

The challenges of public transport systems in an automotive era

Les défis des systèmes de transport public à l'ère de l'automobile

Los retos de los sistemas de transporte público en la era del automóvil

F. Kühn

INRETS, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, France.

L.A. Lindau

UFRGS, Université Fédérale de Rio Grande du Sud, Porto Alegre, Brésil.

ABSTRACT : We present some possible improvements of Urban Public Transport (UPT) about congestion management, UPT priority, traffic calming, using of new intermediate system technology, use of park and ride, information given before, during and after journeys, integration of public transport services, promotion and marketing of UPT and generally service quality. The objective being pursued of course being to satisfy and retain the existing clientele as well as attracting non-users who would opt for UPT, thus becoming a serious alternative to the use of private car in town.

RÉSUMÉ : Nous présentons quelques améliorations possible des Transports Collectifs Urbains (TCU) relatives à la gestion des encombrements, la priorité aux TCU, la modération de la circulation, l'utilisation de la nouvelle technologie des systèmes intermédiaires, l'usage des parkings de dissuasion, l'information avant, pendant et après les voyages, l'intégration des services de TCU, la promotion et le marketing des TCU et en général la qualité de service. L'objectif poursuivi bien sûr est de satisfaire et de retenir la clientèle actuelle et aussi attirer d'autres utilisateurs qui choisiraient les TCU, devenant ainsi une alternative sérieuse à l'usage de l'automobile en ville.

RESUMEN : Presentamos algunas mejoras posibles de los Transportes Urbanos (TU) relativos a la gestión de la congestión, la prioridad a los TU, la moderación de la circulación, la utilización de la nueva tecnología de los sistemas intermediarios, el uso del estacionamiento disuasivo, la información antes, durante y después de los viajes, la integración de los servicios de TU, la promoción y el marketing de TU y en general la calidad del servicio. El objetivo buscado es la satisfacción y atracción de la clientela actual y también atraer nuevos usuarios al TU, convirtiéndose así en una alternativa al uso del automóvil en la ciudad.

1 INTRODUCTION

“ Nous ne pouvons plus nous permettre de laisser entrer de plus en plus d'automobiles dans les centre-villes (...). Nous devons accepter de larges interdictions de la voiture particulière dans les centre-villes. ” Ainsi s'exprimait il y a 10 ans le Président de Volvo dans une interview au magazine *Der Spiegel*, Quidort (1991). Les constructeurs d'automobiles ont bien compris que l'usage inconsidéré de celles-ci crée plus d'inconvénients que d'avantages. Pourtant de nombreux schémas et actions vis à vis de la circulation urbaine ont été conçus et adoptés pour réagir contre la congestion de la circulation urbaine depuis les années 1960.

Après une période de construction de grandes infrastructures qui a permis d'accroître la possession et l'utilisation des automobiles, il semble maintenant qu'il y ait un consensus pour lutter contre la congestion en définissant et en mettant en oeuvre des politiques générales de déplacement : 84% des citoyens interviewés dans 13 pays d'Europe estiment que la préférence devrait être donnée aux transports publics plutôt qu'à l'automobile dans les espaces encombrés. En Allemagne et en Suisse par exemple, l'accroissement du PNB et du parc automobile n'ont pas entraîné le déclin du transport public mais ont au contraire favorisé son développement en parallèle avec l'utilisation d'autres modes de transport, Laconte (1996).

Les transports collectifs urbains (TCU) ont bénéficié d'innovations technologiques considérables ces vingt dernières années. Les réseaux se sont développés et modernisés, de nouvelles gammes de matériels et de systèmes sont aujourd'hui en service.

La qualité et l'attractivité du service public se sont renforcées. Les conditions d'exploitation se sont transformées. Davantage de sécurité, de souplesse et d'adaptation aux besoins sont assurées grâce aux possibilités offertes par l'automatisation.

L'évolution des TCU a été marquée par l'apparition de systèmes dits "intermédiaires" entre d'une part les systèmes "lourds" de type métro conventionnel ou régional et d'autre part, les réseaux d'autobus ou de trolleybus circulant au sol en site plus ou moins protégé, Kühn (1997).

La qualité de vie des citoyens peut aujourd'hui être améliorée grâce à de nouveaux concepts et de nouvelles technologies offrant plus d'information, de souplesse, de confort, de fiabilité, de sécurité et de vitesse, etc. Les nouvelles technologies d'exploitation permettent au transport public de satisfaire les attentes de la population et par conséquent d'augmenter le nombre d'utilisateurs.

Les récents progrès réalisés dans l'information en temps réel des passagers (horaires et disponibilité) permettent un meilleur équilibre entre l'utilisation des différents modes de transport et facilitent l'intermodalité. Ainsi à Karlsruhe, des véhicules roulant sur les voies du tramway et du chemin de fer

ont été mis en service : ce système tram-train évite les ruptures dans la continuité des trajets et les problèmes qui en résultent, ce qui a quadruplé la demande.

2 L'ESPACE PUBLIC

2.1 Le partage inégal de l'espace public

L'environnement de l'homme en ce début de XXI^{ème} siècle est surtout urbain : l'organisation des déplacements est un des enjeux essentiels pour la qualité de la vie et le développement économique. L'automobile s'est appropriée la plus grande partie de l'espace viaire. Les systèmes de TCU sont beaucoup mieux adaptés que l'automobile pour assurer la majeure partie des déplacements urbains, en particulier ceux à destination des centres villes car ils n'utilisent qu'un espace au sol très réduit pour le stationnement et rentabilisent au mieux la capacité d'écoulement des voies de circulation : la consommation d'espace et les nuisances diminuent.

Après avoir défini le rôle et le statut de l'espace, il est nécessaire de réaffecter une part plus importante de cet espace à l'usage du transport urbain ; non seulement les TCU ont besoin de sites propres pour concurrencer valablement l'automobile, mais en outre cette appropriation d'espace urbain s'avère parfaitement légitime au regard de l'efficacité relative des modes de déplacement par rapport à leur consommation d'espace. Ainsi, l'autobus assure à Paris et l'Île de France 30 % des déplacements en TC malgré une vitesse commerciale peu attractive, n'occupant qu'environ 3 % de la voirie.

2.2 Les déséquilibres centre - périphérie

Au modèle simple de liaisons quasi-exclusives entre centre et banlieues, il faut aujourd'hui substituer un schéma multi-directionnel, où s'interpénètrent le monde rural et le monde urbain. Ainsi en Île de France la mobilité (en terme de migrations alternantes selon l'horaire de pointe) en TCU décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre de Paris : les déplacements en automobile de banlieue-banlieue ont augmenté d'années en années depuis 1970 représentant en 1991-92 68,9 % de la part modale en Île de France. Ces trajets périphériques en TCU représentent 24,4 % de part modale alors que pour les liaisons Paris-banlieue et Paris-Paris cette part représente respectivement 70,2 % et 75,4 % des déplacements en 1991-92, Merlin (1997). Les analyses de la demande et de l'offre de transport montrent que seuls les TCU peuvent assurer les trafics les plus intenses dans le centre de l'agglomération et sur les axes radiaux aux heures de pointe. L'automobile assure l'essentiel des trajets banlieue-banlieue et pour tous motifs atteint 65,6 % de part modale, tandis que les TCU atteignent 28,1% de la part modale. La politique de transports selon P.Merlin ne peut être en Île de France "qu'une recherche de la meilleure complémentarité possible entre l'automobile et les transports en commun. C'est la voie choisie par le Schéma Directeur de la Région Île de France (SDRIF)".

2.3 Une politique globale des déplacements

Le service qu'attend le voyageur est de pouvoir aller aisément d'un point à un autre quelque soit le mode ou l'opérateur concerné. Les plans de circulation et de stationnement sont insuffisants pour traiter avec pertinence des problèmes de déplacements.

Le déplacement est un concept plus global qui part des besoins de l'usager puis essaie de structurer l'organisation des différents modes y compris la marche à pied et des différents services, en tentant de tirer profit des potentialités de chacun tout en prenant en compte l'intérêt général. Le choix de l'usager doit pouvoir s'exercer dans un cadre mieux défini : le plan de déplacement urbain (PDU) qui est le lieu d'analyse et d'organisation des flux, un outil de planification. Dans ce PDU tous les modes et toutes les techniques doivent être cernées : l'automobile, les TCU, les taxis, les deux-roues, les transports de marchandises, etc.

2.4 La gestion de la circulation

Cette gestion peut s'améliorer en réduisant si possible le nombre de véhicules en circulation, en supprimant la circulation de transfert par le centre-ville, en mettant des voiries périphériques à disposition et un plan de circulation dissuasif, en limitant les places de parkings au centre et les reportant à la périphérie à proximité d'un système de TCU. La limitation de la circulation peut aussi se faire par des programmes de gestion du trafic par "cellules de circulation" instituées dans plusieurs zones du centre d'Athènes par exemple, en créant des sas où sont retenus les véhicules aux heures de pointe afin de les dissuader de s'approcher du centre (système Gertrude à Bordeaux). La restriction d'accès au centre historique de villes italiennes validée par référendum municipal s'impose dans 45 villes : seuls les véhicules de services autorisés munis de vignette pénètrent dans la zone centrale. Les véhicules du système TCU circulant mieux attirent naturellement les automobilistes ce qui doit aussi alléger la congestion de la circulation.

2.5 Le péage urbain

Le péage urbain adopté en Norvège (Oslo, Bergen et Trondheim) permet aux municipalités de dégager des ressources pour investir dans les TCU et la voirie : on constate aussi une réduction sensible de la circulation. Ce système est aussi à l'étude dans d'autres villes européennes et à travers le monde, Kühn & Hayat (1999). Plusieurs études ont montré que le transfert de l'automobile vers les TCU n'augmenterait que si les services d'autobus et chemins de fer sont améliorés et leurs tarifs réduits en même temps que le péage urbain est appliqué.

3. L'EXPLOITATION DES TRANSPORTS COLLECTIFS

3.1 La priorité aux transports publics

Dégagés des aléas de la circulation, les TCU sont théoriquement susceptibles d'assurer une vitesse commerciale supérieure à 20 km/h et une régularité convenable : les seules perturbations proviennent des échanges en station et de la gêne mutuelle des véhicules. L'aménagement de sites propres au sol

procède donc d'une volonté d'améliorer l'efficacité de la voirie existante en accordant aux TCU un domaine réservé et une certaine priorité au franchissement des carrefours.

Le niveau de service offert aux voyageurs et la capacité maximale de transport des systèmes de Transport en Commun en Site Propre (TCSP) au sol varient considérablement selon le véhicule utilisé et selon que le site propre est implanté hors voirie, sur autoroute ou sur voirie urbaine et, dans ce dernier cas, selon le niveau de protection, nécessairement imparfait dans les centres des villes.

L'amélioration de la priorité aux TCU peut être effective lorsque il y a une redistribution des emprises routières disponibles pour accorder plus d'espace aux TCU et aux piétons : parallèlement un espace moindre est concédé aux véhicules à usage privé. Ainsi le concept du "modèle de Zürich" s'applique au réseau routier de la cité historique de Zürich et définit l'aptitude de cette ville à intégrer un système de TCU à la fois moderne, rapide et fiable : L'un de ses principaux objectifs vise à garantir la commodité d'accès du centre-ville en recourant à un système de TC attrayant et peu coûteux, Joos (1990). Par ailleurs la priorité de passage aux TCU s'effectue avec la maîtrise parallèle des conditions de circulation et de stationnement des automobiles : les axes utiles pour les TCU sont dégagés de tout obstacle engendré par la présence d'automobiles et de véhicules de livraison à l'arrêt. Ainsi, les sites protégés par de la signalisation mais non séparés par des clôtures ou îlots sont respectés en Suisse mais ne le sont pas nécessairement ailleurs.

3.2 Les systèmes de priorité

La mise en oeuvre de mesures de priorité pour les TCU n'est pas un concept nouveau ni révolutionnaire. Elle varie de mesures simples, comme les feux alternés aux intersections critiques, à l'implantation de voies aériennes en site séparé pour autobus. De nouvelles dimensions ont été réunies à la notion de priorité pour les TCU sur pneus : le concept adopté n'est plus limité aux mesures physiques et d'exploitation locale pour favoriser le mouvement de véhicules individuels ou en convois. Ainsi, autrefois la décision de prolonger la durée de temps de vert des feux pour un autobus était prise individuellement par le détecteur le plus proche des feux, les systèmes ITS (Intelligent Transport System) permettent maintenant au poste central de contrôle de gérer la circulation de la ville en tenant compte du retard de chaque autobus qui s'approche d'une intersection, avec d'éventuels préjudices à la progression des véhicules non prioritaires. La notion de priorité aux TCU s'est élargie à un ensemble de mesures physiques et d'exploitation locales et globales qui offrent des réductions de coûts généralisés aux usagers des TCU et qui contribue à la réduction des externalités négatives engendrées par la circulation sur la voirie urbaine, Lindau & Kühn (1999).

3.3 La modération de la circulation

Des mesures de modération de la circulation (traffic calming) ont été introduites avec succès dans un certain nombre de villes du Danemark, des Pays Bas et d'Allemagne où elles sont le plus largement appliquées ; ces mesures ont pour objectif de réduire les vitesses et le nombre de victimes et de rendre les

quartiers plus plaisants et mieux adaptés aux besoins des piétons et des cyclistes. Ces mesures ne sont véritablement efficaces que si elles sont appliquées sur l'ensemble d'une zone ou même d'une ville avec des priorités clairement définies en matière de transport. Ces mesures sont complémentaires de celles qui donnent la priorité aux TCU.

3.4 L'organisation des transports urbains

L'organisation du transport aérien et du transport de marchandises a traversé une phase de rupture avec l'introduction du principe de "hub and spokes" ou plaque tournante d'aéroport et lignes aériennes. Ainsi ce type d'organisation est utilisé dans la messagerie express où les colis expédiés de toutes les villes des USA sont regroupés par avion dans la nuit sur un aéroport localisé au centre du pays, Niérat (1998). La prise en compte du déplacement global du passager et souvent des consommations en amont et en aval avec des numéros de vols uniques pour un déplacement faisant appel à plusieurs appareils successifs et une maîtrise complète des correspondances est régulièrement effectuée par les compagnies aériennes.

Pour relever le défi des TCU avec succès ne pourrait on pas examiner ce que ce type d'organisation pourrait apporter à l'amélioration de l'efficacité et donc de la fréquentation des TCU ?

L'automobile a des contraintes comme les embarras de la circulation, les feux, des plans de circulation dissuasifs, etc. mais elle roule directement vers son but final. Les véhicules de TCU sont omnibus, ces systèmes perdent leur attractivité dans les zones de faible densité et en dehors des heures de pointe, la voiture circulant alors aisément.

Le schéma traditionnel de déplacement marche à pied - liaison TC - marche à pied pourrait être amélioré par un schéma automobile/deux-roues - liaison TC - marche à pied et/ou véhicule en self service, ce dernier schéma s'inspirant du réseau "hub and spokes", le hub étant la station d'échange TC/automobile à côté de laquelle on trouve un parking de dissuasion pour automobiles, un parking à vélos, une gare routière où arrivent d'autres lignes de TC en rabattement. La liaison continue TC (spoke) pourrait être exploitée selon le site géographique, selon l'histoire des transports de la ville, selon la demande à court et moyen terme, par les chemins de fer (RER, train de banlieue), le tramway/métro léger, le métro/Val, des systèmes intermédiaires tels que tramways sur pneus, trolleybus ou bus articulés en site propre, Lauer (1994). Cette liaison doit être prolongée jusqu'au centre car d'importantes augmentations de fréquentation ont été constatées partout où les lignes suburbaines ont été prolongées jusqu'au centre-ville (RER à Paris, S-Bahn à Munich, liaisons Cologne-Bonn, etc.). À Berne, sur le réseau RBS entre 1973 et 1975 il y a eu 35 % d'augmentation de la fréquentation, à Bâle 20 % sur le réseau BLT entre 1985 et 1987.

3.5 Les nouvelles technologies au service de l'exploitation

De nouveaux équipements tels que les systèmes d'aide à l'exploitation (SAE) ont été mis en place sur les réseaux de TCU (autobus, tramways, métros) pour augmenter d'abord

leur productivité. Ces systèmes de régulation informatisés permettent de décaler les départs pour respecter les intervalles et de donner aux conducteurs les indications nécessaires pour régler leur allure par rapport à une marche-type. Le PCC ayant une vision de la position des rames par rapport à la position théorique communique un ordre d'accélérer ou de ralentir, il agit de plus sur le fonctionnement des feux de circulation en accordant à la rame une priorité proportionnelle au retard. Les SAE facilitent une meilleure adaptation de l'offre de transport aux conditions de circulation. Ils sont de véritables outils de régulation du trafic et sont utilisés comme support d'information du public. Les données transmises par le SAE permettent d'alimenter un système d'information dynamique des voyageurs qui transmet sur les quais et dans les zones d'accès toutes les informations en temps réel sur les services. Grâce aux informations communiquées, le voyageur est en mesure d'adapter son comportement en conséquence et de mettre à profit le temps d'attente.

De la même façon, l'application de l'automatisme intégral de conduite aux nouveaux systèmes de transport a permis d'obtenir des performances techniques (vitesses élevées, réduction des intervalles entre rames, accroissement de la sécurité) que la conduite humaine ne permettait pas d'obtenir. En effet aux heures de pointe sur le réseau de métro urbain de Paris et d'autres réseaux à travers le monde, la plupart des lignes fonctionnent depuis une vingtaine d'années déjà en automatique au moins aux heures de pointe, c'est à dire à celles où la conduite doit être la plus performante et où l'attention des conducteurs risquerait d'être sollicitée au-delà de ce qui est humainement possible. L'automatisation intégrale et la haute fréquence de passage permet une réduction de la capacité unitaire des véhicules (la productivité de l'exploitation n'est alors pas mise en cause par l'accroissement du nombre de véhicules automatiques en circulation). La réduction de la taille des véhicules permet d'alléger le système de roulement, on peut adopter par exemple l'essieu de camion à la place du boogie à deux essieux, l'insertion de petit véhicule est plus facile dans les tracés sinueux, outre les dimensions, le poids global est diminué ce qui permet de réduire les dimensions des ouvrages de génie civil et la voie.

L'essor très rapide des technologies liées à l'électronique et à l'informatique annonce des gains de productivité accrus imposant aux réseaux de transport collectif une évolution croissante vers l'automatisation.

3.6 Les systèmes intermédiaires

Le système de transport intermédiaire en surface permet d'exploiter un plus grand nombre de lignes y compris en banlieue dans des zones de densité moyenne. D'où l'idée du maillage qui est aussi le moyen d'adapter la structure traditionnelle radioconcentrique du réseau à l'évolution de la demande en instaurant des lignes de rocade connectées aux axes radiaux. Un des atouts du système intermédiaire est sa souplesse qui lui permet de quitter le site propre pour aller sur la route en site banal desservir la banlieue, par exemple. Mais cette souplesse peut être aussi un inconvénient c'est à dire que le maître d'ouvrage ne réalise pas le site propre là où c'est le plus contraignant et donc là où il est le plus nécessaire. La

desserte fine des zones à faibles densités ne doit pas augmenter les coûts d'exploitation du tramway sur pneus, son taux de remplissage devenant trop faible, Kühn (1998). Le trolleybus guidé ou le tramway sur pneus, le tramway léger et le tramway hybride ce dernier utilisant à la fois les chemins de fer existants et de nouvelles infrastructures dans des centres urbains, sont les véhicules adaptés aux systèmes de transport urbain intermédiaires.

3.7 Les parkings de dissuasion

Faciliter l'utilisation des parcs de stationnement en périphérie, inciter les automobilistes à se rabattre sur les axes lourds en amont des zones encombrées conduit à une tarification intégrée offrant pour un titre unique le stationnement et l'accès aux TC. Accroître l'utilisation de parkings de dissuasion conduit à améliorer la part modale des TC si la correspondance est optimisée du point de vue confort et temps de déplacement.

3.8 De nouvelles liaisons

La ville n'est plus le seul lieu d'habitation, les citadins s'étendent de plus en plus loin en périphérie. Le réseau de TC seul ne peut plus répondre à tous les besoins, il faut établir ou renforcer de nouvelles liaisons directes et efficaces entre la ville et sa région.

Au centre, l'accès et la desserte des zones piétonnières, la desserte des centres commerciaux et d'activités continuent à être effectués par les TC.

En périphérie, le rabattement de chemins piétonniers, de voirie secondaire s'effectuent sur les axes de TC, des parcs de stationnement pour les voitures et les deux-roues sont installés à proximité des gares ou des stations de TC.

Les lignes principales d'autobus doivent être renforcées pour réduire le temps de déplacement. Pour des raisons de coût d'exploitation les exploitants utilisent de plus en plus sur les lignes principales des autobus de grande capacité articulés ou bi-articulés (Bordeaux, Curitiba) qui circulent à intervalles assez courts en heure de pointe puis plus longs aux heures creuses dissuadant ainsi les clients potentiels. On peut imaginer l'introduction de bus express aux heures de pointe, de minibus (coletivos de Buenos aires qui concurrence le métro) ou midibus en Angleterre qui exploitent avec une bonne fréquence à Leeds, Swansea, Newbury ont amélioré la fréquentation des TC passant à court intervalle tout au long du jour avec un taux de remplissage maximum, Watts & al. (1990). De nouvelles lignes de TC desservant des zones universitaires comme à Lausanne et à Amsterdam ont vu leur demande en augmentation significative.

3.9 L'information

L'accès à une information intermodale permet au voyageur de choisir avant son départ voire, à terme, en temps réel la meilleure combinaison de modes pour atteindre sa destination. Les informations délivrées avant le déplacement (à la maison, aux arrêts), pendant (à bord des véhicules) et après le déplacement peuvent s'améliorer par l'utilisation des moyens modernes de distribution de l'information - télétexte TV,

Internet, Minitel -, etc, de sorte que l'information puisse être obtenue facilement. Fournir ces renseignements à l'arrêt ou à la gare est souvent trop tard car une partie des clients potentiels a déjà choisi l'automobile. La technologie GPS (Global Positioning System), est de plus en plus utilisée pour fournir la position précise du véhicule. Le transfert de données mobiles va permettre de transmettre l'information à d'autres systèmes et enfin à l'utilisateur chez lui qui connaîtra ainsi l'heure à laquelle le véhicule passe à l'arrêt situé à proximité, d'où une réduction du temps d'attente et de l'incertitude d'obtenir un véhicule de TCU : le transport public devient ainsi plus attrayant et la solution de facilité qui était seulement réservée à l'automobile s'élargit aux TCU.

3.10 La qualité du service

Les TCU urbains assurent en France en moyenne autour de 20 % des déplacements. À São Paulo, par exemple, les TCU assurent un tiers des déplacements de la Région Métropolitaine de São Paulo. Il est vraisemblable que l'automobile conservera encore une part modale importante dans les déplacements des grandes agglomérations à travers le monde. Pour que les différents systèmes de TCU soient préférés à l'automobile, il faut que chacun de ces systèmes apportent des gains sur les temps de déplacements, sur le confort, sur la sécurité, sur l'accueil et l'information : il est donc primordial d'améliorer leur qualité de service.

Dans le domaine des temps de déplacements c'est la priorité aux TCU qui fait ses preuves : de véritables sites propres doivent être mis en place pour assurer le gain de temps sur les parcours en centre-ville à l'heure de pointe par rapport à l'automobile, Lefèvre & Offner (1990).

L'amélioration du confort de l'utilisateur passe par l'accessibilité du système et des véhicules et une meilleure information : sur le temps réel d'attente à l'arrêt, la connaissance continue de la situation du trafic, l'intégration des services, l'exploitation, les tableaux horaires, la capacité d'offre, la billetterie, les fonctionnalités des arrêts et des stations d'échange, les conditions d'attente et le confort des véhicules, etc.

La billetterie doit être simple, le prix et la facilité d'accès au système de TCU sont deux des facteurs essentiels déterminants pour le choix entre l'automobile ou les TCU. Des technologies récentes offrent une vaste gamme de moyens de paiement ainsi que des politiques de tarification individuelles : des réseaux de TCU à travers le monde ont introduit des systèmes de perception pour lesquels les voyageurs doivent présenter leur billet à l'entrée et à la sortie ce qui permet de calculer le prix du trajet sur la base de la distance réellement parcourue. L'utilisation de la carte Smartcard sans contact comme titre de transport va faire disparaître les temps d'attente aux barrières d'entrée-sortie des systèmes de TCU, cette technologie va s'étendre à l'ensemble des systèmes de transport de l'autobus aux métros ainsi qu'à d'autres services comme le téléphone, parking, etc. Les réseaux d'autobus de Séoul (8.700 bus équipés en 1996) et de São Paulo début 2000 (12.000 bus) sont actuellement les deux plus grands réseaux du monde à être équipés en valideurs sans contact.

L'utilisateur est sensible à une haute fréquence de passage qu'apporte l'automatisme intégral, en supprimant toute longue attente en station. Cette qualité redonne de l'attrait au transport public. De plus, cette haute fréquence peut être aussi obtenue en heures creuses en fractionnant les rames entre heures de pointe et heures creuses ce qui apporte une souplesse supplémentaire d'exploitation.

4. CONCLUSION

La circulation automobile excessive, particulièrement dans le centre des agglomérations, est un facteur de détérioration de la qualité de la vie urbaine. L'expérience de certaines villes nouvelles montre que la circulation automobile peut être maîtrisée. Le développement des zones piétonnes parfois couplées avec la circulation exclusive des autobus/tramways (par exemple, la Fußgänger Zone de la Bahnhofstraße à Zürich) dans de nombreuses agglomérations européennes indique des solutions possibles. L'augmentation de la mobilité urbaine liée aux mutations de l'environnement économique et social appelle une croissance nouvelle des TCU.

La nouvelle génération de TCU basée sur les techniques numériques apporte des améliorations importantes au transport urbain à des coûts raisonnables. Cette nouvelle génération de TCU se traduit par exemple, par le passe sans contact ou le péage de l'an 2000 à Paris, São Paulo et Séoul, la radiolocalisation des mobiles qui permet une gestion centralisée de la sécurité des autobus et fournit aux arrêts les temps d'attente des deux prochains bus et à bord les temps de trajet, une information intégrée et performante sur l'offre de transport et les rames de métro à grande fréquence. Les citoyens souhaitent de plus en plus de mobilité avec facilité, agrément et en toute sécurité, la mise en service de nouvelles générations de TCU va élargir leurs possibilités de déplacement et sans doute arrêter l'expansion de l'automobile dans la cité.

BIBLIOGRAPHIE

- Joos, E. 1990. "Le "Modèle de Zürich", le métro léger pour combattre les embouteillages, dans la revue transport Public International, UITP, 3/ 1990.
- Kühn, F. & Hayat, S., 1999. Indicateurs de qualité de service et faits marquants sur 22 réseaux de transport urbain en Europe, *synthèse INRETS n° 33 mai 1999*.
- Kühn, F. 1998. L'émergence des systèmes de transport urbain intermédiaire, *communication à CODATU VIII, Urban Transport Policy, Freeman & Jamet editors, 1998 Balkema, Rotterdam*.
- Kühn, F. 1997. Light Rail or Automatic Guided Transit, *communication à APM VI, Creative Access for Major Activity Centers, William J. Sproule, Edward S. Neumann & Stanford W. Lynch, ASCE*
- Lauer, A. 1994. Développement des systèmes de transports urbains, dans la revue Transport Public International, 1994/3, UITP.
- Laconte, P. 1996. Aménager l'espace urbain en fonction de l'homme, *dans la revue Transport Public International, UITP, 1996/2*.

- Lefèvre, C. & Offner, J.M., 1990. Les transports urbains en question : usages, décisions, territoires, *Éditions Celse Paris 1990*.
- Lindau, L.A. & Kühn, F. 1999. Sistemas prioritários para ônibus : tendências decorrentes da prática européia no limiar do século XXI, *communication au 12^e Congrès de l'ANTP de Recife du 14 au 18 juin 1999*.
- Merlin, P. 1997. Les Transports en Région Parisienne, dans les études de La Documentation française, 1997.
- Niérat, P. 1998. Anatomie d'un réseau hub-and-spoke, *rapport INRETS n°220, janvier 1998*.
- Quidort, M. 1991. Transports publics : tendances mondiale, *dans la revue Transports Urbains n° 71 (avril-juin 1991)*.
- Watts, P.F. & al. Polytechnic of Central London, 1990. Urban minibuses in Britain : development, user responses, operations and finances, *research Report 269 TRRL, Department of Transport, 1990*.