

**INRETS LTN**  
**J.L. MAUPU**

Arcueil, mai 95

2, av. du Général Malleret-joinville  
 94114 Arcueil Cedex  
 tél. : (1) 47 40 73 39  
 fax : (1) 45 47 56 06

**Pertinence du concept  
 des  
 systèmes intermédiaires**

2975

**BIMODALITE  
 (guidage / non guidage)**

La présente note fait implicitement référence au rapport du GART, elle constitue un argumentaire technique particulier en réponse à certaines interrogations sur la pertinence des systèmes intermédiaires et principalement sur leur bimodalité.

La notion de système intermédiaire n'est-elle pas basée avant tout sur celle de prix intermédiaire, entre le bus et le tramway ? Pour parvenir à ce prix faut-il réaliser un système à mi-chemin entre le bus et le tramway, ou concevoir un véhicule tantôt bus et tantôt tramway ?

Peut-on construire un tramway beaucoup moins cher tout en conservant ses qualités fonctionnelles ? Quelles sont ses qualités ? Le guidage qui le caractérise est-il véritablement le support de ses qualités ? Avec la notion de bimodalité ne va-t-on pas en partie les perdre ? Le coût d'un véhicule androgyne ne sera-t-il pas le résultat d'une addition plutôt qu'une soustraction ? Qu'apporte le pneu par rapport au ferroviaire ? Va-t-il apporter de réelles économies sur les infrastructures ?

## **I. La bimodalité**

L'idée de devenir intermédiaire en étant bimode, pour économiser des kilomètres de rails, est probablement une fausse bonne piste pour plusieurs raisons qui vont être évoquées rapidement ici.

### **I. 1. Complexité et coût**

Le coût de la place offerte, ou du m<sup>2</sup>, d'un véhicule bimode peut être supérieur à celui d'un tramway parce qu'il doit se soumettre aux contraintes de quatre modes : le guidage et le routier, la traction électrique et la propulsion thermique, puis inventer les solutions sûres de passage de l'un à l'autre. Quatre modes, quatre types de possibilités certes mais pas toutes utiles, et surtout quatre ensembles de contraintes pas toujours compatibles, autrement dit coûteuses à concilier.

Par exemple, en dynamique, le routier et le guidé obéissent à des lois différentes pour la stabilité et le confort transversal, la sécurité au dérapage ou le déraillement. Il est exclu de prévoir une flexibilité transversale de la suspension sur un véhicule routier, alors qu'elle est indispensable sur un véhicule guidé pour filtrer les imperfections que le rail présentera tôt ou tard, à la pose ou par tassement différentiel, fatigue et usure.

En mode routier, selon la théorie des mécanismes, il est difficile de négocier l'entrée en courbe d'une suite d'essieux, avec une contrainte de trace ou trajectoire commune ou proche, même si cette contrainte ne vaut qu'une fois le véhicule entièrement inscrit dans la courbe.

En France, le code de la route, auquel doit obéir le véhicule bimode, interdit le transport des voyageurs dans des remorques. Pour contourner cette règle, il faut parler de caisses articulées et réaliser des intercirculations à soufflet, ni confortables, ni esthétiques, et qui renchérissent considérablement le coût des matériels roulants lorsqu'ils doivent être à plancher bas.

Une évaluation du surcoût des passages entre caisses conduira sans doute à choisir entre un volume voyageur unique, avec un pourcentage limité de plancher bas, ou plusieurs volumes séparés, avec plancher bas intégral, sans communication au droit des articulations ou des essieux. Ce choix dépendra de la manière dont seront perçus et pesés les problèmes d'ergonomie et de sécurité interpersonnelle.

Enfin en mode guidé par le plancher peut être abaissé pour passer assez facilement de 350 à 250 mm (il existe un tram à 190 mm, à l'arrêt seulement !).

## I. 2. Gabarit et charge à l'essieu

Le code de la route limite également la longueur des véhicules à 18 m et à 24,5 m avec une dérogation.

Sans cette limitation de longueur il serait possible de tirer profit du guidage pour faire des véhicules de petit gabarit, étroits, bas et longs, avec beaucoup de places assises, économes en emprise et surtout munis d'essieux faiblement chargés peu exigeants en matière de structure et de revêtement de chaussée.

La charge à l'essieu n'est pas assez évoquée. Les constructeurs ont le droit selon les règles communautaires de charger les essieux à 11,5 t. Sur un bus ils ne s'en privent pas d'autant que le plancher bas les contraint à mettre tout le groupe moto propulseur en porte-à-faux arrière. Il s'en suit une dégradation rapide des chaussées les moins bien traitées.

Les grands programmes d'essai de l'OCDE ont pourtant confirmé la grande influence de la charge à l'essieu sur la durée de vie des chaussées avec ce qu'il est coutume d'appeler "la loi de la puissance quatrième" ( $P_x^4 P_y^4 = N_y / N_x$  ; avec N le nombre de passages et P la charge sur l'essieu). Cette loi résume les divers processus de dégradation par fatigue comme l'orniérage et la fissuration.

Dans le manuel du LCPC et du CETUR consacré à la conception des structures de chaussées réservées aux transports en commun, leur durée de vie en fonction du trafic est calculée avec un coefficient de proportionnalité appelé coefficient d'agressivité. Ce coefficient est donné dans un tableau suivant les types d'autobus. Il apparaît clairement qu'il dépend de la charge à l'essieu : il varie, pour une structure semi-rigide, de  $4 \cdot 10^{-3}$  à 0,4 entre un bus chargé à 7,5 t, à l'avant et à l'arrière, et un trolley bus avec 6,1 à l'avant et 11,9 à l'arrière.

Avec la bimodalité, des véhicules lourds<sup>1</sup> (lourds parce que bimodes) vont quitter un site "propre" à la chaussée renforcée, bien traitée et coûteuse, pour rouler sur une voirie ordinaire, d'autant plus ordinaire qu'elle a fleuri en périphérie d'une ville et dessert des lieux de résidence. Ils vont la faire souffrir puis souffrir eux même.

Ils n'échapperont pas aux courbes serrées, aux tourne-à-gauche, aux voitures en stationnement gênant, aux arrêts en encoche, aux ralentisseurs, aux montées de trottoir, aux cassures de pente, aux gauches de chaussée, aux ornières, aux nids de poule, aux plaques d'égout... Autant de contraintes qui n'allègent pas le cahier des charges des suspensions<sup>2</sup>, du bas de caisse ou de la garde au sol, en particulier au niveau des dispositifs de guidage relevés<sup>3</sup>.

Avec la bimodalité, des véhicules volumineux (volumineux parce que bimodes) larges et hauts, et longs, vont quitter un guidage qui limitait leur emprise<sup>4</sup> pour se frayer un chemin dans des rues tortueuses, d'autant plus tortueuses qu'elles sont d'anciennes routes de campagne au tracé aléatoire, qu'un urbanisme anarchique n'a pas su rationaliser, ou d'anciennes rues d'un petit village tassé autour de son église et dont les charmes ont su attirer grand nombre de résidents.

Les zones à desservir ne sont pas forcément le long des voies de communication les plus larges.

Sorti de son rail le GLT de BOMBARDIER est comparable au mégabus qu'aucune ville n'a plus l'intention d'acheter après Bordeaux.

### **I. 3. Qualité de service et exploitabilité**

Par ailleurs l'absence de guidage aux extrémités de la ligne prive les habitants de la périphérie de l'accostage aux quais des stations, de l'accessibilité aux handicapés, et surtout de la régularité et de la vitesse commerciale qui représentent les objectifs principaux de qualité de service du site propre. En effet il faut supposer qu'en plus de la perte du guidage, il n'y a plus le site propre. Ce dernier pourrait bien coûter plus cher que le guidage proprement dit, et plus cher sans le guidage qu'avec lui (emprise et piste de roulement plus larges), l'économie d'un renforcement de la chaussée n'étant guère crédible avec des essieux trop chargés.

De plus, il est difficile d'admettre que l'exploitation dégradée des extrémités de ligne sans guidage ne va pas perturber l'ensemble de la ligne et finalement contrarier les objectifs de régularité et vitesse commerciale.

### **I. 4. Sécurité et disponibilité**

Face au partage d'un poids adhérent affaibli par le verglas, il reste un problème de sécurité, sans le guidage, lors d'un freinage en courbe ou dans une descente, d'autant que le conducteur se trouve confronté à des comportements du véhicule très différents suivant les modes.

<sup>1</sup> Le GLT présenté à Caen, a 4 essieux directeurs, donc en monte simple, soit 8 roues, et pèse 25 t à vide, 38 t pour 6 p/m<sup>2</sup>, 42 t pour 7,5 p/m<sup>2</sup>, un bus articulé traditionnel a 3 essieux (dont 2 à roues jumelées), soit 10 roues, et pèse 13 t à vide et 24 t en charge (7,5 p/m<sup>2</sup> ?).

<sup>2</sup> Les débattements de suspension d'un bus sont 3 à 4 fois supérieurs à ceux d'un système guidé comme le métro, le VAL ou le Tramway.

<sup>3</sup> Le GLT de BOMBARDIER doit remonter son plancher de 40 mm en mode routier.

<sup>4</sup> Trajectoire précise et gabarit dynamique proche du gabarit statique

Il est dommage également de devoir retarder le matin l'ouverture d'une ligne parce qu'une voie d'accès verglacée empêche les véhicules de quitter le dépôt surtout lorsque l'exploitation des bus est elle aussi très perturbée.

Tous les changements de mode posent un problème de sécurité des automatismes et des liaisons, avec le besoin coûteux de tester systématiquement les différents verrouillages mécaniques et de visualiser l'embrayage du guidage. La lenteur des procédures de changement de mode peut en réalité dégrader l'exploitation.

### **I. 5. Rupture de charge ou desserte fine**

Le temps passé en transport est un critère de choix important entre divers modes, mais il faut distinguer temps de bien être et temps de mal être.

Se déplacer en TC peut évoquer le plaisir de marcher vers l'arrêt dans une rue animée, de lire un bon livre assis au chaud, ou la réalité de la course en sueur sous le soleil ou de l'attente incertaine dans le froid et le vent, sous la pluie et le regard goguenard du voisin qui passe dans sa belle limousine, du tassement dans un véhicule bringuebalant, debout, coincé loin de la porte de sortie. En toute saison les minutes de souffrance comptent cent fois plus.

Le désagrément de la rupture dite "de charge" n'est pas dans le changement de mode en lui même puisqu'il faut tôt ou tard quitter un véhicule, marcher, monter des marches ou prendre un ascenseur, il réside dans cette attente incertaine de l'utilisateur soumis aux intempéries ou la menace d'une agression.

La fourche en extrémité de ligne ne résoudra pas vraiment le problème de rupture de charge si elle conduit à des fréquences trop faibles.

Il faut pour la desserte fine des compléments : bus, minibus, taxi, voiture, vélo, marche à pied...

Le vélo est totalement négligé alors qu'il constitue un complément économique. Tandis que des parkings de voitures coûteux se développent au terminus des lignes, aucun garage à vélo gardé n'est même évoqué dans les études, et derrière la notion de multimodalité il est rare de voir le vélo pris en considération. Il faut perdre l'habitude de grouper sous le même vocable de "deux roues" la moto, le vélomoteur et le vélo, les deux premiers sont d'une part beaucoup plus dangereux que le vélo<sup>5</sup>, et d'autre part trop performants pour être abandonnés à une station de bus ou de tramway.

Le transport des vélos, au moins en dehors des heures de pointe, peut être un atout des systèmes guidés qui peuvent offrir un surplus de surface sans obstacles réglementaires.

### **I. 6. Souplesse et liberté**

La notion de souplesse n'a pas de sens pour une ligne de TC qui doit rester là où le client l'attend. Elle peut prendre éventuellement un sens si l'exploitant accepte de laisser monter ou descendre l'utilisateur en tout point de la ligne (au moins lorsque le véhicule est arrêté à un feu) ce qui suppose des aménagements particuliers de l'environnement des voies.

La capacité de suivre les évolutions de la ville avec la bimodalité est présentée comme un argument. Pour l'accepter il faut supposer que l'effet structurant de la ligne est négligeable et donc que le projet est un échec. Cet argument ne s'applique qu'au routier pur et non à l'exploitation bimode.

---

<sup>5</sup> cf. étude LILLAVELO Présentée par F. HERAN

La possibilité de quitter les rails pour éviter un obstacle est toute relative le véhicule ne peut revenir sur le rail qu'en certains points très rares, or, privé de son guidage, son emprise devient forcément supérieure : la souplesse du dépassement est donc incompatible avec l'idée initiale du guidage réducteur d'espace.

L'économie des déplacements de réseaux souterrains attribuée à la bimodalité est un argument tout aussi relatif : les Allemands posent des voies de tramway en faisant cette économie, ils installent une déviation provisoire (sauterelle) pour exploiter en voie unique durant les travaux sur les réseaux. Cette pratique devrait être beaucoup plus simple et fiable avec un tramway sur pneus.

L'image de liberté collée à la voiture est fausse en ville : stationnement interdit, stop obligatoire, sens interdit, vitesse limitée, et surtout cette vaste foule des autres automobilistes avec qui cette belle liberté doit être partagée.

Celle de polyvalence est plus juste : nombre des destinations, transport des enfants, covoiturage, transport de gros paquets, informations radiophoniques, communications téléphoniques, protection contre les agressions, plaisir de la musique... Le système le plus polyvalent est le plus apprécié.

La bimodalité ne peut pas modifier fondamentalement la polyvalence d'un système lourd de transport en commun parce qu'il est prisonnier de son réseau. Elle l'alourdit et le prive de possibilités architecturales économiques et fonctionnelles, d'un service de qualité à prix réduit.

Il faut toutefois regarder de près la polyvalence de la voirie, de l'espace occupé par un transport "en voie réservée", en "site protégé", en "site propre"...

Si le système partage son site avec des bus de gabarit standard, l'argument de l'emprise étroite perd de sa valeur au moins sur les tronçons concernés par ce partage. L'accueil des véhicules d'urgence de gros gabarit occupant les deux voies n'est pas à exclure ainsi que la cohabitation avec les taxis.

## **I. 7. La bimodalité en question**

La bimodalité ne répond donc guère au besoin à satisfaire qu'une enquête du GART a tenté de définir :

- haut niveau de service (vitesse commerciale, fréquence, ponctualité) ;
- attractivité (design, confort, accessibilité) ;
- coûts raisonnables d'acquisition et de possession ;
- intégration dans la ville (pollution, esthétique, valorisation des espaces urbains).

Les passages d'un mode à l'autre ne se présentent guère comme une souplesse d'usage (le système ne change de mode qu'en certains points précis de la ligne) mais plutôt comme un ensemble d'interdits, de problèmes de sécurité et de difficultés techniques coûteuses à résoudre.

Par ailleurs dès que le véhicule quitte le guidage il en perd les qualités fonctionnelles.

La bimodalité du véhicule doit faire place à la multiplicité des formes ou statuts de la voie d'un système guidé franchissable à niveau, des degrés d'intégration ou de traitement urbain. Faute de le démontrer, il faut espérer que le roulement sur pneus ouvre des possibilités sur ce point.

## II. Guidage et roulement

### II. 1. Avantages du guidage

Certains ne voient dans le guidage qu'un ensemble de contraintes, un manque de souplesse, il est donc important d'insister sur son "utilité", sur sa richesse fonctionnelle.

En résumé, le guidage permet :

- d'assurer une trajectoire précise, confortable en courbe<sup>6</sup>, prévisible, connue des autres usagers de la voirie dont les piétons ;
- la faible lacune pour le quai à niveau, si indispensable pour l'accessibilité aux personnes handicapées ;
- de réduire l'emprise du système ;
- de libérer l'opérateur d'une tâche de conduite délicate avec les gros engins ;
- de rendre possible la marche arrière de véhicules longs.
- de matérialiser une ligne, de la pérenniser, de la rendre plus lisible, plus fiable, plus structurante;
- de dissuader de la violation du site réservé ;
- de faire accepter plus aisément par les autres usagers de la voirie le site protégé de surface.
- d'opter plus favorablement pour l'électrification, puisqu'elle est plus simple et plus esthétique avec la captation par caténaire et retour du courant par le rail de guidage ;

Et sans l'objectif de bimodalité le guidage permet surtout :

- les véhicules (ou rames) sans limite de longueur, plusieurs fois articulés avec :
  - plus de surface utile et beaucoup de places assises;
  - des caisses plus étroites, à surface égale, pour réduire encore l'emprise du système et donc envisager encore plus facilement le site propre ou protégé avec en corollaire l'atteinte des vrais objectifs : des gains substantiels en régularité et vitesse commerciale ;
  - le plancher encore plus surbaissé ;
  - l'absence économique de passage entre caisses ;
  - la marche en rame pour les heures de forte affluence ;
  - la réversibilité (exploitation sans retournement) ;
- les essieux faiblement chargés, en plus grand nombre, peu agressifs vis-à-vis des chaussées, même celles de structure ordinaire, avec pour conséquence les économies :
  - d'un renforcement de la chaussée de la ligne, au moins en interstation ;
  - d'un accès d'atelier, économies qui ne se font plus sur le guidage lui même mais sur la piste de roulement et éventuellement la caténaire avec une source autonome et légère de faible puissance pour une marche à vide et à faible vitesse ;
  - d'un remaniement des réseaux souterrains, puisqu'avec la pose provisoire d'un rail de guidage amovible (appareil de voie mobile) la rame contourne les éventuels travaux sous une voie, ou qu'avec l'étalement possible d'une voie peu chargée l'exploitation peut continuer ;

Difficile de refuser cette richesse pour les extrémités de ligne dès lors qu'un gros effort d'investissement a été consenti sur l'ensemble des véhicules et la partie centrale de la ligne.

La réduction de l'emprise est certainement la fonction la plus importante du guidage: le petit gabarit dynamique, l'inscription parfaite en courbe de très faible rayon, la précision des trajectoires sont des nécessités dans les villes européennes anciennes ou les villes

<sup>6</sup> Le mode routier inconfortable peut conduire à un aménagement intérieur rappelant celui du bus bien peu esthétique avec sa multitude de points d'appui imposés par l'ergonomie.

nouvelles pensées pour l'automobile<sup>7</sup>. Une des causes de la disparition des tramways en France n'est-elle pas le fait que leurs tracés ne mettaient pas en valeur cette qualité fonctionnelle ?

Il ne faut pas oublier dans les réservations d'emprise la largeur des quais d'autant que les stations se situent de préférence près des carrefours.

Si la réduction d'emprise n'est pas une nécessité, il reste pour justifier le guidage l'accessibilité et surtout la marche en rame aux heures de forte influence<sup>8</sup> ; cette dernière est incompatible avec la bimodalité.

## II. 2. Routier pur

Jusqu'ici nous avons fait l'hypothèse de la nécessité du guidage au moins sur un tronçon de la ligne et tenter de démontrer qu'une fois admise il est préférable de guider sur toute la ligne. Il est toutefois certain qu'il existe un marché concernant de nombreuses villes, plutôt petites, qui souhaitent valoriser leur centre avec une rue mixte (piétons et transports en commun).

Ces villes visent ainsi deux objectifs complémentaires : rendre le centre aux piétons et améliorer l'efficacité d'une ou plusieurs lignes de bus engluées dans ce même centre aux heures de pointe.

Elles n'ont pas de réels problèmes de capacité de ligne, l'amélioration de la vitesse commerciale peut induire déjà, à flotte constante, un gain suffisant en fréquence et donc en débit. Des véhicules de trop grande capacité conduiraient à des intervalles peu attractifs surtout aux heures creuses. Elles n'ont pas non plus de difficulté d'insertion puisqu'elles choisissent de ne pas partager la voirie avec l'automobile. L'emprise d'un bus est acceptée.

Leur véritable question n'est pas directement technique : il s'agit de faire accepter l'exclusion par les automobilistes frustrés (80 % des électeurs). Il ne faudrait pas succomber à la tentation d'un transfert de responsabilité en invoquant le guidage pour "marquer le territoire" et justifier l'appropriation d'un espace. Ce faux prétexte engendre des complications techniques coûteuses et non fonctionnelles d'autant que, d'un point de vue utilité de transport, un tronçon très restreint justifie le site propre ou mixte.

S'il n'existe pas d'aménagements urbains embellissant le site et de bus articulés au confort et au design suffisamment achevés pour transfigurer l'image d'un projet dont on puisse être fier, alors il est nécessaire de les inventer. Les transmissions électriques et la propulsion au gaz naturel pourront sans doute à eux seuls modifier l'image du bus.

Curieux retournement de situation. En d'autres temps, d'autres lieux, il fallait se battre pour vendre l'idée "ringarde" du tram avec ses ornières de guidage dangereuses, et l'accompagner d'une réhabilitation de quartier entier.

Comme l'a fait remarquer M JACQUET lors de la réunion d'avancement, "les villes n'ont pas besoin de solution technique, mais simplement de vrais sites propres avec de beaux véhicules plaidables " et B. ANGELOPOULOS de rappeler que sans ces sites les T.C. ne sauraient survivre.

Autrement dit pas besoin de systèmes intermédiaires, mais de beaux bus en site propre ou mixte. La seule remarque de B. PONTAILLE sur la gestion de la mixité de la voirie et les problèmes d'exclusion apparaît comme une faible lueur d'espoir pour l'intérêt du guidage.

<sup>7</sup> Le cas de l'Allemagne est particulier, la reconstruction d'après guerre s'est faite avec le tramway, les rails tout de suite posés ont servi au transport des matériaux de construction.

<sup>8</sup> Principal reproche fait au O BAHN (trolleybus guidé) en Allemagne.

### II. 3. Intérêt et défauts du ferroviaire

Une fois admises et retenues les qualités du guidage sans bimodalité, pourquoi ne pas opter pour le ferroviaire ?

Tout d'abord l'architecture traditionnelle d'un véhicule ferroviaire est basée sur le concept de bogie à deux essieux dont les roues sont liées en rotation (essieux monoblocs).

Le bogie classique possède les caractéristiques suivantes :

- il est capable de fortes charges, mais il est lourd ;
- il est peu adapté au plancher bas, les tramways modernes possèdent des architectures non conventionnelles avec des essieux à roues libres (ou folles) dont on ignore la tenue dans le temps<sup>9</sup> ;
- il prend mal les courbes serrées où il glisse, crisse et use les rails et ses roues, pour cette raison il faut sans cesse graisser et les tramways nouveaux comportent souvent des essieux à la fois à roues libres et à orientation forcée ;
- il est mal adapté au traitement des extrémités de rame articulée à plancher bas où il est souvent trop peu chargé, à moins de transformer ces extrémités en volumes techniques, véritables locomotives, comme pour le BREDA de Lille.
- il roule et se guide sur des rails qui ne dépassent pas le plan de roulement ce qui le rend parfaitement compatible avec le passage à niveau, il n'y a que deux petites ornières de 36 mm ; cette qualité est d'ailleurs retenue pour la conception du pseudo-bogie de guidage du GLT de BOMBARDIER et du TRANSLOHR ;
- il ne peut pas échapper aux rails même en atelier, et les aiguillages sont des appareils délicats à cause, en particulier, du rôle porteur des rails ;
- le contact roue rail assure le retour de courant ce qui simplifie la captation.

La voie ferroviaire est coûteuse :

- certes les rails ont à la fois un rôle de piste de roulement et de guide, mais les efforts de guidage utiles sont faibles devant le poids, or au niveau de chaque point de contact, les efforts tangentiels peuvent être très importants en particulier en courbe, et même s'ils se neutralisent pour donner une résultante faible, l'usure néanmoins est là, proportionnelle à la charge et au glissement ;
- la surface de roulement est étroite, elle est soumise aux fortes pressions d'un contact rigide ; pour cela le roulement est difficilement perturbé par les pollutions diverses (eau, gras, sable, verglas), mais, à cause de la rigidité du contact, sans précautions coûteuses, il engendre des nuisances vibratoires et sonores sur des défauts qu'il a souvent lui-même créés ;
- le coefficient d'adhérence oscille entre deux valeurs, 0,45 et 0,1 (et même moins sur feuilles mortes), la première peut faire dérailler sur certains défauts de voie, la seconde limite les capacités de freinage (nécessité de sablières et de patins magnétiques coûteux se posant sur le rail) et les performances de la ligne (motorisation répartie).

La menace des systèmes intermédiaires bouscule les promoteurs du tramway, qui, avec un cahier des charges révisité, peut devenir très compétitif : durée de vie de 15 ans, faible résistance en compression, composants d'origine routière, voie allégée...

### II. 4. Intérêt du pneu

Le pneu permet d'éviter certains inconvénients du fer et doit induire, sous certaines conditions, des économies substantielles :

<sup>9</sup> L'absence d'intercirculation pourrait conduire à des architectures simplifiées de tramway économique.



- s'il est bien piloté en orientation, le pneu peut guider et virer naturellement en courbe, sans trop d'usure ;
- il s'adapte bien aux architectures de rame articulée et à leurs extrémités ;
- il accepte l'essieu pivotant ou celui à roues pivotantes ; avec sa faible rigidité de dérive, trente fois plus faible que celle de la roue fer sur fer, il tolère des défauts de parallélisme beaucoup plus importants ;
- sur un bon enrobé il a une meilleure adhérence que le fer sur fer.
- avec ses différentes flexibilités, il gomme les défauts de la piste de roulement et accepte à sa façon qu'elle soit polluée, il atténue les jerks ;
- il ne crée pas autant de nuisances vibratoires et sonores que le fer ;
- s'il est peu chargé, il peut rouler sur une chaussée de structure ordinaire ;
- globalement la mécanique du véhicule (transmission, suspension, frein, caisse) peut rester d'origine routière, moins coûteuse.

Mais il faut le piloter et le retenir lorsqu'il dérape.

Les galets de guidage des systèmes intermédiaires sur pneus, d'inspiration ferroviaire, sont limités en charge puisqu'ils n'ont plus que la fonction d'orientation des pneus porteurs et celle de guidage de secours en cas de dérapage de ces derniers.

Le GLT joue la simplicité avec un galet unique vertical, encore assez fortement chargé. Cet excès de chargement réduit la durée de vie des galets et le poids adhérent des roues porteuses. Il reste encore à démontrer la stabilité du guidage ainsi que la sécurité au déraillement sur les défauts de rail les plus courants (défaut d'alignement, ornière bouchée, verglas...). Il est probable que la stabilité nécessite des frottements secs ou visqueux, qui pourraient induire de l'usure ou aggraver les problèmes de déraillement.

En inclinant deux galets en V d'un angle proche des 45°, le TRANSLHOR réduit la charge nécessaire ainsi que l'usure, et renforce la sécurité au déraillement lors des dérapages ou sur défaut de rail.

C'est cette charge limitée qui permettra théoriquement d'éviter les défauts du ferroviaire classique cités précédemment.

Le pneu, au moins en mode dégradé, peut toujours s'affranchir du rail de guidage. Finis les dépôts et ateliers coûteux<sup>10</sup> avec leurs tours en fosse et leurs "peignes" d'entrée, ces merveilleux appareils de voie multiples.

---

<sup>10</sup> Environ 150 MF.

### III. Résumé

Un système intermédiaire, dans la plénitude de son concept, suppose un guidage, par opposition au bus, et, bien qu'en site propre, il doit être peu coûteux, par opposition au tramway (un véhicule de 5 MF, une ligne proche des 50 MF/km ?).

Pour qu'un véhicule à plancher bas et de grande capacité soit économique, il est préférable d'abandonner la communication entre caisses et d'éviter les passages au-dessus des essieux, il ne saurait donc être routier, et donc bimode, compte tenu du code de la route.

Il faudrait choisir entre le plancher bas et l'intercirculation, le plancher bas et la bimodalité.

Le mode routier d'un système intermédiaire bimode est un mode d'exploitation dégradé.

La bimodalité limite les investissements en guidage et captation mais sans doute pas ceux en chaussées ; elle renchérit le coût des véhicules et les dépenses d'exploitation.

Pour que la voie soit économique il est préférable d'avoir des essieux peu chargés et donc, à poids total en charge donné, d'être guidé pour avoir suffisamment d'essieux.

Le pneu est flexible et adhérent, il accepte de rouler et freiner sans trop de bruit ni trop de vibrations sur des pistes de qualité médiocre. Peu chargé, il accepte des structures de chaussée faibles. Il peut accessoirement échapper au guidage et se contenter des dépôts de bus existants.

Pour des raisons de sécurité, tous les essieux doivent être guidés mécaniquement. Le guidage mécanique fer sur fer est actuellement le seul compatible avec le passage à niveau.

Le guidage est utile pour réduire la lacune entre quai et plancher, pour réduire le gabarit des véhicules, réduire les problèmes d'insertion d'un site propre, réduire sa violation, réduire la charge à l'essieu et le coût de la chaussée, réduire les coûts d'exploitation, réduire l'insécurité et l'inconfort, réduire les difficultés de la captation de courant...

Pour améliorer la qualité de l'offre, un système intermédiaire doit être en site propre. La réduction de l'emprise est donc la fonction la plus importante du guidage.

Les nouvelles solutions de guidage et de véhicules seront jugées selon leur aptitudes à favoriser le choix de solutions réalistes de tracés en site protégé.

Il est plus facile (moins coûteux) de protéger le site d'un système s'il montre une faible emprise avec une faible largeur, de le percher s'il est silencieux, de l'enterrer ponctuellement s'il est de faible hauteur, de partager ou traverser sa voie s'il freine bien, de soigner son accès s'il possède un plancher bas, de réaliser sa piste de roulement s'il est faiblement chargé, de l'électrifier s'il est guidé... Il est plus facile de promouvoir un système s'il est d'un prix réduit.

En l'absence de difficulté d'insertion, il ne faut pas exclure l'idée d'un véhicule non guidé, en site protégé, dont l'image valorisée par un design soigné et une propulsion peu polluante (au gaz "naturel" par exemple) compléterait un aménagement urbain agréable : un bus beau et propre en site propre et beau.

Choisir un transport de surface en site propre c'est opter pour un système qui vivra en symbiose avec la cité, penser projet urbain, désirer embellir sa ville. Faut-il être choqué de ce que la recherche de toujours plus de performances au moindre coût, de toujours plus de sobriété et de simplicité dans le design technique, enrichisse finalement les possibilités d'habillage qui donneront vie et beauté au projet ?