ; 11,3 km et 13 stations ; 80 000 voyageurs/jour

Coût : 132,9 millions d'euros, soit 11,761 M€/km

Matériel roulant : 26 rames Alstom Citadis 302 équipées pour la circulation en unités multiples, livrées à partir de 2002.

Particularités : réutilisation de l'ancienne ligne SNCF Puteaux – Issy-Plaine

Situation actuelle : en service, prolongement vers la Porte de Versailles en construction, prolongement vers le Pont-de-Bezons en projet.

### T3 PARIS MARÉCHAU SUD

Ouverture le 16 décembre 2006 ; 7,9 km et 17 stations ; 100 000 voyageurs/jour

Coût : 267 millions d'euros, soit 33,797 M€/km

Matériel roulant : 21 rames Alstom Citadis 402 au gabarit large de 2,65 m

Situation actuelle : en service, prolongement vers la Porte de la Chapelle par l'est de Paris à l'étude

### T4 AULNAY - BONDY

Ouverture le 18 novembre 2006 ; 8 km et 11 stations ; trafic prévisionnel 35 000 v/j

Coût : 53 millions d'euros, soit 6,625 M€/km

Matériel roulant : 15 rames Siemens Avanto au gabarit de 2,65 m

Particularité : réutilisation de la ligne Aulnay - Bondy électrifiée en 25 kV-50 Hz ; exploitation type "tramway" par la SNCF

Situation actuelle : en service, extensions à l'étude.

## REIMS

Ouverture prévue en 2011 ; 11,2 km et 22 stations ; trafic attendu : 45 000 voyageurs/jour

Coût du projet : 342,78 millions d'euros, soit 30,605 M€/km

Matériel roulant prévu :

18 rames : 18 Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m et équipées de l'APS

Particularités : présence de l'alimentation par le sol dans le centre-ville

Situation actuelle : Déclaration d'Utilité Publique imminente.

## ST ETIENNE

Ouverture de la première ligne (9,339 km et 30 stations) : 4 décembre 1881

Ouverture de la branche de Châteaureux (1,9 km et 5 stations) : 9 octobre 2006

Matériel roulant : 35 rames : 35 Alstom-Vevey à plancher surbaissé au gabarit de 2,12 livrées en 1991 et 1998.

Trafic : 53 000 voyageurs/jour

Particularités : voie métrique, rames unidirectionnelles, tension de 600 V.

Situation actuelle : en service.

## STRASBOURG

**Ligne A :** HautePierre – Baggersee ouverte le 26 novembre 1994, prolongée à Illkirch-Lixenbuhl le 4 juillet 1998 ; 12,6 km et 22 stations ;

**Ligne B :** ouverture le 2 septembre 2000. 14,88 km et 27 stations.

**Lignes C :** ouverture le 2 septembre 2000, prolongement le 25/08/2007 jusqu'à Rodolphe Reuss. 10,39 km et 21 stations

**Ligne D :** ouverture le 31 août 1998, prolongement le 25 août 2007 jusqu'à Aristide Briand. 5,62 km et 11 stations.

**Ligne E :** ouverture le 25 août 2007 de Wacken à Baggersee. 10,6 km et 20 stations

Trafic journalier :

Lignes A et D : 116 000 voyageurs

Lignes B et C : 104 000 voyageurs

Coût de la ligne A : 297,75 millions d'euros

Coût des lignes B et C : 247,7 millions d'euros

Matériel roulant :

— 53 rames Eurotram ABB/Bombardier au gabarit de 2,40 m livrées en 1994 et 2000 ; longueur de 33,10 m pour 33 rames et 44,10 m pour 17 rames.

— 41 rames Alstom Citadis 403 au gabarit de 2,40 m livrées en 2005-2006

Particularité du réseau : tunnel de 1 200 m avec station souterraine à la gare Centrale sur le tronçon commun des lignes A et D.

Situation actuelle du réseau : 5 lignes en service, différents prolongements en voie d'achèvement, un tram-train en projet.

## TOULOUSE

Ouverture prévue mi-2010 ; 10,8 km et 18 stations ; trafic attendu : 30 000 voyageurs/jour

Coût du projet : 200 millions d'euros, soit 18,519 M€/km

Matériel roulant commandé : 18 rames Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m

Etat actuel du projet : Déclaration d'Utilité Publique prononcée, premiers travaux en cours.

## VALENCIENNES

Ouverture de la première phase (9,5 km et 19 stations) le 3 juillet 2006 ; prolongement à Denain (8,5 km et 7 stations) le 1<sup>er</sup> septembre 2007. 25 000 voyageurs/jour

Coûts

— 1<sup>re</sup> phase : 269 millions d'euros, soit 28,316 M€/km ;

— 2<sup>e</sup> phase : 69 millions d'euros, soit 8,118 M€/km ;

soit une moyenne de 18,778 M€/km.

Matériel roulant : 21 rames Alstom Citadis 302 au gabarit de 2,40 m.

Particularités : réutilisation d'une ancienne voie ferrée minière pour la seconde phase à vocation suburbaine.

Etat actuel du réseau : première ligne en service ; deuxième ligne en projet.



TRAVERSES DES SECONDAIRES  
PRÉSENTE LE

1<sup>er</sup>

# RAIL EXPO

MODÉLISME FERROVIAIRE



Ouverture de 10h à 19h  
Fermeture le dimanche à 18h  
Informations : railexpo.fr

23 24 25 NOVEMBRE 2007

LE GRAND DÔME VILLEBON

Accès : A10 sortie 9 (ZA de Courtabœuf direction Villejust) TGV-RER (lignes B et C (Gare de Massy-Palaiseau) Navettes bus gratuites



La participation à la rédaction et à l'iconographie de Connaissance du Rail est strictement bénévole ; l'envoi de textes, plans ou photos à la Rédaction implique l'accord des auteurs pour une publication libre de tout droit de reproduction. Sauf accord préalable, les documents adressés à la Rédaction ne sont jamais rendus, qu'ils soient publiés ou non.

## RAIL Connaissance du

### Abonnements 2007-2008

<b>• FRANCE</b>	
6 n <sup>os</sup> doubles	65 €
12 n <sup>os</sup> doubles	125 €
<b>• UE ET SUISSE</b>	
6 n <sup>os</sup> doubles	71 €
12 n <sup>os</sup> doubles	137 €
<b>• AUTRES PAYS</b>	
6 n <sup>os</sup> doubles	79 €
12 n <sup>os</sup> doubles	153 €

**ATTENTION :** pour les règlements en provenance d'une banque située hors de France, merci de régler par carte bancaire, mandat ou virement bancaire. Etant donné les frais très importants prélevés par les banques françaises, nous regrettons de ne pas pouvoir accepter les chèques sur une banque étrangère, même libellés en euros.

- Abonnement rétroactif possible
- Bulletin d'abonnement ci-dessous.

### Prix de vente d'un exemplaire du numéro 316-317

France métropolitaine 12,90 €  
Belgique 12,70 € • Suisse : 20 CHF

### Edité par les Editions de l'Ormet

03330 VALIGNAT - France

Tél. (33) 04 70 58 53 19 • Fax (33) 04 70 58 57 19

— courriel ABONNEMENTS : lormet@wanadoo.fr

— courriel REDACTION :

connaissancedurail@wanadoo.fr

Site internet : <http://connaissance-du-rail.com>

Imprimé en France

- Dépôt légal à parution
- Commission paritaire 0210 K 86118
- Diffusion NMPP

**Rédacteur en chef** Pierre Laederich

**Avec la collaboration de (textes ou illustrations) :**

Pierre Bazin, Yves Allain, Jacques Andreu, René Méheux,

Stéphanie Laederich, Jacques Bazin, Pierre Hénoch, Daniel Mumbru, Jean Marion

**Cartographie, mise en page** Patricia Laederich

**Direction de la Publication** Patricia Laederich

**Abonnez-vous  
et soutenez  
le chemin  
de fer  
avec nous !**



### Bulletin d'abonnement

A envoyer à CONNAISSANCE DU RAIL

Editions de l'Ormet, 03330 VALIGNAT, FRANCE

- ☐ Je m'abonne à CDR pour 6 n<sup>os</sup> doubles à partir du n<sup>o</sup> .....
- ☐ Je m'abonne à CDR pour 12 n<sup>os</sup> doubles à partir du n<sup>o</sup> .....

Abonnement 6 numéros doubles (France) ..... 65 €

Abonnement 12 numéros doubles (France) ..... 125 €

Export : voir détail ci-dessus)

NOM, Prénom .....

Adresse complète .....

☐ Je joins à ma commande un chèque à l'ordre des Editions de l'Ormet - (France uniquement)

☐ Je paie par Carte Bancaire. (Merci de téléphoner au 00 33 (0)4 70 58 53 19



**Numéros antérieurs au numéro 253 : 5,95 euros (port compris pour la France. Ajouter 1 euro par exemplaire pour l'étranger.)**

**A partir de 5 exemplaires, 3 euros l'exemplaire.**

**Liste des autres numéros disponibles sur simple demande.**

- N°176 : Les 35 ans du Capote. Colorado : la crémaillère de Pike's Peak. **Strasbourg : premier bilan pour le tramway.** Les 240 P1 à 25 du Sud-Est. Matériel et exploitation de l'ancien Ouest. **Projet de tramway à Orléans.**
- N°178 : Les trains-radio de la Cie du PO-Midi. Argentine : le petit train d'Ushuaia. Canada : de Toronto à Vancouver. «Thalys» sur Paris - Bruxelles. **Les anciens tramways d'Orléans.** Un étonnant véhicule à vapeur.
- N°180 : Les 241 P1 à 35. L'autorail d'auscultation «V4». Suisse : le Bex - Villars - Bretaye. **Les anciens tramways urbains de Belfort.** La ligne de Cosne à Clamecy.
- N°181 : Les 141 P1 à 318. **Les extraordinaires tramways de l'île de Man.** La ligne Nice - Digne enfin rétablie.
- N°183 : De Sorgues à Carpentras. **Le Tram Val de Seine.** Le rail au Sri Lanka (Ceylan). Livron - Veynes. **Les «Tramways à gaz».**
- N°190 : **Anciens et nouveaux tramways à Bordeaux.** Le 150<sup>e</sup> anniversaire des Chemins de fer suisses. Les «pétro-électriques» de chantier. Vapeur sauvage au Zimbabwe. Budapest. De Cavaillon à Pertuis et aux Alpes.
- N°192 : Belfort - Delle. Le Nyon - St Cergue - Morez. Relevage d'une locomotive à vapeur 141 TA. Les 151 TQ 1 à 22 de la Grande Ceinture. Les premiers trolleybus. **Le futur tramway de Montpellier.**
- N°199 : En visite au dépôt de Marseille. L'autorail TER. **Le tramway de La Corogne.** Cantal : deux Picasso dans un volcan. Suisse : le Kriens Luzern Bahn.
- N°200 : Les automotrices à vapeur du PO. **Les anciens tramways de Rennes.** **Le futur métro de Rennes.** MBD, les «designers» du rail. Suisse : la ligne sommitale de la Furka. De Monsempron-Libos à Cahors.
- N°204 : la banlieue de l'Ouest (III) : l'extension du réseau sous la III<sup>e</sup> République. Les premières automotrices légères à crémaillère. Le système pendulaire. La fête de la vapeur en Bare de Sennme. Autorails danois en Espagne. **Vers le retour des trams au Mans.**
- N°210 : Paris - Toulouse. **Le tram-train de Sarrebruck.** Revirement pour la ligne des Causses. Le CF touristique de la Brévenne.
- N°211 : Les "trains de malheur" de 1919. Auray - St Brieuc. **Les projets de tramways en France.** Suisse : le Waldenburgerbahn. Le rail en Birmanie.
- N°214 : Les transports frigorifiques au temps des Cies. Les BB 9003 et 4. La déviation souterraine de Monaco. Le "supertram" de Sheffield. Sur le "H" des Cévennes. **Le nouveau tramway de Lyon.**
- N°215 : Paris : la gare d'Orsay. Le wagon-grue de 130 t de la SNCF. Suisse : le Mürrenbahn. Le rail en Nouvelle Zélande. **Le tramway de Nantes s'agrandit.** **Le futur tramway de Bordeaux.**
- N°217 : Pose des premiers rails de la LGV Méditerranée. 3<sup>e</sup> rail sur le tramway de Marseille. De Rennes à St Malo. Inauguration d'Eole. Wagon à plate-forme surbaissée.
- N°220 : La banlieue de l'Etat. Auto-

- rails modernes pour le BA. Les camions échelles. **Le futur tramway de Lyon.** Le tunnel de la Vereina. Trains miniers en Andalousie.
- N°221 : La difficile naissance du métro parisien (I). La Cie du Midi en 1900. **Avant-Propos, designer du rail.** Le CF du Lötschberg. **Le tram-train de Mulhouse.**
- N°222 : Les débuts du Métro parisien (II). La Cie du Midi en 1900. La SNCF dans la tempête de décembre 1999. Suisse : sauvetage de l'ASD. Le Transsibérien. **Construction du tramway de Lyon.**
- N°223 : Métro parisien : l'achèvement du réseau principal (III). La banlieue du Réseau de l'Etat. L'automoteur pendulaire. La construction du VAL de Rennes. **Le Combino à La Corogne.**
- N°226 : Métro parisien (VI) : le réseau complémentaire. Les gares d'Avignon. Les travaux du TGV Méditerranée. **Tramways de Lyon, Montpellier, Orléans.**
- N°228 : Métro parisien (VII) : la Première Guerre mondiale. L'inauguration de Pau-Canfranc en 1928. Suisse : la Bernina Express. **Mise en service du tramway de Montpellier.** Les records du TGV. Australie : la traversée du désert.
- N°233 : Lignes nouvelles en projet. Histoire des buffets de gare. Voies étroites en Hongrie. **Un tramway pour Toulon.** Renouveau du métro parisien (XI).
- N°243 : Les autorails du PO-Midi (2). Rail et billets de banque. Secondaires : Toulouse - Villemur. Londres, le métro des Docklands. **Bordeaux se prépare à l'APS.**
- N°244 : Les routes du charbon de la Cie du Nord. Bord à bord à Cerbère. Le Brothalbahn. **Clermont-Ferrand choisit le tramway sur pneu.**
- N°245 : **Le tramway 68 de Marseille (I).** Suisse, des diligences aux cars postaux. André Chapelon. Les CP recherchent un candidat. Vapeur en Mandchourie.
- N°246 : Montereau - Château-Landon. **Le tramway 68 de Marseille (II).** Reprise du fret sur Nice - Breil. Les nouvelles rames Voyager de Virgin.
- N°247 : Les Economiques de Seine-&Marne. Narbonne - Port-Bou. **Les tramways électriques de Lisbonne (I).** Nouvelles lignes pour le métro parisien.
- N°248 : Guide des trains touristiques 2002. Vapeur sur le Zermatt-Bahn. Arrêt-photo : Cerdagne. **Les tramways de Lisbonne (II).**
- N°249 : 150 ans pour Paris - Strasbourg. Arrêt-photo : Sangatte. L'autoroute ferroviaire Modalohr. **Les tramways de Belgrade.** Le paradis ferroviaire de Strasbourg USA. **Le futur tramway de Bordeaux.**
- N°250 : Les "Citadis" à l'usine Alstom d'Aytré. Sablé - Châteaubriant. **Un tram-train en Ile-de-France.** Les projets du "grand Lyon". Espagne : le musée des Asturies.
- N°251 : L'Autorail à grande capacité. Les CFIL de Calvados. Creil en 1944. **Le "tram sur pneu" de Caen.** Le futur tram de Clermont-Ferrand. Le Mistral à Cuba.

## Sélection de numéros de CONNAISSANCE DU RAIL contenant des articles consacrés aux tramways.

### NUMÉROS DOUBLES 11,90 €

- N°254-255 : Le dépôt de La Plaine-St Denis. Le CF forestier de Lencouacq. Auzances - Aubusson. **Les anciens tramways de Melun.** Le funi du Stanserhorn. Des CC 72000 plus propres. Les futurs intérieurs du TGV. Quel avenir pour le fret ? **Le tramway de Bordeaux.** Renaissance de la Grande Ceinture ? Le monorail aérien de Wuppertal.
- N°256-257 : Le PO-Corrèze. Le CF Morez - La Cure. La Saga du ticket de métro parisien (I). La ligne de Samarcande au temps des tsars. Les services de tourisme des Grandes Compagnies. Faut-il séparer transport et infrastructures ? Le contrat de plan en Rhône-Alpes. Suisse : de Montreux aux Diablerets. USA : le Pennsylvania. **Tramways de Montpellier, Marseille, St Etienne, Nottingham (GB).**
- N°258-259 : Guide des trains touristiques 2003. Les tramways de la Corrèze. La saga du ticket de métro parisien (2). Le rail en Moldavie. Nouveaux intérieurs des TGV. Train Capitale. Suisse : les Rochers de Naye. Le Royal Scotsman. Pologne : le CF à voie étroite d'Augustow. **Lyon : bientôt le T2 à St Priest.**
- N°260-261 : L'étoile de La Flèche. Le tramway de Meaux à Dammartin. Le tramway du Val d'Aran. LGV Rhin-Rhône. Nouveaux autorails au Blanc-Argent. Dunnières - St Agrevé. **Extension du tramway de Grenoble.** L'Autoroute ferroviaire Alpine. Auvergne : tour des Combrailles.
- N°262-263 : Les tramways de la Sarthe. Le train touristique du Creusot. Le monorail de Feurs à Panissières. Montréjeau - Luchon à 130 ans. **Le futur tramway de Nice.** La ligne de l'Albula. Suède : l'Inlandsbanan. Les Z-TER.
- N°266-267 : Les secondaires du Finistère. La crémaillère de Superbagères. Quel avenir pour le rail ? Les CF en Estonie. Le Métro de Stockholm. Fin des BB 9200. La 241 P17 retrouve ses roues. **Inauguration du tramway de Bordeaux.** Tramways en Ile-de-France.
- N°274-275 : **Le patrimoine du Musée des Transports urbains de l'AMTUIR.** Reportage sur la Rhune. Le projet Sète - Marseille. Baldwin story. En Billard sur le Haut-Velay. **Les tramways de Stockholm.**
- N°276-277 : Les CF du Cambrésis. La voiture de l'Armistice. Le rail et l'industrie gazière. Investissements en Corse. Les travaux de la LGV-Est. Les BB 62400 sur les chantiers LGV. La crémaillère du Val de Nuria. **À la découverte du Translohr.**
- N°278-279 : Le temps des Turbo-trains. Caen - Rennes. **Le retour du tramway à Paris.** Où en est le tram-train à Mulhouse ? Rail 2000 : départ ! Les trains d'Israël. Anatole Mallet. La traversée des gorges de la Cère. Vapeur salée en Bolivie.
- N°280-281 : Les CFD de la Ferté-sous-Jouarre à Montmirail. Montpellier - Cette en 1839. La fin des CC 1100. Le Réseau Breton en 2005. **Paris : le TMS dévoile son nez.** Que devient le tramway de Strasbourg ? Les Vosges bientôt sous tension. La Corse sur la bonne voie. **Marseille : démolition des motrices du 68.**
- N°282-283 : RCP Design Global, créateur de trams. **Bordeaux : un an d'exploitation du tramway.** Les CC 65500. Le rail en Pologne. La gare de Strasbourg, défigurée ou magnifiée ? A l'assaut du Canigou. **L'autobus parisien va avoir 100 ans.** Rail et billets de banque.
- N°284-285 : Le centenaire du record de 1955. Tournemire - Le Vigan aujourd'hui. Visite au dépôt de Vénissieux. **Les tramways d'Istanbul.** **Le tramway-funulaire de Trieste.** 150 ans pour le Ligne Impériale en Vaucluse. Le pont-canal "ferroviaire" de Moissac. **Jetons de trams.**
- 288-289 : 1<sup>ers</sup> rails pour le tramway de Marseille ;
- 290-291 : **Lyon** : où en est l'ÉA ? **Tw de Montpellier ; Bordeaux** : prolongement de la ligne A ; drôle de tram à Noisy.
- 292-293 : **Marseille** : les 100 ans du dépôt de St Pierre ; 1<sup>re</sup> sortie du **T3 parisien** ; dépôt futuriste pour le tram d'Angers ; Nantes, le réseau le plus long de France ; un véritable réseau pour **Grenoble**
- 294-295 : des accrus pour le tram de **Nice** ; Le T1 francilien vers l'Ouest ; le tw de **Grenoble** sur la bonne voie ; 1<sup>re</sup> circulation du tw sur pneus de **Clermont-Ferrand**.
- 296-297 : 1<sup>re</sup> rame pour le **T4 Aulnay-Bondy** ; le **T3 parisien** prend forme ; projets de tws en Ile-de-France ; travaux à **St Etienne**.
- 298-299 : **Nice** présente sont "trams sans fil" ;
- 300-301 : **Grenoble** ouvre la ligne C ; Inauguration du tw de **Mulhouse** ; inauguration du tw de **Valenciennes**.
- 302-303 : extensions du tw de **Bordeaux**.
- 305-307 : le tw de **St Etienne** vers Châteaureux ; **Bordeaux** étoffe son parc ; inauguration du **T4 Aulnay-Bondy**.
- 308-309 : **AND Partenaires Design** et les trams ; inauguration du **T2 de Montpellier** ; le **T4 Aulnay-Bondy** ; sur les Marchéaux avec le **T4 parisien**.
- 310-311 : le tw du **Mans** sur ses rails ; un tram signé Lacroix à **Montpellier**.
- 312-313 : 1<sup>ers</sup> essais du tw du **Mans**.
- 314-315 : **Marseille** retrouve ses trams ; le nouveau tw de **Ténériffe** (Canaries) ; nouveau tram à **Madrid**.

**Lot de 5 n°s doubles au choix parmi la liste ci-dessus au prix de 30 €**

**Chaque numéro double supplémentaire au prix de 6 €**  
**Commande et règlement à adresser à**  
**EDITIONS DE L'ORMET**  
**03330 VALIGNAT**  
**France**