

Historique et avenir du VAL à Rennes

Rapport 1998/1999

non encore Disponible en une seule page HTML



Table des matières

- Pourquoi un Transport collectif en site propre à Rennes
 - Reflexion sur les déplacements urbains : apparition du TCSP
 - Le maillage du réseau
 - Le TCSP
 - Maillage fin ou axe lourd ?
 - Le TCSP: outil d'urbanisation
 - Les coûts d'un TCSP
 - Les arguments du choix
 - Le partage de l'espace urbain
 - Les automobilistes
 - Les cyclistes
 - Les piétons
 - Les déplacements peri-urbains
 - Epilogue
- L'ITINERAIRE ET LES STATIONS
 - L'aménagement de l'agglomération
 - Les bases du tracé
 - Les éléments pris en considération
 - L'influence de l'évolution démographique dans la ville
 - L'influence des modes de travail
 - L'influence de la péri-urbanisation
 - Les conséquences
 - Les tracés
 - Le premier tracé : 1986
 - Le second tracé : 1988
 - 1989: le trace en "tau"
 - Le tracé actuel
 - La Vox populis

1777

• LE CHOIX DE LA TECHNOLOGIE

- L'arrivée du VAL a Rennes
- Que se passe t'il dans les autres villes ?
- Un bref historique
 - Petite Histoire du VAL
 - Petite histoire du renouveau du tramway en France
- L'argumentaire technique
 - Le TVR
 - La vitesse commerciale
 - Les fréquences de desserte
 - La capacité
 - Conclusion
- L'argumentaire financier
 - Les coûts de fonctionnements
 - Les répartition de personnel

• LES EXTENSIONS DU VAL

- Quelques comparaisons générales
 - Les autres villes
 - Les conséquences du choix technologique
- Les nouvelles lignes
 - La seconde ligne : Axe NE
 - Le tracé
 - La technologie
 - La viabilité
 - L'Axe Est-Ouest
- Extensions de la première ligne
- Extension par ré-exploitation de lignes existantes
- Conclusion

• LES TRAM-TRAINS

- Les transports péri-urbains
- Les tramways inter-urbains
- L'exemple de Karlsruhe
- Le tram-train en France
 - Obstacles techniques
 - Obstacles politiques et sociaux

- Le cas rennais

- Les limites de l'offre existante

- Les solutions

- Extension du VAL rennais sur un axe créé ex-nihilo

- La solutions du tram-train

- Justification du tram-train à Rennes

- Viabilité des tram-train à Rennes

- Les avantages généraux

- Le cas de Betton

- Le cas de Vern

- Conclusion



POURQUOI UN TRANSPORT COLLECTIF EN SITE PROPRE A RENNES

1. Reflexion sur les déplacements urbains : apparition du TCSP.

Dès 1984, l'agglomération rennaise a engagé une réflexion sur les déplacements urbains par le biais de la commande de deux études à la Codra et Sofretu, filiale de la RATP. Ces études ont conclu de manière favorable à la nécessité d'un transport collectif en site propre (TCSP). Sans remettre en cause la qualité de ces études, le degré d'indépendance de ces dernières, en particulier de Sofretu qui participe au chantier du VAL, autorise à un certain scepticisme sur les conclusions de celles-ci.

Globalement, Rennes est elle une grande métropole justifiant un TCSP ?

Le tableau comparatif (Tab1) donne un élément de réponse.

Rennes fait clairement partie des plus petites villes équipées d'un TCSP. A l'époque de la réflexion, c'était la plus petite agglomération réfléchissant à la viabilité d'un TCSP, mais il en fallait bien une!

Tab1: Les villes équipées ou s'équipant d'un TCSP en France

Ville	Population	Aggl.	Etudiants	Type de TCSP	Mise en service
Lille	154020	1100000	100000	VAL	1983
Toulouse	3650000	7000000	105000	VAL	1993
Bordeaux	213000	630000	60000	Tramway*	(2003-2005)
Nantes	252000	480000	40000	Tramway	1986
Strasbourg	256000	430000	47400	Tramway	1994
Rouen	130000	400000	40000	Tramway	1994
Grenoble	150000	374000	55000	Tramway	1987
Montpellier	250000	350000	80000	Tramway	(2000)
Rennes	204000	346000	65000	VAL	(2001)
Nancy	105000	250000	40000	GLT**,***	(?)
Orleans	110000	250000	?	Tramway	(2000)
Caen	116000	200000	30000	GLT**	(?)

- *: Choix non encore définitif mais très avancé avec un ambitieux plan de 3 lignes
- **: Gued Light Tramway. Il ne s'agit pas d'un TCSP proprement dit, mais d'un tramway sur pneu pouvant circuler alternativement en site propre ou en voie urbaine non spécifiquement conçue pour lui. (voir le TVR ANF-Bombardier).
- ***: Nancy s'oriente vers un GLT pour remplacer son réseau trolleybus.

La réflexion sur le TCSP a Rennes

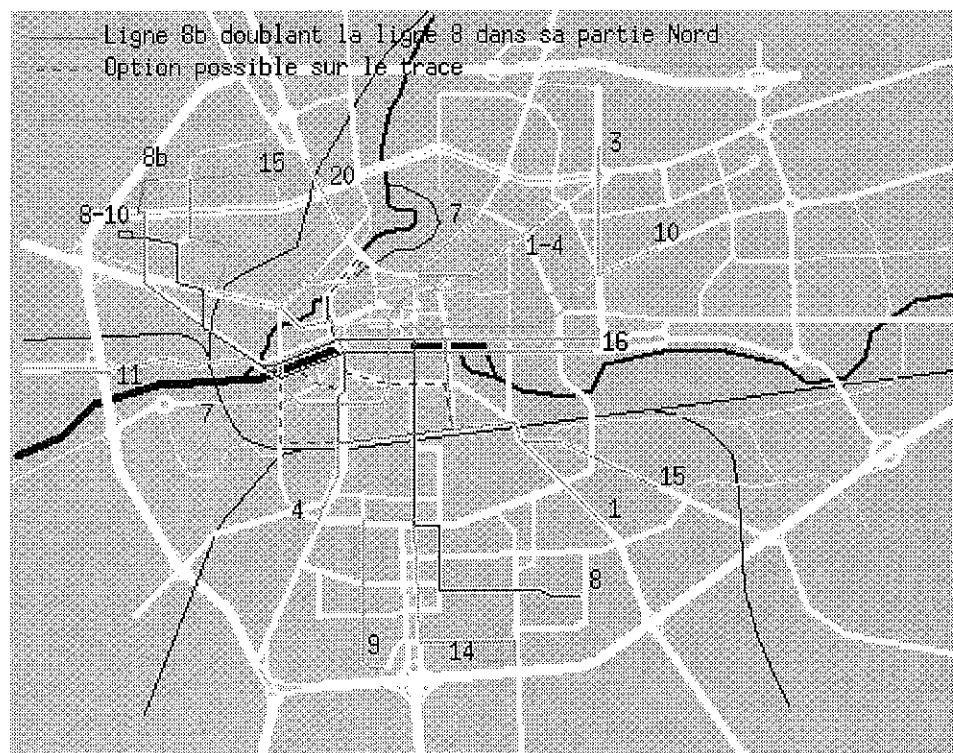
La réflexion s'est surtout basée sur le fait que :

- 1.1 La Ligne de bus 8 (Villejean - Hautes Ourmes) est saturée.
- 1.2 On ne peut pas augmenter la densité du service de bus sans dégrader la qualité de la desserte, notamment en centre ville. Une fréquence inférieure à 7mn sur une ligne de bus est difficilement gérable.
- 1.3 Les quais, axe Est-Ouest traversant le centre-ville, sont voués à l'asphyxie. La qualité d'écoulement des bus va en décroissant sur cet axe.

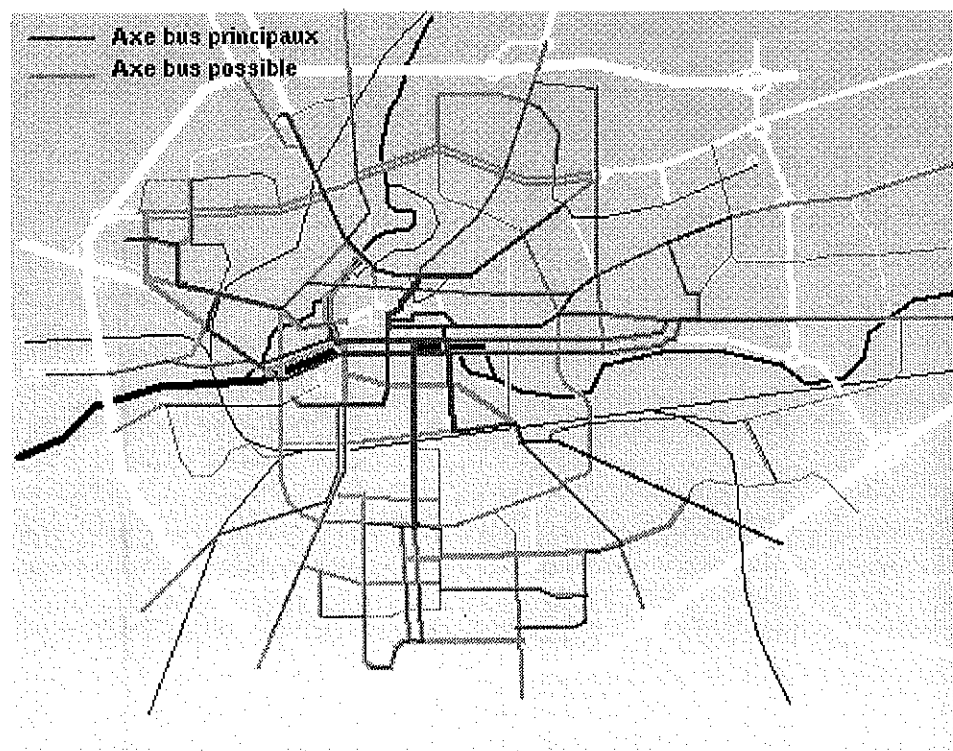
2. Le maillage du réseau

En fait, ils existaient des alternatives à la saturation d'une ligne de bus comme la 8 :

- Mise en place de ligne de bus express ayant un nombre d'arrêts réduit. Cette mise en place s'est faite tardivement avec d'abord le 16express. Cette ligne a depuis laissé place aux lignes 40ex et 42ex sur Villejean. Actuellement, elles ne constituent pas de véritables lignes de bus. Avec respectivement 33AR et une interruption de service de près de 3h en milieu de matinée et 6AR par jour de semaine, il s'agit surtout de lignes de renforcement en pointe.
- Mise en place de lignes radiales sur le modèle de la ligne 10. Cette mise en place fut la aussi tardive avec la ligne 30 mise en service en 96. Elle fonctionne en semaine et n'offre pas un service continu tout au long de la journée.
- Mise en place de nouvelle ligne de bus reliant les quartiers saturant la ligne 8 au centre ville par des itinéraires différents. Par exemple une alternative à la ligne 8, sur son trajet Nord-Ouest, pourrait être une ligne 8b desservant le Bd de la Tour d'Auvergne, en connection avec les lignes 4 et 7 sud et les gares en connection avec les lignes 1, 17, 20 et 22 sud. La proposition de tracé reprend les lignes desservant le Nord-Ouest de Rennes 8, 10 et 15 et les lignes en connection. Cette ligne aurait desservi entre autre, la rue de St Briec et l'ENSAR dans leur partie Ouest, le Sud de Villejean, le RU de Villejean, le complexe universitaire et socio-culturel de la Harpe, et l'ouest de la nouvelle ZAC Beauregard. Toutes ces zones ne sont actuellement pas desservies par une ligne de bus et ne le seront pas non plus avec le VAL.



1.2, De nombreux axes, y compris en centre ville, ne sont pas fréquentés par les bus. la carte ci-dessous reprend en rouge les axes fréquentés par des bus (lignes urbaines offrant une fréquence continue de moins de 15mn) et en vert les capacités d'accueil en bus (proportionnelle à l'épaisseur du trait) des axes sans pour autant interdire ces axes à la circulation automobile. Les possibilités d'irrigation et du centre et des banlieues par un réseau de transport en commun de surface sont donc encore largement sous-exploitées.



Une ligne de bus supplémentaire suffit t'il à désengorger la ligne 8 ?

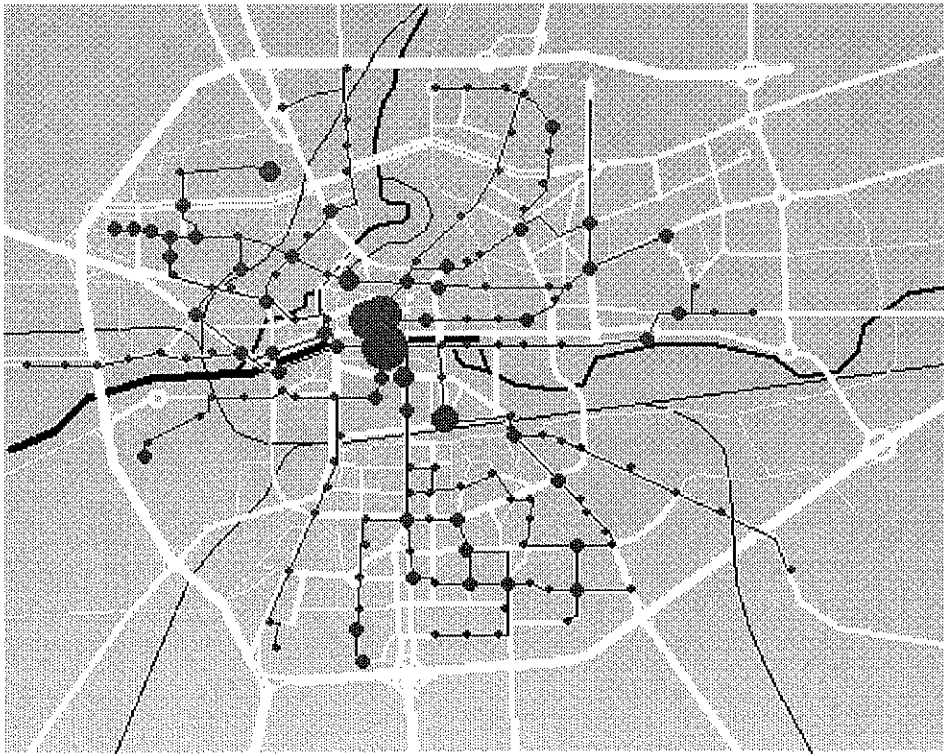
Le VAL de Rennes aura un débit par heure et par direction de 3600 passagers ce qui est gérable avec 3 lignes de bus. En heure de pointe il sera attendu 2400pphp sur la partie Nord du tracé ce qui est gérable avec 2 lignes de bus. Ce type de solution permettait d'affiner le maillage de la desserte en transport en commun.

Tout s'est donc passé, comme si on avait retardé la mise en place de solutions de décongestion sur la ligne 8 jusqu'à ce que la décision de construire un VAL soit entérinée.

Affinage du maillage

La carte illustre le fait qu'un grand nombre d'axes importants non desservi par les bus permettent d'assurer une augmentation du maillage du réseau urbain. C'est une réponse à l'augmentation de la demande. Cette réponse se traduit aussi par une augmentation de la qualité du service en terme de maillage.

On peut penser que la structure des déplacements en ville s'effectue sur une "colonne vertébrale" représentée par la ligne 8, le maillage supplémentaire ne répondant alors pas à l'offre ce qui nécessitait la mise en place d'un TCSP. Les comptages de trafic de 1982 montrent au contraire un caractère très éclaté des déplacements en transport en commun.



3. Le TCSP

3.1 Maillage fin ou axe lourd ?

L'augmentation de l'offre par augmentation du maillage peut être retenue comme solution d'expectative. Cette solution n'a pas les mêmes effets psychologiques sur l'usager que la mise en place d'un vrai TCSP type métro léger comme les tramways. La mise en place d'un TCSP constitue un signal fort en faveur d'une politique de développement des transport en commun et c'est actuellement la seule solution connue afin,

sinon de faire reculer l'accroissement d'automobile dans le centre-ville, tout au moins de le contenir. Ce signal permet d'augmenter le nombre d'usager rendant par la le reste du réseau plus rentable (en général, les villes avec TCSP ont un taux de couverture de l'ordre de 58% contre 54% pour les autres). Il s'agit donc de deux logiques différentes:

- L'augmentation du maillage est une adéquation de l'offre à la demande
- La mise en place du TCSP est une augmentation substantielle de l'offre afin de conquérir des parts de marché supplémentaire notamment vis-a-vis de l'automobile.

Si d'après l'étude Sofretu de 1986, on dégage un axe lourd NO-SE : Villejean-Le Blosne, on constate aussi que cet axe n'est pas exagérément prépondérant par rapport à l'axe Est-Ouest: Cesson-Quai-Mail. Il se dégage surtout une forte demande sur le NE de la cité, notamment le long de la ligne 1. Enfin sur le SE, toujours le long de la ligne 1, un constat similaire peut-être fait.

Il convenait donc de ne pas négliger ces axes qui ne sont pas secondaire au profit d'un seul. C'est un fait qui a été reproché par la commission d'enquête de 1993. Depuis les autorités ont revues leur politique au profit de la transformation de l'axe Est-Ouest en axe réservé pour autobus.

La mise en place d'un TCSP, est plus qu'un moyen de transport, c'est un élément structurant de l'urbanisme: l'augmentation de la valeur vénale des logements desservi par TCSP en témoigne. Si, il ne faut pas exagérer ce rôle, il ne doit donc pas être négligé.

3.2 Le TCSP: outil d'urbanisation

Le métro léger, au contraire d'autre solution, comme entre autre le TVR (voir 4.4.1), engage la collectivité sur un tracé non-modifiable. Cela peut-être considéré comme un inconvénient:

- On est dans la logique où les transports en commun subissent l'urbanisation de la ville et doivent évoluer avec eux. Le réseau d'autobus ne dessine pas la ville comme celui d'un tramway: L'exemple de Saint Etienne, largement développé le long de l'épine dorsale que constitue son tramway montre le rôle important de ce dernier.

A l'inverse, cela peut-être un avantage à saisir:

- Le TCSP ordonne l'urbanisation. Il permet de donner des axes forts d'urbanisation dense et une certaine perennité dans le temps de la vie de ces axes. Ils ne figent pas la ville mais l'ancre à des repères fédérateurs.

le Plan de déplacement urbain est alors penser avec le plan d'urbanisation. Les "vecteurs de déplacements" que peuvent constituer, des établissements universitaires, hospitaliers, culturels sportifs ou administratif ne devraient pas être placé sur le territoire de l'agglomération au gré des opportunités foncières, mais le long d'axes majeurs dégagés dans une perspective de long terme. Il pourra paraître dommage, que le quartier administratif de Beauregard n'ait pas choisi une logique de développement suivant un axe majeur radial qui aurait permis une desserte en transport en commun nettement plus efficace que celle connue actuellement.

Des quartiers urbains sont pensés sur le schéma d'urbanisme du lotissement privé "américain": l'irrigation du lotissement se fait par des axes en rocade donnant accès à des voies de dessertes. Le centre commercial est tourné sur un parking automobile et fait soit dos à la voirie, soit plus souvent est largement séparé d'elle par de vastes parkings. C'est un schéma classique dans les agglomérations péri-urbaines où le moyen de locomotion naturel est l'automobile. Il a l'intérêt de tourner chaque habitation sur une petite voirie de voisinage. Il est étrange que ce même schéma soit recopié dans des quartiers rennais intra-rocade, comme celui de la Poterie. Il n'est manifestement pas pensé en fonction d'une desserte en transport en commun: c'est

un schéma qui favorise l'utilisation de l'automobile. L'urbanisation du quartier des Long Champs le long d'un axe permet une desserte par la ligne 1, plus visible, plus logique et plus efficace que celle de la Poterie. Le centre commercial des Long-Champs tourne presque le dos à cet axe au profit du parking automobile: la relativement bonne desserte de ce dernier par la ligne 1 est alors invisible à l'usager. Non loin, le centre commercial du Gast permet de concilier les deux dessertes de manière plus avantageuse à la visibilité des transports en commun: ce centre entouré de parkings sur ses 4 cotés et reste ouvert sur la ligne 4.

3.3 Les coûts d'un TCSP

Un principe de base est souvent posé comme le fait qu'un TCSP permet de faire des économies de coût d'exploitation ce qui est souvent indéniable. Cependant, au vue du tableau (Tab 2.1), les coûts d'exploitation peuvent croître assez vite. D'autre part, le coût du matériel roulant croît lui nettement plus vite que la capacité offerte.

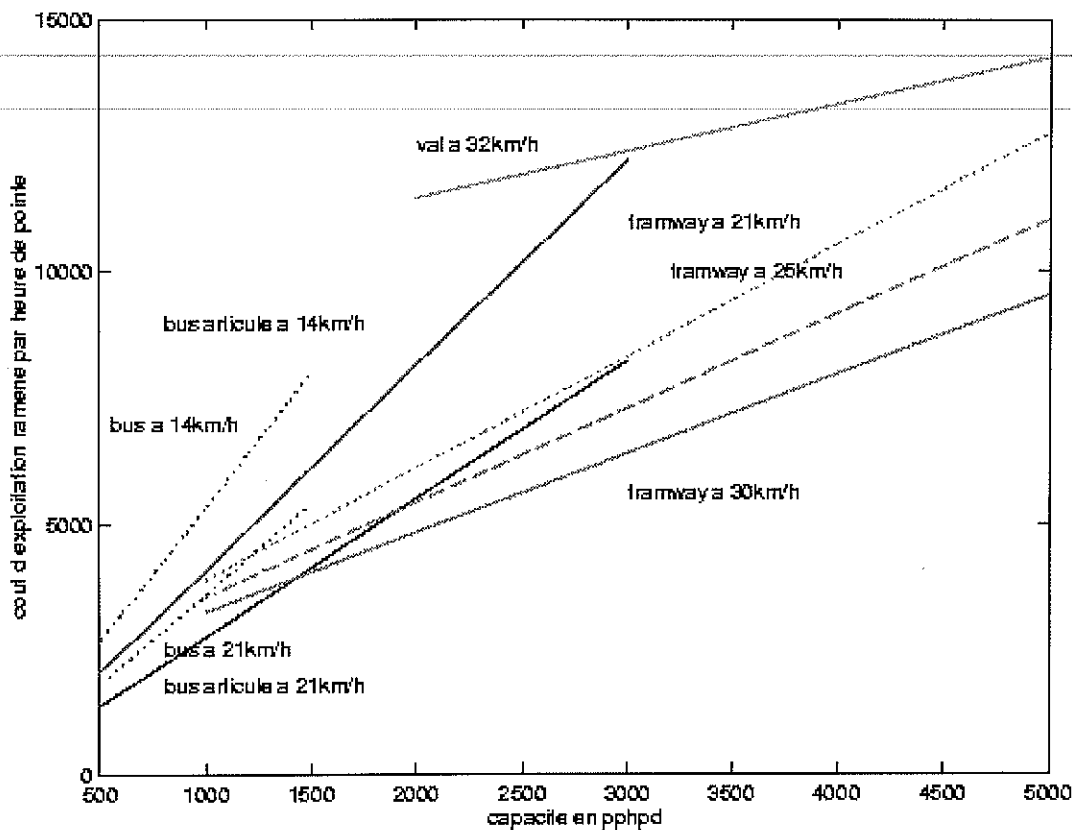
Tab 2.1 : Coût d'exploitation kilometrique et prix d'achat de vehicule constate en général (chiffre 95).

vehicule	places assises	places debouts	coût unitaire	coût exploitation/km
bus (14km/h)	35	35	1.6Mfrcs	20frcs
bus articule(14km/h)	50	60	2.6Mfrcs	24frcs
rame tramway(21km/h)	60	110	12Mfrcs	27frcs
Rame VAL(32km/h)	44	110	16Mfrcs	40frcs

Cependant, le coût d'exploitation rapporté en pphpd devient rapidement favorable aux TCSP, ceci pour 2 raisons :

- Une vitesse commerciale élevée permet d'augmenter la rotation des véhicules et de réduire la flotte. Ceci à non seulement une incidence sur le coût de la masse salariale roulante, mais aussi sur celui de la maintenance.
- Une capacité élevée des véhicules permet de faire des économies de masses salariales en particulier sur le personnel roulant. Dans le cas des tramways, cela se traduit par l'allongement de ceux-ci ou la marche en unité multiple. Le VAL est un cas particulier. L'absence de conducteur permet a priori de s'affranchir de ce probleme au profit d'une fréquence alors très élevée.

La figure (2.4) donne une idée des coûts d'exploitation suivant la capacité disponible en heure de pointe sur le tracé actuel de la ligne du VAL.



Cette figure illustre surtout le fait que, c'est l'acroissement de la vitesse commerciale qui permet des gains d'exploitation. Cela montre que la première chose à faire, pour améliorer les comptes de l'exploitant, est de mettre en oeuvre une politique d'amélioration des vitesses commerciales des lignes de bus.

Néanmoins, à partir d'un certain seuil, cela montre assez clairement que le bus, y compris articulé n'est plus compétitif en seul terme de coût d'exploitation. Par ailleurs, des vitesses commerciales supérieures à 20 km/h pour un bus urbain sont assez difficile à garantir.

Il faut noter que les coûts d'exploitation de la figure (2.4) ne tiennent pas compte des provisions de renouvellement de matériel, hors, un tramway est pratiquement 5 fois plus cher qu'un bus articulé pour une espérance de vie de 20 ans contre 15 pour le bus. Ceci donne des coûts opérationnels nettement plus élevés pour les métros léger comme le VAL ou le tramway que le bus. De manière analogue, si on prend en compte l'amortissement des coûts d'investissement, le seuil à partir duquel un métro léger est à préférer par rapport au bus est reculé nettement plus loin.

Techniquement, le seuil est souvent atteint avant puisque, si d'après le graphe (2.4), un bus à 21 km/h est préférable à un tramway à la même vitesse commerciale jusque 3000 pphpd. Cette capacité nécessite une fréquence de bus de 2 mn ce qui rendra difficile le maintien d'une vitesse commerciale de 21 km/h y compris en site propre.

3.4 Les arguments du choix

Au remplacement de la ligne de bus 8 à 14 km/h de vitesse commerciale, l'étude Codra préconisait un axe lourd d'autobus. Exploité par des mégabus (bus à 2 articulations comme connu à Bordeaux) et avec un relèvement de la vitesse commerciale permis par un axe réservé, c'était, d'un point de vue économique, la meilleure solution. Elle n'aurait pas créée le choc commercial chez l'usager nécessaire à l'accroissement de la fréquentation perpennisant le choix de la collectivité. Etant donné le trafic estimé à 2800 pphpd dans le cas du tramway, on peut penser que cette solution avancé par l'étude Sofretu de 1986 était préférable de ce point

de vue. Un argument d'importance soulevé par les études est la notion de prestige et d'image pour la ville qui est aussi à l'origine du choc commercial. Argument qui alors sert le tramway, mais plus tard le desservira au profit du VAL. On peut noter à ce propos que la ville de San Francisco (CA), tête de pont de la Silicon Valley, est plus réputé par son cable-car et ses "*munis*" qui sont des tramways, hors d'âge, que son performant, mais controversé, métro appelé BART (Bay Area rapid Transit).

Mis à part de classiques arguments, comme la densité du corridor desservi, souvent mis en avant, parfois à mauvais escient, d'autres arguments militaient en faveur d'un métro léger même si certains n'étaient alors pas pris en considération:

- L'impact environnemental notamment sur la pollution de l'air et le bruit, car il allait de soit que le métro léger serait électrique.
- La sécurité du métro léger plus grande que celle des bus (un tramway est deux fois plus sûr qu'un bus) milite en faveur d'une réorganisation du réseau privilégiant l'emploi d'un axe lourd sûr et peu polluant.
- Les parts de marchés gagnées sur l'automobile se traduisant par une diminution de la circulation automobile permet un gain social difficilement quantifiable (moins d'accidents, de pollutions, de stress...)
- L'investissement dans un TCSP, de par les gains en part de marché, se traduit dans une économie d'investissement en voirie. Par exemple, à Rennes, l'axe Henri Freville était d'origine réservé à une autoroute urbaine qui aurait eu des effets nettement plus dommageables sur la qualité de vie des riverains qu'un viaduc de métro léger (il aurait peut-être été judicieux de mener à ce titre un référendum auprès de ces riverains).

Ce dernier argument permettait à Sofretu de proposer de réduire la part d'investissement en voirie de 1.5 BF 86 à 1 BF afin de financer un tramway estimé alors à 760MF (Phl94). Cette proposition sera plus tard oubliée (Sof87, op. cit. Phl94).

Il y a un argument plus mesurable. C'est la possibilité d'augmenter le Versement Transport de 1 à 1.5%, en 1986 (aujourd'hui 1.75%), impôt payé par les entreprises de plus de neuf personnes, lors d'un investissement tel qu'un métro léger.

Il s'agit là d'un des effets pervers de cet impôt. Il incite, par la séduction de ressources fiscales supplémentaires invisible pour les ménages, à négliger des solutions qui sont parfois meilleures et moins chères pour la collectivité qu'un lourd investissement.

Le TCSP n'a pas été pensé comme élément structurant du tissu urbain à Rennes. L'absence de véritable réflexion sur des extensions (ou non extension) de ce dernier en témoigne.

3.5 Le partage de l'espace urbain

Bien sûr, et spécifiquement à cause des points précédemment abordés, la mise en place d'un TCSP est l'occasion de repenser profondément le partage de l'espace urbain entre les différents modes de transport. Il est à regretter que Rennes n'est pas saisi cette opportunité. En fait, dans une logique encore *pompidolienne*, le TCSP n'a pas été vu comme un moyen de dissuader l'automobiliste de pénétrer en ville, mais au contraire de lui en améliorer l'accès. Le plateau piétonnier rennais réalisé entre 1977 et 1982 était alors jugé comme une contrainte suffisante, voire rebarbative à l'activité commerciale du centre-ville selon les réactions de la boutique d'alors.

L'état d'esprit qui préside orientera les études vers un tracé offrant le moins de contrainte possible à l'automobile pour en aboutir à aucune. Il faudra, tardivement, attendre 1995 pour se résoudre à accepter de contraindre la circulation sur les quais au profit des bus.

De fait, c'est beaucoup plus les contraintes automobiles, engendrées par un TCSP ou non, que l'attractivité du TCSP qui sont de nature à réduire la circulation en centre-ville. La preuve flagrante en est Strasbourg. En France, seule cette ville et Nantes ont réussies à réduire la circulation automobile dans leur centre. De ce point de vue, pour les autres ville, le TCSP dans ce rôle a été un echec. Cela est aussi vrai à l'étranger (BART à San Francisco). La politique de la ville de Rennes en la matière est assez claire. Il s'agit d'inciter au maximum les résidents du centre à utiliser les transports en commun afin de libérer la voirie au profit du trafic extérieur qui est attendu croissant (Phl94, Ren96). Dans cette logique, contrairement au modèle anglo-saxon qui privilégie le résident, il n'y a pas de parking sur voirie réservé aux résidents à Rennes.

La logique qui prévaut à Rennes se base sur le maintien d'un faible taux de motorisation des ménages du centre-ville. Se faible taux de motorisation est assez artificiel car le nombre de ménage sans automobile en centre-ville est similaire à celui des quartiers résidentiels comportant une proportion élevé de foyer étudiant comme Long-Champs ou Villejean: ce faible taux de motorisation est du à l'absence de seconde automobile dans la plupart des ménages du centre-ville. En fait, la politique rennaise incite, financièrement, les résidents du centre à utiliser leur voiture quotidiennement afin de libérer des places de stationnement en période diurne. Indirectement, cela a pour effet de diminuer l'attractivité résidentielle du centre-ville.

Plus généralement, dans la mise en place d'un TCSP, les 2 conceptions s'affrontent :

- Le tramway utilisé comme instrument de repenser la circulation urbaine. Sa grande visibilité sur la voirie est un signal vis à vis de l'automobiliste obligé de lui céder la place. C'est typiquement le cas strasbourgeois.
- Le VAL utilisé comme instrument permettant de déporter de la voirie les transport en commun libérant celle-ci au profit surtout de la circulation automobile. C'est typiquement le "credo" des promoteurs du VAL qui voient dans l'exemple strasbourgeois une politique suicidaire pour l'activité du centre-ville (Ber93). De ce fait la boutique à Rennes est pro-VAL.

3.5.1 Les automobilistes

Il est clair que la ville de Rennes choisissant l'option de la non contrainte des automobiles s'orienta naturellement alors vers un métro léger enterré dans sa traversée du centre-ville.

les qualités de service, vitesse et fréquence du TCSP sont censées procurer un bon report, par attractivité de ce dernier, du trafic automobile sur le TCSP. Bien sur, si le report est bon, la fluidité du trafic s'améliore. L'attractivité automobilistique du centre-ville est alors accru, car le TCSP enterré ou aérien, ne réduit pas la surface de voirie réservée à l'automobile. Cela est toujours la finalité clamée par les autorités rennaises. D'un point de vue circulation automobile, ce type de TCSP, typiquement le VAL, est une opération blanche sauf à imposer de nouvelles contraintes non liées au VAL comme la fermeture d'une partie des quais au trafic automobile. C'est ce qui est constaté à Lille et Toulouse.

La circulation automobile rennaise est dramatiquement exagérée, et hors quelques problèmes à l'endroit de travaux et en heures de pointes, la circulation rennaise est fluide. C'est un constat qui avait aussi été fait par les commissaires enquêteurs de 1993.

Ce constat balaye les risques d'asphyxie de la cité mis en avant dans l'étude Sofretu de 1986 et justifiant un TCSP. Mais, la voirie urbaine n'est pas partagée uniquement par les automobilistes et les transport en commun.

3.5.2 Les cyclistes.



Un système, dit "Bike and Ride", ou le cycliste peut circuler en bus sans abandonner sa bicyclette.

La part des déplacements des deux roues est la grande perdante de l'évolution de la répartition des différents modes de transport (-50% en 10 ans). Pourtant les rails de tramway censés être dangereux pour les cyclistes ont largement disparu de la ville centre ! Clairement, il est quasi impossible de se déplacer à vélo dans le centre de Rennes, non pas tant à cause du relativement mauvais état de la voirie pavée que par le manque d'espace sécurisé réservé à ce mode de déplacement. La politique de la ville en la matière s'est surtout traduite par de la peinture sur voirie. Néanmoins, récemment un service de location de bicyclette a été mis en place par la ville de Rennes. On notera que les réseaux nord-américains choisissent plutôt d'équiper leur bus afin de recevoir des vélos (1). Ceci donne une grande liberté au cycliste qui est alors possesseur d'un vélo adapté à ses besoins et qu'il est sûr de trouver en quelques endroits du réseau.

3.5.3 Les piétons.

Si il y a asphyxie de circulation dans Rennes, c'est asphyxie de circulation piétonne. Le succès du plateau piétonnier est indéniable de ce point de vue.

On oublie facilement que dans les centres commerciaux, on fait rapidement plusieurs centaines de mètres à pied entre son auto et le lieu de magasinage. On note trop rarement que dans ces centres, on fait du magasinage à pied et on ne gare pas son auto devant la vitrine du magasin. La fluidité de la circulation piétonne est nettement plus profitable commercialement que 1 ou 2 places de parkings devant une vitrine. La boutique ne s'y trompe pas et la valeur vénale des pas de portes sur les rues piétonnes s'en ressent.

La circulation piétonne est celle qui a le plus augmentée dans l'hyper-centre ces 10 dernières années et cela se voit de visu. Sorti du plateau piétonnier, la largeur des trottoirs n'a pas variée depuis 100 ans. Ils sont très étroits: 1m10 en moyenne dans l'hyper-centre. En fait la largeur en 100 ans a souvent été réduite par la profusion de mobiliers urbains généralement destinés à l'usage automobile (feux, panneaux, parcmètres ou horodateurs,...) réduisant de manière marginale la largeur des trottoirs à parfois moins de 90 cm inclant la bordure du trottoir (30cm) ! Si on inclut l'envahissement des trottoirs par les poubelles et autres placards publicitaires: il est parfois impossible de rester sur ces derniers sauf pour quelques animaux canins nombreux en cette ville aussi.

On ne voit pas de fauteuils roulants à Rennes, et pour cause !

C'est surtout l'argument de la fluidité du trafic piétonnier qui milite en faveur d'une non occupation de l'espace de surface par un métro-léger et non la largeur des rues à Rennes qui dans le centre historique sont de l'ordre de 10 à 11.50m, soit plus large que les rues grenobloises de 9m entre façade sillonnée par un tramway. Par ailleurs ceci est un faux-débat lancé par quelques édiles s'étant trompé de siècle, puisqu'il n'a jamais été question, sinon en 1876-97, de desservir le centre ville historique par un TCSP de surface. La desserte du centre-ville historique par le TCSP est une requête des élus et non une proposition spontanée des bureaux d'études.

3.5.4 Les déplacements péri-urbains.

Ce sont globalement les grands oubliés par le projet du TCSP à Rennes. Ils s'effectuent surtout en automobile et vers la ville-centre. La remise en cause de ce mode de déplacement prépondérant n'a pas été faite lors de la réflexion sur le TCSP. La logique classique est alors de créer des *parkings de dissuasion* dont l'efficacité est maintenant fortement contestée (2). Ils ont néanmoins été jugés insuffisamment dimensionnés par la commission d'enquête de 1993 (up92). depuis, il est prévu de doubler leur surface, de 800 à 1700 places.

On peut noter que ces parkings sont situés dans le Rennes intra-rocade et ne sont pas forcément sur les grandes artères de pénétration péri-urbaine comme l'illustre la carte de pénétration automobile dans Rennes. A la mise en place d'un TCSP ne desservant que la ville et non l'agglomération, (Phl94) préférerait une augmentation de l'offre du trafic bus péri-urbain. Cette offre très déficitaire pèse lourdement sur les comptes de l'exploitant, mais l'endettement généré par le TCSP, tout comme la pression fiscale inhérente peuvent être de nature à peser aussi lourdement sur les comptes de la collectivité et surtout de manière irréversible. En fait le TCSP n'est pas anti-thétique à l'augmentation de l'offre péri-urbaine si celle-ci est intégrée dans le projet comme cela sera vu en (3.3, 3.2.4)

3.6 Epilogue

Le choix de réaliser un TCSP étant entériné, il s'agit alors de donner les grandes orientations du tracé. Bien sur le choix du tracé a été mené de front avec le choix du TCSP, puisque ce choix ne peut se faire qu'en dégageant un tracé susceptible de viabiliser l'investissement. Cependant, nous avons découpé ces 2 aspects. Car au stade de réaliser un TCSP, seul le corridor est cerné, le tracé lui est affiné dans un second temps. C'est l'objet de la section suivante (3).

1: Ce type d'équipement revient à environ 2500-3000frs par bus et permet de transporter 2 bicyclettes. Plus d'information sur <http://www.swnw.com> équipant notamment les villes de Seattle (WA) et Vancouver (BC).

2: On pourra se référer aux études menées pour les cantons de Zurich et Berne en Suisse (Bon97). En Amérique du Nord, la ville de Vancouver (BC) a largement profitée des opportunités foncières à proximité de sa ligne de TCSP (Skytrain) au profit de programme de densification immobilière tant d'habitat que d'activité en particulier commerciale autour des stations de la ligne qui ne comporte pas de parking public de dissuasion au contraire du réseau BART de San Francisco (CA) dont la fréquentation était largement basée sur la complémentarité auto+train. Le succès en terme de fréquentation de la première ligne de Skytrain de Vancouver est clair (150000voyage/jr) alors que le BART rencontrera les fréquentations estimées en 70 ans de retard (250000voyage/jr pour un réseau de plusieurs lignes) échouant dans la complémentarité. En France, on notera que le "succès" des parkings de dissuasion strasbourgeois totalisant 900 places se traduit par seulement 1.7millions de voyage/an, soit 4% de la fréquentation des TC strasbourgeois. Ces parkings immobilisent souvent d'importante ressource foncière, de valeur vénale en général élevée, puisque bien desservi par transport en commun au détriment peut-être d'activités plus génératrices de fréquentation et moins coûteuses pour la collectivité.



L'ITINERAIRE ET LES STATIONS

Globalement, l'itinéraire n'a souffert que de peu de contestation. Il reprend le corridor desservi par la ligne de bus 8. la traversée du centre-ville a été l'objet de beaucoup plus de tergiversation.

1. L'aménagement de l'agglomération

L'établissement d'un TCSP engage la collectivité sur du très long terme. Un TCSP, axe lourd, doit normalement être muri non seulement au sein d'un plan général de déplacement urbain et péri-urbain mais fait aussi parti intégrante d'une politique d'urbanisation de la ville.

Principalement deux points de vue peuvent exister :

- Le TCSP est intégré au schéma d'urbanisme. Il tient d'avantage compte des perspectives de trafic futur liées au développement urbain que celle liées à un urbanisme figé. C'était la politique des ville américaine au tournant du siècle où on construisait les lignes de tramways avant les villes. C'est aussi la politique adoptée pour les villes nouvelles en France et Notamment Cergy-Pontoise qui a été construite en pole éclaté le long de la ligne A du RER (Prefecture, St Christophe et Neuville). Politique bien adapté au ville au fort potentiel de développement. C'était encore le cas a Rennes en 1974, ou le SDAU prévoyait à l'horizon 2010 une agglomération de 550000 personnes (Sdau74). Le développement futur de quartier comme Arsenal alors largement occupé par les militaires, de St Jacques-Ville et la liaison avec l'aéroport au Sud-Ouest comme la montée en puissance du campus universitaire de Beaulieu et le développement futur du quartier des Long-Champ justifiait raisonnablement le projet de TCSP prévu au SDAU de 1974 permettant d'orienter l'urbanisation de la ville. La révision de ce schéma en 1983 abandonnera l'idée d'axe lourd. On constatera que l'axe Est-Ouest est alors devenu la réponse à une nécessité et non une logique prospective intégrée à l'urbanisme de la ville et de l'agglomération.
- Le second point de vue est nettement plus ponctuel dans le temps. Il s'agit de dégager des axes lourd actuel et de répondre a la demande directe sur ces axes. C'est le point de vue le plus généralement adopté. Par exemple la ligne de métro 14 à Paris entre complètement dans cette logique: Son tracé entre Chatelet-Les Halles renforce la desserte sur cet axe saturé bien que déjà desservi par la ligne de métro 1 et le RER A. C'est clairement ce second point de vue qui a été choisi à Rennes.

Si le premier point de vue est un pari sur l'avenir, le second concède sinon un immobilisme, une continuité de la situation constatée, ce qui n'est pas forcément beaucoup moins risqué.

2. Les bases du tracé

2.1 Les éléments pris en considération

Le tracé rennais s'est beaucoup basé sur la démographie des années 80 avec des projections sur l'avenir ne prenant pas forcément suffisamment en compte les nouveaux modes de vie et de déplacement des populations. En terme démographique, les zones au fort habitat social de Villejean et le Blosne on été capitales dans le choix du corridor du tracé.

Les chiffres retenus par l'étude Sofretu de 1986 (Sof86, *op. cit.* Phl94) sont tabulé en table (2.1, 2.2)

Tab 2.1 : Population sur et hors corridor

annee	1982	1990	evolution
Corridor	86330	84256	-2.4%
reste de la ville	108258	114207	5.5%

Cette désertification du corridor a été largement sous-estimée par l'étude comme l'illustre la table (2.2)

Tab 2.2 : Perspective de croissance des quartiers desservis

Quartier	Prevision Sofretu	Réalité
Blosne	-0.2%	-1.62%
Villejean	-0.7%	-1.28%

2.2 L'influence de l'évolution démographique dans la ville

Manifestement, l'étude a sous-estimé, naïvement ou malhonnêtement (Phl94, p30), les nouveaux modes de vie urbains qui se traduisent par une baisse du taux de natalité et un éclatement de la cellule familiale. Elle a aussi négligé que dans ces quartiers relativement neuf (années 60), un vieillissement de la population prévisible ne pouvait que renforcer les phénomènes déjà connus en 1986, même avec un fort taux de renouvellement de la population.

Logiquement, le recensement de 1990 aurait dû remettre en cause sinon le TCSP, le rôle du TCSP et son tracé dans l'agglomération. Une grande importance a été accordée à la population le long du corridor, importance plus grande que les besoins réels de déplacement.

C'est aussi une des interrogations soulevées par le comité de "sages" nommé par le ministre (3).

Le rôle d'un TCSP ne serait-il pas plus de créer une artère majeure de déplacement profitant à un nombre plus large de personnes ne se trouvant pas forcément sur le corridor mais dans le ou les prolongement de ce dernier par l'intermédiaire soit de lignes de bus de rabattement soit d'extensions futures?

La taille de l'agglomération joue un rôle important, car elle va être aussi un élément déterminant sur la fréquentation du TCSP. Comme le montre le tableau (Tab 2.1), Rennes est à ce titre défavorisée par rapport à ses consoeurs ayant établi un TCSP. Ceci expliquerait le fait que ce critère ait été négligé.

A Rennes, on pouvait dégager du corridor deux extensions futures possibles : Beaugard au Nord et Haut-Sancé puis Chantepie au Sud. Dans les premières études, ces zones étaient encore des zones à urbaniser. Les tracés et les plans d'urbanisation ne prendront pas en compte ce fait (voir 2.3.2).

2.3 L'influence des modes de travail

Rennes est une des villes les plus "fonctionnarisée" de France notamment par le corps enseignant. Comme l'illustre le tableau, la proportion d'étudiants, dont le nombre est estimé à 65000, est l'une des plus élevées en France. Tout ceci pondère bien sûr les prévisions de trafic. Les bases de calcul de trafic généralement admises sont 245 jours (1), moyenne des jours ouvrés par an. Il semble qu'à Rennes, cette base n'est pas été scrupuleusement respectée, et que les projections de trafic se basent surtout sur les trafics journaliers constatés les jours ouvrés scolaires qui sont nettement moins nombreux. Les motifs scolaires représentent

environ 15% du trafic urbain (Phl94,p148). Il est logique de calculer la capacité d'un système de transport sur les bases des plus importantes fréquentations constatées, soit en période scolaire et heure de pointe. Il est peut-être pernicieux ensuite d'étendre ces projections sur une année civile. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquels les prévisions de trafic ont sans cesse été revue à la baisse, puisque passant de 87300passagers/j en 88 (Mat88, op. cit. in présentation de l'étude 4/01/89). elle sont revue à 82800passagers/j en 89 (Sit89), base sur laquelle le choix politique fut fait et sur laquelle la commission d'enquête de 93 (up92) s'est prononcé favorablement. en 95, elles sont revus à 77300passagers/j (Sem95) qui a permis à la seconde commission d'accueillir le projet beaucoup plus chaleureusement que la première. On parlerait en 1998 de 72000passagers/j.

Etrangement, dans le même temps, les capacités en heure de pointe n'ont pas été revues. les nouvelles habitudes de travail vont pourtant vers les horaires variables et l'élargissement des plages horaires ouvrées. Cela provoque une déconcentration des déplacements (plage d'ouverture commerciale plus étendue...). Ceci est d'autant plus vrai sur les emplois desservis par la ligne du VAL (emploi tertiaire). Ceci est amplifié par la réduction du temps de travail, qui certes n'était pas d'actualité sous la forme des 35h/semaine en 95, mais était sous-jacente sur une augmentation des jours de congés amorcée par la loi dite *Robien*.

Ceci est une évolution positive pour les exploitants de transport, car la taille de leur flotte véhicule détermine l'offre en heure de pointe. Ceci peut laisser à penser que les prévisions de trafic en heure de pointe aurait du être revu à la baisse : il n'est alors jamais trop tard pour compléter la flotte en prenant des options sur des véhicules supplémentaires.

2.4 L'influence de la péri-urbanisation

Dès 1983 (Sdau83), les nouvelles tendances d'habitat s'affirmaient au profit d'une péri-urbanisation importante tandis que Rennes se maintenait à 200000 habitants. Ce développement péri-urbain qui ne veut pas dire banlieue à Rennes, car souvent protégé par une ceinture verte implique de nouveaux modes de déplacement dont il eut fallut d'avantage tenir compte que ce qu'il a été fait. Cela veut dire essentiellement une chose, soit le TCSP sera emprunté par une proportion grandissante de péri-urbains soit ces derniers continueront a se déplacer en automobile ce qui confinera le TCSP à l'echec dans son rôle de maîtrise des déplacements motorisés. Comme un corollaire, cela veut dire que la densité de population sur le corridor n'est pas directement corrélée a la fréquentation future. Au profit de ces peri-urbains, l'alternative classique est le parking de dissuasion.

Le report des terminus des lignes sub-urbaines en correspondance avec le TCSP se traduit par des économies d'exploitation (voir exemple pour tracé en tau en 3.3). Le plus souvent, cette rupture de charge est une dégradation du service pour l'usager: les minutes gagnées en temps de transport sont rapidement perdu en temps de correspondance et ne compensent pas le désagrément de la rupture de charge. Cette dégradation locale du service doit donc être compensée par une augmentation globale de l'offre sub-urbaine permise par les économies d'exploitation réalisées. (Phl94) met en balance l'augmentation de l'offre sur les lignes sub-urbaines et l'investissement dans un TCSP. Il n'y a rien d'anti-thétique, puisque les économies d'heures de bus sub-urbains réalisées par le rabattement sur un TCSP permettent d'accroître l'offre sur les lignes sub-urbaines sans investissement et coût d'exploitation supplémentaire.

On peut regretter que si les différents dossiers chiffrent précisément l'offre en places de parking mais pas forcément l'offre en voirie d'accès de ces parkings de dissuasion, ils ne notent pas comment sera répartie l'économie d'exploitation chiffré seulement à 791kF/an (sem95,p128)(2) qu'engendre le rabattement des lignes sub-urbaines et la révision du réseau urbain.

Les agglomérations ne se développent plus en magma urbain mais en forme de noyau urbain entouré de satellites peri urbains, fruit d'une meilleure maîtrise du développement. Cela est typiquement le cas de Rennes qui, au profit d'une urbanisation tardive, a ainsi pu éviter la formation de banlieues trop déshumanisées à sa

périphérie. l'aménageur du territoire veille à ce qu'un espace rural suffisant soit maintenu entre ces différentes entités afin de préserver la qualité de vie de chacune: c'est la fameuse ceinture verte ou green belt. A priori ce modèle de maîtrise urbaine est contraire à l'instauration d'un axe de transport lourd sortant des limites de la ville devenant champêtre. En fait il n'en est rien, mais encore cela doit-il être pensé suffisamment tôt. C'est ce qui a été fait et réalisé avec succès à Karlsruhe en 1990 et qui aurait pu servir d'exemple à Rennes. Ceci est au stade de la réflexion avancée à Nantes. On reviendra sur ce problèmes en IV.

2.5 Les conséquences.

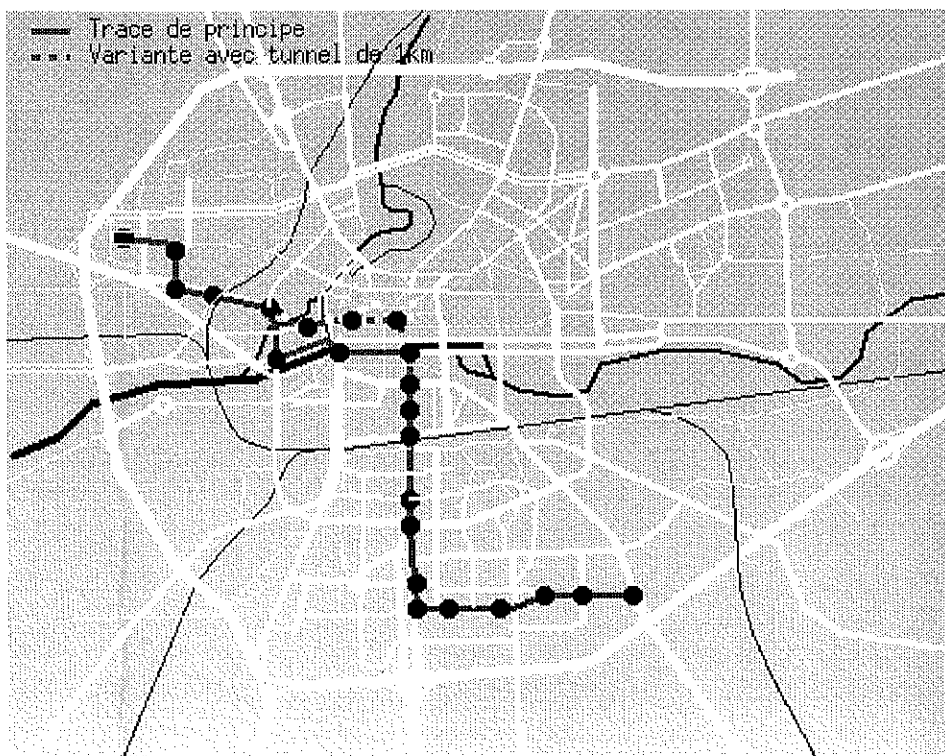
La modification de la structure de l'agglomération aurait du appeler quelques conséquences non seulement sur le tracé mais aussi sur la technique utilisé pour le TCSP. Il semble que les conséquences n'aient pas été tiré et que les scénarios développés dans l'étude de Sofretu de 1986 n'est pas été révisé malgré certaines prédictions non réalisées. En particulier, il était prévu à l'horizon 98, un accroissement de la population plus important qu'actuel et un passage de 35 à 40 millions de voyages/an dans les transport en commun : Il sont de 37 millions en 98 (34.5 millions avec une grève de 10 jours). La vitesse commerciale des autobus devait se dégrader ce qui n'est pas le cas. Elle s'est maintenue à 14km/h.

Ceci étant, l'établissement du tracé va suivre les étapes développées dans les parties suivantes.

3 Les tracés

3.1 Le premier tracé : 1986

L'idée d'un tunnel s'est rapidement imposée aux yeux des décideurs, même si le premier tracé (fig.1) s'en affranchissait. l'option de la desserte du quartier de Bourg Levesque prolongé par un tunnel desservant le centre-ville est vite devenue une nécessité.



Le premier tracé pénétrant dans le centre ville Place des Lices ne serait pas passé Place Ste Anne ce qui

était dommage, d'autant qu'en un siècle de transport en commun à Rennes, la desserte de la Place Ste Anne à toujours été négligée. Réduire la desserte du centre-ville à la Place des Lices serait aussi revenue à reconnaître qu'un tracé tangentiel le long des berges du canal d'Ille et Rance desservant le bas des Lices était aussi à même de remplir cette fonction. Il restait le cas de la Place de la Mairie dont la desserte s'imposait alors comme "évidente" puisque, c'est historiquement la station centrale des bus urbains à Rennes. La ligne joignant la station Mairie et la station République parle en faveur du tunnel.

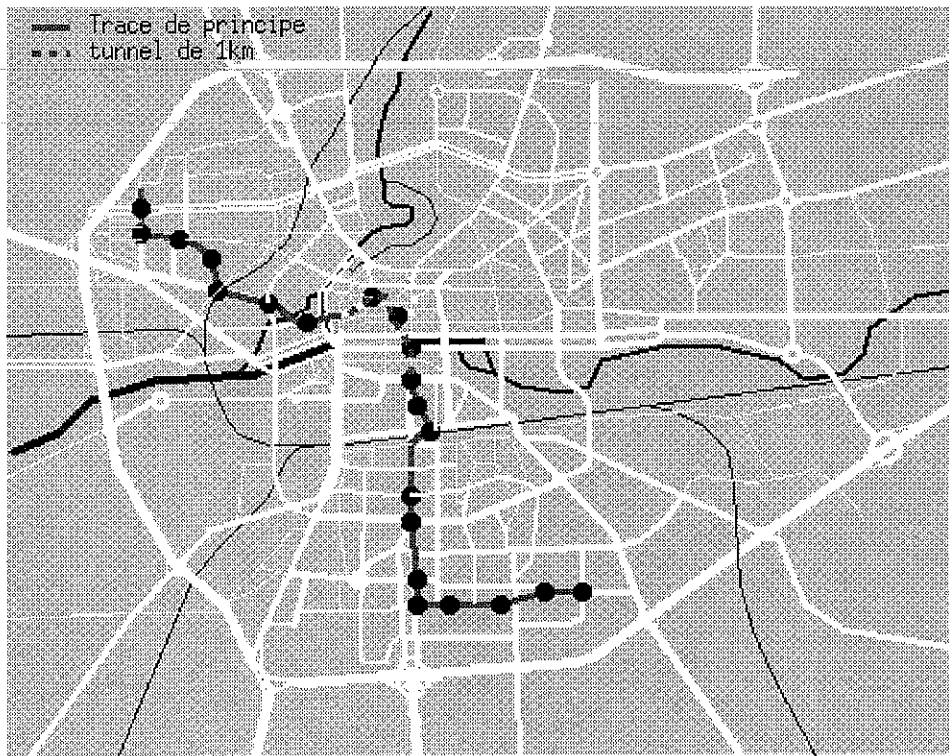
- Plus prospectivement, on aurait pu aussi justifier la non utilisation des quais pour cet axe par réservation de ces derniers pour le futur axe Est-Ouest, qui est un des 3 axes dégagé par une étude de la Sitcar de 1987. Mais on aurait a contrario pu dire, que ce qui était fait pour l'axe NO-SE était une avancée vers la mise en TCSP pour l'axe Est-Ouest. Par ailleurs, les quais de la Vilaine comportent deux berges permettant la cohabitation de deux axes TCSP séparé, si réellement le trafic le justifiait ce qui n'est pas cas.

En 1980-90, la non utilisation des quais est surtout justifiée par la réservation de cet axe au transit automobile. Le tracé rencontrait le problème de la traversée de la Vilaine au niveau du Pont de la Mission. Ce carrefour routier, au coeur duquel est le pont de la Mission, est considéré, par les rennais, comme un imbroglio inextricable dans lequel inclure un TCSP en supplément eut relevé de la pure folie. L'évolution des moeurs aidant, il s'avère que finalement, l'écoulement des différents trafic dans ce carrefour est quand même revu au profit des transports en commun dans le cadre de la transformation des quais de la Vilaine en axe réservé au autobus.

Le premier tracé proposé par la Sofretu se basant surement sur une étude prenant seulement en compte les comptages au point d'arrêt des lignes existantes, ignorait quelques spécificités rennaises. De ce fait le CHR Pontchaillou et les gares n'étaient pas desservis.

3.2 Le second tracé : 1988

Judicieusement et sur l'idée de desservir la Place Ste Anne, un second tracé fut muri par la Sitcar en 1988 (fig.2). Il comporte alors un tunnel de 1km. Ce tracé, en plaçant le dépôt au nord, derriere la ferme de la Harpe débouchait naturellement sur l'une des dernières zones à urbaniser du Rennes intra-rocade. L'inconvénient était encore la desserte de la gare qui n'était pas jugée réellement satisfaisante, la ligne passant à l'ouest de cette dernière (environ 400m).



Jusque là, il ne s'agit que de TCSP sans préjuger de la technique. Si les premières études sont implicitement basées sur un tramway, à partir de 1987, Matra noue des contacts avec la ville de Rennes et établit une publicité comparative entre le VAL et le tramway. Comme la publicité comparative est interdite, elle sera rebaptisée "*dossier de prise en considération du projet VAL*" que Matra, en commerçant avisé, vendra à la Sitcar 350000 frs 1987.

3.3 1989: le trace en "tau"

1989, année d'élection municipale, marque la "phase 2" du projet qui doit maintenant être mené tambour battant afin de clore le dossier de manière irréversible avant 1995. En juin 1989, une seconde étude est commandée à Sofretu qui est livrée en août 1989. Le centre ville Nord qui était à l'origine des études de tracé (1986) irrigué selon un axe Est-Ouest le devient en 1988 selon un axe Nord-Sud: Axe qui est calqué en surface en centre ville par les lignes d'autobus desservant le Nord-Est de la ville. Le trace en "tau" de 1989 (fig3) devient une évolution naturelle du tracé de 1988 où la desserte du centre-ville est très affirmée Nord-Sud avec une station "Pont St Martin". La desserte de Bourg-Levesque et de ses 5000 habitants est alors oubliée au profit du Nord-Est de la ville permettant de capter un trafic supplémentaire de 15000 voyages/jr sur la ligne. Il faut aussi dire que les premières études (Matra) avaient crédité la ligne d'une fréquentation de 86000 passagers/jour. Le chiffre a été prudemment révisé à la baisse à 73000 passagers/jour (Sofretu). Le choix d'un système est bien sûr largement commandé par ces estimations de trafic. Le tracé en "tau" permettait de prévoir un trafic de 82000 passagers/jour sur la première ligne avec le VAL (Sofretu/Sitcar).

la station "Mairie" disparaît logiquement puisque les correspondances avec la plupart des lignes desservant le Nord-est de Rennes peuvent se faire le long du barreau Est du tracé. Par ailleurs, avec le VAL, les tracés de 1988-1989 comportent trop de stations qui compromettent sa vitesse commerciale et pèsent sur le devis du projet. Notons que l'argument est vrai pour le tramway, mais à part en tunnel, le coût d'une station de tramway est très modique en comparaison de celle d'une de VAL.

Les prévisions de trafic créditent le Nord de la ligne (excluant le barreau est) d'une fréquentation inférieure de

30% au sud donnaient en terme de trafic une viabilité au tracé avec deux lignes en tronc commun sur la partie Sud.

Le tableau (Tab 3.1) donne les gains de temps pour l'utilisateur suivant les différentes vitesses commerciales pratiquées. La prise en compte des temps d'attente en station est toujours favorable au tracé en tau par rapport à la situation VAL en 2001 y compris pour une vitesse commerciale très basse de 21km/h si la fréquence n'est pas inférieure à 6 mn (comparaison avec 2mn30 pour le VAL en 2001). C'est une fréquence analogue ou inférieure qui aurait vraisemblablement été mise en pratique afin de garantir alors une fréquence de 3mn sur le tronçon central à l'image de Rouen. Ce type de fréquence est tout à fait praticable par un tramway puisque le tronçon central complètement isolé de la circulation permet des fréquences analogues à celle d'un métro ordinaire.

Le tableau (Tab 3.2) donne alors les gains en heures de bus par semaine pour l'exploitant par rabattement des lignes sub-urbaines 50 et 51 sur le barreau Est du tau. On constate que ces gains sont loin d'être négligeable puisqu'ils permettaient d'économiser près de 70h de bus/semaine. La situation avec le VAL en 2001, si elle permet un raccordement des lignes 50 et 51 au réseau à Ste Anne ne se traduit pas en économie d'exploitation.

Ces économies peuvent alors être traduites en pure économie d'exploitation ou, à coût d'exploitation égal pour l'exploitant par rapport à la situation antérieure, par redéploiement de ces 70h sur d'autres relations ou par augmentation de l'offre existante, ce qui donnerait par exemple :

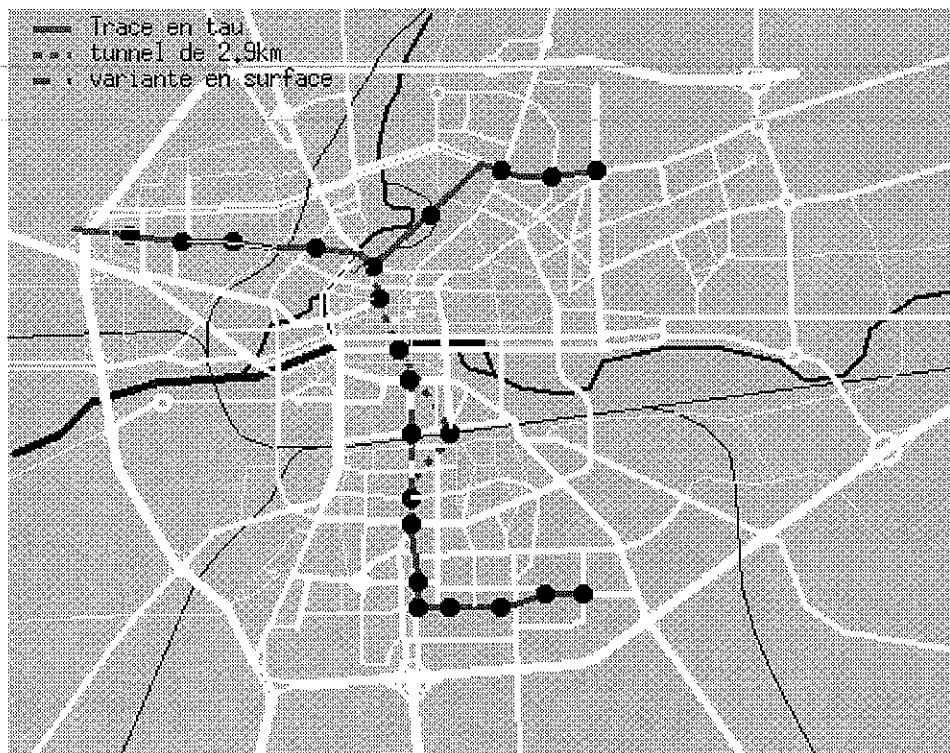
- 11 relations AR supplémentaires Betton Rennes 6 jours par semaine, soit une augmentation de 30% de l'offre en semaine et de 50% le samedi.
- 8 relations AR Thorigne-Fouillard Rennes 6 jours par semaine, soit une augmentation de 30% de l'offre en semaine et de 70% le samedi.

Tab 3.1 : Trajet des points d'arrêts à République (heure de pointe)

Ligne	3	4	7	50	51	70 et 71
Points d'arrêt	Joliot-Curie	Europe	Brno	Turmel	Brno	Joliot-Curie
Temps actuel	13mn	15mn	15mn	9mn(Hoche)	8mn(Hoche)	13mn(avec 3)
situation 2001	13mn	15mn	15mn	11mn	10mn	13mn (avec 3)
tau a 21km/h	9mn	8mn	7mn	9mn	7mn	9mn
tau a 25km/h	8mn	7mn	6mn	8mn	6mn	8mn
tau a 30km/h	7mn	6mn	5mn	7mn	5mn	7mn

Tab 3.2: Heures de bus suburbain économisées par semaine

Ligne	50	51
VAL en 2001	0h	0h
tracé en tau	32.5h	34.5h

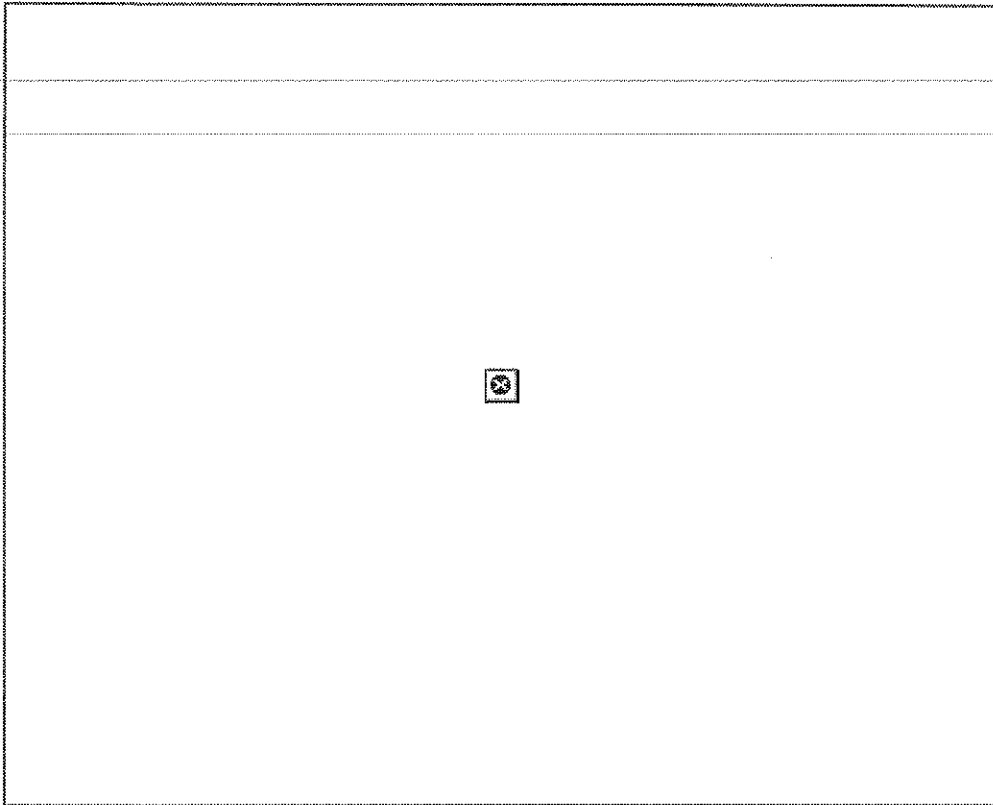


Il pourra paraître étrange que l'option tramway excluait la desserte directe des gares assurée alors seulement par l'option VAL. Ceci faussa les comparaisons d'un point de vue "*qualité géographique*" de la desserte de la gare.

Il semble que le tracé en "tau" ne fut pas étudié très sérieusement et fut surtout "clientéliste" vis à vis des nombreux habitants des quartiers Nord-Est (Phl94). La mise en place d'un programme immobilier dès 1992-93 sur les prairies St Martin compromettra définitivement cette solution. Le barreau Est ne fut pas étudié de très près: Il eut été très défavorable au VAL. Il s'agit d'une ligne de 3km dont 2km en zones non urbanisée pour ne pas dire champêtre, et 1km en terre plein central de l'avenue de Rochester. Les coûts d'infrastructure avec un tramway seraient probablement restés très inférieur à 300MF pour ce barreau (estimé à 290MF avec 7 stations contre 506MF pour le VAL avec 5 stations).

3.4 Le tracé actuel

Le tracé actuel reprend l'axe NO-SE de la ligne en tau de la ligne qui s'affranchit alors d'une remontée vers le canal St Martin devenue inutile.



La desserte du Nord-Est de la ville réapparaîtra au travers d'une seconde ligne à part entière plus spécifiquement au moment des élections municipales de 1995. On pourrait penser que cette seconde ligne se raccorderait alors à République, renforçant cette dernière station comme noeud central du réseau, ou à défaut, à la station Gares qui était sûrement une option réclamée par l'association "*Val-train-bus*". Il n'en est rien. Semble-t-il, pour des raisons de génie civil, un raccordement à la station Gare ou République ne pourrait se faire que 30 mètres sous terre ce qui commence à faire beaucoup.

Cette seconde ligne est alors projetée d'être raccordée entre les deux à la station "Charles de Gaulle" qui semble être le moindre mal.

On pourra juger cet état de fait étrange tellement était fort le consensus pour une desserte par la première ligne et du centre-ville, et de la station République, comme noeud d'échange, et de la gare ferroviaire: trois pôles d'échange fédérateurs qui ont largement justifié le choix VAL pour la première ligne (du fait de la nécessité de les relier par tunnel) et qui serait ostensiblement ignoré par la seconde ligne.

3.5 La Vox populis

A notre connaissance, au contraire de villes comme Grenoble ou Bordeaux, il ne s'est pas formé d'association forte au niveau des citoyens utilisateurs des transports en commun à moins que l'action de ces dernières fut mal relayée par la presse. L'opposition municipale s'est montrée relativement hostile au TCSP dans un premier temps et au tramway dans un second. Finalement seuls les verts ont fait quelques propositions concrètes qui, reprenant le tracé de principe de 1986 corrigé de ses défauts (desserte du CHR et des gares), proposaient un passage en surface du tramway dans le centre ville via les berges d'Ille et Rance et les quais de la Vilaine. Globalement seul le parcours en centre-ville change par rapport au tracé adopté pour le VAL en 2001.

On peut noter qu'il ne dessert certes pas l'hyper-centre historique mais le tangente de très près (500m de la place Ste Anne) et proposait de desservir notamment les Lices, la Place de Bretagne et République.

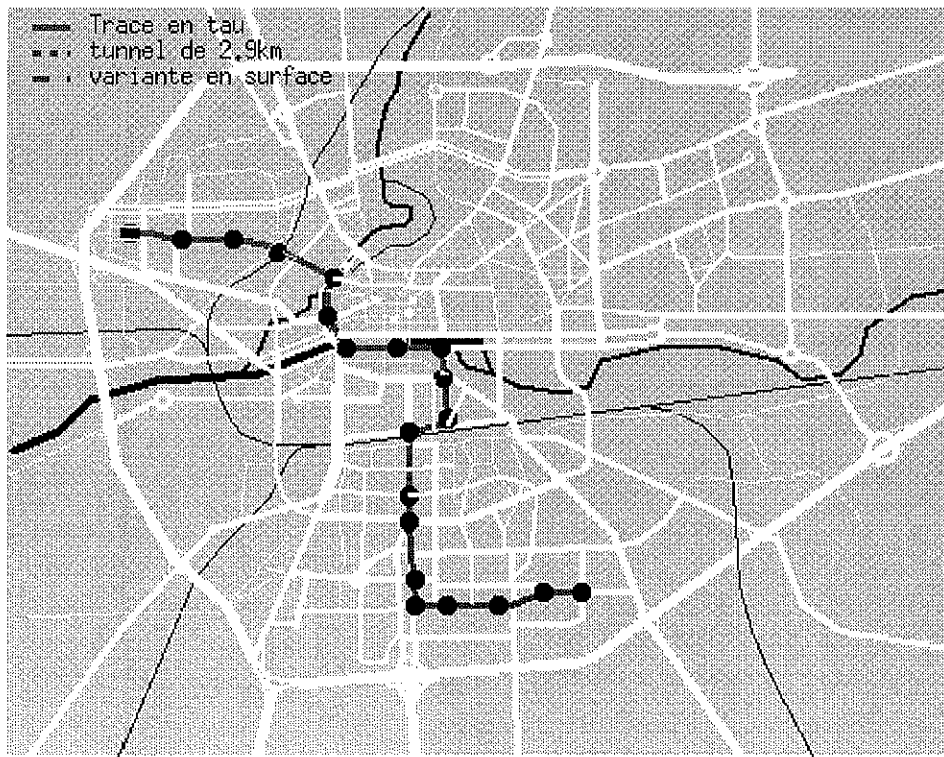
On pourrait objecter qu'un tel tracé ne passant pas Place Ste Anne laissait les lignes sub-urbaines 50 et 51 mourrir Place Hoche. Les défenseurs d'un tel tracé auraient remarqués que rerouter ces lignes via la rue Legraverend vers une station du même nom (proche de la station A. France) n'est pas de nature à engendrer un trajet plus long que le reroutage de ces lignes vers la Place St Anne.

Par ailleurs cela n'était qu'une solution provisoire. Le tracé sur les berges d'Ille et Rance prolongé vers les prairies St Martin pouvait irriguer les quartiers Nord Est et permettre alors un rabattement des lignes sub-urbaines du Nord Est beaucoup plus efficace, et pour l'utilisateur et pour l'exploitant (cf 3.4). Un prolongement qui eut pu intervenir assez rapidement vu son faible coût.

Sans doute le faible coût du première ligne aurait aussi permit d'envisager tout aussi rapidement un axe Est-Ouest sur les quais utilisant alors une partie du trace de NO-SE proposé par les verts.

La branche NE du tracé du fait d'une saturation de la ligne eut alors été complétée par une ligne à part entière pour desservir le NE de la ville. Elle aurait pu alors être envisagée dans sa partie centre-ville partant de République, et rejoignant les prairies St Martin ou rue d'Antrain en desservant la Place Hoche. Le centre ville aurait alors été desservi et par cette ligne NE, probablement alors en tunnel et par la ligne NO.

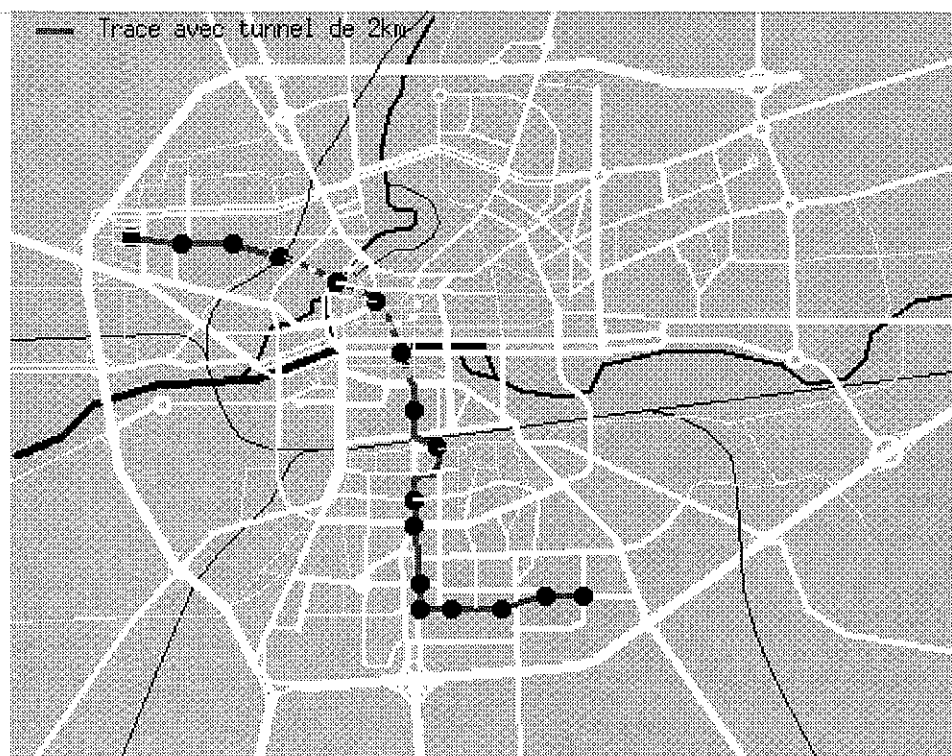
3.6 : tracé proposé par les verts



Un défaut du tracé vert est qu'il doit faire un choix entre la desserte de la Gare et celle du Colombier. Ce défaut existait; pour un tramway desservant la gare par le sud, la construction des parkings coté sud a su profiter de ce dénivelé pour offrir une desserte automobile au niveau de la salle d'échange de la gare. La ligne arrivant alors par la rue d'Isly contourne la Prison pour desservir la gare ferroviaire comme l'illustre le trace de la figure 4 reprenant a son compte une traversée du centre ville Nord en souterrain avec un débouche en trémie à Charles De Gaulle.

Un autre défaut pour les édiles d'alors est l'emprunt des quais. Il apparaît alors inenvisageable de restreindre la circulation automobile sur ces derniers. Défaut plus rédhibitoire, il emprunte aussi les berges d'Ille et Rance maillon d'un futur axe automobile Nord Sud provenant de la rue de Nantes, prolongé par le boulevard de la

Tour d'Auvergne au Sud et se prolongeant par une futur pénétrante autoroutière an Nord qui est toujours inscrite au schéma d'urbanisme.



Les stations et l'itinéraire en plus de detail.

Afin de respecter l'enveloppe des coûts et une vitesse commerciale franchissant le seuil psychologique des 30km/h, le nombre de station par rapport au projet original a, dans le cas du VAL, été réduit à 15 pour finalement donner une classique inter-stations de 611m.

station Pontchaillou CHR : En cet endroit, la ligne fait un détour pour s'approcher au plus près du lycée Coëtlogon. Il faut penser que les malades peuvent marcher plus facilement que les lycéens. Il faut aussi constater que sans ce détour, la ligne passait pratiquement au droit de la Halte SNCF Pontchaillou. Malgré sûrement une forte action de l'association "Val-train-bus", elle en sera éloignée de plus de 500m négligeant totalement la complémentarité des modes de transport. Il faut aussi noter que la Halte ferroviaire n'est pas plus éloignée de l'hôpital que la futur station de métro. En fait la station Anatole France sera un peu plus proche de la halte ferroviaire. La ligne ne fait pas d'effort pour s'approcher du Triangle et par la même occasion du collège de la Binquenaie. La ligne passe à proximité du CHR-Sud sans le desservir réellement puisque la station Blosne en est éloignée de 500m. Le parti pris dans cette portion du tracé a été de privilégier la desserte des centres commerciaux de proximité Suède et Italie par les stations Henri Fréville et Italie.

Cet axe, bien que passant à proximité de 2 CHR, n'en dessert directement finalement aucun. Contrairement au nom des stations, Pontchaillou et Poterie qui sont trompeuses, le TCSP n'est pas connecté au réseau SNCF de "banlieue" ayant des haltes du même nom.

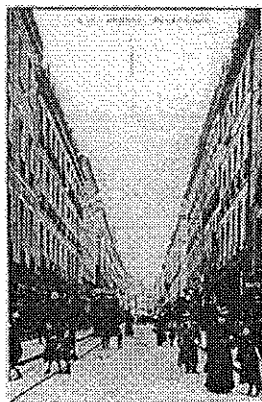
1. Globalement, la fréquentation journalière moyenne est obtenue à partir de la fréquentation annuelle en la divisant par 245.
2. (Sem95,p128) estime l'économie kilométrique à 1180000km/an et le coût d'un km.bus à 0.67f. On peut

s'étonner du faible coût du km.bus plus souvent estimé au environ de 20frcs ce qui fait une économie plus vraisemblable de 2.4MF finalement toujours très faible si on la compare au coût d'exploitation du VAL estimé à 55.6MF (Sem95,p128). D'après l'estimation de 0.67f, les automobilistes auraient intérêt à acheter des bus pour se déplacer !

3. Le comité des sages note : "[Le tracé] *est-il capable d'assurer la meilleure desserte possible de la population alors que de nombreuses zones d'activités restent à l'écart*" (op. cit. Lvdr2423).



LE CHOIX DE LA TECHNOLOGIE



Le tramway à Rennes en 1900 Dans la rue Lebastard. Certains édiles ont voté contre le tramway. Le tramway pour qui c'était ce tramway avec sa "forêt de fil" dans la rue Lebastard dans laquelle, pourtant, il n'a jamais été prévu qu'il repasse. D'ailleurs le maire Lebastard était aussi contre le tramway à Rennes

1.L'arrivée du VAL a Rennes

Les premiers contact avec Matra remonteraient à 1987 (Phl94). Nous avons tenté de décorrélérer la réflexion sur le tracé de la technique choisie mais cette dernière permet plus ou moins de libertés sur le tracé. Très tôt, celui-ci prend une tournure souterraine avec notamment l'impétueux besoin de desservir le cœur de l'hyper-centre historique.

2.Que se passe t'il dans les autres villes ?

La table 2.1 nous montrait la non-évidence de la solution d'un TCSP intégral pour une agglomération de la taille de Rennes. Elle semble nous montrer que le VAL serait une solution disproportionnée pour une agglomération comme Rennes.

Cependant, il n'y pas de raison à agir par mimétisme et toute proposition mérite d'être étudiée. Matra en association avec Sofretu a établi une publicité comparative entre le VAL et le tramway que Rennes financa pour 350MF. Il en ressort que le VAL serait mieux adapté à Rennes !

On pourrait noter que la publicité eut été moins partielle en la confiant à Alsthom qui avait et des intérêts dans le tramway et dans le VAL. En tirant des conclusions de la table 4.1, on constate que Le prix de revient d'un km commercial de VAL est de 70 a 100% plus élevé que celui d'un kilomètre de tramway, y compris avec passage souterrain comme à Rouen ou Strasbourg.

A Rennes le VAL a été estimé à 2.94 milliards (francs 95), pour le TCSP le plus court de France (hors desserte aéroport), soit 8.5 millions de francs par habitants de l'agglomération.

Rapporté au nombre d'habitants de l'agglomération:

- Le VAL à Rennes coute 35% plus cher qu'à Toulouse (pour une fréquence 67% moindre en heure de pointe).
- Le VAL à Rennes coute 90% plus cher que le Tramway à Strasbourg.

Il apparait que le métro rennais est non seulement celui de la plus petite ville du monde mais aussi le plus cher du monde par habitant. Rennes n'est décidément pas avare de record !

Tab. 4.1 : Les TCSP en France

Ville	TCSP	Année Mise en Service	Longueur	Nbre de Rame	Capacité rame	Capacité Ligne (pphpd)	Coût Total (BF)	Coût/habitant (KF)
Lille	VAL	1983 -85	13km (9)	44	154(208)	9300	2.3	4.2
Toulouse	VAL	93	10km	29	154(208)	6200	3.7	5.3
Rennes	VAL	2001	8.5km	16	154(208)	3700	2.94	8.5
Nantes	Tramway	1985	10.5km	20	168(#)	2600	0.63	1.4
Montpellier	Tramway	2000	15km	28	220	3300	2.18	6.22
Orléans	Tramway	2000	18km	20	?	?	1.86+0.24	8.4
Grenoble	Tramway	1987	12.7km	39	172(198)	2600	1.2	3.2
Strasbourg	Tramway	1994	10km	26	210(290)	3200	1.94	4.5
Bordeaux	Tramway	2001	21.3km	?	?	?	5.8	?
Rouen	Tramway	1994	11km	28	172(198)	2600	1.7	4.25

#, les rames à deux éléments ont depuis été transformées en rame à trois éléments d'une capacité de 236 places (74 assises + 162 debout).

A part <<les méthodes commerciales de Matra Transport issuent des habitudes des marchés militaires>> (Phl94, Big93), on peut se demander si d'autres critères ont pu profondément motiver le choix des élus en faveur du VAL.

3. Un bref historique

3.1 Petite Histoire du VAL

Etrangement l'histoire est plus ancienne que celle des tramways nouveaux. elle débute tôt dans les années 70. La mode est encore au tout automobile, mais on commence à prendre conscience que les transports en commun vont devenir une nécessité. Evidemment, les modes de transports en commun basés sur des concepts datant du siècle dernier ou d'avant guerre ont vécu et sont tout juste encore bon pour les pays de l'Est ou le tiers monde (Ber93). C'est l'âge d'or des monorails et autres curiosités technologiques. Comme projet en France, on peut citer le monorail de Bertin qui aurait du relier Cergy-Pontoise à la Défense. Il a été abandonné au profit d'un banal RER.

Pour la petite ceinture de Paris, on comptait sur Aramis, autre projet de transport automatique étudié par Matra (Lat96). A la différence du VAL, il était constitué de train de véhicule relié virtuellement entre eux. Ce système devait permettre de gérer efficacement un réseau avec un certain nombre de ramification ou une ligne avec des véhicules s'arrêtant à la demande. Ce concept permettant un maillage efficace du réseau par ramification et desserte semi-express permettait aussi de garantir des vitesses commerciales et fréquence élevées. Ce concept sans doute trop en avance sur son temps ne survivra pas.

Le VAL s'inscrit dans une démarche nettement plus pragmatique: le constat est qu'une entreprise comme la RATP, fortement déficitaire, à une masse salariale qui participe pour 70% des coûts d'exploitation. D'autre part, la part du génie civil intervient pour 70% des coût de construction d'une ligne de métro. Le concept apparait en 1968, son cahier des charges est simple et destiné à offrir une alternative viable à l'automobile: une vitesse commerciale et une fréquence suffisamment élevée, y compris en heure creuse afin d'être attractif. Le concept doit être viable pour des trafics moyens de l'ordre de 6000pphd et doit pouvoir s'insérer facilement dans un environnement difficile (fort dénivelé, courbe serrée...) (Ber93). Sur des relations à fréquentation moyenne, la fréquence élevée introduit des coûts de fonctionnement prohibitifs, du en particulier à la masse salariale. Techniquement, l'appel à la conduite manuel rend relativement anti-thétique des fréquences et des vitesses élevées. L'appel à la conduite automatique devait résoudre ces problèmes. Par ailleurs afin de diminuer les coûts d'investissement, les stations et donc les rames

devaient être courtes et les véhicules devaient pouvoir se satisfaire d'un tracé sinueux afin de faciliter l'insertion en ville à moindre coûts. Un concours fut lancé et Matra retenu en 71. Il fallait ensuite trouver un site et d'expérimentation et de mise en oeuvre et valorisation commerciale. A ville nouvelle, transport nouveau. en 1972 le principe d'une liaison Villeneuve d'Asq-Lille est adopté. D'où un nom pour ce transport nouveau : le VAL. Un dossier est bati en 1974 prévoyant 4 lignes pour Lille. Originellement, la première ligne était estimée à 230MF, mais elle monte rapidement à 875MF en 1974. En fait en 1982, elle sera estimée à 2.3BF (Lvdr1845). Dès la viabilité du concept acquise en 1979, des villes française seront démarchées tôt dans les années 80.

Jacques Medecin, alors maire de Nice, affichera plutôt un intérêt attentiste pour *Aramis*. Les maires Jacques Chaban Delmas et Pierre Baudis, ayant supprimé le tramway dans leur ville respective, marqueront rapidement leur intérêt pour le VAL. En 1986, Le VAL arrivera à Strasbourg qui réfléchissait à un tramway depuis 1972. Il quittera cette ville avec l'élection de Catherine Trautmann en 1989 qui remettra le tramway sur les rails. Finalement en dehors de Lille, seul Toulouse puis Rennes iront au terme de l'aventure.

le VAL sera aussi construit pour desservir l'aéroport d'Orly en 1991 : première expérience d'entreprise privé en France. Ce sera le premier métro sans conducteur et sans passager : un echec commercial pour probablement 2 raisons :

- Les prix dissuasifs, en particulier par rapport à l'offre RATP et Air-France
- La complète sous estimation des effets dévastateurs de la rupture de charge à Antony qu'entraîne l'emprunt du VAL pour se rendre de Paris à Orly, ce d'autant plus que sur exactement le même trajet existe un bus de la RATP (denfert-Rochereau Aeroport d'Orly) et un autocar Air-France.

Pour la nécessaire vitrine que constitue la vente d'un VAL aux Etat-Unis, ce marché convoité sera démarché très tôt et notamment les autorités de transports de Miami, Los Angeles et Orlando qui ne donneront pas suite.

Le VAL sera finalement installé sur l'aéroport de Chicago, marché sur lequel Matra aurait perdu plus de 60 millions de dollars US (Le monde, 15 juin 1993,p31). Sinon deux villes étrangères se sont munies du VAL

- **Jacksonville** (Floride, US), 1 millions d'habitants. Matra seul à avoir répondu à l'appel d'offre se verra néanmoins contraint de réduire de 15% son prix. Une ligne de VAL est inaugurée en juin 1989 et demantelée(2,3) en décembre 96 !
- **Taipei** (Taiwan) , 3 millions d'habitants. Une seule ligne de VAL non encore inaugurée en 1996. Elle est utilisée en complément d'un réseau de métro lourd devant comprendre à terme 4 lignes. C'est ce reseau lourd qui est developpé. La ligne du VAL à Taipei correspondrait à la ligne 3 du métro de Paris. Comme pour Chicago, le marché se serait soldé par une perte de 60 millions de dollars US pour Matra (Le monde, 15 juin 1993,p31)

En Europe, un certain nombre de métropoles seront démarchées avec parfois des succès qui ne seront pas confirmés comme Barcelone.

3.2 Petite histoire du renouveau du tramway en France

Le renouveau du tramway en France intervient avec le concours lancé par le secretaire d'Etat Cavaillé en 75. Il s'agit alors d'un concours pour établir le futur tramway standard francais devant équiper les villes moyennes, le métro devenant réservé à des métropoles comme Lyon et Marseille qui l'inaugureront en 78. L'industrie française ne se mobilisera guère sur ce concours reprenant des principes "*vieillots*" (Ber93, p126). On pourra s'étonner du dirigisme d'état, encore vivace, qui prétend alors imposer un standard censé conquérir des marchés internationaux où bien souvent ce sont les villes qui imposent aux constructeurs leur cahier des charges. Il en ira d'ailleurs de même avec les VAL construits à l'étranger qui sont différents des français. Par ailleurs, les chances d'exportation pour ce mode de transport sont alors considérées comme nulles jusque dans les années 90 (Ber93)(4) . Ce sera Alstom qui sera retenu et il sera demandé à 8 villes d'étudier l'implantation du tramway. On ne peut pas dire que le projet soit accueilli chaleureusement!

Nantes, sans doute vexée de ne pas être parmi les élus du ministère, se portera spontanément candidate. La menée du projet à son terme ne se fera pas sans heurts. Il faut non seulement vaincre le scepticisme de la population mais aussi les retournements politique qui sont bien souvent fatals.

Grenoble, dans l'euphorie des années 70, avait réfléchi à un système de Pomagalski qui sera abandonné en 79 au profit du tramway. Le tramway de Grenoble apportera comme innovation majeure le plancher bas à 350mm du plan de roulement, rendant ce mode de transport accessible aux personnes à mobilité réduite (ce qui n'était alors pas le cas à Nantes).

Rouen inaugurera son tramway en 1994. En cette dernière ville, le tramway fut curieusement rebaptisé "*métrobus*" que la population appelle simplement "*méto*". On pourrait reprocher "*pourquoi ne pas appeler un chat un chat ?*". En fait il n'y a guère qu'en France, que la terminologie "tramway" fut conservée. En Amérique du Nord, bien connu pour son passéisme, le retour du tramway s'est fait plus rapidement qu'en France et plus massivement comme l'illustre le tableau 4.2.

Tab 4.2 : Métro léger type tramway en Amérique du Nord

Ville	Année	flotte
Edmonton(Ab)	1981	20
Calgary(Ab)	1981	25
San Diego (CA)	1981	24
Buffalo	1985	26
Portland(Or)	1986	26
Sacramento	1988	26
San Jose	1988	30

Les tramways du début du siècle appelés alors "*streetcar*" s'appellent aujourd'hui "LRT" ("*Light Rail transit*") comme le tramway de Manchester. En Allemagne, on parle alors de "*Stadtbahn*" pour désigner le tramway moderne. Le terme souvent usité en français est alors "*métro léger*".

Ce changement de terminologie est justifié. Par rapport au tramway tel que connu avant guerre, le retour du tramway ne se fait pas par intrusion dans la circulation mais en site propre sur une voie réservée. En cela il a plus de point commun avec le métro que les tramways historiques. Les tramways historiques étaient souvent des voitures uniques, rarement des trains de voitures comme, entre autre, les métros. La différence avec un métro finalement se réduit au fait que le tramway moderne traverse de temps en temps la voirie urbaine comme les voies de chemin de fer.

Mais ce n'est pas là la raison principale du changement de terminologie. L'argument principal est évidemment commercial. Comme en France, en Amérique du Nord, on se rappelait des tramways historiques, celui de San Francisco étant l'exemple type. Et bien sûr, comme en France, les populations accueillaient fraîchement l'idée d'un tramway, par contre un "métro léger" ou "LRT" était décidément plus synonyme de modernisme. Cela évitera aussi bien des confusions dans la population revoyant alors les rues encombrées de ces lourds et lents véhicules qui embarquaient souvent les usagers en stoppant en plein milieu des avenues. Le terme "métro léger" est parfois remplacé par celui de "*pré-métro*" laissant signifier qu'à terme les intersections avec la voirie urbaines seront supprimées.

Contrairement, à ce qui est trop souvent pensé en France (up92,p), il n'est pas paradoxale de mettre en tunnel un tramway, alias "métro léger". C'est le cas de la logique évolution du tramway à Bruxelles ou à Stuttgart.

Sans doute, le terme tramway aura laissé dans l'expectative plus d'un décideur. En 1994, l'inauguration du tramway strasbourgeois devenant "*La*" vitrine du tramway français, précipitera les choses et la France rattrapera son retard. Le contrat strasbourgeois allant à l'anglais ABB sera aussi un signal pour Alstom qui de l'avis même des promoteurs du VAL(Ber93), avait jusqu'à la négligé le marché des tramways estimé quand même à 300 rames par an (transport public international, 2/92, p51-59)! Ces effets puis un changement de municipalité à Bordeaux comme l'action soutenue d'une association aura raison d'un des deux derniers projets VAL qui couvrait encore en ce pays. A Rennes, capitale de la Bretagne, on se devait d'être tétu !

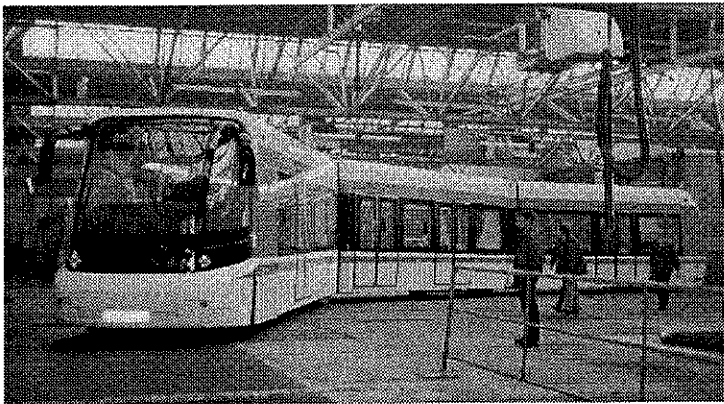
4. L'argumentaire technique

A Rennes, le tramway fut associé à un mode de transport aérien (up92). Bien sur, il s'agit avant tout d'un mode de transport de surface comme les bus. Les mots ont leur importance et servent à user de la naïveté populaire. En toute logique, le terme *aérien* aurait du être réservé au parcours en viaduc, comme le bon sens entend.

On a souvent associé le VAL au souterrain. Les tracés de principe retenus lors des comparaisons n'étaient pas les mêmes pour le tramway et le VAL. Le parcours souterrain du VAL étant plus long. Cela avait certes le mérite de faire baisser le coût du tramway. Techniquement deux arguments forts furent retenus : la vitesse commerciale et les fréquences de desserte.

Il existe d'autres solutions évoquées précédemment comme les axes lourds d'autobus ou les bus guidés type TVR (tramway sur voie réservée). Cette dernière solution n'apparaîtra en France que dans les années 90. Elle sera brièvement évoquée comme alternative au VAL par la commission d'enquête d'utilité publique. On commence par quelques données sur le TVR qui avait tout lieu d'être pris en considération lors des études de 1995.

4.1 Le TVR



Le TVR de Bombardier à Thais(94).

Le TVR est souvent présenté comme un tramway sur pneu guidé par un rail central. Il est capable de s'affranchir de ce guide et d'évoluer avec la même autonomie qu'un autobus. Ce type de concept est loin d'être nouveau: il est même plus ancien que celui de tramway. Dans les années 1800, il existait un certain nombre de réseaux en voie guidée et non guidée en Europe qui sont alors appelés "tramroad" (Tre25).

Ce mode de transport choisi par Nancy et Caen est

aussi étudié pour une liaison en région parisienne.

Les avantages souvent cités sont :

- Un coût d'investissement qui serait de 15% moindre que celui d'un tramway classique
- La non-nécessité d'établir une voie réservée (rail) sur la totalité de la ligne: cela permet en particulier d'étaler les investissements d'infrastructure dans le temps.
- Le guidage permet de réduire l'emprise nécessaire (typiquement de 7m à moins de 6m) ce qui est appréciable en milieu urbain dense, tunnel ou viaduc
- L'affranchissement du guidage donne une grande latitude sur l'emplacement des installations techniques non nécessairement raccordées à la ligne.
- L'autonomie en mode non guidé permet de modifier la route à loisir.

Globalement, le TVR a les avantages du tramway conjugués à la souplesse d'exploitation du bus.

Les inconvénients sont le côté pile des avantages :

- Les différences d'investissement entre un tramway classique et un TVR sont surtout dues aux travaux préliminaires à ceux d'un tramway : détournement des réseaux souterrains existants, la voie du tramway nécessitant des fondations de l'ordre de 50cm. Ce type de travaux devient moins lourd en périphérie : l'extension d'une ligne de tramway fait baisser le coût kilométrique de la ligne.
- Si on veut profiter de la souplesse d'exploitation, en particulier en s'affranchissant de voirie réservée, on est contraint de limiter les dimensions des rames à des valeurs acceptables. Cela limite le débit de la ligne, souvent à celle d'une ligne de bus exploitée par bus à double articulations, sans pour autant limiter le coût d'exploitation: les économies d'investissement peuvent alors ne pas compenser une moins grande rentabilité financière.
- La latitude du déplacement entraîne soit
 - une double motorisation (électrique/thermique) : cela alourdit légèrement le véhicule (et donc l'armement)

de la voie) et augmente son coût d'exploitation. Cela ne le classe pas dans la catégorie des "transports propres" au même titre qu'un véritable tramway ou trolleybus.

- soit un équipement des lignes type trolley : le retour du courant ne pouvant se faire par la voie: cela nécessite une alimentation bifilaire aérienne : L'impact visuel est deux fois plus important que pour un tramway, d'autre part les raccordements et croisements de ligne de trolleys nécessite des dispositions techniques plus complexes (aiguilles avec vitesse limite de franchissement) que celle d'une caténaire simple, type tramway.

- Le rôle du TCSP, comme outil d'urbanisation, ne sera pas celui joué par un système plus lourd en infrastructure. Cela s'apparente plus à une ligne de bus qui peut être facilement déviée rendant plus risqué des investissements privés liés à la proximité du TCSP.
- Si le TVR est compatible avec un monde routier, il ne l'est plus avec celui ferré, notamment dans le cadre d'une extension du réseau type tram-train. Ceci étant, c'est toujours mieux que de n'être compatible avec rien.

Le TVR finalement n'a pas beaucoup de différence avec un trolleybus circulant sur voie réservée. Son intérêt essentiel par rapport au trolleybus tient dans son emprise sur la voirie et la possibilité d'avoir un accostage au station de même qualité que le tramway. Il a les inconvénients du trolleybus qui sont une capacité de ligne similaire. Cela ne le rend donc intéressant que dans des objectifs de capacité inférieur à 2000pphp.

4.2 La vitesse commerciale

Tab 4.3 : Vitesse commerciale, temps de parcours et flotte nécessaire.

véhicule	temps de parcours	fréquence	flotte en service
bus à 14km/h	34mn	4mn	18
tramway à 21km/h	24mn	4mn	12(+1)
tramway à 25km/h	20mn	4mn	10(+1)
tramway à 28km/h	18mn	4mn	9(+1)
VAL à 32km/h	16mn	2mn30	13

La vitesse commerciale du VAL est donnée à 32km/h et celle du tramway estimé seulement à 21km/h ce qui donne une différence de temps sur la totalité du parcours de 8mn. Les premières études parlaient d'une vitesse commerciale de 23km/h, mais le tramway a ralenti à l'approche du VAL.

Restons tout d'abord avec ces temps de parcours utilisés comme comparatif lors du choix et examinons sur un cas type les effets réels pour l'utilisateur :

- les minutes sont en partie gagnées par une densité moins grande de station pour le VAL: espacement moyen de 611m contre 450m pour le tramway, soit 160m de plus. Cela indique que pour rejoindre une station l'utilisateur devra en moyenne marcher 80m de plus dans la situation VAL. A raison d'une marche normale de 3 km/h : cela prend 1mn50. On supposera que la station destination est une station de correspondance. En d'autre cas, il faudra souvent multiplier par 2 ce temps supplémentaire de 1mn50.
- La différence de temps de parcours est sur la totalité du trajet. Les prévisions de trafic montre que la majorité des usagers emprunteront la ligne sur moins de 30% de son parcours. Le gain en temps de transport se réduit finalement à moins de 3mn. Ce gain, hors temps d'accès au station VAL, sera de l'ordre de 1mn10. le VAL a donc été choisi pour un gain d'environ 1mn sur le temps de trajet moyen par rapport au tramway. L'utilisateur aura le temps de perdre ces 1mn10 dans les escaliers le menant à plus de 15m sous terre en centre ville.

Ceci avait déjà été mis en avant par la commission d'enquête de 1993 ([up92](#)) et repris par ([Phl94](#)) qui notait aussi que la vitesse moyenne ne pouvait pas être un argument majeur.

Il faut surtout argumenter en terme de temps de transport. Le gain procuré par la vitesse sera surtout vrai pour des longs parcours. cet argument devient plus important dans la perspective de prolongation de ligne. Cependant il faut aussi noter que les performances en vitesse moyenne sont surtout relié à l'inter-station. Logiquement, avec l'extension

de lignes en zones moins densément peuplée, l'inter-station se rallonge et la vitesse moyenne constatée sur une ligne ne sera pas forcément celle sur ces prolongements. Normalement, plus le trajet est long, plus la vitesse moyenne devrait être élevée pour l'utilisateur.

On peut se demander pourquoi le choix est biaisé avec un tramway ayant une inter-station différente de celle du VAL. Cela a deux effets pervers :

- Elle augmente le nombre de stations du tramway, notamment en souterrain, et donc son prix, et cela fait drastiquement baisser sa vitesse commerciale.
- A fréquence de desserte identique, plus la vitesse est faible, plus la flotte de véhicules doit être importante comme l'illustre la table (4.3) ce qui aura non seulement pour effet d'augmenter le prix du tramway, mais aussi son coût d'exploitation.

On pourrait penser que l'augmentation de l'inter-station se traduit par une baisse de fréquentation: cela n'est pas le cas pour le VAL, pourquoi le serait-ce pour le tramway ?

En effet, la baisse d'attractivité due à l'augmentation de l'inter-station est compensée par l'augmentation de la vitesse commerciale. Pour le tramway un passage de l'inter-station de 450m à 610m se traduit par une augmentation de la vitesse commerciale de 21km/h à 25km/h.

Sur un tracé égal, à 25km/h, la différence de temps entre le VAL et le tramway n'est plus que de 4 mn et le coût d'investissement de la flotte du tramway a baissé de 20%, une économie de deux rames qui se traduit par environ 22MF plus les économies d'investissement en station dont une souterraine (Apd93, op. cit. Sem95).

Beaucoup de réseaux étrangers optent facilement pour des inter stations de l'ordre de 700m pour les tramways. 450m est plus proche de l'inter-stations constatée sur un réseau de bus.

Il est un fait que le tramway aurait eut un parcours de 45% en tunnel, soit en site propre réservé et protégé comme un métro. La vitesse limite habituelle, de 50km/h en milieu urbain de surface, n'a alors plus de raison d'être. Il n'y a pas de raison à ce que dans la partie souterraine, le VAL roule à 80km/h et pas le tramway. Il est possible de faire rouler un tramway à plus de 70km/h (Manchester). A cette vitesse de croisière dans le parcours souterrain, la vitesse commerciale du tramway sur la totalité du trajet serait alors de 28km/h, soit proche du VAL. la différence totale de temps de parcours n'est plus que de 2mn et le coût d'investissement a encore baissé.

Ces chiffres sont corroborés par la ligne de tramway U6 ("*stadtbahn*") du réseau de Stuttgart. Cette ligne est à 45% enterrée. Elle traverse 20 intersections protégées par des feux. Le tramway rennais aurait traversé vingt intersections dont une douzaine protégées par des feux. La vitesse moyenne de la ligne U6 de Stuttgart est de 29km/h, avec cependant une inter-station supérieure à 610m, mais un matériel roulant ayant des performances moindres en accélération et décélération que celle affichées par les constructeurs dans les années 95.

A ce stade, il s'agit d'établir quelques vérités sur les différents modes de roulement.

Le roulement fer versus pneu

Le VAL dont les principes de conception remontent aux années 70 a choisi le roulement sur pneu, mis en œuvre avec succès dans le métro parisien dans les années 50. Par rapport au roulement sur rail, ce type de roulement présentait les avantages suivants

- Une plus forte adhérence permettait de meilleures accélérations et décélérations que le roulement fer, augmentant par là la vitesse commerciale.
- Une diminution des vibrations transmises, ce qui se traduisait par une moindre usure du matériel, une augmentation du confort et de moindre nuisance pour les passagers.
- Une diminution du bruit qu'entraînaient les roues métalliques notamment dans les courbes.
- Cela permet de franchir d'important dénivelé, permettant de s'affranchir de ce problème lors de la construction de ligne.

Ceci était vrai et dès les années 30, des essais de roulements sur pneus furent menés sur les autorails qui seront alors surnommés "*Micheline*", la technique a rapidement été abandonnée, du en particulier à de fréquentes crevaisons, mais la dénomination est depuis lors restée longtemps dans l'usage populaire.

Depuis, le roulement fer a fait beaucoup de progrès, et à part quelques marchés d'exportation et expériences éparses, le roulement guidé sur pneu est surtout resté cantonné à la patrie de Michelin:

- Afin de ne pas transformer les transports en commun en manège de foire, Les accélérations et décélérations sont volontairement limitées à environ 1-1.5m/s². Ce sont des valeurs aujourd'hui couramment permises par le roulement fer/fer, surtout avec du matériel léger comme les tramways. De même les valeurs en freinage d'urgence sont similaires.
- Le "tacaboum" caractéristique des vieux chemin de fer a depuis longtemps disparu. Les rails qui se sont allongés avec le temps sont souvent posés sur coussin d'asphalte en milieu urbain afin d'amortir les vibrations. De même les progrès réalisés dans les suspensions permettent allègrement une bonne absorption des vibrations ménageant et le confort des usagers et la structure des véhicules.
- Le bruit généré par le frottement rail-roue est inférieur à celui du frottement ruban/pneu (il suffit de prendre la dernière ligne 14 du métro parisien pour s'en rendre compte).
- Les progrès en motorisation ont rendu nettement plus efficace les tramways en franchissement de dénivelés qui peuvent être de l'ordre de 7 à 8%, soit similaire à ceux du VAL. Cependant, il est sage de ne pas exploiter à outrance les dénivelés important souvent justifié par des économies d'investissement qui se traduisent à terme par des coûts d'exploitation élevés dû à la surconsommation d'énergie et des contraintes supplémentaires sur la motorisation.

Bref, de nos jours, les avantages du roulement ruban/pneu sont de plus en plus remis en cause et ce dernier est parfois considéré comme un handicap:

- Le surplus d'adhérence qui n'est plus nécessaire afin d'obtenir de valeurs d'accélération/décélération convenable est devenu un handicap car cela diminue le rendement énergétique : en d'autre terme c'est un matériel qui consomme plus d'énergie que nécessaire. Par ailleurs le système est beaucoup plus vulnérable aux conditions climatiques hivernales. C'est ainsi qu'il a fallu requérir à des bande de roulement chauffé pour le VAL de l'aéroport de Chicago afin d'éviter l'accumulation de neige et la formation de glace ou que le métro de Montréal est entièrement enterré.
- Le train de pneus avec des guides latéraux consomme beaucoup de place qui pourrait être plus efficacement utilisées. Même si les pneus ont une durée de vie longue (~200000km), cela est un surplus de maintenance qui ne semble plus compensé par la moindre usure du reste du véhicule par une meilleure absorption des vibrations.
- Le bruit de roulement généré par les pneus est élevé et l'usure de ces derniers entraîne de mauvaise odeur et une surchauffe dans les stations mal ventilées.
- Au lieu d'avoir deux rails comme guide, matériel standard et largement répandu, on est obligé de faire appel à quatre piste de guidage, deux verticales et deux latérales. Cela est autant de complications au niveau des aiguillages qui recourent alors à un système de guidage supplémentaire. Pour l'alimentation, dans le cas du roulement fer sur rail, ce dernier est utilisé pour le retour du courant. Dans le cas du roulement sur pneus, il faut en installer un exprès dévolu à cet effet. Tout cela est de nature à gréver les coûts d'investissement et de maintenance.

A cela, la plupart des réseaux et constructeurs préfèrent le guidage par des rails classique sur des voies à l'écartement standard de 1435mm comme c'est le cas pour les tramways et la plupart des métros. On peut y voir trois raisons

- Cela est moins cher et n'influe pas sur les performances tant commerciales que sécuritaire.
- La standardisation permet une inter-connection futur ou une réutilisation de réseau parfois déjà existant.
- La grande standardisation permet d'envisager sereinement le renouvellement de matériel tant roulant que fixe.

Ce sont sans doute ces raisons qui ont conduit Matra Transport à s'associer avec ABB, pour proposer le "*cityrider*" dans les années 95, métro automatique léger s'apparentant à un tramway standard tant dans les volumes du véhicules que le mode de roulement qui est fer/rail. La co-opération s'est apparemment interrompu depuis l'achat de Matra Transport par Siemens. Avec ce dernier constructeur, c'est toujours le roulement fer/rail qui est d'actualité comme pour les autres projets de transports automatiques à travers le monde (Vancouver, Ankara, Kuala Lumpur, Copenhague...).

4.3 Les fréquences de desserte

Sur ce point, les fréquences possibles, théoriquement de l'ordre de 60s sont inatteignables par des transports conventionnels, sinon avec une assistance à la conduite proche de l'automatisme intégral (type *Sacem*). On peut alors s'interroger sur le fait de choisir à Rennes une desserte par une composition insécable de deux voitures à la fréquence de 2mn30 et pas une desserte par des rames d'une voiture à la fréquence de 1mn45 qui à priori ne coûterait pas plus cher à exploiter grâce à l'automatisme.

On constate que la plupart des réseau de tramway français offre une desserte à la fréquence de 4mn en pointe avec cependant 3mn à Rouen et des "hyper-pointe" de 2mn à Strasbourg.

Il faut noter que la limite inférieure en desserte d'un métro léger dépend de son mode d'exploitation et n'est pas théorique. Certain réseau étranger offre une fréquence de 1mn30, soit similaire à celle d'un métro.

La comparaison entre tramway et VAL ne se situe donc pas sur le terrain des fréquences optimales possibles qui sont souvent une conséquence de la capacité à absorber mais sur celles en heures creuses et en particulier la nuit où elles deviennent un compromis service/coût d'exploitation.

Les prévisions faites pour le VAL et le tramway sont données en table 4.4

Tab 4.4 :fréquences en mn

	Tram	Val
Pointe	3'30-5	2'30-3
Creux	7-10	4-5
Soirée	15	10

Quelques soit, la fréquence du système VAL, ce dernier requière un minimum de 4 à 5 opérateurs (Lvdr)

Le nombre de traminots requis pour le tramway est donné en table 4.5

Tab 4.5 : Personnel de conduite requis suivant les fréquence et vitesse.

fréquence	15km/h	21km/h	25km/h	28km/h
4mn	16	12	10	9
7mn	10	7	6	6
10mn	7	5	4	4
15mn	5	4(~12mn)	3	3(~12mn)

On constate que l'économie en personnel "*vital*" est réelle en heure de pointe. Avec une vitesse commerciale raisonnable, le tramway pourrait devenir plus avantageux que le VAL en heure creuse. C'est plus sûrement le cas en fréquence de soirée.

Aux horaires de 98-99, la ligne de bus 8 en soirée (8N) ne requièrent que 2 conducteurs, une fréquence de l'ordre de 16-17mn requiererait 4 conducteurs.

En fait, si la fréquence du VAL est moins bonne que 10mn, l'opérateur à tout intérêt à le fermer pour le remplacer par un service de bus. Par ailleurs, il n'est tenu compte que du personnel "*vital*", il faut aussi considérer que le maintien en service d'une ligne de VAL nécessite le maintien en service opérationnel de ses stations (escalators et autres consommateurs d'énergie).

C'est sûrement l'une des raisons pour lesquels les plages d'opérations prévu pour le VAL sont très peu étendue : 5h30-0h00, alors que la plupart des activités nocturnes à Rennes se poursuivent jusqu'après minuit, dont par exemple

- séance de cinéma de 22h-22h30, parfois à 0h00
- Opéra souvent se terminant vers 23h30, le temps de passer au vestiaire, et il est déjà minuit. Certains diront que les gens fréquentant l'opéra ne fréquenteront pas le VAL. Ils ont raison puisqu'il sera fermé à la sortie du spectacle !

On peut penser que les autorités seront rapidement amenées à étendre les plages de service du VAL, au moins le soir à partir du jeudi et jusqu'au dimanche afin de prendre en compte l'activité nocturne des fins de semaines et les retours étudiants du dimanche soir. Le remplacement du VAL par un bus après minuit serait avouer des coûts d'exploitation par trop élevés.

Ceci étant, l'adaptation de la fréquence du VAL à la demande peut se faire de manière quasi-instantanée : c'est le point fort de la conduite automatique. Il reste à savoir, si à Rennes, il y a souvent des manifestations extraordinaires conduisant à des fréquences difficile à estimer. Bien sur on pense immédiatement à la population d'un stade de 20000 personnes ou plus sortant toute au même moment à un horaire indéterminé (prolongation d'épreuve sportive, culturelle....).

- La Baujeoire à Nantes est dans le prolongement de la ligne 1 du tramway, par hasard ou volonté, mais ce fait est exploité.
- Le VAL sera de faible utilité pour desservir le Stade de la route de Lorient que la mairie a choisi de maintenir en la place à l'écart du réseau VAL.

Le VAL de Rennes, est la version première du VAL (circulation à contre sens non autorisé). A ce titre, il ne peut pas marcher de manière continue, un fonctionnement 24/24 ne peut être que limité dans le temps. Une forte contrainte imposée par les autorités aéroportuaires de Chicago a obligé Matra à mettre en oeuvre un nouvel automatisme de sécurité (en particulier, il est géré de manière numérique à Chicago) de manière à offrir un fonctionnement continu. Une évolution du VAL de Rennes en ce sens serait probablement extrêmement coûteuse.

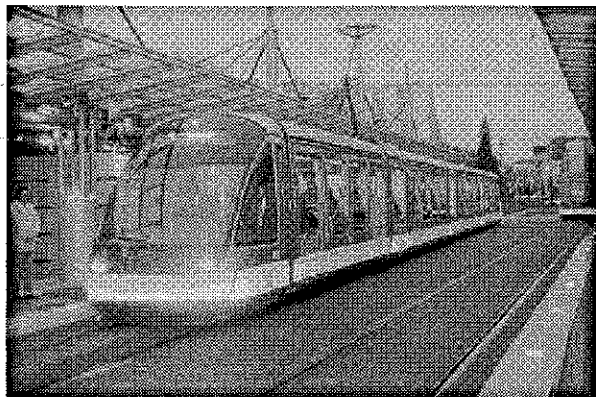
4.4 La capacité

La prévisions des flux transportés est un élément important de choix. C'est probablement le plus important. A la limite, les deux premiers arguments abordés sont des paramètres qui sont des conséquences de l'estimation des flux ou des considérations de coûts d'exploitation. Ils prennent une importance, en terme de qualité d'offre, dans les zones charnières où l'importance des flux ne permet pas de choisir clairement entre un mode et un autre (voir à ce sujet la figure 2.4). L'importance des flux transportés notamment en heure de pointe détermine le moyen de transport le plus adapté (figure 2.4).

Comme on l'a précédemment dit, les flux ne sont pas seulement corrélés à la population du corridor desservi (2.2), mais aussi à la population de l'agglomération qui est de taille relativement modeste à Rennes. Néanmoins, il est vrai que la population desservie dans le corridor est un gage de pérennité sur la fréquentation. celle-ci est donnée en table 4.6 avec la densité desservie.

Tab 4.6 : Population desservi dans le corridor

Ville	Longueur	Population Corridor	Densité
Grenoble	8.9	99500(600m)	11200
Lille	13.5	158000(600m)	11700
Nantes	10.7	102000(500m)	9500
Rennes	8.6	119000(600m)	13850
		107000(500m)	12450
Toulouse	9.1	136000(600m)	14900



Rame de 43 mètre de long à Strasbourg d'une capacité de 350 places (4p/m²)

Manifestement l'étude comparative a transposé le cas nantais à Rennes, tant pour l'inter-station et vitesse commerciale que pour la capacité et n'a pas tenu compte des rapides évolutions techniques en ce domaine notamment avec la mise en service de la ligne 2 du tramway nantais et le tramway strasbourgeois en 1994.

En 1985, le tramway nantais était composé de rame à 2 éléments d'une capacité de 170 places.

Le flux de 2700 passagers en heure de pointe pouvait alors être pris en charge par 16 rames/h de 170 places chacune donnant une fréquence de passage de 3mn45.

Afin de prévoir l'avenir et comme il était sans doute considéré que descendre en dessous cette fréquence serait difficile, on a choisi à Rennes, dans le cas du tram, des quais de 60m de long.

Ceci a pour effet dommageable d'augmenter drastiquement le coût des stations en souterrain. D'autant plus comparativement, que la longueur de quais du VAL a alors été fixée à 30m, ce qui permet de manier en pleine capacité (fréquence de 1mn) 9240pphp.

ceci est une capacité honorable permettant de prévoir sereinement l'avenir rennais.

Avec des quais de 60m de long, le tramway permet a priori sans changer la fréquence déjà de doubler les rames (unité multiple) ce qui permet un débit de 5400pphp. Mais l'avenir n'est pas au tramway en unité multiple, il est à l'allongement des rames. De ce fait la capacité des rames nantaises a été portée à 236 places. Déjà le tramway de Strasbourg en 1994 avait une capacité de 210 places. En 1998, les nouvelles rames livrées, de 43m de long, ont une capacité de 370 places. Cela permet des flux 5920pphp à la fréquence de 3mn45. Et si on réduit la fréquence à 2mn30, la capacité est portée à 9620pphp. cette capacité n'est pas une capacité limite car l'intervalle entre deux rames peut encore être réduit, et cela est calculé en utilisant seulement 75% de la longueur des quais (43m sur 60 disponible plus cabine de conduite).

4.5 Conclusion

La capacité et surtout les possibilités de capacités futures étaient à l'avantage du tramway. Les autres arguments développés à l'avantage du VAL sont à mettre en regard des coûts d'exploitation supérieur à ceux du tramway. Toutes les dispositions prises pour le tramway, nombre élevé de stations, dont 6 à 7 en sous-sol avec des quais long, vitesse commerciale faible nécessitant l'acquisition de 20 rames (16 à 17 en services et 3 en réserve) qu'il faut alors maintenir et stationner dans un dépôt qui doit être dimensionné en conséquence, ont-elle réussies à rendre le tramway plus cher que le VAL?

5. L'argumentaire financier

5.1 Les coûts de fonctionnements

Etrangement, l'étude d'impact de 1992 les avaient oubliés. Celle de 1995 y consacre une page. Pourtant quelques estimations avaient été faites avant 1989. Elles sont récapitulées dans le tableau 4.9

Tab 4.9: Coûts de fonctionnement estimés en 1989

	Estimation pour Rennes	Constatation
tramway	28MF/an	17.4MF/an à Nantes (1985)
VAL	42MF/an	79.6MF/an à Lille (1985)