

Le nouvel autobus Volvo à deux articulations Volvo B 7500 Bi-artic

Ing. dipl. EPFZ Harry Hondius in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 34, 35, 36, 37).

OK Fall

Le premier autobus à deux articulations, le SGG de MAN a été présenté en 1983 à l'exposition d'Augsbourg pour la desserte d'un parc de stationnement. Il avait 23 m de long, 2,5 m de large, les essieux 2 et 3, à roues jumelées, étaient entraînés depuis l'arrière et les essieux 1 et 4 étaient directeurs. La puissance était de 202 kW. Le SGG roula à Munich puis à Wolfsburg où il est resté. Renault RVI présenta en 1988 le Megabus à l'exposition d'autobus au RAI d'Amsterdam. Des démonstrations eurent lieu sur la ligne Amsterdam-Purmerend de la compagnie NZH (Noord-Zuid Holland). Bordeaux acquit 10 exemplaires qui circulèrent de 1989 à 2004 sur les lignes 7 et 8, transportant annuellement 10 millions de voyageurs. Les essieux 2, 3 et 4 étaient à roues jumelées. Les essieux 3 et 4 étaient entraînés depuis l'arrière par un moteur de 222 kW. Seul l'essieu avant était directeur. Rayon de giration 26 m. Ces deux autobus à deux articulations et plancher haut étaient modulaires et reprenaient des éléments d'autobus articulés. Volvo eut beaucoup de succès au Brésil à partir de 1992. Aujourd'hui 40 autobus B58 et 128 autobus B10M circulent à Curitiba et 21 B10M et 30 B12M à poste de conduite central circulent à São Paulo. La dernière version a 26,8 m de long (voir Stadtverkehr janvier 2005). Tous ces matériels ont le moteur sous le plancher (250 kW dans la dernière version) qui entraîne en traction (avant) l'essieu 2. Les essieux 3 et 4 sont tous les deux à roues jumelées et ne sont pas directeurs.

Van Hool a présenté à l'exposition Busworld de 1993 à Courtrai le premier AGG 300 comme le premier autobus à plancher bas intégral avec, entre les essieux 1 et 2, sur le côté gauche, le moteur entraînant l'essieu 2. Comme dans le cas de Volvo, il s'agit d'un moteur en traction (avant). Les AGG 300 sont livrés en différentes versions avec à ce jour 46 exemplaires vendus ferme et une voiture de présérie reste à disposition. En outre, 12 AGG 500 à plancher mi-haut ont été livrés à Alger.

L'an dernier, Volvo a livré 1127 châssis d'autobus articulés à plancher bas B9F à Santiago du Chili avec un moteur D9A (250 kW à 1900 tr/min et un couple de 1600 N.m à 1200 à 1400 tr/min) entre les essieux 1 et 2, entraînant l'essieu 2 par l'intermédiaire d'une transmission automatique Friedrichshafen ZF-6HP602. Comme pour les autobus brésiliens, il s'agit d'autobus à plancher bas intégral et "traction (avant)". Comment construit-on maintenant un autobus à deux articulations ? On prend les châssis des deux caisses d'un B9 SALF, on les couple avec la partie avant retournée et on pose dessus une carrosserie en aluminium. On a là le principe d'un actuel B 7500 Bi-artic (fig. 3). Les tramways de Göteborg (GS) ont commandés 4 exemplaires de ce matériel à deux articulations (fig. 1 & 2). Le tableau I donne les dimensions de ces voitures, à côté de celles des Van Hool AGG 300 d'Aix la Chapelle et du CapaCity d'EvoBus qui vient d'être dévoilé.

Le B 7500 Bi-artic est, pour l'essentiel, une "variante" de l'AGG 300. À l'inverse du B9 SALF, les essieux avant et arrière à pneus simples sont des essieux rigides Volvo avec des stabilisateurs. L'essieu arrière est orienté hydrauliquement. L'angle de braquage maximal est de 54°, les disques de freinage ont un diamètre de 434 mm et le diamètre de demi-tour est de 24 m. Les charges admissibles par les essieux 1 à 4 sont respectivement de 7,5, 11,5, 11,5 et 7,6 t, ce qui représente un total de 38,1 t. Le couple moteur maximal du pont portique, 1600 N.m est à la limite pour traiter de telles charges mais il est clair que l'on a provisoirement une certaine souplesse dans la disposition.

Le groupe moteur de 9 l de cylindrée (fig. 4) dérive de celui d'un camion de 44 t, il est identique à celui du B9 SALF et, en ce qui concerne l'échappement, il est monté en tour à étages. Le refroidissement (fig. 5) est en toiture. À partir de 2006, le moteur pourra être livré conforme aux réglementations Euro 4 ou Euro 5.

Le moteur peut être sorti par le côté après que l'on ait découplé l'arbre moteur. La voie des essieux 1 et 4 est de 2068 mm, celle des essieux 2 et 3 à roues jumelées est de 1845 mm. Le rapport de transmission est de 5,74/1. La vitesse maximale en exploitation prévue par les tramways de Göteborg est de 70 km/h. L'autobus est apte à rouler jusqu'à 100 km/h.

Les autobus pour Göteborg ont des vitrages isolants, le poste de conduite (fig. 8) est climatisé. L'autobus est équipé de convecteurs et d'un équipement de chauffage/ventilation en toiture. Un équipement de chauffage supplémentaire peut préchauffer la voiture. L'équipement comprend deux aérateurs de toiture et des fenêtres à vantail oscillant. Les portes pneumatiques sont louvoyantes. La porte 1 a un vantail de 800 mm, les trois autres ont deux vantaux et offrent chacune un passage de 1250 mm. Le châssis est fabriqué à Borås, la carrosserie vissée en aluminium, à Säfle.

Comme on le voit, tous les sièges sont sur des planchers surélevés de 280 mm par rapport au plancher principal, ce qui est tout à fait habituel en Scandinavie. Le projet prévoit 6 personnes debout par m². Le plancher entre les passages de roues jumelées est large de 460 mm mais un peu plus haut, le passage est plus large : 520 mm. Dans l'articulation, le passage est de 1100 mm. Près de la porte 2 se trouve une palette rabattable manuellement et qui peut supporter 350 kg. Il reste assez de place devant le moteur pour des voitures d'enfant (fig. 11). L'ensemble est facile à conduire. Excellente stabilité longitudinale, carrosserie sans problème, à 50 km/h, le bruit à l'intérieur de la voiture est de 72 dB(A) dans le voisinage immédiat du moteur. L'intérieur semble plus silencieux que celui de l'AGG 300 d'Aix la Chapelle. À 7,5 m à l'extérieur, le bruit au ralenti est déjà de 72 dB(A). Ici, le Volvo ne devrait pas être silencieux. Un collègue a émis l'opinion que l'essieu rigide avant ne devait pas être aussi bien suspendu que Volvo le dit.

Les 4 autobus sont des prototypes. Volvo n'a pas (encore ?) décidé s'ils déboucheraient sur un modèle de série. On attend d'abord le résultat des essais communs tramways de Göteborg / Volvo.

En 1990, les tramways de Göteborg s'étaient demandé s'ils devaient conserver leur coûteux tramways ou les remplacer par des autobus. Le public avait alors clairement fait savoir qu'il tenait à ses tramways. On a commandé 40 tramways Sirios à Ansaldo Breda, les livraisons sont en cours et, si tout va bien, les GS commanderont probablement 25 autres tramways ce qui permettra de remplacer les 140 tramways à 4 essieux (70 M28 et 70 M29) de 1965-1967 et 1969-1972 (fig. 12). Il restera alors 80 M21 (30 m de long x 2,65 m de large) de 1984-1991 équipés d'un MGB Nf (fig. 13). C'est le professeur Hecht de l'Université Technique de Berlin qui a réussi à faire rouler sans bruit cette série de tramways.

On a rationalisé le réseau de tramways et on l'a réorganisé en 13 lignes numérotées de 1 à 12 et 14 et circulant, dans la mesure du possible en site propre (fig. 15). En centre-ville, les sites propres de tramways sont également empruntés par les autobus.

Il y a trois ans, pour mieux desservir la zone portuaire nouvellement développée (sur l'emplacement de chantiers navals), on a créé la ligne d'autobus en site propre (stombuss) n°16 qui relie directement cette zone au sud-ouest et à l'est de la ville. Les sites propres ont 6 m de largeur et ont des quais de 170 mm de haut. La ligne 16 est une réussite et couvre largement ses dépenses d'exploitation. Au mois de novembre 2005, 5,6 millions de voyageurs avaient été transportés dans 33 autobus articulés Volvo bleu foncé fonctionnant au gaz et dans 6 autobus diesel. Quatre autobus diesel sont en commande. On a commencé par un intervalle de 10 minutes qu'il a fallu ramener à 5 minutes après un mois d'exploitation et qui est maintenant de 3 minutes. Une augmentation supplémentaire de la fréquence ne serait pas raisonnable parce que l'on a acquis ces quatre autobus à deux articulations qui circuleront sur la section la plus chargée (Brunnsparken – Eriksberg) (fig. 14). Pour réduire les temps de stationnement aux points d'arrêt les voyageurs peuvent, à l'inverse de ce qui se fait sur les autobus normaux, monter et descendre par n'importe quelle porte. La seconde ligne en site propre, n°17 a ouvert début 2005 et une troisième, la n°18 ouvrira à l'automne 2006. On a choisi l'autobus en site propre en raison de son temps de réalisation plus court. Il est clair que l'utilisation intensive des sites propres par les autobus (charge maximale par essieu : 11,5 t) imposera d'autres conditions à ces sites propres et donnera lieu à des frais d'entretien plus élevés. Les quatre Volvo Bi-artic devraient, selon les prévisions de mi-décembre 2005, entrer en service le 9 janvier 2006.

Principales caractéristiques des B 7500 Bi-artic, AGG 300 et CapaCity			
	B 7500 Bi-artic	AGG 300	CapaCity
Ville, nombre de voitures	Göteborg 4	Aix la Chapelle 2	Prototype
Longueur (m)	23,99	24,79	19,54
Largeur (m)	2,55	2,55	2,55
Hauteur du plancher (m)	0,35	0,33	0,35
Porte-à-faux avant (m)	2,724	2,715	2,705
Empattement Essieu 1 – Essieu 2 (m)	6,1	5,79	5,845
Empattement Essieu 2 – Essieu 3 (m)	6,45	7,15	5,99
Empattement Essieu 3 – Essieu 4 (m)	6,15	6,45	5,99
Porte-à-faux arrière (m)	2,566	2,68	3,4
Pneumatiques	2+4+4+2 = 12	2+4+2+2 = 10	2+4+4+2 = 12
Dimensions des pneumatiques	305/70 R 22,5	275/70 R 22,5	275/70 R 22,5
Dimensions essieux 1, 3, 4		315/60 R 22,5	
Poids à vide (t)	21	21,5	18,4
Poids total en charge (t)	34 (36)	35	32
Moteur	Volvo D9A Euro 3	DAF PE C Euro 3	MB 0m 457hLA Euro 4
Puissance (kW)	250	265	260
Transmission	ZF 6HP602	Voith D864.5	ZF 6HP602
Essieux moteurs	ZF AV132	ZF AV132	ZF AV132
Essieu porteur 2	ZF AVN132		
Autres essieux porteurs	E. rigide Volvo 2x	E. rigide Van Hool 3 x	2 x ZF RL 75
Places assises	55 + 6	56	53
Places debout (4 voyag./m²)	± 72	89	62
Places debout admises*	105 aux GS 139 à 6 pers./m²	125 à 5,6 pers./m²	124 à 8 pers./m²
Capacité totale maximale	200	181	177
En Europe du nord-ouest, 4 voyageurs debout par m² sont le maximum pratiqué. Avec les gros sacs à dos transportés aujourd'hui par les voyageurs on trouve que la voiture est complète à 2 pers./m² !			

Figures (Photos Harry Hondius)

Figure 1 : Le B 7500 Bi-artic à Göteborg sur le site d'essais Volvo

Figure 2 : Le B 7500 vu de dessus. Noter les gaines à l'avant pour le refroidissement en toiture. L'air est aspiré directement sur le pare-brise.

Figure 3 : Schéma d'ensemble du Volvo B 7500 Bi-artic (Dessin : Volvo)

Figure 4 : Le moteur 9 litres conforme à la norme Euro 3. L'ensemble peut être extrait latéralement.

Figure 5 : Le radiateur de refroidissement en toiture

Figure 6 : L'articulation arrière, vue vers l'avant de la voiture

Figure 7 : Le capot moteur dans la caisse n°1. Noter le retrait vers l'avant pour le radiateur.

Figure 8 : Le poste de conduite

Figure 9 : Vue de la caisse n°2 vers l'arrière

Figure 10 : La porte avant. Noter le chauffage

Figure 11 : La porte 2 avec la palette rabattable

Figure 12 : Tramways M 28 en unités doubles

Figure 13 : Tramway articulé M21

Figure 14 : La ligne n°16 parcourue par les autobus à deux articulations. (Dessin : Västtraffik)

Figure 15 : Le réseau des tramways de Göteborg en août 2005

Spårvagns- och stombusslinjer = Lignes de tramway et d'autobus en site propre

Spårvagnlinjer = Lignes de tramway

Stombusslinjer = Lignes d'autobus en site propre

Lorsque les autobus circulent parallèlement aux tramways, ils empruntent le site propre de ces derniers.

(Dessin : Göteborg Spårvagnar)

L'auteur :

Harry Hondius est ingénieur diplômé de l'École Polytechnique Fédérale de Zurich. Il est conseiller indépendant en transport public urbain et chemin de fer. Il vit à Beaufays en Belgique.

L'autobus Van Hool AGG 300. Le plus long autobus à plancher bas du monde

Lic. Ing. Dirk Amerijckx in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 38, 39).

OK

Fair

Le plus long autobus à plancher bas du monde a été construit en Belgique. La société Van Hool a été fondée par Bernard Van Hool en 1947 à Lierre-Koningshooikt. L'entreprise familiale belge est un des plus gros producteurs privés indépendants d'autobus et d'autocars en Europe. Chaque année, ce sont 1600 autobus et autocars qui sont construits et qui sont vendus dans le monde entier à travers un réseau commercial propre. Nous produisons une gamme complète d'autobus, d'autocars interurbains et d'excursion, longs de 9 à 25 m. Notre souci de répondre aux souhaits des clients et de fournir une finition sur mesure implique une grande flexibilité dans l'équipement des différents types de véhicules. Nous l'obtenons grâce à une forte intégration verticale de notre production.

Par ailleurs, Van Hool produit une large gamme de semi-remorques, de citernes semi-remorques et de citernes containerisées. Dans ce domaine, Van Hool est le leader incontesté du marché belge et occupe une place importante sur de nombreux marchés à l'exportation. La production annuelle est de 4000 unités. Van Hool emploie environ 4300 personnes. Le site industriel de Lierre (siège social) s'étend sur 47 ha dont 23 ha bâtis. Plus de 80 % de la production est exportée en Europe, Afrique et Asie. Van Hool a un chiffre d'affaires annuel de plus de 500 millions d'EUR dont environ les deux tiers en autobus et autocars et un tiers en véhicules industriels.

En ce qui concerne l'autobus à deux articulations AGG300 : le premier autobus Van Hool à deux articulations est né en 1993 par adjonction, grâce à la structure modulaire, d'une deuxième articulation et d'une caisse arrière supplémentaire à un autobus articulé. On a ainsi obtenu un véhicule d'environ 25 m de long. Pour simplifier on peut dire que l'AGG 300 est un "Solobus" à deux essieux avec moteur central décalé sur le côté, tirant deux "remorques" derrière lui. Le moteur se trouve entre les essieux du véhicule avant et entraîne le deuxième essieu avec une puissance de 265 kW. La disposition de la chaîne de transmission permet de choisir entre différents moteurs et boîtes de vitesses, principalement un moteur MAN ou DAF avec une boîte ZF (Friedrichshafen) ou Voith.

Avec les deux articulations, comme, du reste, avec les autres véhicules Van Hool, on utilise le "refroidissement en toiture". Le radiateur du moteur est disposé en toiture. L'avantage est que le compartiment moteur peut tenir moins de place et que le bruit de ventilateur dans le compartiment voyageurs disparaît. La disposition en toiture permettant un refroidissement par le vent de la course, une pompe de circulation peu bruyante suffit à refroidir le moteur. Le refroidissement en toiture a un autre avantage : de l'air au-dessus du pare-brise par le capotage aérodynamique étant plus propre, le radiateur s'encrasse peu et l'on a un meilleur échange thermique, la température du moteur s'en trouve diminuée. Toute l'installation de refroidissement est intégrée en toiture sous un capot rabattable, elle est donc aisément accessible.

En dépit de la grande longueur de l'AGG300, son diamètre de demi-tour, 24,79 m, est à peine supérieur à celui d'un autobus "standard" de 12 m*. Les deux couronnes de rotation et le système d'orientation des essieux porteurs des remorques disposent d'une tringlerie mécanique de direction. Une commande non proportionnelle des essieux des remorques règle l'angle d'attaque des roues en fonction de l'angle de l'articulation à l'avant de la remorque correspondante et assure une bonne tenue de route avec de faibles déports transversaux : les deux remorques suivent sans décalage la trajectoire du véhicule tracteur. Malgré sa longueur, le véhicule se manœuvre au mieux et se comporte presque comme un autobus standard.

L'autobus à deux articulations a une capacité totale d'environ 180 voyageurs selon la disposition des sièges et les particularités d'aménagement et en fonction des dispositions légales telles que la charge admissible par essieu. L'autobus est à plancher bas intégral avec un emmarchement de 330 mm à toutes les portes. La hauteur de plancher peut être réduite à 270 mm du côté des portes grâce à un dispositif d'inclinaison sur toute la longueur du véhicule. Des accès pour fauteuil roulant peuvent être incorporés aux trois portes arrière. En face ou à côté de chacune de celles-ci, peut être aménagé un emplacement pour un fauteuil roulant ou, le cas échéant, pour une voiture d'enfant. Le poste de conduite est spacieux et conforme aux dernières normes du VDV (équivalent allemand de l'UTP). Un système de caméra vidéo avec vue sur les contours extérieurs arrière et sur l'intérieur de la dernière remorque est à la disposition du conducteur pour l'aider.

* Solobus est une marque déposée de MAN désignant un autobus "standard" allongé à 12 m (N.d.T.)

L'AGG 300 bénéficie d'une technique éprouvée depuis plusieurs années. C'est ainsi que toutes les particularités de construction évoquées ici sont appliquées également sur l'autobus articulé AG300 (refroidissement en toiture, disposition décentrée du moteur, commande non proportionnelle de l'essieu de la remorque, etc.). On peut donc dire que l'autobus à deux articulations AGG 300 dispose d'une technologie éprouvée de grande fiabilité et de grande disponibilité. La compatibilité technique avec des véhicules produits en grande série permet aussi de réaliser la remorque intermédiaire à moindres frais pour obtenir un matériel roulant prêt à être exploité.

La maturité technique est également prouvée en service quotidien. À ce jour, 37 voitures de ce type sont déjà en exploitation dans différentes villes d'Europe. Les motifs d'acquisition d'une voiture à deux articulations sont très variés mais on en attend toujours une plus grande économie. Comparé à un autobus articulé de 18 m, on obtient un gain de capacité de 20 %, ce qui conduit à une augmentation de la productivité du personnel. Avec 4 portes régulièrement espacées sur près de 25 m, le temps d'échange des voyageurs aux points d'arrêt est abrégé. Les coûts d'acquisition et d'exploitation de ces engins sont plus faibles que ceux d'un tramway de mêmes dimensions. En outre, il ne faut pas de travaux d'adaptation de l'infrastructure ou alors peu : l'autobus roule sur des chaussées normales (il n'est pas besoin de rails ni de ligne aérienne de contact comme sur un tramway). Toutefois, les points d'arrêt doivent être suffisamment longs et l'atelier doit être adapté à ces véhicules ultra longs [Réf. bibl. 1]. On a vu à Aix la Chapelle et Hambourg que les éventuels aménagements d'infrastructure et d'organisation nécessaires étaient aisément réalisables. On peut considérer qu'à l'avenir, l'autobus à deux articulations représentera une alternative économique en matière d'exploitation des autobus.

Références de l'autobus AGG 30 à deux articulations

1	Véhicule démonstrateur B (actuellement en Angola) 1 AGG 300 ; Année de construction : 1993
2	TEC à Liège (Belgique) : 1 AGG 300 ; Année de construction : 1998
3	GVU à Utrecht (Pays-Bas) : 27 AGG 300 ; Années de construction : 2002 et 2003
4	TPG à Genève (Suisse) : 5 AGG 300 ; Année de construction : 2004 (+ 10 exemplaires en option)
5	Véhicule démonstrateur D (2004) (Essais à Wiesbaden Hagen, Hambourg, Düsseldorf; Dresde)
6	ASEAG à Aix la Chapelle : 2 AGG 300 ; Année de construction : 2005 (+ 14 exemplaires en option)
7	Hochbahn, transports de Hambourg (Allemagne) : 10 AGG 300 Année de construction : 2004 (+ 13 exemplaires en option)
8	ETUSA à Alger : 12 AGG 300 ; Année de construction : 2005
9	Weber à Luxembourg : 1 AGG 300 ; Année de construction : 2005

Bibliographie :

[1] H. Paetz, S. Lutterbach : Mise en service d'autobus à deux articulations à l'ASEAG (Transports d'Aix la Chapelle) in : Der Nahverkehr mai 2004 pages 21 à 28.

Figures

Figure 1 : Un autobus Van Hool AGG 300 de l'ASEAG à Aix la Chapelle (Photo Van Hool).

Figure 2 : Vue de l'intérieur du véhicule. À droite, le compartiment moteur (Photo Van Hool).

Figure 3 : L'AGG 300 baptisé "La très longue voiture" à Aix la Chapelle (Photo Völker Deutsch).

L'auteur :

Le Lic.-Ing. Dirk Amerijckx ingénieur commercial chez Van Hool.

OK

Des systèmes d'autobus innovants pour une meilleure mobilité urbaine

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Meyer, Président d'honneur de l'UITP, in : Stadtverkehr février 2006

Pour assurer un transport public urbain attractif et de grande capacité, les grandes villes et agglomérations pensent aux réseaux ferrés – de préférence à traction électrique – tels que chemin de fer, métro et tramways qui, de part le guidage des rails, acceptent la circulation de rames et grâce à des systèmes perfectionnés de sécurité et de pilotage transportent à vitesse élevée de grands nombres de voyageurs avec une bonne fiabilité du fait de l'absence de perturbations extérieures. Toutefois ce mode de transport très évolué exige de coûteuses infrastructures et ne peut être employé que sur les lignes principales constituant l'épine dorsale d'un système intégré de transport public et qui avec leur site propre entièrement séparé ont besoin de moyens de rabattement. L'autobus, n'a pas exclusivement vocation à élargir la zone de chalandise des stations du réseau ferré, il peut aussi constituer des dorsales comme à Brisbane (Australie) où les chemins de fer régionaux et des autobus rapides circulant sur des artères réservées (les "busways") constituent ensemble la partie structurante du réseau de transport public.

C'est ainsi que, même dans les grandes villes et les agglomérations denses possédant des réseaux ferrés importants, l'autobus a et aura à l'avenir d'importantes missions à remplir qui ne pourraient être confiées à aucun autre mode. Il est donc partie intégrante d'un système intégré qui doit être orienté vers la satisfaction des clients et offrir aux voyageurs la possibilité d'accomplir leur déplacement de leur point de départ à leur destination de façon la plus simple, rapide, confortable et fiable possible. C'est un grand défi pour l'avenir de construire et de développer un réseau d'autobus partie intégrante d'une offre orientée client. Cet objectif ne pourra être atteint que par l'intégration des autobus dans les systèmes de surveillance du mouvement, de régulation et d'information dynamique des voyageurs (dans l'idéal, grâce à une télématique régionale), avec une tarification et une billettique unifiées et des points de correspondance et d'échange intermodal procurant aux voyageurs accessibilité, transparence, absence d'obstacle, confort et trajets piétonniers de faible longueur.

Ainsi, les planificateurs et exploitants ne voient plus seulement le véhicule quand il s'agit d'autobus mais aussi toute l'infrastructure. La configuration et l'attractivité d'un réseau d'autobus seront améliorées par exemple au moyen de couloirs réservés, par la priorité aux carrefours et la création de points d'arrêt orientés client. Ces dispositions et l'intégration dans un système intégré enlèveront d'un côté à l'autobus une partie de sa flexibilité – par exemple en ce qui concerne le tracé des lignes – mais d'un autre côté, il gagnera en attractivité, confort image de marque et nécessité. Il sera plus visible dans le paysage urbain et requerra un plus fort engagement des politiques, des donneurs d'ordres et des transporteurs.

Les réseaux ferrés requérant un plus grand investissement et un plus long délai de réalisation, de nombreuses grandes villes ont, depuis quelques années, conçu et réalisé des sites propres pour autobus et des réseaux complets d'autobus rapides ("*Bus Rapid Transit*", BRT) qui, à la place de métros ou de tramways, constituent l'ossature de systèmes de transport et font jeu égal avec ceux-ci en matière de capacité, rapidité et confort. Dans le monde entier, on voit naître de tels systèmes d'autobus qui remettent la "classique" hiérarchie des modes de transport, orientée vers la capacité. Par ce moyen, l'autobus pénètre dans des domaines d'emploi qui étaient jusqu'alors réservés aux réseaux ferrés traditionnels. Il s'instaure ainsi une concurrence intermodale pour la création de nouveaux systèmes de transport destinés à répondre à la demande de déplacement dans les villes et agglomérations en rapide croissance de plusieurs millions d'habitants, surtout dans les pays émergents. Ici, l'Amérique latine avec ses métropoles et agglomérations tentaculaires, jusqu'alors desservies exclusivement par autobus – pour la plupart conçus et exploités de façon plutôt anarchique – a décidé de jouer un rôle de pionnier, en particulier avec les systèmes de Bogotá en Colombie (le "*Transmilenio*"), de Curitiba au Brésil et avec les trolleybus de Quito (en Équateur ("*El Trole*") qui suscitent un vif intérêt dans d'autres pays. Principalement en Asie, il existe déjà des solutions et projets analogues tels que, par exemple, à Djakarta en Indonésie, à Pékin, Tchoungking et Kunming en Chine ou dans la capitale coréenne, Séoul.

Chez nous en Europe, la situation se présente de façons diversement autres que ci-dessus. D'une part dans de nombreux cas existe déjà des réseaux ferrés performants construits ou en construction. D'autre part de nombreuses villes ont un centre historique n'offrant pas la place nécessaire à la création de voies suffisamment larges réservées aux autobus. Cependant, si l'on regarde, par exemple, Londres, Paris, Stockholm ou Dublin, on voit que, même dans ces villes, il existe des couloirs et quelques sites propres pour autobus qui – bien qu'en complément d'un réseau ferré existant – contribuent significativement à l'amélioration de la circulation des autobus.

Dans les cas où, en raison d'une forte demande de transport, les autobus standard ou articulés ne permettent pas d'obtenir la capacité nécessaire – situations qui peuvent se présenter en particulier en centre-ville – la seule possibilité d'augmentation du débit est la mise en service de véhicules de grande capacité, tels que des autobus à plusieurs articulations. Les premiers autobus à deux articulations ont circulé dès la fin des années 1980 à Bordeaux. On trouve des exemples plus récents à Utrecht, Genève, Göteborg, Hambourg et récemment à Aix-la-Chapelle.

La question se pose naturellement d'où se trouve la limite ultime de capacité des sites propres pour autobus compte tenu de critères quantitatifs et qualitatifs de capacité et de la faculté d'intégration dans l'environnement urbain. Si l'on parle parfois aujourd'hui de capacités limites très supérieures à celles de tramways, on peut être sceptique et avant de donner une réponse définitive, on peut vouloir attendre les retours d'expérience. Quand les tracés existent, il sera possible dans les cas graves d'atteindre des débits supérieurs en remplaçant les autobus par des réseaux ferrés de plus grande capacité.

Les efforts pour augmenter encore le débit, la sécurité et le confort ont enfin conduit au développement de solutions techniques de guidage des autobus recourant aux moyens mécaniques du début des années 1980 comme, par exemple, à Essen ou Adélaïde (Australie) ou aux procédés électriques utilisant un câble noyé dans la chaussée comme par exemple à Eindhoven aux Pays-Bas. Ces dispositifs ne permettent pas, jusqu'à présent, la circulation sans conducteur car du point de vue technique, ils ne sont pas de sécurité intrinsèque (fail safe) et ne procurent – tout au plus – qu'un certain allègement de la tâche du conducteur. À ce jour, ils ne permettent pas non plus la circulation en rames qui libérerait une partie des conducteurs dans les sites propres et augmenterait la capacité. Il y a donc un doute notable quant à l'utilisation de tels dispositifs à l'avenir.

Même s'il faut considérer le système dans son ensemble, il ne faut tout de même pas oublier qu'un certain nombre de questions relatives à l'autobus en tant que véhicule doivent encore être résolues en vue du développement futur.

Il y a d'abord le problème du degré d'individualisation et de diversification des véhicules déploré en particulier par les constructeurs qui pèse de plus en plus sur les prix et la fiabilité et, partant, sur la disponibilité d'exploitation des voitures. Semblablement à ce qui se passe pour maint véhicule sur rail – en particulier les tramways – le marché des autobus est caractérisé par des normes nationales qui resteront très différentes d'un pays à l'autre et les transporteurs réclament des solutions sur mesures correspondant à des particularismes locaux et à des besoins particuliers d'exploitation ou aux dispositions des ateliers du transporteur ou des donneurs d'ordre.

Les efforts des grands constructeurs en vue de plus d'harmonisation et de normalisation ne seront toutefois couronnés de succès que si les transporteurs le permettent lors des appels d'offres et de l'attribution des marchés et font jouer effectivement la concurrence. Les transporteurs et les industriels étant, les uns et les autres, membres à part entière de l'UITP et un accord à ce sujet ne pouvant que conduire à une progression du déplacement par autobus et, partant, du transport public, l'UITP a pris l'initiative et s'est donné un rôle d'animateur. Entre temps un groupe stratégique composé de membres des directions des grands constructeurs et de quelques grands transporteurs s'est mis en place au niveau international et travaille intensivement aux possibilités de normalisation des composants des autobus et à la normalisation des documents d'appels d'offres. (*"Recommandations-cadres de l'UITP pour la structure des procédures d'appel d'offres"*), laissant plus de possibilités à la normalisation, permettant la réalisation de plus grandes séries et un abaissement des coûts tant pour les constructeurs que pour les transporteurs.

Une autre mission importante pour l'équipement des autobus en vue de la satisfaction des besoins en mobilité réside dans une nouvelle réduction des atteintes portées à l'environnement. L'UITP, avec sa *"charte pour un développement durable"*, présentée à son congrès mondial de 2003, s'est vigoureusement efforcée, d'une part, de convaincre les preneurs de décision en matière de politique des transports qu'un développement durable de notre société et de notre espace vital ne serait possible qu'en s'appuyant sur un transport public performant et, d'autre part, de faire prendre conscience à ses propres membres de la nécessité d'une action coordonnée. Entre temps, un grand nombre de transporteurs ont également signé la charte. Toutefois, les constructeurs traînent encore.

Peut-être manquent-ils encore de confiance en eux quant à une politique de l'environnement. Il a déjà été fait beaucoup dans la bonne direction avec l'amélioration des moteurs diesel, l'utilisation des filtres à particules, du gaz naturel ou des biocarburants pour réduire les rejets dans l'échappement. D'autres améliorations des moteurs diesel sont prévues dans un avenir proche avec l'application des normes EURO IV en 2005 et EURO V en 2008. enfin les piles à combustible à la promotion et au développement desquelles prend part l'UITP dans le cadre de la "Plateforme européenne de technologie des piles à combustible et à hydrogène" et dans le cadre du grand projet européen de piles à combustible ("*CUTE ("mignon") Clean Urban Transport for Europe – Véhicule de transport urbain non polluant pour l'Europe*") pour améliorer encore celles-ci et créer une percée dans l'utilisation des énergies renouvelables.

Il convient de mentionner ici le trolleybus, variante électrique et écologique de l'autobus, qui, surtout du point de vue de l'environnement, mais aussi en ce qui concerne les performances de traction et le confort peut présenter des perspectives d'avenir. Sur l'ensemble de la planète on évalue aujourd'hui à 350 à 400 le nombre de réseaux – principalement dans les villes grandes et moyennes – dont 193 comptant en tout 27 600 voitures et 19 000 km pour les seuls pays de l'ex Union Soviétique. Sur tous les continents de grandes villes ont de tels réseaux, par exemple Moscou, São Paulo, Mexico, San Francisco, Riga, Pékin, Pyongyang et Athènes. En Europe, où la plupart des réseaux de trolleybus ont été supprimés dans les années 1960 pour des raisons économiques, il subsiste encore 60 réseaux dont 25 dans les pays de l'Union européenne. Pour des raisons d'environnement et de politique énergétique, le trolleybus connaît un nouveau souffle et tout un ensemble de villes renouvellent ou étendent leur parc de matériel roulant (par exemple, Athènes, Lyon, Vancouver) et d'autres créent ou remettent leur réseau en service (par exemple, Rome, Landskrona en Suède, Gdynia en Pologne).

En résumé l'autobus assure dans le monde entier 80 % des déplacements en transport public et constituera à l'avenir une composante incontournable des réseaux de transport urbain et un garant de la satisfaction de la demande de mobilité en ville et à l'échelon régional. Son potentiel de développement élevé le rendra à même de remplir à l'avenir des exigences nouvelles ou renouvelées.

Figures

Figure en haut à gauche page 6 : Une ville tournée vers la voiture : grande consommation d'espace

Figure en bas à droite page 6 : Le transport individuel Chaos et perte de temps en chemin

Exemples : Djakarta et Manille

Figures à gauche page 7 : de haut en bas :

- Les *Bus Rapid Transit* (Sites propres pour autobus) dans le monde (Source McCormick Rankin International INC (Canada))
- Optimisation du temps de trajet. Exemple correspondance entre modes complémentaires Buranda Bus/Chemin de fer à Brisbane (Australie).
- Autobus rapides à Porto Alegre (Brésil)
- Autobus rapide dans des villes d'Asie. Exemple : Kunming (Chine). Verbindung... = Liaison entre les gares et le parc des expositions

Figure en haut à droite page 7 : Voie réservée aux autobus en Europe. Paris (Trans Val de Marne).

Cliché G. Dumax / RATP 1994

Figure en bas à droite page 7 : Capacités des sites propres pour autobus. Exemple de débits en voyageurs par heure et par sens. (Source : UITP)

- Bus ; Gelenkbus = Autobus articulé; "Zwischen-systeme" = Systèmes intermédiaires
- StadtBahn = Tramway, Metro
- Fahrgäste... = Voyageurs par heure et par sens
- Kapazität = débit
- Transmilenio : Transmilenio, 26 000 voyageurs par heure et par sens
- BRT = Sites propres pour autobus
- Intensive Bus Route syst. = Site propre pour autobus
- Einzelwagen = Véhicule circulant isolé
- Zugbildung = Véhicules circulant en rame
- VAL = VAL type Lille, Toulouse ou Rennes

Un système d'autobus à haut niveau de service et à guidage optique Le TEOR de Rouen

04

François Rambaud in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 15, 16).

L'agglomération rouennaise

L'agglomération rouennaise est à environ 125 km de Paris. Elle est constituée de 37 communes regroupant environ 400 000 habitants sur 292 km². La densité de population est d'environ 1370 habitants/km². Un peu plus de 100 000 habitants vivent en centre-ville. L'autorité organisatrice est la CAR (Communauté de l'Agglomération Rouennaise). L'opérateur, la TCAR (Groupe Connex), dessert toute l'agglomération. Elle exploite 158 autobus standard, 48 autobus articulés, 28 tramways standard français et 8 minibus. Sur un total de 500 km de lignes, seuls 5 km sont équipés de la priorité aux carrefours. Le réseau d'autobus classique transporte chaque jour 85 000 voyageurs, les tramways en transportent 60 000 et le nouveau système TEOR, 35 000.

L'étude et la réalisation

En 1997, la CAR a fait faire une étude pour étudier la faisabilité d'une deuxième ligne de tramway. Les montants prévisionnels excédant le budget de la CAR, l'idée d'une nouvelle ligne de tramway fut abandonnée en 1998 au profit d'un système d'autobus de niveau de service comparable en termes d'intervalle, régularité, fiabilité et couverture territoriale. En juillet 1999, il fut donc décidé de mettre en service un système d'autobus à guidage optique. Cette décision se basait sur le fait que le débit de 1500 voyageurs par heure et par sens, que peuvent fournir des autobus classiques, était insuffisant alors que le débit de 8000 voyageurs par heure et par sens d'un tramway était excessif. Un système d'autobus sur une infrastructure prioritaire de qualité (avec des couloirs réservés et des passages en site propre là où il en est besoin) pourrait transporter jusqu'à 3000 voyageurs par heure. Par ailleurs, le calcul montrait que ces autobus représentaient la solution la plus économique pour le débit recherché. Un motif supplémentaire de choix d'un système sur pneus résidait dans la présence de déclivités de plus de 10%.

Description du projet

La première section de la première étape du projet TEOR (lignes T1 à T3) a été ouverte en 2001, la deuxième section suivra en 2006. En centre-ville, les trois lignes empruntent un tronçon commun. Les autobus circulent sur divers types d'infrastructure et sont soumis à divers environnements : mélangés à la circulation générale, sur site physiquement séparé à sens unique ou à double sens (rues réservées aux autobus ou site propre dans l'axe de la voirie). Les autobus n'utilisent le guidage optique qu'au voisinage des points d'arrêt pour garantir un accostage précis. Le parc d'origine était constitué de 38 autobus articulés Irisbus de type Agora (donc des autobus classiques à guidage optique) et de deux autobus articulés expérimentaux "Civis" à propulsion diesel-électrique, également à guidage optique, qui grâce à leurs moteurs-roues sont à plancher bas intégral. Lorsque après un an on a constaté que les coûts d'exploitation des Civis étaient notablement plus élevés que ceux des Agoras (au premier chef en raison de leur consommation de carburant), ils ont été retirés du service. Le total des coûts d'investissement, y compris toute l'infrastructure et le matériel roulant classique s'élève à 165 millions d'EUR (6 à 7 millions d'EUR/km).

Matériel roulant

L'autobus articulé Agora est long de 17,8 m et offre 40 places assises pour une capacité totale de 110 voyageurs. Le Civis est long de 18,5 m et offre 41 places assises pour une capacité totale de 120 voyageurs. Dans son nouveau design, son intérieur ressemble à celui d'un tramway.

Le logiciel de traitement d'image du système de guidage optique est relié à la caméra installée sur le tableau de bord et compare en continu le mouvement de l'autobus avec les marquages disposés sur la chaussée à une quarantaine de mètres en avant. Le système optique de captation fonctionne même lorsque seulement une marque au sol sur trois est visible. En cas de défaillance un indicateur lumineux et un signal sonore avertissent le conducteur qui isole alors le système de guidage optique.

Le grand avantage de ce guidage est sa grande précision. On arrive à approcher à 5 cm d'un quai correctement réalisé de sorte que toutes les portes sont proches du nez de quai. Une telle précision rend superflus les dispositifs pour fauteuils roulants, ce qui gagne du temps. L'embarquement et le débarquement facilités pour tous les voyageurs écourtent également le temps de séjour au point d'arrêt. L'absence de rails de guidage et des considérations de sécurité et d'exploitation empêchent de réduire la largeur des couloirs par rapport à ce qui se fait avec des autobus classiques.

Principaux résultats

- Fiabilité du dispositif de guidage optique : en 2003, moins de 4 ratés au point d'arrêt par 10 000 parcours. Le dispositif de guidage optique ne fonctionne plus pour des vitesses de vent supérieures à 50 km/h.
- Lacune : en fonction de la position et du type de point d'arrêt, la différence de niveau moyenne à la deuxième porte est de 4,5 cm, la largeur de la lacune étant comprise entre 3 et 9 cm.
- Acceptation du guidage optique par les conducteurs : 100 % le trouvent d'une grande ou d'une moyenne aide ; 96 % des conducteurs considèrent que le site propre est utile pour le tronç commun.
- Gains de temps de parcours liés au système TEOR : sur la section en tronç commun de T2, on a constaté un gain de temps pouvant atteindre 4 min (15 %), ce qui s'accompagne d'un intervalle plus régulier (comparable à celui d'un tramway)
- Clientèle régulière du système TEOR : forte augmentation (de plus d'un tiers) depuis la mise en service (actuellement environ 35 000 trajets par jour).
- Effets sur les permis de construire le long du parcours de T2 : les permis de construire sont en augmentation de 40 % et la valeur des bines immobiliers a augmenté de 20 à 30 %.
- Sur le projet TEOR, les suppléments de coût liés au système de guidage sont de 5 à 10 % de l'investissement total soit 500 000 EUR par kilomètre.

Autres résultats et recherches

- Pour la deuxième phase, on cherchera à réduire encore la lacune à moins de 5 cm à tous les points d'arrêt ; lors des premiers essais les mesures ci-après ont été jugées appropriées : bordures de trottoir rehaussées (29 cm) aux points d'arrêt, portes des voitures plus larges, avancée de la bordure de trottoir réglable (réglable en fonction des données du marquage de couleur), propriétés de marche et de direction mieux adaptées aux exigences du système de guidage.
- Une recherche sur la mesure dans laquelle le système de guidage serait utilisable en centre-ville au prix d'une vitesse réduite.
- Autre recherche sur le système de guidage lui-même

Bibliographie :

[1] Rapport commun CERTU, INRETS, UTP, GART : Bus à haut niveau de service, concept et recommandations. CERTU éditeur, octobre 2005

[2] Connex - Rapport TEOR 2004

Figures

Figure 1 : Voirie réservée aux autobus sur le tronc commun des lignes T1 à T3.

Figure 2 : Dans les rues étroites, les deux sens de circulation se partagent alternativement la voie axiale réservée. Remarquer le marquage de guidage optique. Les îlots des points d'arrêt sont respectivement disposés ici avant le carrefour dans chaque sens de marche.

Figure 3 : Accès : lacune régulièrement obtenue à la montée en voiture.

L'auteur :

François Rambaud, ingénieur, travaille au CERTU (Centre d'Études sur les Réseaux de Transport et l'Urbanisme) à Lyon.

Perspectives techniques d'avenir pour un transport public moderne et adaptable

Dr. Stefanie Böge in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 22, 23).

OK

Les fabrications de la SàRL Hübner

Depuis plus de 50 ans, la société Hübner occupe une place de leader sur le marché des intercircularions en transport public. Aujourd'hui, Hübner fabrique en Allemagne (à Kassel), au Brésil, en Amérique du nord, en Chine, en Hongrie, en Suède et en Russie. Un savoir-faire technique et un investissement ininterrompu en recherche et développement sont la garantie que Hübner fabrique des produits modernes pour demain. Les productions de Hübner comprennent :

- Des soufflets pour les véhicules articulés, pour les véhicules ferroviaires, les passerelles d'embarquement des aéroports, les véhicules spéciaux et le bâtiment.
- Des systèmes d'articulation complets pour autobus et tramways.
- Des systèmes souples d'intercirculation (pour tramway, métro, trains régionaux, trains de grandes lignes et trains à grande vitesse).
- Des produits en caoutchouc et en matière plastique (pièces de forme en caoutchouc, liaisons métal-caoutchouc, des profilés et cadres en caoutchouc, des pièces moulées par injection de plusieurs composants).
- Des systèmes de fenêtres et portes (fenêtres et portes rapidement échangeables pour autobus et véhicules ferroviaires).
- Les solutions orientées client sont à l'avant-plan du développement de nos productions. Pour obtenir des résultats porteurs d'avenir, nous analysons aussi en étroite collaboration avec nos clients les développements actuels en matière sociale et en matière de transport. La société Hübner coopère avec divers organismes et entreprises de recherche et, dans le cadre de projets de recherche, développe des prototypes, accompagne les essais de nouveaux produits et optimise de nouveaux systèmes et composants.

Un nouvel arrière-plan pour le transport public

Dans diverses régions d'Allemagne, l'avenir à moyen terme du transport public se présente de façon très diversifiée en raison des évolutions démographiques et des conditions territoriales. Dans l'ensemble, on observe une tendance au vieillissement et à la diminution de la population : en 2050, la moitié de la population aura plus de 48 ans et un tiers aura 60 ans ou plus [Réf. bibl. 1, page 31]. À long terme, la population globale diminuera [Réf. bibl. 1, page 26f]. Toutefois il y aura autant de régions en expansion que de régions en régression : la population des zones denses des villes grandes et moyennes de l'ouest de l'Allemagne augmentera pendant que celle de l'est de l'Allemagne, de la Ruhr et de la Sarre diminuera.

En outre, on voit dès aujourd'hui que, dans les prochaines années, du fait de l'élévation des charges conséquence de la diminution des subventions d'état et de l'ouverture du marché aux intervenants étrangers, la diminution des prix d'acquisition des véhicules et les économies d'exploitation seront encore plus vigoureuses que jamais [Réf. bibl. 2, page 18]. Par ailleurs, les consommations de carburant et d'énergie représentent des facteurs essentiels.

Ces évolutions conduiront à des structures différentes de la demande, auxquelles les transports publics devront réagir par une offre souple et adaptée aux besoins.

À l'international devront également être observées les évolutions entraînant de nouvelles exigences en matière de transport public. C'est ainsi que naissent, pour la moment dans les grandes villes en rapide expansion des pays émergents et des pays en développement les sites propres pour autobus dont le développement et les perspectives possibles sont beaucoup débattues [Réf. bibl. 3].

Actuellement, Hübner produit la majorité des systèmes actuels d'articulation pour autobus (en particulier pour les autobus à plancher bas, utilisés sur les sites propres pour autobus. Pour qu'ils puissent être encore plus compétitifs en qualité et en taille, face aux systèmes sur rails, la société Hübner développe désormais des possibilités techniques pour les autobus à grande capacité car à ce jour, on ne dispose encore d'aucune technique pour construire des autobus plus longs que les autobus à deux articulations. Pour pouvoir à l'avenir, exploiter de façon encore plus économique les

systèmes de site propre pour autobus, il faut pouvoir mettre en service des volumes de transport plus grands et plus adaptables.

Possibilités de développement de systèmes d'autobus adaptables

À ce jour, la multiplicité des exigences liées à des conditions ambiantes toujours plus diverses n'a encore donné lieu, de la part du matériel roulant, à aucun système adaptable. Aujourd'hui, il existe en effet encore une multitude de types d'autobus de capacités différentes. Ces véhicules ne sont qu'imparfaitement adaptés à une solution technique dans laquelle le matériel roulant pourrait s'adapter aux besoins et situations. C'est également le cas pour les applications existantes d'autobus à remorque dételable, en exploitation en Suisse et bientôt dans diverses villes d'Allemagne. Les inconvénients qui ont conduit autrefois à l'interdiction des autobus à remorque dételable (danger dans la zone du timon d'attelage, tenue de route) ont, grâce à des bandes de caoutchouc et à une limitation de vitesse, été réduits mais pas résolus de façon satisfaisante. En outre les autobus à remorque ne peuvent circuler en Allemagne que moyennant une dérogation puisque les longueurs supérieures à 18,75 m ne sont pas admises.

Récemment, Hübner a développé l'articulation dite "courte" ou "croisée" (fig. 1). Cette articulation, actuellement en essais et déjà réclamée par divers opérateurs, offre une liaison plus stable, plus courte et plus sûre entre les éléments d'un autobus que les systèmes antérieurs d'articulation déjà très développés. Ce nouveau dispositif améliore l'attractivité et la capacité des autobus articulés qui deviennent plus faciles à manœuvrer et peuvent accueillir une rangée supplémentaire de sièges [Réf. bibl. 4]

Fondamentalement, à la base de l'articulation croisée récemment développée par Hübner, on trouve un attelage en croix (fig. 2) qui améliore la tenue de route de la remorque et permet un élargissement de l'emploi d'autobus plus économiques et plus adaptables. Comparé à une articulation à timon qui permet, dès aujourd'hui, de réaliser un autobus à remorque détachable (longueur : 23 m, capacité : environ 180 personnes), l'attelage à articulation croisée présente divers avantages :

- Primo, il est possible d'enfermer la zone de l'attelage dans un soufflet (Dans le cas d'un attelage à timon, le soufflet se déchirerait dans les virages). Les voyageurs ne peuvent donc plus se tenir entre l'autobus et la remorque, en outre l'aspect de l'autobus devient plus uni.
- Secundo, différentes simulations montrent que, comparé à un autobus équipé d'un attelage à timon, un autobus à attelage croisé a une meilleure tenue de route, en participation lors d'un déboîtement rapide ou en freinage.
- Tertio, il devient possible de réaliser une passerelle d'intercirculation entre l'autobus et sa remorque.
- Quarto, la remorque peut être attelée et dételée automatiquement.
- Quinto, l'autobus peut être complété de plusieurs modules.

À la base d'un système d'autobus plus économique et plus adaptable, on a donc un autobus de grande capacité (fig. 3) à 4 essieux, une seule articulation découplable. En raison de sa grande capacité (200 voyageurs), ce matériel roulant présente, par rapport aux autobus standard existants des avantages tant économiques qu'environnementaux. Les avantages d'un tel matériel roulant sont écrasants, en particulier quant aux coûts d'exploitation. Grâce à une exploitation adaptée, ces coûts peuvent être réduits d'au moins 20 %.

Conclusion

L'emploi d'un type de matériel roulant aussi nouveau présente divers avantages, en particulier pour la réalisation de systèmes de transport routier de grande capacité dans de grandes agglomérations en rapide expansion. Grâce à la possibilité de découplage, la remorque peut être attelée ou dételée. En outre, avec une deuxième remorque, on peut constituer un ensemble de 36 m de long. En cas de forte demande il devient possible d'exploiter avec une, voire deux remorques. En cas de faible demande, les remorques peuvent être dételées et l'autobus circule seul ou avec une seule remorque.

Un tel matériel roulant présente l'avantage d'être intégrable dans un système de transport public. Par une organisation des possibilités d'attelage et de dételage, on peut éviter de changer tout le véhicule lorsqu'il doit être employé sur une ligne de rabattement où une moindre capacité est nécessaire.

Fondamentalement, le développement d'un attelage croisé permet de créer un système économique de caisses d'autobus adaptables, compatible avec les différentes charges rencontrées sur un réseau. Un tel matériel roulant peut constituer la solution parfaite tant pour les charges extrêmement variables (cas de l'Allemagne et de l'Europe) que pour les transports de grande capacité à faible coût (cas des pays émergents). En outre, ce matériel roulant offre de nouvelles perspectives pour l'exploitation de sites propres pour autobus.

Bibliographie :

- [1] Office fédéral de statistiques. La population de l'Allemagne jusqu'en 2050. 10 Calcul prévisionnel de la population. Wiesbaden, 2003.
- [2] C. Sommer : Les transports publics dans une société vieillissante in : Revue "Der Nahverkehr" (avril 2005, pages 14 à 19).
- [3] L. Wright : Bus Rapid Transit (Sites propres pour autobus) Guide de conception - SàRL Société allemande de coopération technique (GTZ). Eschborn, 2004
- [4] H. Hondius : Hübner, un partenaire dynamique de taille moyenne en transport public in : Stadtverkehr (juillet-août 2004, pages 32 à 34)

Figures (Photos SàRL Hübner)

Figure 1 : L'articulation croisée Hübner.

Figure 2 : L'attelage croisé Hübner.

Figure 3 : Le système de remorque adaptable Hübner (HFS).

L'auteure :

Stefanie Böge, docteur, travaille à la SàRL Hübner à Kassel dans la Recherche & Développement, secteur "Route".

ok

Le concept de "Bus à haut niveau de service"

Claude Soulas, ingénieur, in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 24, 25).

En France, on peut schématiquement distinguer quatre périodes de développement d'idées nouvelles en matière de transports publics. Entre 1970 et 1980, on a mis, comme dans d'autres pays, de grands espoirs dans l'invention de nouveaux systèmes de transport entièrement automatiques. Entre 1980 et 1990, de nombreuses villes ont redécouvert le tramway. Entre 1990 et 2000, s'est développé le concept de "système intermédiaire" (entre l'autobus et le tramway) ou, mieux dit, de nouveau système guidé sur pneumatiques. Enfin, entre 2000 et 2010, et en particulier en 2005, on a tenté de définir le concept de "Bus à haut niveau de service" (BHNS).

Des systèmes novateurs sur pneumatiques

La France possède une longue tradition de systèmes novateurs sur pneumatiques :

- Le classique métro sur pneus installé dans trois villes de France (3 lignes à Paris, 2 à Lyon et 2 à Marseille).
- Les systèmes entièrement automatiques (VAL, MAGGALY, METEOR, POMA 2000, SK).
- Des systèmes guidés novateurs sur pneumatiques (anciennement également appelés "Systèmes intermédiaires") Translohr, TVR.
- Les nouveaux autobus et trolleybus, qui peuvent également être vus comme faisant partie de la famille des véhicules diesel : CIVIS et CRISTALLIS (par exemple avec des moteurs-roue et des pneumatiques super-single)

Mais on n'a guère d'expérience des véhicules à deux articulations (24 m de long) même si l'on peut considérer le défunt MEGABUS de Bordeaux comme un précurseur des développements modernes en Europe. L'exploitation de ces dix autobus a commencé en 1986 et s'est achevée en 2003 et, à ce jour, aucune autre ville de France n'ait choisi semblable matériel roulant.

Les nouveaux systèmes guidés sur pneumatiques comportent trois familles différentes. Le Translohr (en construction à Clermont-Ferrand et dans trois villes d'Italie) est un vrai tramway sur pneus, de faible gabarit, qui est guidé en permanence comme un vrai tramway. Tout comme le Translohr, le TVR (en exploitation à Caen et Nancy) est guidé mécaniquement par un rail central. Outre des particularités techniques, il a une grande différence en ce sens qu'il est bimodal, autrement dit il peut circuler en guidage manuel sans guidage mécanique. De ce fait, la longueur du véhicule est limitée à 24,5 m. Le CIVIS est un autobus ou un trolleybus à guidage sans contact qui regroupe deux innovations : d'une part un véhicule moderne au design attrayant et à propulsion électrique par moteurs-roues, d'autre part un guidage optique par caméra.

Le concept de bus à haut niveau de service (BHNS)

Le nouveau concept de bus à haut niveau de service (BHNS) regroupe les trois familles mentionnées plus haut mais est plus général cependant : il s'agit surtout d'autobus ou de trolleybus sans guidage sur lesquels on a greffé des dispositifs ; par exemple, le TEOR de Rouen où l'on a adapté le guidage optique sur un autobus normal. Le concept français de BHNS a été défini en 2004 par un groupe de travail dirigé par le CERTU (pour le compte de la DGMT, un service du ministère des transports). Le groupe de travail est composé d'experts de divers organismes : l'INRETS (Institut de Recherche), l'UTP (exploitants), le GART (autorités organisatrices), le CETE (centre d'études techniques) et diverses villes. L'objectif est de définir un concept national et non pas de définir chaque réalisation locale. Un rapport a été élaboré qui comporte plusieurs recommandations. Ce rapport a été présenté pour la première fois à Toulouse à l'occasion du congrès annuel "XX^{èmes} Rencontres du Transport Public". Quelques points forts de ce rapport sont présentés ci-après.

Les expériences étrangères, telles que les "Bus Rapid Transit" des États-Unis constituent un bon exemple mais doivent toutefois être adaptées au contexte français. Parmi les rares réalisations françaises, on trouve le TEOR de Rouen, un système d'autobus sur voirie réservée avec un haut niveau de service. En outre, la France ne compte que peu de sites propres pour autobus. En région parisienne, on trouve le Trans Val de Marne (TVM) – une partie de rocade dans le sud – et le réseau d'autobus d'Evry, une "ville nouvelle" au sud de Paris. Avec un total de 17 km de vrai site propre, le

réseau d'Evry est un des plus anciens et plus significatifs exemples. Par ailleurs, la ligne 1 de Grenoble peut être considérée comme un précurseur de BHNS.

En région parisienne, on développe également depuis quelques années le concept "MOBILIEN" qui n'est pas aussi significatif que le concept BHNS mais qui peut être appliqué à de nombreuses lignes à Paris et dans sa banlieue. Dans le cadre de la procédure "Plan de déplacements urbains" (PDU) plusieurs lignes (sur un potentiel de 150 lignes) ont été choisies afin d'obtenir une amélioration significative du service de transport. À ce jour peu de lignes ont été transformées, par exemple les lignes 38 et 91 en ville de Paris.

Outre Rouen où le projet TEOR est déjà en exploitation, d'autres villes ont des projets de réalisation de systèmes d'autobus. Il ne s'agit cependant que d'un petit nombre de lignes très chargées : à Nantes (ligne 4 en complément des trois lignes de tramway existantes), Nîmes, Lorient...

Recommandations importantes : quelques exemples

L'autobus doit être considéré comme un système complet, autrement dit, il faut traiter les spécifications du matériel roulant, de la chaussée, de l'information des voyageurs, des standards de qualité, etc.

- Dans la mesure du possible, la solution du site propre ou, mieux du site prioritaire, doit être choisie. Dans des cas particuliers le BHNS peut toutefois fonctionner dans la circulation générale.
- Les réalisations françaises en matière de tramway font figure d'exemples. Il ne doit cependant pas y avoir de concurrence entre les deux systèmes. Les paramètres du projet devraient être tels que le BHNS puisse avoir la même priorité que le tramway.
- Dans certains cas une ligne de BHNS peut être conçue de telle façon que sa transformation ultérieure en tramway soit possible sans difficulté excessive.

Selon les circonstances locales, le concept de BHNS peut être réalisé selon de multiples variantes :

- Capacités différentes: autobus standard, autobus articulé (de préférence), autobus à deux articulations (pas en France pour le moment).
- Sources d'énergie différentes : thermique (diesel, gaz), électrique (trolleybus, duobus), hybride
- Configurations différentes : Ligne principale d'un réseau d'une ville petite ou moyenne, ligne secondaire d'une agglomération, etc.
- Réalisations différentes : Site propre prioritaire à 100 % ou 80 % avec des tronçons dans la circulation générale, etc, avec ou sans guidage sans contact.

Conclusion

Le concept de BHNS est très intéressant pour élargir le transport public. Il faut cependant respecter quelques précautions :

- Avant tout, il faut un niveau de qualité suffisant pour tous les composants du système et toutes les interfaces. Il peut être plus difficile de réserver la place pour un site propre pour autobus que pour un tramway pour des raisons objectives (plus grande largeur) ou subjectives ("image" du système).
- La réalisation d'une ligne BHNS ne doit être entreprise que là où le besoin en capacité peut être satisfait au moyen d'un système d'autobus, pas là où le trafic sera trop important dans un proche avenir.
- L'argument selon lequel l'investissement pour un BHNS est moindre que pour un tramway est à double tranchant : il faut construire plus de lignes plutôt que de réduire les moyens financiers alloués au transport public.

Bibliographie :

- [1] C.Soulas : Les transports guidés sur pneus dits "systèmes intermédiaires" dans le contexte de l'innovation en transport collectif urbain in : "Transports urbains" n°105, octobre à décembre 2003, pages 3 à 11.
- [2] Rapport commun CERTU, INRETS, UTP, GART : Bus à haut niveau de service. Concept et recommandations CERTU éditeur octobre 2005.

[3] C.Soulas : Evolution of guided transport systems for urban and suburban applications (Évolution des systèmes de transport guidé pour les applications urbaines et suburbaines) WCRR (Congrès mondial de la recherche ferroviaire) Cologne novembre 2001.

Figures

Figure 1 : Site propre pour autobus en viaduc à Evry, une ville nouvelle avec des zones d'habitation, d'emplois et de formation. Cliché TICE

Figure 2 : Derrière le système guidé sur pneumatiques, le Translohr est manifestement proche d'un tramway (ici à Padoue). Cliché Lohr

Figure 3 : Voie pour autobus à Nantes. La ligne n°4 équipée d'autobus fonctionnant au gaz naturel complètera les lignes de tramway n°1,2 et 3 et doit entrer en service en septembre 2006. Dessin SEMITAN

Figure 4 : Le concept Mobilien de la RATP à Paris : une chaussée réservée devant un feu de circulation (Ligne 38). Cliché Mauboussin/RATP.

Figure 5 : Croquis du projet de Nîmes. Dessin Nîmes, communauté d'agglomération

L'auteur :

Claude Soulas, ingénieur, travaille à l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité) au LTN (Laboratoire des Technologies Nouvelles) à Arcueil près de Paris.

OK

Bus ou tramway : Mode ou évaluation objective ?

Ing. dipl. EPFZ Harry Hondius in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 47, 48, 49).

Après une rapide croissance entre 1888 et 1913 pendant laquelle toutes les villes du monde qui se tenaient exploitaient un dense réseau de tramway, ces réseaux avaient disparu presque aussi vite entre 1940 et 1970 et pour la plus grande partie des transporteurs, il ne leur restait plus qu'un rôle relativement limité. La guerre retarda les autres adaptations et il apparut pour la première fois vers 1955 que certaines lignes très chargées de certaines grandes villes continueraient d'être exploitées. Ce ne fut cependant pas le cas. Bien qu'en Allemagne les tramways se fussent mieux maintenus que dans maint autre pays, dix réseaux de tramway et deux réseaux de trolleybus furent encore supprimés entre 1974 et 1987 après la première crise pétrolière. Même en Allemagne réunifiée, d'après les statistiques du VDV, les 57 réseaux de tramway sur les 448 encore en service dans le monde n'ont transporté que 2,2 milliards de voyageurs là où les autobus en transportaient 4,7 milliards.

Deux facteurs ont déterminé ces décisions : l'argent et la mode.

On assiste à un certain retour du tramway. Depuis 1978 (Edmonton, Canada) – et depuis 1985 en Europe – de nouveaux réseaux ont été construits. Jusqu'en 2007, ce sont 35 nouveaux réseaux de tramway comptant 1000 voitures, et 28 réseaux de métro léger (1000 voitures également) qui ont été construits, méritoire, certes mais, exprimé en capacité de transport, il ne s'agit pas d'un mouvement mondial.

Ce mouvement est-il principalement dû à des évaluations objectives ou s'agit-il d'une mode ? Si l'on regarde le mouvement de croissance et de décroissance du tramway, deux constatations s'imposent :

1^{ère} constatation : En 1923 : Peut-on satisfaire l'offre de transport avec des autobus, est-ce plus économique que le tramway. La difficulté tient dans l'évaluation faite par le pouvoir.

2^{ème} constatation : Les démocraties municipales sont aisément manipulables donc peu stables, elles n'ont pas la sensation de l'argent et sont très influençables par les modes.

Dans les années 1930, deux métropoles mondiales, qui étaient alors des modèles, scellèrent, dans une large mesure, le sort du tramway : elles donnèrent le cap de sa suppression en Angleterre, en France et dans leurs colonies respectives. Pourquoi le tramway fut-il alors dilapidé ? Les réseaux dataient en moyenne de 1905, autrement dit, en 1925 il y avait d'énormes parcs de matériel roulant âgés d'une vingtaine d'années et qui circulaient sur des voies en bon état. La montée en puissance de la voiture particulière amena à considérer que de nombreux sites urbains n'étaient plus tenables. Il n'y avait pas d'argent pour changer cela. Certes des matériels roulants neufs furent acquis pour compléter des lignes et l'on modernisa des matériels existants mais cela ne suffit pas à conférer au tramway une image moderne. À partir de 1933, on monta des moteurs diesel sur les autobus ce qui améliora notablement l'économie globale de ceux-ci. De nombreux réseaux britanniques de moindre importance remplacèrent donc leurs tramways par des autobus, souvent perçus comme plus rapides qu'économiques (effet de mode). Au début, les grands réseaux comme Leeds, Liverpool et Glasgow s'accrochèrent aux tramways. Ceux-ci ne purent cependant jamais circuler en unités multiples en Grande-Bretagne et, partant, leur principal avantage, la circulation en rames, ne fut jamais exploité. Une exception fut le Swansea & Mumbles Railway qui fit circuler des rames de deux tramways 212 de 13,4 m à 4 essieux, transportant 212 voyageurs assis.

Londres fut un cas particulier. Dans le centre-ville en rive nord (gauche) de la Tamise, les tramways n'étaient pas autorisés et en outre, comme à Paris, Bordeaux et Washington, l'exploitation était notablement compliquée et renchérie par la prise de courant en caniveau (140 000 GBP de frais annuels supplémentaires à Londres pour 200 km de ligne). En outre, il y avait une concurrence partielle avec les autobus. Dans le centre de Londres, il n'existait de liaison souterraine entre les réseaux sud et nord que par le Tunnel Kingsway entre Theobalds Road et Victoria Embankment. Entre 1929 et 1932 furent achetés 350 tramways à deux niveaux et quatre essieux. Le nouveau London Passenger Transport Board unifiait métro, autobus et tramways à partir du 1^{er} juillet 1933 mais décidait en 1934 de remplacer dans les dix ans s par des trolleybus. La direction était issue de la London General Bus Company. En 1934, 2560 tramways transportèrent 1 milliard de voyageurs sur 540 km de ligne. Dans le même temps, le métro en transportait 416 millions mais 6000 autobus transportaient 2 milliards de voyageurs et 61 trolleybus en transportaient 27 millions soit 3,4 milliards de voyageurs en tout. Il se construisait alors 6000 autobus par an en Angleterre. En 1940, la conversion était achevée au nord de la Tamise à l'exception des trois lignes du Tunnel Kingsway: le 31, Battersea

Embankment – Tunnel – Bloomsbury Angel, le 33, West Norwood – Brixton – Essex Road – Embankment – Tunnel – Manor House, et le 35, Forest Hill Station – New Cross – Tunnel – Highgate. Il ne fait pas de doute que la conversion vers de trolleybus de mêmes dimensions, plus silencieux et plus rapides fut un succès. Ils transportaient 10 % de voyageurs supplémentaires. En 1948, fut atteint à Londres le sommet absolu des transports publics : sur 418 km de réseau, 1811 trolleybus transportèrent 909 millions de voyageurs. Les Central Bus en transportèrent 2,4 milliards, les tramways, 302 millions, les autobus de banlieue 314 millions et le métro, 720 millions soit un total de 4,3 milliards de voyageurs. Il restait alors 35 lignes de tramway. En 1946 fut prise la décision de remplacer désormais les tramways par des autobus diesel ce qui fut achevé en 1952. Il fallut d'abord compléter et moderniser le parc d'autobus et l'on acheta 1147 voitures de type RT AEC Regent Mk III. En 1959, on commença à remplacer les trolleybus par des autobus, des Routemasters AEC à 64 + 5 places assises dont 1761 exemplaires furent construits jusqu'en 1968. À coup sûr, une diminution de qualité à l'époque tout simplement incompréhensible qui se justifiait toutefois évidemment au plan économique. Le processus fut achevé en 1962. On peut regretter qu'aucune autre solution "transport public" n'ait été trouvée pour le Tunnel Kingsway. En 2003, 1,6 milliard de voyageurs ont utilisé l'autobus et 900 millions le métro plus 50 millions pour le réseau Docklands Light Railway (métro entièrement automatique) et 20 millions pour le tramway de Croydon soit 2,57 milliards en tout.

Les motifs de remplacer, en Grande Bretagne, les tramways par des autobus, processus qui s'est achevé à Glasgow en 1962, étaient à 90 % économiques. Le dernier trolleybus circula en 1972 à Bradford. Un facteur a aidé à la conversion : des commandes de moins en moins nombreuses ont rendu le tramway puis le trolleybus nettement plus coûteux.

Il en alla autrement à Paris. En 1928, 2287 motrices et 928 remorques de tramway transportaient 727 millions de voyageurs, presque autant que le métro (800 millions). Les autobus transportaient 343 millions de voyageurs. Les tramways étaient limités à 30 km/h, les autobus à 45 km/h. En 1930 fut prise la décision politique de supprimer les tramways "intra muros". On les percevait de plus en plus comme une gêne à la circulation. Initialement on crut possible de maintenir les principales lignes de banlieue, il n'en fut rien. À la fin tout devait disparaître le plus vite possible. En 1927, la ligne de tramway n°1, Louvre – Versailles*, longue de 18,7 km, transportait 17,5 millions de voyageurs, la ligne n°8 Montrouge – Gare de l'Est, longue de 6,6 km en transportait même 21,4 millions ! Il ne s'agit pas là de performances pour des autobus ! Un réseau de 725 km, constitué de 128 lignes, fut supprimé en sept ans, un grand parc de matériel roulant de 1000 tramways avec quelques rames de 22 et de 24 m de longueur datant de 1923 à 1930 fut réformé et remplacé (opération achevée en 1938) par 3890 autobus à essence à deux agents offrant 33 places assises et 17 places debout. Cela signifiait beaucoup de travail pour Renault à Billancourt près de Paris ! Quel anéantissement absolu strictement dicté par la mode ! Et cela dans un pays au bord de la guerre civile. Dans le même temps, les lignes de métro furent prolongées de 40 km. Paris étant le modèle de la France, toutes les villes de France suivirent cet exemple jusqu'en 1960. Même Utrecht, aux Pays-Bas, suivit Paris. À partir de 1938, les tramways disparurent en 3 ans. 70 tramways dont la plupart n'avaient que 11 ans d'âge, furent remplacés par 78 petits autobus à essence. Des motrices de tramways achetées 16 000 florins en 1927 furent revendues 1000 florins en 1939. Il est incompréhensible qu'on n'ait pas gardé au moins les lignes les plus chargées jusqu'à leur amortissement comptable. Entre 1960 et 1968 Copenhague acheta 100 tramways Duewag articulés. En 1968 arriva un nouveau directeur issu des services routiers des chemins de fer de l'état : dès 1972 circulait le dernier tram. Les 100 voitures furent revendues à 50 % de leur prix d'achat à Alexandrie où elles roulent encore. On pouvait se réjouir. On était bien débarrassé du tramway moderne. Mode calculée ! Pour évaluer la situation d'un tramway, il faut regarder les voies. À Copenhague elles étaient en parfait état ! Au moins les tramways de Berlin, Hambourg et Stockholm furent-ils conservés jusqu'à amortissement comptable. Mais même là on aurait mieux fait de garder quelques lignes les plus chargées.

Prenons garde pour les nouveaux tramways : on ne devrait désormais construire que des lignes transportant vraiment des masses de voyageurs, autrement dit, plus de 10 millions de voyageurs par an. Et veiller : les lignes restent 25 ans sans entretien. Que l'on regarde Lille, Paris ou Croydon.

Mode : Le TVR de Nancy, typique de l'attitude "Ne faisons pas plus mal que le voisin". Nancy disposait depuis 1982 d'un réseau de trolleybus très convenable qui, du fait de déclivités de 13 %, n'était pas un mauvais choix. Au bout de 15 ans, plutôt que d'acheter de nouveaux trolleybus, on a voulu suivre la mode du tramway, mais un vrai tramway paraissait coûter trop cher. Le TVR a été acheté pour beaucoup d'argent : il s'agit d'un autobus à deux articulations avec guidage par un rail

* Ligne n°1 parce que la plus ancienne, inaugurée en 1855 entre Versailles et le pont d'Iéna, elle fut prolongée par étapes jusqu'à la Place du Louvre en 1873 (N.d.T.).

central. Pourquoi pas simplement un autobus à deux articulations ? Quel besoin a-t-on d'un guidage quand on ne circule pas en rame et qu'il faut de toute façon un conducteur ? Question de mode.

L'alimentation par le sol (APS) à Bordeaux : Pourquoi faut-il installer 13 km de prise de courant au sol là où jusqu'en 1958 il n'y en avait que 2,2 km ? Quatre fois plus coûteux que la classique ligne aérienne de contact qui, en France avec une sous-station tous les 1100 m, est de toute façon déjà très légère. N'a-t-on pas créé une source supplémentaire de perturbations ? Ceux qui ne connaissent pas leur Histoire... (sont condamnés à la revivre).

Eindhoven : Fallait-il vraiment dépenser 130 millions d'EUR pour onze Phileas à guidage semi-automatique et 15 km de site propre adapté ? Le système n'est-il pas trop compliqué pour être vraiment utilisable. Douai va recevoir un matériel roulant tout autrement propulsé. Faut-il dépenser 1,2 million d'EUR pour un autobus articulé sans doute techniquement perfectionné et élégant, alors qu'on aurait pu l'avoir pour 300 000 EUR ?

Bibliographie :

- [1] T.C. Barker, M. Robbins : Une histoire du London Transport. Tomes I et II, 1974.
- [2] M. Higginson : Les tramways à Londres. L'arrière plan de l'abandon des tramways de Londres de 1931 à 1952.
- [3] Buses and Trams Ian Allan 1949
- [4] D.W. Willoughby, E.R. Oakley : Manuel du London Transport. 1972.
- [5] J.R. Day : Les tramways et trolleybus de Londres. 1977.
- [6] Jean Robert : Histoire des Transports dans les Villes de France, 1974
- [7] Jean Robert : Les tramways Parisiens, 1959

Figures (Sauf mention contraire, photos Harry Hondius)

- Figure 1 : Le gros handicap des tramways de Londres et de Paris : la prise de courant par caniveau. Ici au carrefour de Goswell Road et de Old Street. (Photo London Transport)
- Figure 2 : Une voiture de tramway Feltham, dernière commande importante de tramway pour Londres, passée en 1931. 12,34 m de long, 2 moteurs de 44 kW, 18 t, 22 + 42 places assises, 20 places debout. (Photo London Transport)
- Figure 3 : La dernière commande de trolleybus pour Londres, passée en 1948. Premier matériel roulant de 2,45 m de large, 9,2 m de long, 74 places assises, 9 t à vide. Un moteur de 110 kW. (Photo London Transport)
- Figure 4 : Un Routemaster de 1959. 8,4 m de long, 2,45 m de large, 4,38 m de haut. 7,5 t à vide, 11,6 t en charge, 64 places assises, 5 places debout. Ultérieurement 72 places assises.
- Figure 5 : Paris. Gare de l'Est. La ligne de tramway n°8, la plus chargée du réseau. Motrice Ls + Remorque Asl à poste de conduite en unité multiple. 10,65 m + 12 m, 49 + 58 places assises, 2 moteurs de 44 kW. En 1923-1925 475 motrices L et 10 motrices Gsi avaient été achetées. Empattement 3,6 m. En 1930 395 remorques A avaient été achetées (Photo RATP).
- Figure 6 : Paris : un autobus TN6 à plate-forme.

Premiers résultats positifs pour l'expérimentation de Stockholm

Texte et photo T. Johansson in : Stadtverkehr février 2006 (p. 49).

OK

Comme il avait été annoncé dans Stadtverkehr de novembre-décembre 2005, le péage urbain a été institué à Stockholm le 3 janvier 2006. Celui-ci a été combiné avec un renforcement des transports publics et est appelé "L'expérimentation de Stockholm". Cette expérimentation doit prendre fin le 31 juillet 2006. Les électeurs de Stockholm seront appelés le 17 septembre à décider par referendum consultatif de la poursuite de l'expérience. La décision sur une éventuelle pérennisation sera prise par le parlement suédois parce qu'il s'agit, dans le principe, d'un impôt d'état. Il est clair que le renforcement des transports publics sera maintenu toute l'année 2006.

À ce jour, les résultats sont tout à fait positifs. Certes, il a fallu au cours de la première semaine de l'expérimentation tenir compte d'une moindre circulation due aux fêtes de fin d'année, mais même après le premier "lundi ordinaire" du 9 janvier, on a observé une diminution de la circulation là où le péage (6,40 EUR par jour) était perçu. Par rapport à l'an dernier, la circulation dans les rues a diminué de 15 à 35 %.

Les transports publics ont été davantage sollicités et la fréquentation s'est bien maintenue. D'après les premiers calculs, il faut transporter chaque jour 20 000 voyageurs supplémentaires soit une augmentation de 11 %. En dehors de renforcements limités des réseaux ferrés et des renforcements appliqués depuis le 22 août 2005 sur les 14 nouvelles lignes d'autobus express, 4 lignes d'autobus ont été provisoirement mises en renfort du métro. Pour des motifs techniques, 140 voitures de métro anciennes étaient hors service au moment du début de l'expérimentation ce qui fait que seuls 97 des 105 trains supplémentaires ont pu circuler. Il est intéressant de noter que quelques courses des lignes d'autobus express de renfort ont été assurées par de luxueux autocars d'excursion appartenant à des exploitants privés. Après la remise en service des voitures de métro, ces quatre lignes d'autobus express ne seront vraisemblablement plus exploitées. Au demeurant, toutes les lignes d'autobus express circulent au titre HVZ et ne prennent de voyageurs que dans le sens le plus chargé.

En raison de la circulation automobile constatée jusqu'alors en centre-ville, la vitesse des autobus urbains était relativement faible. La diminution du trafic automobile rapidement constatée a fait que les autobus roulent plus vite, mais comme les horaires ne peuvent pas être corrigés, des temps de stationnement prolongés doivent être observés à certains points d'arrêt de correspondance pour éviter les départs en avance.

À compter du 9 janvier la nouvelle gare de chemin de fer de banlieue d'Årstaberg a été mise en service. Elle permet la correspondance avec la ligne transversale (Tvärbanan) de tramway express et plusieurs lignes d'autobus. Ce nouveau point de correspondance ne fait certes pas partie intégrante de l'expérimentation mais il s'y adapte bien. Dès le premier jour, on remarquait de nombreux voyageurs en correspondance en ce point et depuis, leur nombre continue d'augmenter. On regrettera seulement que l'intervalle sur la ligne transversale n'ait pu être ramené de 10 à 7,5 minutes. La raison en est que les 22 voitures de tramway de la série A32 ne suffisent pas pour assurer un intervalle raccourci sur la ligne transversale tout en continuant à desservir la ligne de Nockby. Les autorités ont approuvé le pilotage automatique de la ligne transversale et la formation des conducteurs est en cours. Seul le manque de matériel roulant empêche de raccourcir l'intervalle.

Les premiers résultats positifs de l'expérimentation de Stockholm ont fait que, sur le plan politique, la question se pose de façon plus aiguë d'introduire un tel péage urbain à Göteborg et Malmö. L'accent est mis, entre autres, sur les questions légales à faire décider par le parlement pour pouvoir mettre ces péages en place au niveau des villes. L'objectif est de faire du péage urbain une question traitée partout en Suède au niveau de la municipalité.

Photo : Les premiers résultats de l'expérimentation de Stockholm sont positifs. Une tendance a été constatée à la diminution du trafic automobile en centre ville. Ici, la circulation vendredi 13 janvier 2006 vers 15h00 près du poste de péage de Nortull. Certes beaucoup de voitures mais une circulation fluide. Cela a influé sur le temps de parcours pouvant être pratiqués par les autobus.

Autokraft teste une remorque pour autobus

Texte et photo J. Lorenz in : Stadtverkehr février 2006 (p. 50).

Début janvier 2006, Autokraft filiale de la DB a essayé pour la première fois depuis les années 1950 dans le land de Schleswig-Holstein, un autobus avec une remorque. Un autobus Hess/Scania L94UB et une remorque du carrossier suisse Hess S.A. ont été mis en service pour des circulations expérimentales sur les lignes Heide – Büsum et Heide – Albersdorf. Cet ensemble devrait être mis en service régulier en service urbain à Wolfsburg (Stadtverkehr avril 2004).

L'autobus à remorque est effectivement plus cher à l'achat qu'un autobus normal mais l'avantage est qu'aux heures de pointe telles que celles des transports scolaires, l'ensemble peut être conduit par un seul conducteur ce qui évite d'avoir à mettre en service un second autobus et son conducteur. On notera que malgré une longueur totale de près de 24 m, le diamètre pour faire demi-tout n'est que de 22,5 m. Ceci est possible parce que les deux essieux de la remorque sont directeurs par l'intermédiaire d'un guidage par coulisse. Le grand confort des voyageurs est dû au plancher intégral sans plancher surélevé sous les sièges. Le roulement est silencieux puisqu'il n'y a pas de moteur. On n'a pas, dans cette remorque, le mouvement horizontal que l'on rencontre dans les autobus articulés. Selon les variantes, la remorque offre 38 à 45 sièges. Le contact avec le conducteur se fait par une liaison par interphone. La remorque est équipée de trois caméras permettant de surveiller l'échange des voyageurs et leur comportement. La caisse est collée et vissée. Les façades avant et arrière sont en plastique armé de fibre de verre. La variante pour service urbain est équipée de deux portes louvoyantes à deux vantaux chacune, la variante pour service régional est équipée d'une seule porte. La vitesse maximale admissible est de 80 km/h.

Autokraft exploite un réseau d'environ 14 500 km avec 400 voitures lui appartenant et 415 voitures affrétées. Chaque année 5 % du parc est renouvelé. Les prochains mois seront décidés les acquisitions de 2007. Avec un résultat comptable positif, la livraison d'autobus à remorque serait déjà possible.

Photo : L'autobus à remorque des transports de Wolfsburg lors de marches d'essai avec Autokraft à Heide (Schleswig-Holstein)

La SàRL Neoplan Bus cède sa participation dans la SàRL Neoplan Göppel (Ehrenrain)

Texte : NEOMAN in : Stadtverkehr février 2006 (p. 50).

À la fin de l'exercice 2005, la SàRL Neoplan Bus a vendu sa participation dans Neoplan Göppel SàRL (à Nobitz/Ehrenrain) à la société en commandite Markus Göppel Carrosserie et Construction de véhicules (à Augsburg). Antérieurement Neoplan bus détenait 37 % de Neoplan Göppel. La société Markus Göppel avait acquis, en janvier 2002, 51 % des parts et, partant, la direction de l'affaire. Elle en détient désormais la totalité. La coopération entre le constructeur d'autobus et la société Markus Göppel dans le domaine de la production et de la fourniture de Midibus continuera de même que la livraison de sièges à la SàRL Neoplan Bus.

Le développement et la production d'une nouvelle génération de midibus pour MAN (Lion's Midi) et pour Neoplan (Centroliner 4509) seront au cœur de la future coopération.

Un trolleybus genevois à deux articulations en essai à Zurich

Texte et photo R. Westermann in : Stadtverkehr février 2006 (p. 50).

Depuis le 21 janvier 2006, un trolleybus genevois à deux articulations est en essai à Zurich sur la ligne de trolleybus n°31. Il s'agit d'une voiture de la série livrée aux Transports Publics Genevois par Hess/Vossloh Kiepe. Ce trolleybus correspond en dimensions et comportement aux 17 trolleybus commandés par les transports de Zurich (VBZ) pour être mis en service sur la ligne 31 à partir de 2007. Avec ces six semaines d'essai, les transports de Zurich souhaiteraient l'aptitude au service quotidien et l'acceptation par les voyageurs de ce matériel de 25 m. Les transports de Zurich ont aussi

commandé au même fournisseur des trolleybus de 16 et 18 m qui seront livrés à partir de l'été 2006. Avec 38 500 voyageurs quotidiens, la ligne n°31 (Hegibachplatz – Schlieren) a, malgré un resserrement de l'intervalle, atteint la limite de sa capacité. De nouveaux projets de construction le long de la ligne laissent prévoir une augmentation du trafic de 40 %. À long terme, la ligne de trolleybus devrait donc être remplacée par la ligne de tramway n°1 entre Hegibachplatz et Farbhof (Altstetten) qui antérieurement desservait déjà cette section. Les trolleybus à deux articulations seraient donc une bonne solution de transition pour les 15 prochaines années.

Pour son exploitation à Zurich, le trolleybus genevois a été revêtu de films publicitaires adhésifs portant le slogan "mètre après mètre, plus de bus". Plusieurs actions promotionnelles dont un record pour le livre Guinness des records "Combien de voyageurs contient un trolleybus à deux articulations ?" devraient attirer l'attention des Zurichois sur ce nouvel engin.

Les voitures zurichoises de série devraient différer par quelques points de détail des voitures genevoises: affichage de destination dynamique, capots de toiture à flancs verticaux, porte simple près du poste de conduite, moins de places assises, aménagement intérieur ressemblant à celui de l'autobus diesel Neoplan, caméras d'angle à l'arrière (installées en provisoire sur le trolleybus d'essai).

Photo : Le trolleybus genevois Hess à deux articulations a circulé pour la première fois à Zurich sur la ligne n°31 le 21 janvier 2006. Ce cliché pris le premier jour de service le montre sur le Schanzengraben en direction du centre (Au-dessus, le pont du funiculaire desservant l'École polytechnique fédérale de Zurich)

Le premier "Miditrain" pour la société Rübenacker, en service à Nagold

Texte et photos NEOMAN in : Stadtverkehr février 2006 (p. 51).

Depuis le début de janvier 2006, deux nouveaux autobus marquent l'image de la ville de Nagold. Des midibus à une remorque, appelés "miditrains" assurent le transport public en ville. La SARL NEOMAN et la société en commandite Markus Doppel ont remporté l'appel d'offres correspondant de la société Rübenacker (81 autobus, 5,5 millions de voitures×km par an) et livré les deux premiers miditrains. Thomas Rübenacker, directeur, a justifié la décision d'acheter les miditrains par des motivations d'économie et de souplesse du concept. La remorque sera d'abord utilisée en transport de scolaires, le reste du temps, le véhicule tracteur circulera seul. En plus des miditrains déjà livrés, Rübenacker doit encore recevoir deux autres miditrains et deux maxitrains. Le véhicule tracteur d'un maxitrain est un Lions City de MAN, long de 12 m large de 2,5 m. La remorque est longue de 11 m.

Les miditrains sont fabriqués par la société en commandite Markus Doppel en étroite collaboration avec le groupe NEOMAN, constructeur d'autobus. Le véhicule tracteur est à plancher bas et possède tout le confort d'un midibus moderne. Il possède une porte louvoyante simple à l'avant et une porte double au milieu. La remorque est conforme au nouveau design MAN. Pour faciliter le service et la maintenance, de nombreux composants de caisse MAN sont utilisés, la durée de vie étant assurée par l'emploi de l'acier inoxydable. Le véhicule est équipé de la correction de trajectoire ESP, et du freinage avec ABS et EBS. L'allée centrale est totalement dépourvue de marche grâce au déport des batteries et du réservoir sur les passages de roues de l'essieu avant, ce qui a, en outre, procuré une meilleure répartition du poids. Un miditrain mesure 19,51 m de long et transporte au total 135 + 3 + 1 personnes (23 + 3 + 1 assises plus 42 personnes debout dans le véhicule tracteur et 34 dans la remorque). Les véhicules ont été contrôlés par la TÜV (Technische Überprüfungs Verein – Union Technique de Contrôle) Sud. Ils circulent selon une dérogation au code de la route allemand valide jusqu'à fin 2011. Les midibus possèdent un important équipement de sécurité avec un barriérage entre tracteur et remorque, une vidéosurveillance à commande automatique et un équipement d'interphonie avec le conducteur, une reconnaissance de la remorque par le véhicule tracteur, un système de rétroviseur, un attelage sans jeu et amorti, etc.

Photos : Le premier miditrain acquis par Rübenacker à la nouvelle gare routière de Nagold

Vue sur la remorque du miditrain. L'allée centrale est plate, les sièges sont sur des planchers surélevés. Le véhicule a une porte centrale à deux vantaux.

De nouveaux tramways à plancher bas pour Prague

Texte et photos M. Šramek in : Stadtverkehr février 2006 (p. 51).

Le constructeur tchèque de matériel ferroviaire Škoda a en essais le tramway à plancher bas de type 14 T destiné à Prague. Il s'agit du premier exemplaire d'une série de 20 tramways commandés en 2004 avec une option pour 40 tramways supplémentaires. Fin 2005, on eu lieu les livraisons des deux premiers exemplaires. Les 18 autres devant être livrés en 2006-2007. Le design extérieur de ces tramways unidirectionnels de 30 m est signé Porsche Design Studio. Les voitures ont été construites pour le réseau de tramway à voie normale de Prague dont une grande partie partage la chaussée avec la circulation générale et où l'on trouve de fortes déclivités (84 ‰). Le tramway, alimenté en 600 V, est propulsé par 6 moteurs de 90 kW chacun. Le premier véhicule a été terminé mi-octobre 2005 et aussitôt mis en essai tant chez Škoda que sur le réseau des tramways de Pilsen. Les 20 voitures destinées à Prague porteront les numéros 9111 à 9130. La première voiture a roulé à Pilsen sous le numéro provisoire 113. Dix-sept tramways analogues dits de type 16T doivent être livrés en 2006-2007 à Wrocław en Pologne. Ces voitures auront la configuration Bo'2'Bo' et une puissance de 4x95 kW. En ce moment Škoda construit six tramways réversibles à voie de 950 mm pour la ville de Cagliari (Sardaigne).

Photo : Le premier tramway à plancher bas construit par Škoda pour Prague.

Bonn

T. Meyer-Eppler (in : Stadtverkehr février 2006 (p. 52)).

La desserte en tramway du quartier du Hardtberg, à l'ouest de Bonn, ne sera pas construite pour le moment. Ainsi en ont décidé, le 14 janvier, les sociaux-démocrates (SPD), les libéraux (FDP) et les Verts qui, depuis le même jour forment une ample coalition au conseil municipal de Bonn. Le motif déterminant de cette décision a été la situation financière calamiteuse de la ville et l'absence de subvention du land de Rhénanie Westphalie. Là aussi, les moyens manquent. En outre, l'évaluation coûts/bénéfices donne de moins bons résultats que pour d'autres projets en Rhénanie Westphalie. La démarche d'étude va cependant se poursuivre à Bonn même si un début des travaux ne saurait guère être envisagé avant cinq ans. Toujours est-il qu'une nouvelle reprise de l'étude pourrait déboucher sur des travaux préliminaires concrets

Kaiserslautern

FES (in : Stadtverkehr février 2006 (p. 52)).

Les projets Citybahn de Kaiserslautern ne seront pas réalisés dans un avenir prévisible. Après que le gouvernement du Land faisant référence au chemin de fer de l'Hunsrück, plus urgent de son point de vue ait, pour des considérations financières, bloqué le projet et que la ville n'ait, pour des raisons analogues, pas construit de site propre, le syndicat des transports du sud du Palatinat ne pouvait plus incorporer à l'appel d'offres pour la ligne à deux branches de l'ouest du Palatinat vers Weilerbach, la section de ligne raccordée au Citybahn. La nouvelle bourgmestre du syndicat de communes de Weilerbach est, au contraire de son prédécesseur, hostile au projet parce qu'elle n'y voit aucun avantage financier. elle préfère voir le tracé transformé en piste cyclable alors que le projet de reprendre une exploitation ferroviaire serait, en fait, impossible. Elle a toutefois contre elle l'ordonnance d'aménagement du territoire : la destination du tracé ne pourrait être modifiée qu'à la suite du succès d'une procédure de modification de destination. Au milieu des années 1990, le projet Citybahn a brièvement fait l'objet de manchettes de presse, la ville de Kaiserslautern envisageant alors la mise en œuvre d'une nouvelle technologie de propulsion qui, à l'époque, n'était pas encore mûre pour une application de série. À la suite d'une conférence spéciale "Tramways sans fil de contact" en octobre 1999, le projet fut modifié au profit du modèle de Zwickau qui, à l'étonnement général, conclut positivement (voir Engbarth/Metz : Le projet de City Bahn de Kaiserslautern in "stadtverkehr" de février 2000). Pourtant le projet a échoué parce qu'à Mayence, le gouvernement du land n'a pas accordé les indispensables aides à l'investissement.

Des transports publics "souples" en réponse à l'évolution démographique et financière

in : Stadtverkehr février 2006 (p. 52).

Faire des voyageurs des partenaires actifs est un objectif stratégique des transports publics. Sur fond d'évolution démographique et financière, des offres et modes de service souples pourraient constituer une alternative ou un complément au service des lignes. Cela permettrait d'assurer, en heures creuses et dans les zones faiblement urbanisées, de créer une offre "sur mesure". La création réussie de systèmes d'appel de taxis collectifs ou d'exploitation de groupes de destinations exige un bon fonctionnement combiné de la planification, de la communication et une exploitation optimisée en fonction du processus.

Le premier forum de la Société Allemande de Science du Transport (DVWG), le 21 mars 2006 à Francfort sur le Main regroupera, dans des ateliers spécialisés, les planificateurs, les spécialistes en communication et les participants à des applications dignes d'encouragement. Ils présenteront des rapports et débattront sur les aspects de la planification des transports, de la communication politique, du marketing, du droit et des modes de mise en application. Le modérateur d'ensemble de la journée sera le Dr. Peter Stöveken, directeur du centre des systèmes de transport intégré (ZIV) de Darmstadt.

La législation des transports publics et les budgets des länder marquent les transports publics comme une partie des éléments de vie et comment ils peuvent être assurés. Klaus-Peter Güttler du ministère de l'économie, des transports et du développement territorial du land de Hesse présentera les dispositifs financiers des caisses publiques et leur action sur le financement des transports publics. Le Prof. Dr. Felix Huber de l'université des mines de Wuppertal présentera des thèses sur l'évolution démographique et son influence sur les transports publics et la mobilité.

On étudiera en détail les aspects juridiques et organisationnels et les applications spéciales de communication et de marketing. Dans les ateliers seront présentés des exemples pratiques réussis. Ils illustreront les divers aspects des transports souples et les possibilités de réalisation. Les ateliers seront orientés vers les différents centres d'intérêt des participants. Les intervenants inviteront au dialogue et feront part de leur savoir-faire d'experts sur les différents stades de planification, mise en œuvre ou optimisation de formes alternatives de desserte. Informations sur www.dvwg.de.

Une ville en pleine transformation – Le TransMilenio à Bogotá

Dipl.-Ing. Peter Danielsson, Dipl.-Ing. Antonio Gschwender et Dr. Ing. Volker Deutsch
in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 9,10,11).

Bogotá, capitale de la Colombie est une agglomération d'environ 6,5 millions d'habitants s'étendant sur 300 km². c'est une ville dense : 22 000 habitants/km² comparée à Santiago du Chili (13 000), Caracas (5 000), Madrid (5100), Londres (4500) ou Berlin (3800). Les motifs de cette concentration sont une chaîne de montagnes à l'est et des taux de criminalité nettement plus élevés dans les environs qu'en zone urbaine.

Un coup d'œil sur la circulation : en 2000, 72 % des déplacements étaient assurés plus mal que bien par quelque 25 000 autobus. Il y avait 600 lignes officielles et 300 lignes non officielles avec un nombre considérable mais mal connu d'exploitants. Par ailleurs, 16 % des déplacements étaient assurés en voiture particulière avec 670 000 voitures immatriculées plus 54 000 taxis. Le nombre de déplacements quotidiens était de 11 millions. Il est à noter que Bogotá ne dispose d'aucun réseau ferré urbain, métro, RER tramway ou autre. Le transport public urbain se caractérisait par des autobus trop nombreux, trop petits et trop vieux, une compétition entre les conducteurs sur la chaussée pour attirer les voyageurs payants et des embouteillages quotidiens (fig. 1).

L'élection du maire Enrique Peñarosa en 1998 allait changer cela du tout au tout. De nombreuses mesures jusqu'alors controversées ont été prises pour améliorer radicalement la qualité de la vie et des déplacements à Bogotá. La pierre angulaire de cela est le TransMilenio, voie réservée aux autobus et flanquée de nouvelles pistes cyclables et piétonnières, et des mesures restrictives du transport individuel motorisé. Le slogan est visionnaire : "Une ville pour les gens, pas pour les voitures". Il s'agissait d'abord d'améliorer la qualité de vie, la justice sociale et l'environnement. Remarquable : le TransMilenio est entré en service en décembre 2000 après 24 mois de travaux et pendant la troisième année de la mandature du maire. Les autres mesures de protection de l'environnement sont également intéressantes :

- Un réseau de 350 km de pistes cyclables déjà réalisé en grande partie
- Tous les dimanches, environ 150 km de voirie principale sont fermés pendant 7 heures. Plus d'un million de Bogotans utilisent cette voirie à des fins de loisirs (vélo, patins à roulettes, etc) (fig. 2).
- La journée sans voitures. Une fois par an depuis 2001 (le premier jeudi de février), aucune voiture particulière ne circule entre 6h30 et 19h30. Il en a été ainsi décidé par référendum en 2000.
- "Pico y placa" En fonction du chiffre final de la plaque d'immatriculation, certaines voitures particulières sont interdites de circulation aux heures de pointe de certains jours ouvrables. Aspect contre-productif : Les ménages fortunés ont plusieurs voitures de chiffre final différent.
- Par le même référendum, il a été décidé que les jours ouvrables à partir de 2015 aucune voiture particulière ne pourrait plus circuler entre 6h00 et 9h00 ni entre 16h30 et 19h30. Objectif ambitieux.

Et le TransMilenio lui-même : en 2001, 470 autobus articulés Volvo à plancher haut ont commencé à parcourir 42 km de site propre à 4 voies pour autobus et à desservir 57 stations (fig. 3) Les stations sont distantes d'environ 700 m les unes des autres et sont équipées de dispositifs de validation des titres des titres de transport et d'information des voyageurs comparables à ceux d'un métro. Le paiement se fait en station et non auprès du conducteur. Le tarif unique est de 0,35 € par trajet quels qu'en soient la longueur et le nombre de correspondances. Ce faible tarif unique permet aux Bogotans, même ceux qui n'ont que de faibles revenus, d'accéder à un transport public de qualité.

En octobre 2005, 690 autobus articulés TransMilenio parcourent 69 km de site propre et desservent 94 stations. Petit à petit, des lignes de rabattement sont mises en service dans quelques stations. En moyenne, 347 autobus parcourent 57 lignes de rabattement. En phase 2, qui devra s'achever en février 2006, le site propre devrait s'étendre sur 80 km. Ce seront alors 800 autobus articulés qui y circuleront transportant quotidiennement 1,5 million de voyageurs. La construction du système TransMilenio se poursuit.

Avant le concept TransMilenio, la capacité des sites propres pour autobus avait été testée à Curitiba (Brésil) et à Quito (Équateur). TransMilenio se caractérise par l'augmentation de la capacité des stations : d'une part, des couloirs de dépassement sont installés et d'autre part malgré le plancher haut (90 cm), on a renoncé à une palette rabattable sur le côté des voitures pour combler la lacune.

- Les couloirs de dépassement en station et souvent aussi en interstation, autorisent l'exploitation en service express de la majorité des autobus articulés (fig. 4). Les lignes express ont une vitesse commerciale de 27 à 29 km/h et sont donc nettement plus rapides que les lignes omnibus (s'arrêtant à toutes les stations) dont la vitesse moyenne est tout de même de l'ordre de 22 km/h. La vitesse moyenne de l'ensemble des lignes du réseau est actuellement de 26,9 km/h. Outre une ligne omnibus, presque toutes les stations sont desservies par une ou plusieurs lignes express.
- L'entrée en station diffère également de celles de Curitiba et Quito. À Bogotá, pour pouvoir ouvrir et fermer les portes plus rapidement, il a été décidé de ne pas utiliser de palette aux portes des autobus. Ces derniers ne doivent pas séjourner plus de 25 s en station. Les portes doivent s'ouvrir ou se fermer en 2 s maximum simultanément avec les portes palières. À titre de comparaison, sur les trolleybus de Quito, il faut 2 s pour déployer la palette et 2 s supplémentaires pour rouvrir la porte (voir l'article sur Quito). On a pu démontrer que, sans palette, les autobus s'arrêtaient presque sans lacune aux stations (fig. 5).

Les stations, longues de près de 200 m, peuvent accueillir jusqu'à trois autobus pendant que les autobus express passent sans s'arrêter (fig. 6). Les quais hauts permettent un embarquement et un débarquement à niveau, ce qui gagne du temps. Le temps d'échange moyen par voyageur est de 0,3 s. Par conséquent le TransMilenio peut atteindre une capacité impressionnante. Par exemple, la station Avenida Caracas est actuellement desservie par trois lignes omnibus et onze lignes express. Avec une vingtaine d'autobus articulés par ligne et par heure et à 160 voyageurs par voiture on atteint une capacité théorique de 44 800 voyageurs par heure et par sens. À titre de comparaison, à Quito sur "El Trole" sans possibilité de dépassement une trentaine de trolleybus articulés de 160 voyageurs de capacité unitaire offrent un débit d'environ 4 800 voyageurs par heure et par sens qui, au mépris de toutes les idées européennes en matière de confort, est pratiquement atteint. En première phase de TransMilenio, la charge moyenne a été évaluée à 110 personnes par voiture dans le sens le plus chargé aux heures de pointe quand toutes les lignes circulent à un intervalle de 2 à 3 minutes. Le débit moyen était alors de l'ordre de 30 000 voyageurs par heure et par sens.

Le facteur essentiel de la mise en service rapide du TransMilenio a été la création d'une société d'étude. TransMilenio S.A. est une entreprise de droit public responsable de l'étude de l'infrastructure et du réseau, de la conduite de l'exploitation, y compris le contrôle des prestations, et de la passation des appels d'offres. Une société privée assure la vente des titres de transport et la répartition des recettes. Les lignes TransMilenio sont rémunérées à la voiture-kilomètre, les lignes de rabattement sont rémunérées au voyageur transporté. Le système TransMilenio est exploité sans subvention.

Le financement novateur a également contribué à la rapide mise en service de l'infrastructure TransMilenio. L'État et la Ville financent et mettent l'infrastructure, y compris les 4 dépôts, à la disposition des exploitants. À Bogotá, une taxe sur les carburants a été instituée. En première phase, le kilomètre d'infrastructure a coûté en moyenne 4,6 millions d'EUR aux finances publiques. Les 470 autobus à plancher haut ont été acquis par les quatre exploitants auxquels il était spécifié qu'ils devraient financer sur leurs fonds propres. Si l'on ajoute les investissements publics et privés, on atteint à peine 6,5 millions d'EUR par kilomètre de ligne. Ce chiffre est à comparer avec une autre ville d'Amérique latine : 35 à 50 millions d'EUR (y compris le matériel roulant ferroviaire) pour un kilomètre de ligne de métro à Santiago du Chili. En ce qui concerne les dépenses de personnel, qui en Amérique du sud, ne jouent toutefois qu'un rôle secondaire : un autobus articulé offre 160 places, une rame de métro au moins 6 fois plus. Encore quelques notions intéressantes et un bilan de Bogotá et du TransMilenio.

- Bogotá dispose d'artères extrêmement larges offrant suffisamment de place pour l'infrastructure TransMilenio. La section-type comporte, au centre, un site propre à 4 voies pour autobus avec une station axiale d'environ 5 m de large. De part et d'autre se trouve une chaussée à deux ou trois voies pour les voitures particulières, puis une piste piétonnière et cyclable. On ne dispose pas d'autant de place dans beaucoup de villes. La voie très large est une des raisons qui ont permis une réalisation aussi rapide. Il n'a pas été nécessaire d'exproprier.
- En 2016, le TransMilenio doit comporter 22 sites propres de 388 km de longueur totale et être achevé. Montant total des investissements : 2,1 milliards d'EUR. Le système offre une surprenante qualité de desserte : près de 85 % de la superficie de Bogotá sera à moins de 500 m d'un site propre. On prévoit 5 millions de voyageurs par jour. Mais jusqu'à cette date circuleront de plus en plus de vieux autobus et même la compétition entre conducteurs pour avoir des voyageurs payants persistera.

Comme pour d'autres réseaux modèles d'Amérique latine (Curitiba, Quito), le succès aura dépendu d'une personnalité politique qui, au début, aura su faire appliquer une volonté politique.

Figure 3 : Les 42 km de la première phase de site propre pour autobus sont marqués en rouge. Fin 2005, il y avait déjà deux autres sites propres (en bleu et en vert foncé). En 2006, les sites propres marqués en vert clair entreront en service. Les lignes de rabattement sont représentées en traits fins vert clair. Image Transmilenio.

Figure 4 Un autobus express franchit la station sans arrêt en roulant dans le couloir extérieur. À l'arrière-plan, un autobus omnibus entre en station. Sur le bord droit de la station, on voit l'entrée de la station et le contrôle d'accès avec un agent. Photo Volvo Bus.

Figure 5 : Les quatre portes de l'autobus sont sur le côté du conducteur. Grâce à une bonne visibilité, celui-ci peut s'approcher au plus près du quai. On voit la faible lacune. Les portes palières s'ouvrent en même temps que celles de l'autobus. Les portes 1 & 2 sont derrière le poste de conduite. Photo Volvo Bus.

Figure 6 : Plusieurs peuvent desservir simultanément une station. Il est toujours possible de dépasser en station. Photo Volvo Bus.

Figure 6 (deux figures portent le même numéro) : Curitiba, le site propre pour autobus observé du monde entier a inspiré de nombreuses études, même à Bogotá. À Curitiba, le personnage-clé a été le maire, Jaime Lerner, urbaniste et architecte qualifié. Photo Ville de Curitiba.

Les auteurs :

Peter Danielsson est Directeur "Environnement" et spécialiste des sites propres pour autobus chez Volvo Bus.

Le Dipl.Ing. Antonio Gschwender est doctorant à l'UER de Transport public et Systèmes de Transport de l'Université des Mines de Wuppertal.

L'ingénieur en chef, dipl. ing. Volker Deutsch travaille à l'UER de Transport public et Systèmes de Transport de l'Université des Mines de Wuppertal.

Sites propres pour autobus – Développements actuels en Asie

Dipl.-Volkswirt. Manfred Breithaupt in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 14, 15).

Dans de nombreuses grandes villes et mégapoles d'Asie, la circulation et les infrastructures de transport ne peuvent plus répondre à l'explosion urbaine. La rapide croissance du nombre d'habitants engendre un besoin supplémentaire de déplacement qui peut être couvert par des moyens individuels motorisés (voiture, deux-roues) ou non motorisés (vélo, marche à pied) ou bien par les transports publics (autobus, métro, tramway, etc.). Alors qu'en de nombreux domaines (santé, eau potable, assainissement, formation, électricité, alimentation) on observe une amélioration de la qualité de vie grâce à l'augmentation des revenus, on constate une évolution inverse en matière de déplacements. Un revenu croissant conduit à une augmentation des déplacements en moyens individuels et, par là, à une aggravation des problèmes de transport urbain.

Alors que seules quelques villes d'Asie disposent d'un métro (Bangkok, par exemple), dans la plupart des métropoles, l'essentiel des transports publics est assuré par des autobus. Les autobus sont cependant souvent en mauvaise situation, ils sont coincés dans les embouteillages avec la circulation générale et ne constituent donc pas une alternative attrayante au transport individuel. En outre, ils sont souvent surchargés, insuffisamment climatisés et les points d'arrêt n'offrent guère de protection contre le soleil ou la pluie.

Principalement en Amérique du sud mais également dans quelques villes d'Asie, aux États-Unis, en Australie (et, de façon émergente, en Europe) des systèmes de sites propres pour autobus ("Bus Rapid Transit") ont vu le jour. Il ne s'agit pas de "couloirs réservés" au sens habituel car les sites propres peuvent être considérés comme un système intégré que de nombreuses innovations peuvent et doivent rendre aussi attractif pour l'usager qu'un réseau ferré.

À l'inverse des "couloirs réservés", les sites propres sont physiquement séparés des autres voies de circulation. On évite ainsi que d'autres véhicules utilisent les couloirs et bloquent les autobus.

La figure 1 représente le système de site propre de Nagoya. On voit bien les voies pour les autobus, séparées physiquement et distinguées par des couleurs des voies de circulation des autres modes, et des points d'arrêt spécialement créés pour le système de site propre, permettant un accès de plain-pied à l'autobus. Les figures 2 et 3 donnent un bel exemple de point d'arrêt pour autobus en site propre offrant un accès aisé aux utilisateurs de fauteuils roulants et aux voyageurs avec des voitures d'enfant.

En janvier 2004 le premier tronçon du site propre pour autobus, long de 12,9 km a été mis en service à Djakarta (fig. 4), suivi des sites propres 2 et 3, à la fin de l'automne 2005. Djakarta donne un bon exemple d'application du concept de site propre pour autobus : toutes les caractéristiques de ce mode y sont appliquées. Outre la séparation physique des voies de circulation et la construction ou la reconstruction des points d'arrêt déjà mentionnées, de nouveaux autobus modernes et respectueux de l'environnement ont été mis en service qui circulent à intervalle réduit (2 à 3 minutes aux heures de pointe, 3 à 4 minutes aux autres heures). Par ailleurs, le coût d'un site propre pour autobus dans la capitale indonésienne est parmi les plus faibles au monde (environ 1 million d'USD – 900 000 EUR/km).

Les effets positifs des sites propres pour autobus sont les suivants : (a) Réduction du temps de parcours aux heures de pointe Toute la longueur du site est parcourue en 59 minutes (soit un gain de 4 min 48 s par kilomètre) ; (b) Allègement de la circulation générale : 20 % des voyageurs utilisaient antérieurement des véhicules privés à moteur ; (c) Réduction des rejets polluants grâce à l'utilisation d'autobus neufs peu polluants ; (d) Tarifs concurrentiels avec ceux des autres lignes d'autobus climatisés de Djakarta.

Dans d'autres villes d'Asie, on trouve des systèmes analogues à des sites propres pour autobus, c'est-à-dire qui ne présentent pas toutes les caractéristiques d'un système complet, par exemple, les autobus circulent bien en site propre mais les points d'arrêt sont de piètre qualité (parce qu'il n'a pas été possible de créer un accès de plain-pied ou parce qu'ils ne protègent pas du soleil ni de la pluie). On trouve de tels systèmes analogues à des sites propres, par exemple à Taipei, à Kunming (Chine) à Séoul et dans quelques villes du Japon.

Tous les systèmes de sites propres pour autobus ont un point commun : comparés aux réseaux ferrés (métro, par exemple), les coûts de construction et d'exploitation sont très faibles. Selon le niveau d'équipement les sites propres pour autobus coûtent 0,5 à 10 millions d'USD (0,45 à 9 millions d'EUR) au kilomètre, là où les métros coûtent 50 à 300 millions d'USD (45 à 270 millions d'EUR). Pour le

même montant d'investissement, on peut construire une section de ligne de métro ou tout un réseau de site propre pour autobus (fig. 5).

En Amérique latine, tous les sites propres pour autobus, sans exception, couvrent leurs charges d'exploitation et procurent un bénéfice à l'opérateur privé désigné par appel d'offres public. Le transport public peut donc constituer une affaire rentable.

Figures

Figure 1 : Le site propre pour autobus de Nagoya au Japon. Photo sans indication de M. Breithaupt

Figure 2 : Un point d'arrêt du site propre pour autobus de Nagoya

Figure 3 : Un autobus a point d'arrêt de la figure 2. Pour le moment, outre Nagoya, Pékin et Djakarta disposent d'un réseau entièrement développé de site propre pour autobus

Figure 4 : Un couloir du site propre pour autobus de Djakarta en Indonésie.

Figure 5 : Comparaison des coûts : Pour l'investissement d'une courte section de métro (en haut) on a pu créer un réseau d'autobus en site propre couvrant une large superficie (en bas).

L'auteur :

Manfred Breithaupt, diplômé d'économie, est chef planificateur à la société allemande de coopération technique SàRL (GTZ).

Utrecht-Vinex, voies réservées aux autobus et emploi d'autobus à deux articulations

Herman Scholts in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 17, 18).

OK

Comme d'autres pays, les Pays-Bas ont connu pendant la seconde moitié du XX^{ème} siècle une croissance explosive du taux de motorisation et de l'emploi de la voiture. Du fait d'une possible perte d'accessibilité et de qualité de vie en centre-ville, une politique s'est développée qui devait limiter l'usage de la voiture et favoriser le transport public. Dans cet esprit, Utrecht a donné la priorité à l'amélioration de la liaison entre la gare centrale et De Uithof et à la réalisation d'une ligne de transport public de grande qualité vers la zone de Vinex-Leidsche Rijn.

Avec 270 000 habitants, Utrecht est la quatrième ville des Pays-Bas. 200 000 personnes y travaillent. Il existe 4 flux de navette entrant/sortant de la ville. En outre 80 000 étudiants fréquentent l'université et les écoles d'ingénieurs. La gare centrale voit passer 135 000 voyageurs par jour, ce qui en fait une des gares les plus fréquentées.

Au milieu des années 1980, les facultés (dont le centre médical universitaire) et les écoles d'ingénieurs ont commencé à déménager du centre-ville vers De Uithof, en bordure est de la ville. De Uithof accueille 65 000 étudiants et 18 000 emplois. On a également réalisé, entre la ville et De Uithof, la zone de bureaux de Rijnsweerd où travaillent aujourd'hui 10 000 personnes.

En 1993, le ministère du logement, de l'aménagement du territoire et de la protection de l'environnement a décidé, dans le cadre de la quatrième ordonnance d'aménagement du territoire de dite Vinex (Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra – Supplément au titre de la 4^{ème} ordonnance d'aménagement du territoire) de réaliser la zone de Leidsche Rijn à l'ouest de la ville d'Utrecht. En 2020, cette zone comptera 80 000 habitants et 40 000 emplois.

Pour la liaison vers De Uithof et Zeist, la Province d'Utrecht avait donné la préférence à la construction d'une ligne de tramway rapide Utrecht- Nieuwegein qui devait entrer en service en 1983. Une ordonnance du conseil municipal d'Utrecht s'était toutefois élevée contre cette construction. La ville était pourtant prête à collaborer à une étude à condition que celle-ci ne porte pas sur le tramway mais sur un transport à haut niveau de service (HOV)*. En fin de compte, position fut prise contre la ligne de tramway rapide. Un important inconvénient était l'utilisation de quais hauts et de leur insertion en centre ville. Le système devait donc avoir des planchers bas analogues à ceux de matériel à plancher bas justement mis en service à Grenoble. Le conseil municipal d'Utrecht était favorable à un tel système mais des protestations de plus en plus nombreuses s'élevèrent du monde politique et de la société civile contre un tramway.

On craignait des frais d'exploitation plus élevés qui auraient pu conduire à supprimer des lignes d'autobus en ville. En outre, un réseau de tramway nécessite une infrastructure lourde qui se serait mal insérée dans le centre historique. Surtout, les petits commerçants craignaient que leurs boutiques devinssent moins accessibles en voiture. Après que les opposants au tramway eussent remporté une grande victoire aux élections au conseil municipal, la construction d'un système de transport à haut niveau de service fut décidée (voir Stadtverkehr de juin 2002). En raison de l'éloignement par rapport à la gare centrale, et le centre ville, le système devait pouvoir transporter rapidement les voyageurs. Cela devait être obtenu par la réalisation de sites propres et de grandes distances entre points d'arrêt. Pour rendre l'utilisation agréable aux voyageurs, l'ensemble devait évidemment être de grande qualité. Les responsables du développement et de l'administration de la ville d'Utrecht obtinrent d'être chargés de l'étude et de la réalisation de l'infrastructure avec GVV (Transports d'Utrecht) et Midnet comme conseillers. Les Transports d'Utrecht ont été chargés de l'exploitation.

Le système de transport à haut niveau de service comporte cinq composants : la ligne, le site propre pour autobus, les points d'arrêt (stations), le système d'information sur les déplacements et le matériel roulant. Un personnel spécialisé avait été prévu initialement pour le système de transport à haut niveau de service. En raison de possibles pertes d'efficacité liées à la faible étendue du système, il fut renoncé à cette disposition au cours de la réalisation.

On a développé quatre lignes de transport à haut niveau de service pour la liaison avec De Uithof et Leidsche Rijn :

* La ville d'Utrecht n'a plus de réseau de tramway depuis la fin de la 2^{ème} guerre mondiale (N.d.T.)

- 11 (Centre ville) : Gare Centrale – Rijsweerd – De Uithof (Clinique pédiatrique Wilhelmina).
- 12 (Boucle sud) : Gare Centrale – De Uithof (Centre médical universitaire)
- 28 (Radiale nord) : Gare Centrale – Leidsche Rijn (Gare de Vleuten (sur la ligne d'Amsterdam))
- 29 (Radiale sud) : Gare Centrale – Papendorp – Leidsche Rijn (De Meern)

Pour obtenir une vitesse moyenne élevée et un bon confort, le site propre du transport à haut niveau de service est tracé avec des courbes de grand rayon et une chaussée sans irrégularités. Le site est entièrement propre, c'est-à-dire exclusivement réservé au transport public urbain. Aux feux des carrefours, le transport public a la plus haute priorité possible. Il est bien entendu plus difficile d'intégrer un site propre dans une ville existante. Lors de la conception de la zone de Leidsche Rijn, le site propre a été pris en considération dès le commencement. En fin de compte, ce sont 30 km de ligne qui doivent être réalisés.

En premier lieu, on avait conçu des points d'arrêt modernes pour le système de transport. En raison de leur coût élevé, on est revenu par la suite à des éléments standard. On a tout de même réalisé des points d'arrêt confortables, caractéristiques et d'aspect moderne.

Enfin, à côté d'informations statiques telles que le plan du réseau et les horaires, les voyageurs doivent recevoir des informations dynamiques actualisées par des afficheurs dans les points d'arrêt et les voitures ainsi que par une sonorisation des voitures. Le système d'information est encore en cours de développement.

Des voitures spécialisées "Transport à haut niveau de service" parcourent les lignes du système de transport à haut niveau de service. Ces ont des autobus Van Hool de près de 25 m de long, d'une capacité de près de 160 personnes. Ces autobus sont à plancher bas (embarquement à 330 mm) à poste de conduite et compartiment voyageurs climatisés. Du fait de leur longueur, les voitures ne respectent pas les dispositions légales. Pour qu'ils puissent circuler, il faut une dérogation de la direction de la circulation d'Utrecht. Dans un premier temps, celle-ci n'avait accordé la dérogation que pour la circulation sur le réseau à haut niveau de services et pour les itinéraires en provenance et à destination du dépôt. L'autorisation a depuis été étendue à toutes les rues d'Utrecht.

Actuellement seule la ligne 11 est presque entièrement en service : il ne manque qu'un bref tronçon de site propre et le système d'information des voyageurs. Cette ligne est longue de 6,7 km. Elle est parcourue depuis septembre 2003 par des autobus à deux articulations. L'exploitation dispose de 17 voitures. La fréquence aux heures de pointe est de douze à quinze passages par heure, la vitesse moyenne est de 20 km/h (16,5 km/h en 1999). La ligne transporte chaque jour environ 13 000 voyageurs.

Des autobus à deux articulations circulent déjà depuis septembre 2002 sur la ligne 12. Seule une petite partie du site propre est réalisée et elle n'est que provisoire. La longueur de la ligne 12 atteint 5,9 km. L'exploitation dispose de 15 voitures. La fréquence aux heures de pointe est de 20 à 25 passages par heure, la vitesse moyenne est de 21 km/h (inchangée par rapport à 1999). La ligne transporte chaque jour environ 25 à 30 000 voyageurs.

À part cela, divers tronçons de site propre répartis dans la ville sont achevés. On prévoit que fin 2007/début 2008 une grande partie de la ligne 28 sera terminée et que des autobus à deux articulations pourront y circuler. Vers 2010 l'infrastructure de toutes les lignes sera disponible. Enfin, à partir de 2011 des autobus à deux articulations circuleront sur la ligne 29 et le réseau de transport à haut niveau de service sera entièrement en exploitation.

Il faut tout de même constater que la vitesse tant vantée et la qualité du système de transport à haut niveau de service sont compromises. Ainsi, les autobus de ce système n'ont pas la priorité aux feux et, sur certains tronçons du site propre ne peuvent circuler qu'à 50 km/h au lieu de 70 ou à 30 km/h au lieu de 50. En outre, certains tronçons du site propre sont accessibles aux véhicules de livraison. Une raison pourrait être un moindre intérêt pour le transport public et l'idée que la circulation automobile ne doit plus être réduite mais réorientée. Le système de transport à haut niveau de service a également dû longtemps faire face à une presse défavorable. Le maillage du réseau n'était pas assez dense et le trajet était trop long. Pour combattre ces inconvénients, des lignes supplémentaires ont été mises en service dans Leidsche Rijn et quelques points d'arrêt supplémentaires ont été créés.

Au bout de quelques années d'expérience à Utrecht et connaissant les premiers résultats, on peut constater que le système de transport à haut niveau de service a procuré gain de temps de transport et de qualité aux voyageurs, ce que perçoivent également plus de voyageurs. Sur la ligne 11 entre la gare centrale et De Uithof, la réalisation du site propre a procuré un gain de temps de plus de 3 minutes par rapport à 1999. On estime que le nombre de voyageurs a augmenté de 6 à 7 %. Si le

problème des retards pouvait être résolu, le nombre de voyageurs pourrait encore augmenter. Les transports d'Utrecht en attendent des recettes supplémentaires. Par ailleurs l'emploi d'autobus à deux articulations (au lieu d'autobus à une articulation) devrait, combiné au gain de temps de transport, conduire à une réduction des charges d'exploitation.

Figures

Figure 1 : Passage du site propre sur le pont "Prince Claus".

Figure 2 : Le site propre à Parkwijk (commune de Leidsche Rijn).

Figure 3 : La ligne n°11 du système de transport à haut niveau de service à Janskerkhof (Cimetière Saint Jean) en centre-ville. Le site propre à revêtement de chaussée rouge est bien intégré du point de vue urbanistique.

L'auteur :

Herman Scholts, ingénieur, est conseiller principal en stratégie et planification aux transports d'Utrecht (GVU) aux Pays-Bas.

Phileas à Eindhoven, Rôles de la promotion, de l'innovation et du design

Drs Ing. Jacques Splint in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 18, 19).

Le projet Phileas a été lancé par le groupement d'intérêt économique SRE (GIE des environs d'Eindhoven) au début des années 1990. Il s'agit d'un réseau de transport en site prioritaire à haut niveau de service.

Eindhoven est une ville dont les caractéristiques urbanistiques datent des années 1960 à l'époque où l'idéal d'une ville conçue pour l'automobile orientait la planification des déplacements. C'est ainsi qu'une très grande largeur a été donnée aux principaux axes de circulation. Le principe de séparation des modes de transport a prévalu et conduit à de nombreuses artères à 4 voies de circulation qui, sur certains tronçons disposent de pistes cyclables et piétonnières séparées ainsi que d'îlots de verdure. La part du transport public est de 5 % et reflète la préférence donnée à l'utilisation de la voiture particulière ainsi que du vélo. Il est évidemment souhaitable de renforcer le rôle des transports publics et de réduire celui de la voiture.

En outre, la promotion de l'économie régionale est au centre du développement du nouveau système de transport Phileas. Dans les environs d'Eindhoven on trouve, à côté du groupe Philips, de nombreuses entreprises de haute technologie qui produisent des produits pour les fournisseurs de l'industrie automobile.

Phileas est un ambitieux projet pour Eindhoven, presque tous les sous-traitants sont implantés dans les environs : PD&E (Développement automobile) à Helmond ; Alstom Transport (Propulsion hybride) anciennement à Ridderkerk ; Duvedec (Design) à Sittard ; Fokker Produits spéciaux (anciennement Stork) Caisses de voitures) à Hoogeveen ; FROG Navigation Systems (Guidage transversal) à Utrecht en collaboration avec l'université d'Eindhoven.

À côté de la création de valeur pour la région, les nouveaux projets de construction jouent un rôle essentiel : ils se trouvent dans le "Corridor ouest" et participent ainsi au programme d'aménagement du territoire VINEX. Au premier rang se trouvait une liaison concurrentielle entre l'aéroport d'Eindhoven et la zone d'habitation de Meerhoven en cours de réalisation (6 500 logements), d'une part, et le centre-ville, d'autre part. Des aides d'état sont attendues. La réalisation d'autres grands projets dans la zone traversée par le site propre est prévue à l'horizon 2010 (Forum régional avec "Transferium" A2 et "Strijp" S).

Le concept Phileas présente une solution de transport à haut niveau de service sans réalisation de tramway ni de métro (voir Stadtverkehr septembre 2002). Les objectifs sont : un site propre sans obstacles avec priorité aux carrefours, une image novatrice et un degré élevé de confort, de respect de l'environnement (peu de bruit et consommation d'énergie réduite), absence de rails et de ligne aérienne de contact, pas de vente de titres de transport par le conducteur et surtout une grande économie.

Il y a une ligne diamétrale partant vers l'ouest depuis la gare centrale d'Eindhoven. Après 5 km de tronc commun, la ligne diamétrale se scinde, dans le nouveau lotissement de Meerhoven en une branche nord, longue de 3 km, vers l'aéroport d'Eindhoven, et une branche ouest en direction de Veldhoven. La longueur totale des lignes A et B est de 14 km.

Le trafic actuel est d'environ 9000 voyageurs par jour. Lorsque l'exploitation sera lancée, que le lotissement de Meerhoven sera entièrement habité et que tous les emplois seront pourvus, on attend 13 à 15 000 voyageurs par jour. Compte tenu de la faible densité d'habitation, du grand nombre de vélos et du bon réseau de lignes d'autocars MIV, il n'est pas prévu d'autre augmentation du trafic. En phase initiale, les deux branches sont desservies à 15 minutes d'intervalle chacune, (7,5 minutes d'intervalle sur le tronc commun). Ultérieurement la fréquence doit encore être augmentée (intervalle de 10 minutes sur chacune des branches, de 5 minutes sur le tronc commun).

Pour le tracé du site propre, un catalogue de formes a été édité dans lequel on trouve les schémas de coupe en travers, de matière et de couleur. L'objectif était de donner un caractère établi et reconnu à tout le tracé du site propre. Le site propre est exclusivement éclairé par des candélabres standardisés. En outre, de nombreuses plantations d'arbres confèrent le caractère d'une allée. Le béton a été choisi, d'une part, parce qu'il est de couleur plus claire que l'asphalte existante (effet de contraste) et, d'autre part, parce qu'il requiert peu d'entretien et résiste bien à l'orniérage, surtout en zone de point d'arrêt.

La superstructure standard est une chaussée de 6,60 m de largeur avec des rainures longitudinales et transversales. Dans la zone où les voitures sont guidées, une largeur de chaussée de 6,20 m est suffisante mais les chaussées de 6,60 m présentent, pour l'exploitation, l'avantage de permettre sans restriction la circulation de voitures conduites manuellement. La vitesse de définition est de 50 km/h sur tout le site propre. À Eindhoven, le sous-sol sableux est très résistant et on peut poser sur toute la ligne une dalle de béton non armé de 25 cm d'épaisseur. Cette épaisseur relativement faible est possible parce que, au vu des prévisions de trafic, on a exclu toute transformation ultérieure en tramway.

À Eindhoven comme en maintes autres villes des Pays-Bas, la régulation du réseau est assurée par le système Vecom à boucles d'induction. Le matériel roulant Phileas obtient le feu vert à tous les carrefours.

Grâce au guidage électronique, combiné avec une mise en crabe automatisée des organes de roulement, les voitures Phileas peuvent être guidées de façon optimale le long des quais des points d'arrêt. Les points d'arrêt de l'aéroport sont équipés de distributeurs automatiques de titres de transport. Aux points d'arrêt Phileas, un système d'information dynamique DRIS Doorstroming (Passage) ; Regelmaat (Régularité) ; Informatievoorziening (Affichage d'informations) ; Stiptheid (Ponctualité) indique les heures de passage des trois prochains autobus. En outre, il sera possible de comparer en temps réel les horaires réels et théoriques avec annonce d'éventuels retard par Internet ou par SMS sur les téléphones portables. À bord des voitures Phileas elles-mêmes seront diffusées des informations sur l'itinéraire, sur les noms des prochains points d'arrêt et sur l'heure prévisionnelle d'arrivée au terminus. Lorsque le système d'information des voyageurs sera en service, on prévoit au moins 5 % de voyageurs supplémentaires sur Phileas.

Comment faire une évaluation ? On peut affirmer que le gouvernement néerlandais se préoccupe moins d'Eindhoven que d'Amsterdam ou Rotterdam, par exemple. Les difficiles appels d'offres européens ont demandé beaucoup de temps et d'efforts. On sait aussi qu'avec la prochaine mise en service du matériel roulant Phileas, qui sera sans aucun doute une évolution importante, de nombreux défauts de jeunesse devront être surmontés. De la même façon apparaît un manque d'expérience des partenaires industriels en matière de transport urbain. Le trafic du système initial Phileas pourrait être plus important.

Il existe aussi de nombreux aspects remarquables. Le projet Phileas à Eindhoven consiste en une approche globale – développement d'un matériel roulant spécifique, sites propres prioritaires, priorité absolue aux carrefours, création de valeur à l'échelon local, financement combiné avec, jusqu'à présent, un effort exemplaire de transparence avec les ateliers municipaux, une présence sur Internet, un magazine Phileas, etc. Le succès est également dû à ce que tous les partenaires tirent dans le même sens, à ce que la passion et l'engagement sont présents (même si, dans le même temps, subsiste encore une petite dose de scepticisme), à ce que des personnages-clés se tiennent derrière le projet, à l'appel au pouvoir novateur d'une région et parce que le "corridor ouest" est un concept territorial mûr.

Figures

Figure 1 : Les caractéristiques du matériel roulant Phileas sont une propulsion hybride, une construction allégée, toutes les roues orientables, un guidage électronique, un aspect "design" et la modularité. Un modèle à deux articulations est en service à Eindhoven.

Figure 2 : Le matériel roulant Phileas sur le site propre à proximité de l'aéroport d'Eindhoven

Figure 3 : Vue de la dernière caisse d'un autobus Phileas

L'auteur :

Jacques Splint, ingénieur-docteur, est chef du service "Projets d'Infrastructure" de la ville d'Eindhoven.

OK

Des autobus de grande capacité sur la ligne MetroBus n°5 de Hambourg

Dipl.-Ing. W. Marahrens et Dipl.-Ing. K. Landsberger in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 20, 21, 22).

Introduction

Les réseaux ferrés constituent l'ossature des transports publics de Hambourg*. Ils procurent des liaisons rapides et directes entre les banlieues et le centre-ville.

En complément, le réseau d'autobus comporte divers produits : lignes MetroBus, lignes urbaines, lignes express, aux missions spécifiques.

Les lignes MetroBus (voir Stadtverkehr d'octobre 2003) assurent en complément du réseau ferré en étoile, des relations radiales et tangentielles entre les noyaux urbains, dont le centre-ville et relie donc ainsi des quartiers non reliés directement aux réseaux ferrés.

- Les lignes MetroBus desservent des lignes où la demande est forte.
- Les lignes MetroBus 1 à 14 complètent les réseaux ferrés. elles créent des relations directes en centre-ville ou vers des noyaux urbains.
- Les lignes MetroBus 20 à 27 assurent des liaisons transversales à l'extérieur du centre-ville. Elles sont en correspondance avec les réseaux ferrés et les autres lignes MetroBus
- Les lignes MetroBus circulent entre 6h et 21h (à partir de 10h, le samedi et de 13h, le dimanche) avec un intervalle maximum de 10 minutes. Aux heures creuses l'intervalle peut atteindre 20 minutes.

Le plan du réseau MetroBus est présenté aux clients sous forme d'un réseau analogue à celui des réseaux ferrés.

Le débit des réseaux routiers est nettement inférieur à celui des réseaux ferrés. L'insertion des autobus dans la circulation générale et l'impossibilité de circuler en rames sont de notables inconvénients du système.

Il existe cependant des possibilités physiques, opérationnelles et organisationnelles d'atteindre avec des autobus des débits équivalents à ceux des réseaux ferrés existant dans de nombreuses villes. Citons, par exemple, les chaussées réservées et la priorité aux feux qui permettent aussi aux tramways circulant en chaussée d'atteindre de plus grands débits.

Le matériel roulant est la principale composante du système de transport par autobus. Depuis 2002 circule à Utrecht aux Pays-Bas un nouveau type d'autobus à deux articulations d'environ 25 m de longueur. Les transports de Hambourg ont saisi l'occasion d'essayer si ce matériel roulant innovant pouvait représenter une solution pour les très forts trafics qui, comme c'est le cas sur la ligne MetroBus n°5, posent des problèmes de débit

La ligne MetroBus n°5

La mise en service à Hambourg, à l'horaire d'été 2001, du produit "MetroBus" a provoqué une augmentation de 11 % du trafic du réseau MetroBus. La ligne n°5 a un trafic particulièrement important. Avec 60 000 voyageurs par jour, elle est la ligne d'autobus la plus chargée des transports de Hambourg et une des lignes d'autobus les plus chargées d'Europe.

Longue de 14,8 km elle relie la station Burgwedel de la ligne Altona-Neumünster du réseau AKN à la Gare centrale/Gare routière de Hambourg (ZOB = Zentrale Omnibus Bahnhof) "via" la station de métro Marché de Niendorf (voir fig. 2)

En raison de son fort trafic, la ligne n°5 est exploitée avec des autobus articulés circulant en semaine de 6h30 à 19h00 à intervalle de 4 min et à intervalle encore plus bref aux heures de pointe.

Ce fort trafic et ce faible intervalle conduisent fréquemment à l'accumulation d'autobus "collés" les uns derrière les autres aux points d'arrêt ou en amont de ces derniers. Bien que dès à présent seuls des autobus articulés soient également utilisés en fin de semaine, ils sont souvent surchargés et la qualité du transport n'est plus ce qu'elle devrait être.

* Comme Paris est à la fois commune et département, Hambourg (comme Berlin, Brême et Lübeck) est à la fois commune et land (région). (N.d.T.)

Pour des raisons économiques et d'exploitation, la mise en service de voitures supplémentaires ne représente pas une bonne solution. Les transports de Hambourg ont donc, en commun avec le syndicat des transports de Hambourg et les autorités locales, étudié, et essayé pendant plusieurs mois en 2004 avec un autobus, si la mise en service d'un matériel roulant à deux articulations rendrait d'une part le transport public plus attirant pour les clients et améliorerait d'autre part le bilan économique. L'autobus Van Hool à deux articulations AGG 300 est décrit plus en détail dans un autre article de cette revue.

Contraintes réglementaires

Un autobus à deux articulations ne satisfait pas aux dispositions suivantes du code de la route allemand :

- Article 32, Paragraphe 3, Alinéa 2 : Contrairement à la longueur hors tout maximale de 18,00 m autorisée pour les autobus articulés, la longueur hors tout est de 24,785 m.
- Article 34, Paragraphe 5, Alinéa 2d : Contrairement au poids total roulant autorisé (PTRA) de 28,000 t pour les autobus articulés, le PTRA est de 34,660 t.
- Article 55, Paragraphe 4 : Contrairement à la disposition qui, à l'inverse des paragraphes 1 à 3 de l'article 55, interdit le signal sonore de recul, l'autobus est équipé d'un tel signal

Pour les périodes d'essai (janvier à mars puis juin à septembre 2004) de l'autobus à deux articulations, les transports de Hambourg avaient obtenu une dérogation selon l'article 70, Paragraphe 1, Alinéa 1 du code de la route allemand.

Après les essais en exploitation réussis au cours desquels l'autobus avait largement prouvé son aptitude au service quotidien, les transports de Hambourg sont passés à l'exploitation régulière à partir de décembre 2005.

En raison de l'importance fondamentale d'une telle décision, les autorités locales ont utilisé le rapport d'essais des transports de Hambourg pour informer en détail le comité professionnel fédéral et des länder pour les techniques de l'automobile (BLFA-TK). Le comité BLFA-TK a autorisé la future mise en service d'autobus à deux articulations en accordant une dérogation.

C'est ainsi que les autorités locales ont accepté d'accorder des dérogations pour les futurs autobus à deux articulations.

Caractéristiques de la ligne MetroBus n°5

Le tracé de la ligne n°5 peut être grossièrement décomposé en deux parties. La partie sud entre le centre-ville et le terminus intermédiaire de Marché de Niendorf est très rectiligne. La ligne suit une ancienne ligne de tramway transformée en site propre pour autobus (voir fig. 4). L'exploitation expérimentale d'un autobus à deux articulations a montré que cette section était bien adaptée sans nécessiter de travaux. Même les rues étroites du centre-ville ne présentent pas de difficulté (Cela vaut également pour les itinéraires de déviation).

La partie nord de Marché de Niendorf à Burgwedel emprunte également surtout de grandes artères rectilignes. Dans le quartier de Schnelsen, la ligne n°5 traverse le centre commercial et relie le quartier résidentiel voisin au centre-ville. La Frommestraße est empruntée par un total de 7 lignes d'autobus. Cette artère relativement étroite est souvent le lieu de collisions. Le tracé rectiligne de la rue ne comporte que peu d'obstacles. Il n'est donc pas besoin de travaux d'adaptation importants.

En ce qui concerne les points d'arrêt on constate que : De la Stephansplatz au point d'arrêt Veilchenweg, la ligne MetroBus n°5 est située dans l'axe de la voirie sur une ancienne ligne de tramway. Les îlots des points d'arrêt sont encore conçus pour la longueur des tramways, leurs dimensions sont donc suffisantes. La plupart des autres points d'arrêt jusqu'à Niendorf sont équipés de redans de longueur suffisante pour accueillir simultanément deux autobus articulés et un autobus standard.

Les points d'arrêt qui, du fait de leur longueur insuffisante, ne peuvent être desservis par des autobus articulés sont tous situés sur la partie nord entre le métro Marché de Niendorf et Burgwedel. Des travaux d'adaptation ou de reconstruction sont prévus.

Les points d'arrêt Gare centrale/Gare routière de Hambourg, de Nedderfeld, de Marché de Niendorf et de Burgwedel sont particulièrement importants. À ces terminus principaux ou intermédiaires, outre les positions d'arrivée et de départ, il faut un nombre suffisant de positions de garage pour des autobus à deux articulations. La gare routière, le terminus intermédiaire de Nedderfeld et celui de Marché de Niendorf peuvent, sans travaux supplémentaires, accueillir des autobus à deux articulations.

À ce jour, les positions d'arrivée et de départ à Burgwedel sont conçues pour des autobus articulés ou standard. L'exploitation avec des autobus à deux articulations est impossible. Le terminus routier doit donc être reconstruit.

Principe d'exploitation

D'accord avec le syndicat des transports de Hambourg, le principe d'exploitation ci-après a été retenu pour l'exploitation d'autobus à deux articulations sans modification d'itinéraire.

Entre Burgwedel et le centre-ville les autobus circulent à 10 min d'intervalle ; la section Nedderfeld – Centre-ville est desservie par un autobus supplémentaire toutes les 10 min ce qui donne un intervalle de 5 min adapté au trafic. Le matin et le soir, l'intervalle actuel est conservé.

Le samedi l'intervalle est adapté (intervalle de 12 ou 6 min). Le dimanche, l'intervalle est conservé mais avec des autobus articulés.

Dépôt - infrastructure

Il est prévu d'affecter tous les autobus à deux articulations au dépôt de Langenfelde qui accueille déjà la plus grande partie des autobus articulés de la ligne n°5. Ce dépôt est aisément accessible par de larges artères et est peu éloigné des terminus. Au dépôt, l'atelier, les zones de maintenance et de révision ainsi que les postes de charge devront être adaptés (par exemple, allongement des halls d'atelier et de maintenance, agrandissement des dispositifs de manutention des roues).

Aspects économiques

Actuellement, la ligne n°5 est exploitée avec des voitures appartenant à quatre dépôts. Les terminus intermédiaires sont, à ce jour, combinés avec les terminus intermédiaires des autres lignes exploitées avec des autobus articulés. Pour le calcul des coûts, on est parti du principe qu'à l'avenir, la ligne n°5 serait exploitée avec des autobus à deux articulations appartenant exclusivement au dépôt de Langenfelde.

En dépit des dépenses d'investissements effectuées une fois pour toutes, d'importantes économies annuelles sont attendues de la transformation. Elles résulteront de la réduction du nombre de voitures (six voitures) affectées et, partant, des dépenses en conducteurs ainsi que de la moindre prestation liée à l'allongement de l'intervalle. Le calcul des économies d'exploitation fait entrevoir de nettes économies annuelles.

Pour la reconstruction du dépôt de Langenfelde, les dépenses d'investissement à engager une fois pour toutes sont de l'ordre de 450 000 EUR. La reconstruction des points d'arrêt dans la partie nord de la ligne et celle du terminus de Burgwedel impliqueront des dépenses de 1,4 million d'EUR couvrant quelques réparations aux points d'arrêt de la ligne n°5 qui seront réalisées en même temps.

Principe de réalisation

Les transports de Hambourg comptent faire passer progressivement l'exploitation de la ligne n°5 aux autobus à deux articulations. La première des dix voitures est arrivée à Hambourg le 6 décembre 2005. Les autres voitures nécessaires pour l'exploitation entre Nedderfeld et le centre-ville suivront jusqu'en mars 2006, cette section n'ayant pas besoin de travaux d'adaptation.

Les autobus à deux articulations seront insérés entre des autobus articulés qui desserviront toute la ligne. L'intervalle entre Nedderfeld et le centre-ville pourra être de 4/6 minutes. Autrement dit, un autobus à deux articulations suivra un autobus articulé à un intervalle de six minutes et sera suivi d'un autobus articulé à un intervalle de 4 minutes. Ce système d'"intervalle boiteux" harmonise la demande et la capacité des autobus.

Pour desservir toute la ligne n°5, d'autres voitures devront être mises en service début 2007 de sorte qu'à la mi-juin 2007, toute la ligne puisse être équipée d'autobus à deux articulations. Les travaux d'infrastructure nécessaires sur la ligne devront être terminés à cette date.

Figures

Figure 1 : Le premier autobus XXL des transports de Hambourg en décembre 2005.

Photo L. Brüggemann

Figure 2 : La ligne n°5 dans le réseau MetroBus de Hambourg. Hauptbahnhof = gare centrale

ZOB = Zentrale Omnibus Bahnhof = Gare routière.

Figure 3 : L'inscription en courbe de l'autobus Van Hool AGG 300. Le faible déport transversal en courbe a particulièrement convaincu les autorités locales de Hambourg d'accorder à ce véhicule, sans documents particuliers, l'autorisation dérogatoire de circuler à Hambourg. Ausschermaß = Déport transversal (212 mm).

Figure 4 : Dans sa partie sud, la ligne Metrobus n°5 circule principalement en site propre pour autobus.

Photo sans annotation : Transports de Hambourg

Les auteurs :

Le Dipl.-Ing Wolfgang Marahrens est chef du service "Développement" du secteur "Autobus et bateaux" des transports de Hambourg.

Le Dipl.-Ing Klaus Landsberger est, au secteur "Autobus et bateaux ds transports de Hambourg", responsable des études de circulation et d'aménagement et chef de projet pour l'étude et la réalisation d'installations liées au transport ainsi que de la réalisation de systèmes liés au transport.

Une approche "design" des systèmes d'autobus

Dipl.-Des. Jan Andrés Benöhr et Dipl.-Des. Martin Vogelzang in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 26, 27).

Qu'est-ce qui rend un système de transport plus attractif qu'un autre ? On parle souvent de l'insuffisante efficacité du réseau d'autobus quand on aborde les notions de bonne image de marque et d'attractivité. Quand il s'agit d'améliorer le profil des systèmes d'autobus modernes, tout tourne autour de la communication. En fin de compte une image de marque réussie repose sur un bilan positif de toutes les interactions entre la système d'autobus et ses voyageurs.

De nombreux aspects de la discipline du design concernant les interactions entre l'être humain et le produit, plus d'attention et d'innovation portées au design du matériel roulant pourraient améliorer l'identité et l'attractivité des autobus. Les constructeurs des matériel roulants des modes concurrents, tramway, autocar, et surtout, bien sûr, la voiture, dont le développement est presque entièrement piloté par le design, sont – avec l'aide d'un design subjectif et sympathique – simplement plus en avance.

Contenu et forme

Comment un système de transport est-il perçu ? Même s'il s'agit d'un système aux composantes nombreuses et à l'organisation complexe, un système de transport consiste en un contenu et une forme.

Le voyageur entre quotidiennement avec toutes les composantes physiques perceptibles du système : le véhicule, la poubelle, le titre de transport ou le siège. Des produits plus ou moins bien réussis, propres ou sales, confortables ou inconfortables, compréhensibles ou incompréhensibles. Des choses qui laissent une impression positive ou négative.

Comme il est naturel pour le voyageur d'utiliser tout le service de transport, l'organisation immatérielle et invisible qui est derrière les composantes physiques est tout aussi importante : tarif, temps d'attente, vitesse, fiabilité, efficacité pour ne citer que quelques caractéristiques de l'exploitation, ont tout autant d'influence sur l'image que le monde immédiatement perceptible.

La combinaison des besoins et des attentes diffère d'une personne à l'autre, cependant, chacune garde une impression d'ensemble basée sur le jeu combiné du contenu et de la forme. Si le prix est correct mais si l'environnement est sale, incompréhensible ou inconfortable, l'impression pour le voyageur sera peut-être négative. Il en est de même pour un système qui serait propre mais inefficace et en retard. Cela vaut pour toutes les phases du déplacement de la demande de déplacement au voyage proprement dit jusqu'à son arrivée en passant par le temps d'attente.

Communiquer à travers le design

Par le design, on peut répondre aux différentes valeurs auxquelles sont attachés les voyageurs, tant au sens rationnel qu'au sens subjectif et influencer ainsi sur leur perception du système.

En premier lieu, le design concerne des objectifs fonctionnels. L'accessibilité optimale au véhicule, des possibilités de s'asseoir confortablement et la réduction des coûts de construction et de maintenance ne sont que quelques-uns des facteurs qui doivent être pris en considération.

Quand il s'agit de la perception du système, les aspects subjectifs sont tout aussi importants. Ici, les valeurs psychologiques ou sociales telles que l'acceptation par les voyageurs, l'attractivité, le confort, le statut, la culture ou la création d'une sphère fondatrice d'identification, sont d'importantes composantes de communication.

Si nous regardons en détail le statut actuel des autobus, surtout en ce qui concerne l'espace intérieur, l'atmosphère et la qualité générale, nous constatons que ceux-ci ne correspondent pas au standard de notre environnement quotidien (domicile, voiture, restaurant, etc.). Au contraire, un trajet en autobus est souvent caractérisé par un piètre confort et une atmosphère peu attractive où l'on n'entend même plus les bruits et vibrations continuels. Le long temps passé dans les trajets en autobus fait davantage.

Puisque, dans la plupart des cas, les autobus n'agissent pas comme un système intégré, il manque aussi une impression d'ensemble et, partant, il faut déplorer une carence d'identité renforcée par une présence invisible (itinéraires invisibles) et une structure de réseau moins transparente – que celle d'un réseau de tramways, par exemple.

Le design, une valeur ajoutée

Comment imaginer une solution ? Le service de transport doit naturellement être fiable et rapide. Pour cela, la desserte des autobus doit devenir prioritaires sur les grands axes. C'est quelque chose qui doit être décidé au niveau politique et qui représente un fondamental d'un système d'autobus. En outre, un système d'autobus doit mettre davantage le voyageur en lumière pour améliorer la qualité et l'image de marque. Si nous observons toutefois les cahiers des charges de projet ou de matériel roulant des entreprises de transport, nous constatons que ces cahiers des charges contiennent jusqu'à 97 % de spécifications techniques et 3 % seulement de spécifications orientées "voyageur". Les exigences subjectives qui feraient d'un voyage en autobus un événement plus positif sont généralement absentes.

Si les entreprises de transport attendent que les chefs de projet et les industriels se convertissent, elles doivent spécifier leurs exigences et inscrire le design – et sa contribution positive à la communication – dans leur programme. Ce n'est que de cette façon que les constructeurs modifieront leur stratégie et adapteront les standards de qualité des autobus à ceux des modes de transport concurrents.

Dans la mesure où les aspects "design" sont, dès le départ, intégrés dans le développement du matériel roulant, un bon design fonctionnel n'induit que de faibles coûts supplémentaires sur le coût sur la durée de vie du produit et procurera des années de gain potentiel d'image.

Figures

Figure 1 : Aux tramways de Bruxelles, un design agréable de Enthoven Associates, très tôt intégré dans le développement du matériel roulant.

Figure 2 : L'objectif de concevoir globalement un système d'autobus a des motifs aussi bien rationnels que subjectifs. Pour une grande qualité, des propriétés telles que la vitesse, la fiabilité, de bonnes correspondances et une identité sont critiques et requièrent une adaptation exacte et une synergie. La compréhensibilité, l'accessibilité, l'acceptation, l'aspect reconnaissable et le confort ne sont que quelques uns des facteurs qui peuvent faire d'un déplacement un événement positif.

Tout comme le design du matériel roulant, l'infrastructure et les points d'arrêt ont également un rôle important dans l'identité du système. Par l'attractivité et la diversité intégrées – dans l'idéal – à d'autres fonctions urbaines, sera créée la nécessaire symbiose avec l'environnement urbain. Ici, la visibilité de l'itinéraire – obtenue par le marquage de la chaussée réservée et par l'affichage de l'horaire, avec des diodes électroluminescentes de couleurs différentes caractérisant les lignes – crée un supplément d'identité et rend lisible la structure du réseau dans l'espace urbain.

Fahrzeug = Véhicule Haltestellen = Points d'arrêt Fahrwege = Chaussées réservées

Figure 3 : L'espace intérieur du matériel roulant est une composante importante du déplacement. Ici, les caractères fonctionnel et adaptable sont déterminants, car cet espace doit être approprié aux conditions des divers utilisateurs et transporteurs. Une construction modulaire, comme en chemin de fer, permet des variantes et détails spécifiques de chaque projet dans un cadre technique donné.

Outre le confort, le présent projet avec l'impression de grand espace obtenue grâce au supplément de transparence en partie haut, offre une vision de la ville grâce à une transparence exceptionnelle. La structure modulaire et la transparence du matériel donnent à l'intérieur un caractère architecturé.

Fahrzeugmodul = Module –véhicule ; Technikraum = Volume technique

Central spine = Arête centrale ;

Licht, Luft/ heizung, Sound = Éclairage, chauffage/ventilation, Sonorisation

Figure 4 : Les points d'arrêt sont le lieu d'échanges complexes entre voyageurs. Une information efficace et rapidement compréhensible doit y être délivrée. Des informations en temps réel, une interaction et une contre-réaction (feedback) intelligente complètent cette interface toujours plus difficile entre le voyageur et le système. Dans l'exemple présenté, un marquage visuel aide, aux heures de pointe, les voyageurs à monter et à se répartir. Des portes extra larges aident à entrer à plusieurs personnes de front et optimisent l'échange des voyageurs.

Fahrgastwechsel = Échange des voyageurs ; doppelbreite Türen = Portes extra larges

Fahrgastflow in = Flux de voyageurs entrants ; Fahrgastflow out = Flux de voyageurs sortants

Les auteurs :

Martin Vogelzang, designer diplômé DAE est consultant en design chez Enthoven Associates à Anvers (Belgique).

Jan Andrés Benöhr, designer diplômé BUW est chef de projet Management + Planning de l'institut de design intégré de l'École Supérieure d'Arts à Brême. Travail de projet avec le concours amical de Stuart Ellis de l'Université de Coventry (Grande Bretagne).

Problèmes et solutions liés à la construction en ville de sites propres pour autobus

Dipl.-Ing. Uwe Seidel, in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 28).

OK

Le confort "quasi-ferroviaire" évoqué par les exploitants de transports publics présuppose, à côté de la mise en œuvre de techniques appropriées (suspension pneumatique, amortissement à contrôle électronique) sur le matériel roulant, une surface de roulement durablement plane et intacte. Il est de plus en plus difficile aux services de voirie de garantir celle-ci et nous allons évoquer ci-dessous quelques problèmes et leurs possibles solutions en prenant comme exemple la ville de Wuppertal.

Le réseau viaire de Wuppertal est long d'environ 800 km dont 1 % (8 km) de site propre pour autobus. La majorité (95 %) de celui-ci est revêtue d'une couche d'asphalte.

Le principal problème est le nombre relativement élevé de détériorations, en particulier les déformations (fig. 1). Elles sont concentrées au voisinage des points d'arrêt et aux feux de circulation, zones où les autobus roulent à faible vitesse, accélèrent, freinent ou même s'arrêtent.

La cause de ces détériorations réside dans un mauvais choix ou une mauvaise composition du matériau ou dans des épaisseurs de couches insuffisantes.

En cas de travaux neufs ou de réfection une mesure du revêtement rapportée à la charge subie devrait intervenir et le matériau utilisé devrait être choisi avec soin. L'idéal semble être la combinaison du béton à chaussée aux points d'arrêt et aux feux et de l'asphalte ailleurs sur les sites propres.

Un autre problème réside dans la multiplicité des réseaux incorporés dans les chaussées de la ville. Du fait de dates de réalisation différentes, des matériaux de durée d'utilisation très inégale, les travaux de construction ou de transformation sur les ouvrages en limite de site conduisent régulièrement à creuser des tranchées même dans le domaine du site propre. À leur tour, ces tranchées sont source de perturbations de la circulation sur les chaussées du site propre. Elles conduisent à une surcharge des chaussées et compromettent le respect de l'horaire des transports publics.

En outre, du fait des techniques de réparation des petites surfaces utilisées les creusements liés à ces tranchées ne sont réparés que lorsqu'ils créent de graves défauts à la chaussée. Compte tenu de la forte pression économique et, dans certains cas, de l'incompétence des entreprises, ces tranchées redeviennent en peu de temps l'objet de travaux de réparation (fig. 2). Par ailleurs, les tranchées réduisent toujours le confort de roulement.

Pour protéger les sites propres pour autobus des effets perturbants des tranchées liés aux réseaux, les conduits et canalisations posés longitudinalement sous les sites propres devraient être proscrits. Les conduits et canalisations transversaux devraient être posés dans des fourreaux permettant une réparation ou un renouvellement sans avoir à creuser de tranchée.

Les travaux d'entretien des chaussées ont les mêmes effets négatifs que les travaux liés aux réseaux. Ils doivent fréquemment être effectués dans de brefs délais sous forme de petites interventions (comblement de nids de poules, comblement de crevasses, entre autres) et sont fréquemment la conséquence de travaux d'entretien régulier mal exécutés.

Une cause de cette situation réside dans les moyens financiers limités. Selon la littérature spécialisée, il faut un budget annuel 0,75 à 1,50 € par mètre carré de chaussée pour maintenir celle-ci en bon état. À Wuppertal, le budget annuel actuellement disponible est de 0,30 €/m². Une telle dotation ne laisse comme stratégie d'entretien que l'entretien "structurel" qui garantit la sécurité des circulations par de petites réparations permettant d'attendre jusqu'à une grande réparation qui, traduite en temps, sera une rénovation complète du revêtement.

Une stratégie de maintien en état serait plus opportune qui prévoirait le renouvellement des couches supérieures, en fonction de la valeur d'usage, (sécurité des circulations/confort de roulement) et de la valeur substantielle du site propre (défaut de surface). Planifier ainsi l'entretien par une évaluation de la situation et au moyen de valeurs de situation conduirait à une plus longue durée totale d'utilisation et protégerait le plus largement possible des réparations imprévues déclenchées à court terme.

L'auteur pense qu'une telle stratégie n'est réalisable que si l'on parvient à faire participer le transporteur aux dépenses d'entretien car, à de rares exceptions près, la situation financière des municipalités ne leur permettra pas cette stratégie avant longtemps.

Bibliographie :

[1] ZTV Asphalt-Straßenbau 01

[2] FGSV : recommandation pour la gestion de l'entretien des voiries urbaines E EMI 2003.

[3] FGSV : Aide-mémoire sur le financement de l'entretien de la voirie dans les municipalités 2004.

Figures (Photos U. Seidel)

Figure 1 : Déformation au voisinage d'un point d'arrêt

Figure 2 : Zone mal réparée au voisinage de plaques d'égout.

L'auteur :

Le Dipl.-Ing. Uwe Seidel est chef du service d'entretien et de construction de la voirie des services municipaux de Wuppertal, secteur voirie et transports.

OK

Le trolleybus ultramoderne à deux articulations de Hess/Vossloh Kiepe lighTram 3 – une solution pour le transport en agglomération

Dipl.-Ing. Alex Naef in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 41, 42).

Un développement durable de l'agglomération et l'amélioration de la qualité de vie dans l'espace urbain sont deux points politiques importants. Les systèmes de transport intelligents garantissent le droit fondamental à la mobilité tout en réduisant les effets négatifs sur l'environnement tels que les gaz d'échappement, le bruit ou le gaspillage des espaces de vie urbaine.

Ne dégageant pratiquement pas de gaz d'échappement ni de bruit, le trolleybus est le moyen de transport de masse idéal pour un transport public en croissance dans les agglomérations. Avec sa nouvelle génération de trolleybus dont la longueur totale atteint 18 à 24 m, HESS montre que ces objectifs ambitieux peuvent être atteints.

Depuis de nombreuses années, HESS fait, dans le monde entier, figure d'exemple pour la construction d'autobus et de trolleybus de haute qualité. C'est un avantage décisif lors du choix d'un partenaire constructeur de véhicules que l'on utilisera pendant de longues années. Ainsi les premiers clients ayant commandé des matériels roulants de la nouvelle génération profitent-ils des plus de 65 ans d'expérience de savoir-faire de Hess en matière de trolleybus. Ce sont des années d'expérience que ne possède ni n'approche aucun autre constructeur.

Les premiers réseaux qui ont commandé des trolleybus articulés de 18 ou de 18,7 m sont les Transports de Lucerne (VBL), de Genève (TPG) et de Zürich (VBZ). Les voitures dites "Swisstrolley 3" sont déjà les favorites du public à Lucerne et à Genève et font souffler un air nouveau sur les grands axes de ces villes.

Le trolleybus de 24 m à deux articulations "lighTram" a déjà été commandé par les transports de Genève (TPG, 10 voitures), de Zurich (VBZ, 17 voitures) et St Gall (VBSG, 1 voiture). Dès 1996, les transports de Genève (TPG) contactaient le groupement NAW/HESS/SIEMENS de l'époque pour lui demander de transformer et allonger des "Swisstrolley" de première génération livrés alors cinq ans plus tôt. La réponse des industriels avait alors été négative. Le nombre de voitures en question était trop faible et le potentiel commercial apparaissait trop faible.

De l'idée à une réalité fiable

Cependant, en janvier 2003, HESS reprenait l'idée et deux mois plus tard, l'entreprise recevait commande d'un module intermédiaire à insérer dans un véhicule articulé qui, entre temps avait atteint l'âge de 13 ans. Cet âge correspondant à peu près à la mi-vie pour les trolleybus, la transformation fut combinée à la révision.

Outre le plus bref temps de livraison possible, l'objectif de cette transformation était, en même temps que réduire le coût, de tester la fiabilité et la disponibilité d'un trolleybus à deux articulations dans les difficiles conditions quotidiennes du service en ligne à Genève. On s'engageait ainsi consciemment dans certains compromis, voire inconvénients. C'est ainsi que, pour le prototype lighTram, les dimensions de la "remorque" du Swisstrolley étaient conservées inchangées bien qu'il fût clair que pour un matériel neuf, le porte-à-faux aurait été trop faible pour améliorer l'aptitude à faire demi-tour.

En décembre 2003, le véhicule était déjà reconstruit et renvoyé à Genève et mis en service en ligne. Le "Swisstrolley" était devenu "lighTram". Intentionnellement, le nom choisi devait faire penser au grand frère, le tramway.

La mise en service en ligne s'est accompagnée de questionnaires remis aux groupes de personnes concernées. Sur les 107 conducteurs interrogés, 70 % ont trouvé le nouveau matériel roulant "bon" ou "très bon", appréciation qui s'est trouvée maintenant après 24 mois d'essais dans les rues de Genève. La prise en main, semblable à celle d'un autobus articulé, a profité au "lighTram". La plupart des voyageurs ne remarquent pas s'ils sont dans une voiture de 18 ou de 24 m mais ils remarquent cependant qu'il y a plus de place à l'intérieur. Les résultats d'essai confirment les dispositions constructives – entre autres en ce qui concerne le porte-à-faux arrière réduit de la nouvelle génération "lighTram 3" à construire. Il est donc confirmé que le trolleybus à deux articulations peut circuler là où circulent les trolleybus articulés.

Confortable en ville

Les cinq larges portes à plancher bas donnent accès à 21 à 24 m² de surface pour les voyageurs debout. Avec 62 à 66 places assises, l'offre est d'environ 50 % supérieure à celle des trolleybus articulés de même aménagement. On apprécie particulièrement que les 22 places assises supplémentaires soient de vrais sièges sur plancher bas qui ne sont pas sur des passages de roue ou des planchers surélevés difficiles d'accès. Le véhicule dispose ainsi de tout ce qu'il faut pour un mouvement rapide des voyageurs en ville.

Sur la base des résultats de plusieurs mois d'essais, il a été décidé de surveiller par caméras les portes 4 et 5 qui ne sont plus visibles par le conducteur. Les conducteurs que les caméras les aident beaucoup dans le service voyageurs. À l'intérieur du véhicule, une climatisation automatique assèche et chauffe, procurant un meilleur confort. Il faut mentionner le chauffage par convecteurs qui répartit la chaleur dans la voiture régulièrement et sans bruit. L'énergie nécessaire est fournie par la récupération d'énergie en freinage et dans les descentes.

La traction sur deux essieux moteurs est particulièrement appréciée dans les rampes et en freinage. Les deux moteurs asynchrones Vossloh Kiepe fournissent 160 kW chacun. Ils sont alimentés par les deux convertisseurs disposés en toiture dans des coffres sans entretien. Une protection contre les patinages et dérapages ABS/ASR évite le glissement du véhicule dans les cas critiques. Les deux essieux moteurs permettent une meilleure utilisation du freinage électrique et, partant, une meilleure récupération d'énergie.

Une technique fiable procure des économies

Les trolleybus représentant un investissement pour une durée de vie de 20 à 30 ans, ce ne sont pas, du point de vue économique, de simples autobus diesel standard "électrifiés" mais des produits de grande valeur. Cette différence rend le trolleybus de qualité comparable à celle d'un véhicule sur rails. Avec leur caisse en aluminium du type CO-BOLT®, les matériels roulants sont, non seulement protégés contre la rouille pendant toute leur durée de vie, mais aussi plus légers qu'avec une construction comparable en acier. Le gain de poids peut ainsi être investi dans éléments de confort tels que l'isolation, la climatisation, le chauffage, les sièges, etc.

Le système CO-BOLT® a, depuis des dizaines d'années, été développé en coût sur la durée de vie (LCC Life Cycle Cost) et est au point en ce qui concerne les dépenses d'entretien, de visite et de réparation. Ainsi, par exemple, tous les sous-ensembles sont-ils aisément accessibles de l'extérieur par des trappes de visite et dans les zones susceptibles d'être mises en danger en cas de collision, tous les éléments structurels sont protégés par des panneaux de carrosserie.

Par ailleurs, les portes d'accès des voyageurs sont des éléments du système importants pour une exploitation fiable. Outre le gain de place à l'intérieur, les portes FBT louvoyantes coulissantes présentent l'avantage de fonctionner sans perturbation l'hiver malgré les grandes quantités de neige et les basses températures. Ces portes FBT présentent l'avantage supplémentaire de pouvoir être incorporées sans découpe en toiture dans la structure de la carrosserie. Un avantage qui ne doit pas être sous-estimé si l'on veut assurer la durabilité de la structure.

Figures (Sauf mention contraire, photos HESS)

Figure page 41 : Le lighTram 3 des Transports Publics Genevois

Figure en haut de page 42 : Emblèmes de Lucerne : un Swisstrolley 3 et le pont en bois de la Chapelle (début du XIV^{ème} siècle) sur la Reuss (photo Engineering Communication).

Figure milieu de page 42 : Caisses de voiture système CO-BOLT®.

Figure en bas de page 42 : Intérieur d'un lighTram3 (photo VBZ transports de Zurich).

L'auteur :

Le Dipl.-Ing. Alex Naef est directeur de la société anonyme "Carrosserie HESS" à Bellach (Suisse).

Évaluation de l'autobus guidé – Résultats du Groupe de Travail VDV¹

Dipl.-Ing. Bernhard E. Nickel in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 43, 44).

OK

Le VDV¹ se considère, entre autres, comme un poste d'observation pour ses entreprises membres pour, partout dans le monde, détecter de bonne heure les nouveaux développements et donner des conclusions aux entreprises allemandes de transport. C'est ainsi que le VDV a suivi avec intérêt l'étude éditée en janvier 1996 par le groupement français des autorités organisatrices des transports (GART) sur les systèmes intermédiaires. Ces systèmes devaient pour la modernisation des transports en France, en particulier dans les villes "100 % autobus" offrir une capacité inférieure à 5000 voyageurs par heure et par sens, une vitesse commerciale de 18 à 20 km/h et une grande fiabilité. En ce qui concerne le coût et le débit, ces systèmes devaient se trouver entre l'autobus et le tramway. Utilisables dans les villes de 100 000 à 300 000 habitants, ils devaient trouver en France une trentaine de cas d'application. Pour les autorités organisatrices, l'intérêt spécifique de ces systèmes intermédiaires était qu'ils devaient être quelque 30 % moins chers que la réinstallation d'un tramway alors que selon la législation française en matière de financement des transports publics, elles bénéficieraient d'une subvention supplémentaire de 5 % pour la réalisation de la voie et, surtout, du même versement transport que pour la construction d'un tramway plus coûteux [Réf. bibl. 1].

Quand ensuite, en novembre 1997, furent successivement entrepris avec le concours de la RATP les essais de deux systèmes intermédiaires, le TVR (Bombardier) et le Translohr (Lohr Industrie) sur une section du site propre pour autobus du Trans-Val-de-Marne, il devint clair pour le VDV que les possibilités et les limites de mise en œuvre de ces autobus guidés ainsi que leurs exigences devaient être étudiées d'un point de vue allemand. Le résultat est présenté dans la publication VDV 10010 [Réf. bibl. 2].

On y lit qu'un groupe de travail a mené une étude des systèmes de transport guidé du point de vue "organisation du transport". L'étude des aspects techniques des véhicules ne faisant pas partie de sa mission.

Ce document VDV analyse les systèmes de bus guidé existant concrètement sur le marché, les définit sur la base de l'analyse système, et étudie et évalue leurs cas d'application en ville et en interurbain.

Le concept d'autobus guidé n'étant pas normalisé et étant employé avec de multiples sens, il faut distinguer :

- les autobus de 24 m (autobus à deux articulations) ou autobus avec une remorque,
 - dans la circulation générale
 - en site propre sans guidage
- les autobus bi-modaux à guidage en option (débrayable),
 - guidage mécanique
 - guidage électronique
- systèmes sur pneumatiques à guidage permanent.

Les systèmes TVR et Civis considérés comme intermédiaires par l'étude du GART, sont, au sens du document VDV, des autobus bimodaux à guidage optionnel comme l'autobus guidé (Spurbus) d'Essen : ils peuvent, au choix, être conduits par le conducteur dans la circulation générale ou être guidés par le système de guidage. Comme le Spurbus, le TVR est à guidage mécanique impératif selon un autre procédé toutefois : le véhicule appuie deux galets de guidage sur un rail central². Le Civis utilise un guidage électronique qui au moyen d'une caméra et d'un logiciel de reconnaissance d'image suit une double ligne de guidage peinte sur la chaussée. Le Phileas d'Eindhoven aux Pays-Bas utilise aussi un guidage électronique : tous les mouvements de guidage nécessaires sont mémorisés dans un calculateur embarqué et la voiture se guide sur le parcours par mesure de la distance parcourue (comptage des tours de roue et balises supplémentaires, des aimants noyés tous les 4 m dans la chaussée).

¹ VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Union des entreprises allemandes de transport, équivalent allemand de l'UTP (N.d.T.)

² Le guidage à deux galets ressemble plutôt au guidage du système Translohr (N.d.T.)

Possibilités d'utilisation et cas d'application d'un autobus guidé

Les protagonistes des autobus guidés ont, à ce jour, considéré les situations ci-après comme possibilités d'utilisation et cas d'application des autobus guidés.

- Amélioration d'une ligne jusqu'alors exploitée par des autobus classiques.
- Extension du réseau de :
 - lignes d'autobus.
 - lignes d'autobus et de tramway.
- Remplacement d'un réseau de tramway.
- Stimulation de l'emploi de voies ou de sites ferrés :
 - lignes de tramway urbaines.
 - lignes de chemin de fer régional
- Utilisation partagée de voies ferrées existantes en chaussée.
- Conservation d'un site propre ferré (exploitation d'autobus guidés sur des voies en chaussée).
- Amélioration ou construction neuve d'un couloir réservé.
- Amélioration de la desserte des points d'arrêt (aide à l'accostage, positionnement pour captage d'énergie).
- Conduite automatique en dépôt et atelier.

Tous les systèmes intermédiaires cités, TVR, Civis, Phileas et le Translohr récemment développé en vue de servir de tramway offrent –au moins au début, sur le papier, dans le cas du Civis – des véhicules de 24 m à deux articulations.

Après l'essai réussi d'exploitation d'autobus à deux articulations ou à remorque conduits manuellement, la preuve est faite que ces modes se prêtent à l'utilisation quotidienne en Allemagne. Les autobus de 24 m conduits manuellement peuvent déjà presque être considérés comme représentatifs de "l'état de la technique" ; il reste l'autorisation administrative et l'économie du système compte tenu du prix des voitures et des coûts en carburant ainsi que des conditions ambiantes dans chaque cas local spécifique. Leur utilisation a déjà commencé là où le grand débit procure des avantages économiques et d'exploitation.

De ce fait, même en Europe – au Brésil, les autobus de 24 m ne sont plus une nouveauté – la niche pour des "systèmes intermédiaires" entre autobus et tramway est déjà perdue. Les autobus de 24 m décalent le débit maximal du système "autobus" jusqu'au débit des tramways. Le besoin de nouveaux systèmes entre autobus et tramway n'est donc plus réel. Il ne subsiste que la touche de l'innovation. Les systèmes bimodaux à guidage électronique ont encore le problème d'obtenir l'autorisation de faire du système de guidage le seul système responsable. Le VDV ne voit pas le besoin d'un simple système "d'aide au conducteur". Une seule circonstance justifie l'emploi d'un système de guidage sécuritaire précis et fiable : le passage à grande vitesse dans un gabarit étroit, aspect qui, après l'essai du Spurbus à Essen, est encore débattu en Angleterre [Réf. bibl. 3].

On peut et on doit faire profiter l'autobus à conduite manuelle de la chaussée réservée, de la priorité aux feux, de l'information dynamique des voyageurs, etc. de la même façon que les systèmes intermédiaires et l'évaluer comme un système de transport par autobus. Enfin, on dispose de connaissances depuis l'étude au réseau d'autobus de Lübeck achevée en 1992 [Réf. bibl. 4]. L'initiative néerlandaise des transports publics de grande qualité et le rapport GART français sur le "Bus à haut niveau de service" [Réf. bibl. 5] devraient donner aux entreprises allemandes de transport public un nouvel élan pour maintenir haute la réflexion système en matière d'autobus et faire de celui-ci un système attractif. Il convient toutefois d'avertir ceux qui parlaient de sites propres pour autobus et pensaient en réalité transports publics au rabais et peu attractifs. Le VDV prend nettement position en faveur de transports publics de haute qualité en autobus, métro, chemin de fer et tramway.

Bibliographie :

- [1] C. Nangeroni : Hybrides, les atouts d'une solution française. La Vie du Rail & des Transports, 15 octobre 1997 pages 30 à 33.
- [2] VDV : Autobus guidés – Possibilités et limites, publication VDV n°10010 Cologne novembre 2005.
- [3] Centre britannique du béton : Manuel de conception de sites propres guidés pour autobus, Camberley, Angleterre, novembre 2005.
- [4] F. Pampel : Manuel d'introduction aux réseaux d'autobus sur la base de l'expérience acquise lors du processus de démonstration à Lübeck. FE N° 70338/90 Hambourg mai 1992.
- [5] Rapport commun CERTU, INRETS, UTP, GART : Bus à haut niveau de service, Concept et recommandations CERTU éditeur octobre 2005.

Figures

- Figure 1 : Translohr, un tramway sur pneumatiques à guidage permanent, prévu pour l'Aquila (Italie) et d'autres villes (Photo LOHR Industrie)
- Figure 2 : LeTVR en exploitation à Nancy, vu ici sur une section guidée. La ligne comporte aussi des sections exploitées en guidage manuel (Photo Volker Deutsch).
- Figure 3 : Le Cavis à Rouen – le guidage électronique n'est utilisé que pour l'accostage aux points d'arrêt (Photo F. Rambaud, CERTU).
- Figure 4 : Croisement de deux Phileas guidés électroniquement à Eindhoven (Photo APTS).
- Figure 5 : Après divers essais avec le MAN SGG entre autres à Munich et Wolfsburg, avec le Megabus Renault à Bordeaux et le Van Hool à Liège, Utrecht a été la première ville d'Europe (avril 2002) à mettre un grand nombre d'autobus à deux articulations en service, principalement en site propre. Depuis, Aix la Chapelle (Photo) et Hambourg ont été les premières villes allemandes à suivre l'exemple (Photo Volker Deutsch).

L'auteur :

Le Dipl.-Ing. Bernhard E. Nickel est chef du département études, construction et exploitation au VDV (Cologne).

Coût des projets de transport urbain : comparaison de l'autobus et du tramway

OK

Oberingenieur Dr.-Ing. Volker Deutsch in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 45, 46).

Les principaux résultats d'une étude comparative des coûts entre un système de transport par autobus (de grande capacité) et un système de transport par tramway, en site propre intégral l'un et l'autre, sont présentés. L'objectif est de faire ressortir les différences et similitudes essentielles des effets économiques à conditions ambiantes identiques et ainsi de contribuer à lutter contre la tendance, qu'il ne faut cesser de dénoncer, à comparer des choses non comparables.

Le matériel roulant et l'infrastructure forment un système

Le préalable à une analyse de coûts significative est que les systèmes de transport comparés aient des propriétés systémiques semblables. En effet, s'il y a, dans la composition des systèmes, d'importantes différences de détails, leurs qualités – et, en fin de compte, l'effet économique, la valeur estimée et l'usage – sont comparables. Pour l'exploitation des autobus le principe doit donc être "Le matériel roulant et l'infrastructure forment un système", tout comme pour le tramway – même si, dans ce cas, il s'agit d'une nécessité technique. En outre, l'intégration est présupposée dans un concept de réseau d'ensemble, de lignes de rabattement et de distribution, de parcs de stationnement Park and Ride, de finalités urbanistiques et d'aménagement ainsi que d'activités de marketing en vue de la création de l'image de marque – comme ce serait également le cas dans le cas de création d'un nouveau réseau de tramway.

L'hypothèse fondamentale d'une comparaison de coûts idéale entre autobus de grande capacité et tramway est qu'une infrastructure propre est attribuée à l'un et à l'autre mode. Si tel est le cas, les résultats de l'étude montreront que indépendamment du mode sur roues métalliques ou à pneus, il sera possible de parvenir à une grande qualité de système avec une estimation correspondante de la valeur. Il faut savoir que dans le cas de Rouen, Hass-Klau et al. établissent, dans une étude sur les effets économiques des tramways, que le système de bus TEOR est, en ce qui concerne les effets économiques, comparable au réseau local de tramways.

L'exemple fourni une estimation des coûts

Les différences sont en effet nombreuses sur le chemin d'une qualité de système comparable et elles sont même visibles quant à la réalisation matérielle et au mode de transport mis en service – site propre pour autobus comparé à un tramway sur rails, mais dans les résultats, on peut attendre d'un réseau d'autobus de haute qualité le même niveau d'effets positifs. Cette attente est à la base de la présente estimation des coûts. Les limites d'une comparaison de coûts significative sont dans la zone de recouvrement entre les performances maximales des autobus à quatre essieux et les performances inférieures d'un tramway articulé à cinq caisses et quatre articulations.

L'exemple de la construction d'un réseau de transport public neuf est à la base de la comparaison des coûts. Ici, certaines simplifications des paramètres de transport et d'entreprise sont justifiées et nécessaires. À cet effet, on a pris comme base une zone de desserte idéale dont les caractéristiques constituent la base de la comparaison entre autobus de grande capacité et tramway. Les grandeurs fondamentales d'exploitation et d'entreprise sont : deux lignes diamétrales d'une dizaine de kilomètres chacune et se croisant dans le centre. Le réseau initial de 20 km est entièrement en site propre et doit être exploité à 5 min d'intervalle à une vitesse commerciale de l'ordre de 20 km/h. Le parc de matériel roulant, y compris les réserves d'exploitation et d'atelier est évalué à 32 autobus diesel ou tramways. Le parcours annuel par véhicule atteint environ 60 000 km. Les résultats sont présentés plus loin.

Coûts d'investissement

On voit tout de suite qu'avec 8,5 M€ par km de ligne, les coûts globaux d'un réseau idéal orienté autobus sont à un niveau élevé bien que cela, même si cela, dans l'hypothèse d'un site propre avec intégration urbanistique semblable à celui d'un tramway, ne correspond qu'à 60 % de l'investissement à envisager pour un réseau orienté tramway (15 M€/km de ligne plus le coût d'un dépôt). Les coûts globaux du réseau comprennent toutes les dépenses rapportées au kilomètre de ligne à deux voies exposées jusqu'à la mise en service du réseau. Ces coûts comprennent aussi l'acquisition du matériel roulant, le réaménagement de la voirie le long du site propre (de façade à façade) ainsi que les

déplacements de réseaux de concessionnaires. Une intégration urbaine de qualité est également comprise dans ces coûts.

Dans la réflexion économique présentée, il n'a pas été tenu compte de ce que le niveau de qualité de construction d'un réseau d'autobus est variable, des installations existantes du transport du réseau d'autobus intégrées et, de ce qu'on peut partiellement renoncer à un site propre intégral dans l'axe de la voirie – dans la mesure toutefois, où une exploitation régulière et un confort de roulement élevé peuvent être assurés. Dans les coûts d'investissement il existe – en marge de la comparaison de coûts présentée en mettant la qualité du système au premier rang des préoccupations – encore beaucoup de possibilités d'économies grâce au choix de dispositions économiques de priorité et à l'orientation vers un réseau d'autobus revalorisé. Il est cependant clair que l'efficacité – par exemple dans le domaine des conséquences économiques – ne sera alors pas aussi grande qu'avec la construction d'un site propre intégral et la réalisation d'un réseau lisible ! Cela reviendrait à comparer des choux avec des carottes

Coûts d'exploitation

L'analyse de l'évaluation des coûts d'un réseau fictif fait apparaître des différences dans l'acquisition des matériels roulants qui, compte tenu de la durée de vie théorique des tramways par rapport à celle des autobus de grande capacité, est un facteur de l'ordre de 2,5. Pour augmenter l'économie, la durée de vie effective de vie d'un tramway devra, à l'avenir, être notablement plus longue qu'elle n'a été ces derniers temps. Les coûts de l'autobus ne dépassent ceux du tramway qu'en un point : les dépenses de carburant sont 2,3 fois plus élevées que les dépenses d'énergie du tramway et la tendance est à l'augmentation de l'écart, même si l'autobus a l'avantage d'un moindre poids à vide. Comparées à l'ensemble des dépenses d'exploitation, les dépenses de carburant et d'énergie ne jouent toutefois qu'un rôle marginal.

Quand on compare les coûts d'infrastructure, on voit que le service annuel de l'immobilisation en capital d'un site propre pour autobus constitue à peu près la moitié de celui d'un tramway. Le motif est, d'une part, les plus grands investissements requis par l'infrastructure d'un tramway et, d'autre part, les éléments d'infrastructure spécifiques du tramway tels que la ligne de contact, les sous-stations, les ateliers des installations fixes et les bâtiments du dépôt.

La figure 3 représente le total des coûts complets de l'entreprise (en EUR par véhicule et par an) dans les postes entretien et service de l'immobilisation en capital pour le site propre ainsi que les charges fixes et charges variables par véhicule. L'affectation des dépenses d'infrastructure au véhicule est faite au moyen d'un facteur de conversion – dans le présent exemple 1,6 véhicule par kilomètre de ligne (32 véhicules/20 km de ligne). Les dépenses par véhicule×kilomètre sont évaluées, dans le cas de la réalisation prise comme exemple, à environ 6 € pour un autobus et à nettement plus de 10 € dans le cas d'un tramway. Dans le cas de l'utilisation d'une rame de deux tramways, on obtient une réduction de coût d'environ 10 % grâce au gain de productivité du personnel. Toutefois il ne pourrait plus être offert qu'un intervalle de 10 min au lieu de 5 min. Sur les parties en tronc commun proches de leur limite de capacité, ceci pourrait, par contre, présenter un avantage en réduisant le risque d'accumulation de rames.

Bilan & perspectives

En résumé, on retiendra qu'il n'y a – dans la mesure où la demande de trafic à l'heure de pointe peut être garantie à long terme – aucune alternative économique à l'utilisation de l'autobus de grande capacité en site propre. Du point de vue économique l'autobus de grande capacité est toujours meilleur que le tramway et, en site propre avec des points d'arrêt simples, n'est limité en capacité que par un intervalle de deux à trois minutes à l'heure de pointe (maximum : 3000 voyageurs dans le sens le plus chargé). Par conséquent, si l'on peut garantir le trafic avec un autobus à grande capacité sans franchir la limite de capacité, c'est toujours la solution la plus avantageuse économiquement !

En raison de la nette différence de coût, cette affirmation de base n'est pas transférable à des projets actuels, car les données de coût présentées ici pour un exemple idéal de réalisation n'ont guère de valeur.

L'image de coûts présentée peut servir de base à un exposé politique lors du choix d'un mode de transport ; les expériences en matière de projet sont toutefois différentes : un site propre intégral, tel qu'il s'en accepte et s'en réalise à l'étranger (dans d'autres conditions de financement) peut paraître souhaitable mais, en Allemagne, une telle réalisation a trouvé ses limites en plusieurs endroits. Mis à part les problèmes de financement, les principaux obstacles à la réalisation de sites propres pour les transports publics sont les limites imposées par le Ministère des Transports, le

manque de volonté politique et les conflits avec les riverains et habitants de la ville. Le système "Autobus" a ici, dans la recherche d'une solution, une position initiale intenable : car la flexibilité tant vantée de l'autobus est, en même temps, son talon d'Achille qui – pour un véhicule n'ayant pas de besoin technique – fait apparaître un site propre comme un accessoire superflu. Il est politiquement de première nécessité d'éviter un tel débat ! Il reste à attendre que l'autobus de grande capacité puisse s'adapter à une idée de système pour les lignes d'autobus les plus chargées et que se présente un projet de référence en retard pour l'endroit en question.

Bibliographie :

- [1] C. Hass-Klau, G. Crampton, R. Benjari : L'impact économique des tramways. Résultats de 15 études de zone en France, Allemagne, Grande-Bretagne et Amérique du Nord ISBN 09519662094, Brighton (Angleterre) 2004 page 110.
- [2] H. Leuthard : Coûts d'exploitation des tramways in : "Der Nahverkehr" octobre 2000, pages 14 à 17.
- [3] V. Deutsch : Coûts d'un système de transport en site propre. L'autobus de grande capacité comparé au tramway. Document de travail. Université des mines. Wuppertal, 2005.

Figures

- Figure 1 : Un tramway qui a beaucoup d'effet : Le Citadis 302 à Lyon (Photo Volker Deutsch).
- Figure 2 : Les véhicules sur pneus ont également de l'effet : le Phileas à Eindhoven (Photo APTS).
- Figure 3 : Charges d'une entreprise de transport public dans l'exemple présenté. (Document V. Deutsch)

Hypothèses :

Conditions ambiantes analogues et qualité de système comparable.

En ordonnées : Charges annuelles de l'entreprise en EUR/Véhicule

Großraumbus = Autobus de grande capacité 6,01 EUR/véhicule×km

Straßenbahn = Tramway 10,35 EUR/véhicule×km

Hypothèses : Parcours annuel d'un véhicule : 60 000 km

Inflation annuelle : 3 %

Service de l'immobilisation du capital : 5 %

Capacité d'un véhicule : 150 personnes

Entretien de l'infrastructure (en EUR/km)

Service de l'immobilisation du capital de l'infrastructure (en EUR/km)

Charges variables (en EUR/km)

Frais fixes (en EUR/km)

OK

Premiers résultats positifs pour l'expérimentation de Stockholm

Texte et photo T. Johansson in : Stadtverkehr février 2006 (p. 49).

Comme il avait été annoncé dans Stadtverkehr de novembre-décembre 2005, le péage urbain a été institué à Stockholm le 3 janvier 2006. Celui-ci a été combiné avec un renforcement des transports publics et est appelé "L'expérimentation de Stockholm". Cette expérimentation doit prendre fin le 31 juillet 2006. Les électeurs de Stockholm seront appelés le 17 septembre à décider par referendum consultatif de la poursuite de l'expérience. La décision sur une éventuelle pérennisation sera prise par le parlement suédois parce qu'il s'agit, dans le principe, d'un impôt d'état. Il est clair que le renforcement des transports publics sera maintenu toute l'année 2006.

À ce jour, les résultats dont tout a fait positifs. Certes, il a fallu au cours de la première semaine de l'expérimentation tenir compte d'une moindre circulation due aux fêtes de fin d'année, mais même après le premier "lundi ordinaire" du 9 janvier, on a observé une diminution de la circulation là où le péage (6,40 EUR par jour) était perçu. Par rapport à l'an dernier, la circulation dans les rues a diminué de 15 à 35 %.

Les transports publics ont été davantage sollicités et la fréquentation s'est bien maintenue. D'après les premiers calculs, il faut transporter chaque jour 20 000 voyageurs supplémentaires soit une augmentation de 11 %. En dehors de renforcements limités des réseaux ferrés et des renforcements appliqués depuis le 22 août 2005 sur les 14 nouvelles lignes d'autobus express, 4 lignes d'autobus ont été provisoirement mises en renfort du métro. Pour des motifs techniques, 140 voitures de métro anciennes étaient hors service au moment du début de l'expérimentation ce qui fait que seuls 97 des 105 trains supplémentaires ont pu circuler. Il est intéressant de noter que quelques courses des lignes d'autobus express de renfort ont été assurées par de luxueux autocars d'excursion appartenant à des exploitants privés. Après la remise en service des voitures de métro, ces quatre lignes d'autobus express ne seront vraisemblablement plus exploitées. Au demeurant, toutes les lignes d'autobus express circulent au titre HVZ et ne prennent de voyageurs que dans le sens le plus chargé.

En raison de la circulation automobile constatée jusqu'alors en centre-ville, la vitesse des autobus urbains était relativement faible. La diminution du trafic automobile rapidement constatée a fait que les autobus roulent plus vite, mais comme les horaires ne peuvent pas être corrigés, des temps de stationnement prolongés doivent être observés à certains points d'arrêt de correspondance pour éviter les départs en avance.

À compter du 9 janvier la nouvelle gare de chemin de fer de banlieue d'Årstaberg a été mise en service. Elle permet la correspondance avec la ligne transversale (Tvärbanan) de tramway express et plusieurs lignes d'autobus. Ce nouveau point de correspondance ne fait certes pas partie intégrante de l'expérimentation mais il s'y adapte bien. Dès le premier jour, on remarquait de nombreux voyageurs en correspondance en ce point et depuis, leur nombre continue d'augmenter. On regrettera seulement que l'intervalle sur la ligne transversale n'ait pu être ramené de 10 à 7,5 minutes. La raison en est que les 22 voitures de tramway de la série A32 ne suffisent pas pour assurer un intervalle raccourci sur la ligne transversale tout en continuant à desservir la ligne de Nockby. Les autorités ont approuvé le pilotage automatique de la ligne transversale et la formation des conducteurs est en cours. Seul le manque de matériel roulant empêche de raccourcir l'intervalle.

Les premiers résultats positifs de l'expérimentation de Stockholm ont fait que, sur le plan politique, la question se pose de façon plus aiguë d'introduire un tel péage urbain à Göteborg et Malmö. L'accent est mis, entre autres, sur les questions légales à faire décider par le parlement pour pouvoir mettre ces péages en place au niveau des villes. L'objectif est de faire du péage urbain une question traitée partout en Suède au niveau de la municipalité.

Photo : Les premiers résultats de l'expérimentation de Stockholm sont positifs. Une tendance a été constatée à la diminution du trafic automobile en centre ville. Ici, la circulation vendredi 13 janvier 2006 vers 15h00 près du poste de péage de Nortull. Certes beaucoup de voitures mais une circulation fluide. Cela a influé sur le temps de parcours pouvant être pratiqués par les autobus.

Des revêtements de haute qualité pour les sites propres pour autobus

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Johannes Beckedahl in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 29, 30).

Introduction

Parmi les procédés de revêtement des chaussées pour autobus, on trouve les pavés, le béton, les revêtements semi-rigides et l'asphalte. Les principales difficultés pour les chaussées fortement sollicitées proviennent, d'une part, de la circulation sous de fortes charges et des contraintes particulières et, d'autre part, des conditions ambiantes des voiries urbaines comme, par exemple, les canalisations souterraines.

Il est souvent impossible de garantir l'absence de canalisations dans les sites propres urbains. Dans de tels cas, le problème réside dans des tranchées creusées au cours de la durée de vie du revêtement. La qualité de la chaussée ou du couloir pour autobus n'est généralement pas améliorée par la tranchée, celle-ci conduit plutôt à un raccourcissement de la durée de vie du revêtement. S'il n'est pas possible d'éviter des canalisations dans les sites propres, il faut prévoir, en vue de leur installation, des couvercles coulissants ou autres réservations qui, en particulier dans le cas des revêtements rigides ou semi-rigides, conduisent à des concentrations de contraintes débouchant sur des fissures.

Les revêtements béton ou semi rigides sont, après creusement des tranchées et emploi de matériaux de remblaiement, plus difficiles à réparer que les autres revêtements car des matériaux spéciaux sont nécessaires et/ou le délai entre la réparation et la libération de la chaussée est plus long qu'avec les autres types de revêtements. En outre, des différences d'aspect entre le revêtement d'origine et la réparation sont à peu près inévitables. On voit avec les pavés si ceux-ci sont des pavés de réparation. Les différences sont accrues si le matériau de réparation et le matériau du reste de l'ouvrage sont différents, par exemple quand des tranchées creusées dans du béton ou des pavés sont recouvertes d'asphalte (fig. 2). Avec le béton, d'éventuelles difficultés supplémentaires doivent être considérées, ainsi pour une réparation durable, il faut des chevilles et/ou des scellements.

Pavés

Les pavés ne sont généralement pas adaptés à la circulation d'autobus lourds (fig. 1). Ce n'est pas seulement un constat sur de nombreux exemples de détériorations mais également une prescription indirecte des directives RstO 01 (Directives pour la standardisation des revêtements routiers RstO 01 édition 2000 FGSV éditeur, Cologne 2001) [Réf. bibl.1, Tableau 3] "Chaussées parcourues par des autobus et revêtements" qui indique clairement que pour une charge de plus de 150 autobus par jour, une construction de classe II est recommandée. Les pavés ne sont plus utilisables pour la classe II et les classes supérieures.

Mais si l'on calcule la classe de construction en partant de la contrainte calculée B, on voit vite que même pour un nombre d'autobus nettement inférieur à 150 bus/jour [Réf. bibl.1, Tableau 3] des classes supérieures peuvent être nécessaires et, partant, les pavés ne peuvent plus être employés comme le montre l'exemple ci-après :

Pour une durée de vie de 30 ans, la classe II/1 doit être choisie si la contrainte calculée B est supérieure au passage de l'équivalent de 3 millions/10 millions d'essieux de 10 t. En simplifiant, le passage d'autobus articulés équivalant chacun à 3 essieux de 10 t et considérant que les autobus ne sont pas guidés ce qui fait un coefficient de largeur de couloir $f_2 = 2,00$ (correspondant à une largeur de couloir de 2,50 m), on atteint déjà la classe II avec 46 autobus par jour et la classe I avec 153 autobus par jour. Pour une détermination précise de la classe de construction, il faut considérer la charge par essieu des voitures effectivement utilisées, leur coefficient d'utilisation et les charges accessoires des essieux.

À l'inverse des pavés, les autres types de revêtement cités plus haut peuvent être utilisés pour le revêtement de chaussées fortement sollicitées en général et pour les chaussées pour autobus en particulier. Cependant, des exigences et conditions d'ambiance particulières devront être respectées lors du choix des matériaux et de la composition des mélanges de revêtement.

Revêtements en béton

Alors que l'asphalte et les revêtements semi-rigides sont posés sans joints, la chaussée en béton doit, en raison de la quasi absence d'élasticité du béton, être divisée en dalles par des joints pour que le retrait survenant lors de la prise du béton ainsi que les dilatations et retraits dus aux changements de température ne provoquent aucune détérioration. Les joints à leur tour, constituent des points faibles de la chaussée car, avec le temps, ils perdent leur étanchéité, l'eau s'infiltre dans le revêtement et peut déclencher des dégâts tels que la création de dénivelées ou des crevasses.

Le gros avantage du béton, sa grande résistance à l'orniérage, a prédestiné ce type de revêtement à être utilisé pour les revêtements de chaussées pour autobus et aux points d'arrêt.

son temps de mise en œuvre plus long, les longues coupures pour réparation et les passages parfois problématiques du béton à l'asphalte ainsi que les concentrations aux réservations, par exemple, aux encastresments (fig. 2) conduisent pourtant souvent à refuser ce type de revêtement.

Revêtements semi-rigides

Une véritable alternative au revêtement rigide en béton est le revêtement semi-rigide (fig. 3). Il consiste en un asphalte à pores ouverts représentant l'ossature flexible dans laquelle on coule une masse liquide prend en une masse rigide et comble les vides. En une troisième phase, la surface est passée au rouleau compresseur. L'inconvénient de ce mode de construction est, comme pour le béton, une concentration de contraintes près des réservations ainsi que le prix et la durée de mise en œuvre qui s'appliquent aux diverses phases de la mise en œuvre.

Revêtements asphaltés

Les revêtements asphaltés consistent généralement en une couche supérieure d'asphalte et une sous-couche en asphalte. Parmi les qualités pour la couche supérieure on trouve le béton asphalté, l'asphalte à pores ouverts, l'asphalte coulé et l'asphalte splittmastix. Fondamentalement ces deux dernières qualités conviennent bien aux fortes charges rencontrées sur les chaussées pour autobus. Les fortes charges et les contraintes particulières peuvent, en relativement peu de temps, provoquer des déformations permanentes qui sont souvent de dimensions inacceptables. Cela vaut aussi bien pour les pavés que pour les revêtements asphaltés (voir en figure 1 de l'article de U. Seidel Traduction RATP ETI 06-0191/12 l'illustration de défauts de mise en œuvre de l'asphalte à proximité d'un point d'arrêt).

La mise en œuvre de l'asphalte doit être adaptée aux conditions ambiantes afin d'optimiser la stabilité et la résistance à l'orniérage. Cela a été obtenu à Wuppertal par une mise en œuvre innovante, développée à l'université des mines et testée dans le laboratoire local. Ces asphaltes ont été posés en juillet 2005 par le service "Entretien de la voirie" de la ville de Wuppertal à côté d'un asphalte classique sur une zone d'essai d'un couloir pour autobus très chargé avec un point d'arrêt. L'évolution de l'orniérage sera observée pendant plusieurs années.

Les résultats de laboratoire montrent que sur la section où a été mise en œuvre l'alternative proposée, on peut tabler sur une profondeur d'ornière moitié moindre de celle de la section classique alors que la sollicitation par la circulation est supérieure de 63 % (fig. 5). Les asphaltes classiques ne diffèrent des asphaltes innovants que par le liant. Alors que dans les asphaltes classiques on utilise un bitume routier 50/70, on utilise dans l'asphalte innovant un liant innovant, un bitume modifié à haute teneur en polymères. Des essais en laboratoire ont montré les avantages ci-après liés à la mise en œuvre de ce liant :

- très grande robustesse en couche d'assise et en couche de surface.
- cohésion nettement améliorée entre les agrégats et le liant.
- plus grand module E de l'asphalte
- moindre sensibilité aux variations de concentration.

Les figures 4 et 5 montrent, à titre d'exemple, les résultats des essais en laboratoire. Les essais de fatigue (fig. 4) ont été menés au moyen de l'essai indirect de traction sur un échantillon de couche porteuse en asphalte 0/22 CS et présentés sous forme de courbes de Wöhler. Dans des conditions d'essai identiques par ailleurs, l'asphalte innovant procure une durée de vie cinq fois supérieure à celle obtenue avec le liant classique.

Une fois l'asphalte posé, la concentration doit atteindre au moins 97 %. Une moindre concentration serait considérée comme un défaut, ce qui n'est en aucune façon une chose rare et qui se résout par un rabais sur le prix ou par une prolongation de garantie. Les effets de la concentration (fig. 5) ont été vérifiés sur des échantillons d'asphalte splittmastix 0/11 S fabriqués selon diverses concentrations. Grâce à l'essai d'orniérage on a alors testé les échantillons à différentes concentrations, les conditions d'ambiance demeurant les mêmes par ailleurs. Alors qu'avec l'asphalte innovant, la profondeur d'ornière double quand la concentration diminue de 100 à 94 % et reste ensuite au même niveau qu'avec un asphalte conventionnel, cette profondeur est multipliée par 6 quand la concentration de l'asphalte classique diminue de 100 à 95 %.

Avec une mise en œuvre adaptée, les chaussées pour autobus fortement chargées peuvent alors atteindre aussi une grande durée de vie sans redouter les effets de la photo figure 1 de l'article de U. Seidel (Traduction RATP ETI 06-0191/12). Les études en laboratoire effectuées avant l'essai pratique sur la chaussée d'essai de Wuppertal confirment ce fait. On prévoit que la section de comparaison en asphalte classique présentera, après une même durée, une profondeur d'ornière double de l'asphalte innovant. Autrement dit, on peut partir de l'idée que la section revêtue d'asphalte innovant pourra être utilisée deux fois plus longtemps avant qu'une réfection soit nécessaire. Sur la période d'utilisation, il en résultera une économie des coûts de réalisation et d'entretien des chaussées pour autobus. Les résultats expérimentaux fiables des essais pratiques le laissent augurer, un à deux ans seulement après la mise en service.

Bibliographie :

[1] Directives pour la standardisation des revêtements routiers RstO 01 édition 2000 FGSV éditeur, Cologne 2001

Figures

Figure 1 : Déformation d'un pavage au voisinage d'un point d'arrêt (Photo Schnieder)

Figure 2 : Revêtement en béton, endommagé au voisinage d'un changement de section transversale (gare routière) (Photo Schnieder)

Figure 3 : Revêtement semi-rigide au voisinage d'un point d'arrêt (Photo DEUTAG)

Figure 4 : Résistance à la fatigue avec un liant classique B 50/70 et avec un liant innovant PmB 25H
Anfangsdehnung : dilatation initiale ; Lastwiederholungen... : Nombre de passages de charges avant la rupture.

Figure 5 : Effets de la concentration sur la résistance à l'orniérage (comparaison entre la liant classique B 50/70 et le liant innovant PmB 25 H
Spurtiefe : Profondeur d'ornière ; Verdichtungsgrad : concentration

L'auteur :

L'Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Johannes Beckedahl représente l'unité d'enseignement et de recherche conception des routes et travaux routiers à l'université des mines de Wuppertal, faculté de transports, département sciences de l'ingénieur.

L'autobus CapaCity de Mercedes-Benz

Dipl.-Ing. Markus Balke in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 31, 32).

C'est le client qui décide du succès d'un produit nouveau

Alors que, depuis plusieurs années, se dessine, en transport public, une tendance à l'augmentation des capacités, on n'a, en ce qui concerne les longueurs, noté à ce jour aucun concept d'autobus de plus de 18 m de longueur avec un grand nombre d'exemplaires mis sur le marché.

On peut citer de multiples motifs à cette situation. Un point essentiel est bien l'adaptation nécessaire des infrastructures existantes de circulation et d'exploitation à des voitures extra longue qui annulerait l'avantage économique des autobus de grande capacité.

La pression toujours croissante en vue de la rationalisation a mis les exploitants dans une situation précaire : comment réduire les coûts sans mettre en danger l'attractivité – et, partant, les recettes – du transport public ? Une solution à ce conflit d'objectifs pourrait être la mise en service de voitures de grande capacité améliorant la productivité du personnel sans limiter le nombre de places offertes par heure.

Le nouveau véhicule de grande capacité de Mercedes-Benz – le CapaCity – est, dans son principe, destiné à circuler en site propre. Dès le début des études, l'aptitude pratique du concept a été au premier rang des préoccupations. Divers concepts ont été discutés au moyen d'un questionnaire adressé à une sélection d'exploitants et des spécifications ont été évaluées. Pour une majorité, ce n'était pas l'augmentation de la capacité qui venait en premier mais la sauvegarde de l'économie et de la souplesse de l'autobus standard. Les contraintes d'exploitation liées aux limitations de l'emploi de voitures de grande capacité à quelques lignes ont été largement rejetées. Une moindre maniabilité du véhicule a également été négativement appréciée tout comme le besoin, imposé par le concept, de transformer les points d'arrêt et les installations de circulation car la situation financière de nombreuses municipalités ne le leur permet plus.

On a vu fois de plus que les concepts exclusifs et "autonomes" développés sur la base de faibles nombres d'exemplaires et comportant une proportion élevée de "composants spéciaux", sont en contradiction avec les stratégies de maintenance et de révision soigneusement optimisées des entreprises et sont peu adaptés au marché.

Étonnamment net, par contre, a été le souhait que le nouveau segment de marché des autobus de grande capacité soit, y compris visuellement, disjoint du marché des autobus et qu'une véritable "chose nouvelle" soit développée. Dans l'un et l'autre cas, cette réflexion pourrait conduire à développer un système d'autobus optimisé comme une alternative économique aux lignes de tramway devenues dispendieuses. Pour la formation de la volonté politique, le facteur subjectivité ne devrait pas être sous-estimé et le design – un plus des tramways – devrait être utilisé.

Un design de tramway pour se démarquer des autobus standard

Le langage des formes du nouveau CapaCity cherche à se rapprocher de celui des métros et tramways. La face avant en matière plastique souligne l'individualité du nouvel autobus de grande capacité. Un discret capot de toiture assure une transition harmonieuse entre l'indicateur de destination et la toiture. Sur la vue de côté, apparaît la forme lisse qui n'est pas "perturbée" par des protubérances et rappelle les engins sur rail de la dernière génération. Cette disposition a été obtenue par le prolongement visuel des vitres latérales par une laque brillante noire, des roues porteuses couvertes et un surhaussement du bord du toit qui, sur la caisse arrière, est en deux parties. Le surhaussement du bord du toit dissimule la climatisation des caisses avant et arrière et, avec les quatre portes louvoyantes-coulissantes, contribue largement à l'aspect ferroviaire du CapaCity. À l'arrière, les nouveaux feux arrière et le capotage – intégrant la caméra de recul – terminent le véhicule de façon réussie. La réaction extrêmement positive des clients a montré que développer un design "chemin de fer" sur un autobus était un pas dans la bonne direction.

Une aptitude au service quotidien avec un gain de capacité significatif

Le concept du matériel roulant CapaCity est dérivé des caisses d'autobus standard. Le concept de base bien connu d'un autobus articulé à propulsion arrière n'a pas été modifié sinon par l'adjonction d'un segment de caisse portant un essieu directeur orientable hydrauliquement. Avec ses

19,54 m, c'est le plus long autobus jamais construit par Mercedes-Benz. Le quatrième essieu permet 3 t supplémentaires de charge par rapport à un autobus à trois essieux. Ainsi, l'aménagement intérieur n'est plus, comme avant, réglementé par la charge admissible par essieu. De vastes plates-formes sont possibles dans la caisse avant et la caisse arrière ainsi que des sièges "complets". Désormais, l'équipement du matériel en organes de poids important (climatisation, doubles vitrages) n'affecte plus le nombre admissible de voyageurs. Le concept du bus CapaCity présente ici de nets avantages par rapport à d'autres schémas à grande capacité qui multiplient les essieux orientables pour réduire la charge par essieu.

Avec 37 sièges fixes et 5 strapontins, on obtient une capacité de plus de 190 voyageurs. Comparé à un autobus à trois essieux et quatre portes qui, avec une climatisation, offre au maximum 140 places, le gain est de l'ordre de 40 %. Avec 53 sièges fixes, on peut encore transporter 180 voyageurs en tout.

Le CapaCity offre ainsi malgré ses dimensions extérieures compactes un gain maximal de capacité et surpasse, par exemple, un autobus à deux articulations plus long que lui de plus de 5 m.

Pour accélérer l'échange des voyageurs, le CapaCity possède 4 accès à plancher bas. Le concept d'aménagement intérieur comporte une plateforme en face de la 2^{ème} et de la 3^{ème} porte et un nouveau siège en quart de cercle à l'arrière ce qui rappelle nettement l'aménagement d'un autobus articulé.

Par ailleurs, avoir conservé le concept éprouvé d'autobus articulé rend le CapaCity parfaitement apte au service de tous les jours. Son rayon de giration et son déport transversal sont conformes à la réglementation 92/27 de la Communauté européenne. Grâce à l'essieu directeur supplémentaire, le porte-à-faux arrière est celui d'un autobus Citaro. Évidemment, la marche arrière est possible comme sur tout autobus articulé et – à l'inverse d'autres concepts de matériel roulant – ne requiert aucune mention particulière. Du fait du relativement faible supplément de masse, les performances de traction et de freinage sont de l'ordre de celles d'un autobus articulé Citaro. Enfin le poids sous tare de 18,5 t se reflète également dans la consommation de carburant, poste qui, pour l'économie de l'exploitation et la sauvegarde de l'environnement, sera de plus en plus déterminant.

Des caractéristiques de sécurité et de confort innovantes créent un nouveau standard

L'assistant de marche arrière OMNICAM, est un nouveau système de caméra développé et breveté qui, grâce à un miroir parabolique, donne un champ de 360 ° sur l'écran du conducteur. Cela procure un gain de sécurité appréciable en marche arrière, en manœuvre et au départ des points d'arrêt. Grâce à OMNICAM, le machiniste peut, depuis son poste de conduite, voir tout l'arrière de sa voiture y compris le trafic transversal.

Comme autre "aide à la manœuvre", l'OMNICAM montre la courbure de caisse. Combiné au mouvement de l'articulation, on peut voir comment, pour un angle de braquage fixe, la voiture se comporte entre les obstacles latéraux. L'OMNICAM est mis automatiquement en marche lors du passage de la marche arrière. Si besoin est, deux caméras latérales supplémentaires couvrant les zones latérales à l'arrière peuvent être mises en service, par exemple par une commande au-dessus de la commande des clignotants.

Le quatrième essieu contribue à stabiliser nettement la caisse arrière et le nouvel asservissement de roulis et tangage (WNR) apporte une amélioration supplémentaire au confort de la suspension. Les mouvements bien connus de tangage et de roulis de la caisse arrière à un seul essieu, qui surviennent surtout sur de mauvaises chaussées, sont "lissés" grâce à un réglage électronique de la caractéristique d'amortissement du train de roulement. Avec l'autobus Citaro 2006, tous les autobus ont une suspension individuelle des roues de l'essieu avant qui est ainsi nettement plus confortable qu'un essieu rigide.

Économie grâce à la construction modulaire

La mise en service de véhicules de grande capacité permet, dans de bonnes conditions ambiantes, de notables économies d'exploitation. Les études à Aix la Chapelle et Hambourg ont montré qu'un aménagement de l'offre avec allongement des intervalles à égale capacité horaire de transport de la ligne pouvait apporter de nettes économies de personnel et de matériel roulant. La décision de mettre en service des autobus de grande capacité a déjà été prise dans ces deux villes. Un autre domaine d'emploi des autobus à très grande capacité apparaît être les lignes principales où des voitures de renfort sont nécessaires aux heures de pointe du matin et du soir pour satisfaire les pointes de demande. La simulation des frais d'exploitation sur des exemples de cas a montré qu'en

Les autobus à remorque Göppel : adaptables et économiques

Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 33, 34).

Pour répondre aux demandes des entreprises de transport public de disposer d'un concept de produit adaptable et économique, la SàRL Markus Göppel à Augsburg développe des ensembles autobus + remorque.

De plus en plus de clients demandent des concepts d'autobus à capacité variable adaptant à tout moment la capacité des transports publics aux besoins. Une étude de marché effectuée par la société Consultatio à Augsburg a montré que la capacité de transport requise varie fortement entre les heures de pointe et les heures creuses.

D'après cette étude, les déplacements des élèves et apprentis représentent en moyenne environ 35 % de tout le trafic des lignes. Il s'ensuit des pointes le matin (de 7h00 à 8h30), le midi (entre 11h30 et 14h00) et le soir (entre 16h00 et 18h00). Les entreprises de transport devant dimensionner leur parc de matériel roulant d'après les heures de pointe, le trafic de celles-ci est assuré soit par l'engagement de voitures supplémentaires soit en offrant des capacités excédentaires aux autres heures ce qui signifie que pendant près des trois quarts de la journée on a des surcapacités.

De même, l'actuelle problématique de l'augmentation constante des charges de carburant et de personnel requiert une adaptation la plus optimale possible des capacités pour exploiter économiquement. Le personnel supplémentaire pour les autobus de renfort signifie de notables dépenses pour l'exploitant. De même, la consommation supplémentaire de gazole des véhicules (autobus de 15 m ou autobus articulés) implique des charges inutiles en heures creuses.

Différentes longueurs de voiture combinées à des remorques permettent à l'exploitant d'adapter la capacité de transport aux différents besoins. Deux longueurs sont actuellement disponibles : le "Miditrain" et le "Maxitrain".

Le Miditrain, long de 17,75 à 20,20 m selon la longueur de l'autobus tracteur est constitué d'un midibus et d'une remorque. Ce concept offre, avec un nombre de places debout optimisé, une capacité jusqu'à 162 voyageurs. Si, aux heures de pointe, la capacité d'un ensemble est suffisante, aux heures creuses on peut, en n'utilisant que le midibus de moindre poids mort, réaliser des économies de carburant.

Le Maxitrain, long de 21,20 à 22,70 m est constitué d'un autobus "standard" de 12 m "Solobus" et d'une remorque. Ce concept offre, avec un nombre de places debout optimisé, une capacité pouvant atteindre 200 voyageurs. Autrement dit, dans les cas où il faudrait des autobus de renfort avec des autobus articulés, on économise le personnel supplémentaire et les dépenses d'exploitation des autobus de renfort.

En plus de cette capacité variable, les objectifs de développement de la société ont surtout été la compatibilité avec les autobus existants, le plancher bas intégral et la sécurité active et passive. Mais l'aspect visuel (forme de la remorque semblable à celle de l'autobus tracteur) tout comme le point de vue économique ont également été pris en compte. Un partenariat de plusieurs années avec NEOMAN (issu de la fusion de NEOPLAN et de MAN) a permis à Göppel d'utiliser pour la remorque, des composants MAN longuement éprouvés. L'identité de pièces de l'autobus tracteur et de la remorque permet une gestion des magasins plus économiques. En outre, en raison de cette identité de pièces, il a été possible d'utiliser le réseau d'entretien et de service de MAN.

Avec ses ensembles autobus + remorque, Göppel a pu satisfaire aux exigences du marché suivantes :

- Grâce à une utilisation de l'autobus tracteur et de la remorque variable et adaptée aux besoins, les charges d'exploitation du maxitrain ont pu être réduites de près de 20 % par rapport à celles d'un autobus articulé et cela avec une augmentation instantanée de la capacité aux heures de pointe. On peut également économiser ainsi une voiture de réserve et les charges de personnel d'une voiture de renfort.
- Les remorques, mécaniquement et électriquement autonomes sont compatibles avec les autobus NEOMAN des séries Lions'City et Centroliner.
- Le design de l'ensemble a entre-temps été adapté au nouveau design des Lions'City et s'insère donc visuellement sans discontinuité dans la nouvelle palette de produits NEOMAN.

Des équipements de sécurité conformes aux normes techniques les plus exigeantes, telles que la vidéosurveillance automatiquement commandée en fonction du mode de marche, de larges barrières latérales entre l'autobus tracteur et la remorque, l'ESP et l'EBS dans la remorque, la reconnaissance automatiquement de la remorque par l'autobus tracteur, l'anti-démarrage et la surveillance de l'angle de braquage tiennent compte pour les Göppel trains des exigences de sécurité en transport public.

Compte tenu de tous ces facteurs, le premier exploitant de ce concept Göppel, RSV-Transports de Reutlingen (Bade-Wurtemberg, 20km au sud de Stuttgart) juge parfaitement réaliste, pour les maxitrains, d'amortir en deux ans la différence du prix d'acquisition avec celui d'un autobus articulé (moins cher).

La SàRL Markus Göppel travaille cependant, pour l'avenir, à l'élargissement de ce concept. De nouveaux projets sont prévus, par exemple des remorques pour trolleybus, pour joindre les avantages du trolleybus (absence de gaz d'échappement et faible bruit) et ceux des rames Göppel. D'après des experts, le trolleybus serait une technologie de transition adaptée dans l'attente des piles à combustible équipant en série des matériels roulant pour satisfaire aux exigences de l'Union européenne en matière de réduction des gaz d'échappement. Des demandes concrètes existent déjà sur les marchés suisse et autrichien et seront traitées avec notre partenaire MAN dès 2006.

Après plus ample examen des aspects détaillés des Göppel-trains, on peut en résumer comme suit les avantages :

- Adaptation économique de la capacité de transport aux besoins propres de chaque exploitant.
- Concept de transport respectueux de l'environnement en raison de l'économie de carburant lorsque l'autobus tracteur est utilisé en solo.
- Équipements de sécurité innovants répondant aux plus hautes normes techniques.
- Solutions techniques au point grâce à l'emploi de composants NEOMAN largement éprouvés en grande série.
- Réseau de service étendu. Du fait de l'utilisation de composants NEOMAN, il peut être fait appel au réseau des concessionnaires MAN.

Figures (photos Göppel)

Figure 1 : Miditrain Göppel.

Figure 2 : Maxitrain des transports de Reutlingen (RSV)

Figure 3 : La gamme des productions Göppel d'après les capacités de transport.

Fahrgastzahlen = Nombre de voyageurs

DG-BUS/HCUB = Autobus à deux articulations

Gelenkzug = Autobus articulé

Solobus = Autobus "Solobus" (marque déposée par MAN pour désigner son autobus standard allongé à 12 m de longueur)

L'auteur :

Le Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt est diplômé de l'institut d'études de construction de machines et est directeur de la SàRL Markus Göppel à Augsburg.