

7816

RECHERCHE ROUTIÈRE



2505

voies réservées et réseau spécial pour autobus

RAPPORT PRÉPARÉ
PAR UN GROUPE DE RECHERCHE ROUTIÈRE
DE L'OCDE
DÉCEMBRE 1976

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

AVANT-PROPOS

Le Programme de Recherche Routière comprend deux principaux domaines d'activités :

- La promotion de la coopération internationale dans le domaine de la construction, de la sécurité et de la circulation routières ; la coordination des moyens de recherche dont disposent les pays Membres et l'interprétation scientifique des résultats des expériences communes ;
- La Documentation Internationale de Recherche Routière, système coopératif documentaire assurant l'échange systématique des informations sur la littérature scientifique et les programmes de recherches en cours dans les pays Membres.

Le programme actuel a pour but de définir les bases scientifiques et technologiques nécessaires aux Gouvernements pour prendre leurs décisions sur les problèmes routiers les plus urgents :

- planification, conception et entretien de l'infrastructure routière, compte tenu des développements et des besoins d'ordre économique, social et technique ;
- élaboration, organisation et mise en oeuvre de stratégies globales communes en matière de sécurité routière ;
- mise au point et amélioration des systèmes de régulation et de signalisation de la circulation routière tant en zone urbaine qu'en rase campagne afin d'optimiser l'exploitation des routes et accroître la qualité des services offerts aux usagers de la route ;
- développement et évaluation des stratégies de transports intégrés dans les zones urbaines et suburbaines, compte tenu des exigences économiques, sociales, énergétiques et d'environnement.

*

* * *

Le Groupe de Recherche Routière sur les voies réservées et réseaux spéciaux pour autobus a été créé pour analyser les informations scientifiques disponibles dans les pays Membres de l'OCDE, concernant la planification et la mise en place de priorités pour les autobus dans les zones urbaines. Ce rapport a été préparé suite à trois réunions tenues par le Groupe en 1974 et 1975 à Washington, D.C., à Rome et au Siège de l'OCDE à Paris. Le rapport contient une étude sur les bandes locales réservées aux autobus, y compris un inventaire représentatif des bandes réservées dans les pays Membres et des mesures s'y rapportant. Les itinéraires et les réseaux de voies réservés aux autobus sont également étudiés dans ce rapport, ainsi que les méthodes nécessaires pour évaluer les projets de bandes réservées pour autobus. Enfin, le rapport présente les conclusions du Groupe et donne des recommandations quant aux méthodes pouvant permettre d'améliorer les mesures de priorité pour les autobus.

PREFACE

Ce Groupe de recherche a été créé pour étudier les problèmes liés à la mise en place et à l'évaluation des bandes réservées aux autobus et pour examiner les effets des mesures de priorité accordées aux autobus sur les utilisateurs, les exploitants de la circulation générale et la collectivité en général.

Le rapport, résultat des travaux du Groupe, donne un aperçu des principaux effets de l'accroissement de l'utilisation des voitures particulières dans le centre des villes, particulièrement en ce qui concerne la qualité du service des systèmes de transports publics. Ce rapport passe en revue les mesures qui pourraient, tout en ne demandant pas d'investissements très importants, améliorer la situation des transports publics en zone urbaine, et renforcer leur rôle face à la voiture particulière. Il souligne l'importance de la coordination de toutes les mesures, directes et indirectes, visant à promouvoir les transports publics en tant qu'éléments d'un système global fondé sur des données objectives généralement admises. Dans le cadre de cette étude, on traite des trois phases d'actions visant la priorité à accorder aux autobus : bandes réservées sur des rues ; itinéraires réservés situés par exemple sur voies express ou autoroutes, accompagnés d'aménagements spéciaux pour améliorer les services rendus ; et enfin réseaux de voies réservées qui peuvent consister en un ensemble continu de voies en site propre desservant tous les quartiers d'une zone urbaine. On met l'accent à la fois sur la conception et l'exploitation de ces systèmes dans des villes nouvelles et existantes.

Le rôle que les bandes réservées aux autobus peuvent jouer à ce sujet y est décrit. Sont analysés également leur classification fonctionnelle, leurs caractéristiques géométriques (longueur, largeur, emplacement) ainsi que les aspects liés à leur exploitation (direction par rapport à la circulation générale, heures de fonctionnement, signalisation, utilisation par d'autres véhicules que les autobus, respect de leur réglementation, etc...) dans les diverses situations rencontrées. Les critères d'évaluation habituellement étudiés avant mise en place des bandes réservées sont examinés, qu'ils soient de nature quantitative (vitesses, débits, gains et pertes par les calculs classiques de micro-économie) ou de nature qualitative, ainsi que leurs limitations et leur intérêt global démontrés par l'expérience actuelle. On souligne le besoin d'une évaluation systématique de l'impact (avantages et inconvénients) de ce genre de mesure prioritaire sur les divers groupes concernés (les utilisateurs d'autobus, les exploitants, la circulation générale, les habitants) en insistant sur le fait qu'il serait souhaitable de mettre au point une méthodologie standard spécifique pour ce type d'évaluation.

Enfin, le rapport met en lumière, sur la base de l'état des connaissances et de l'expérience des représentants des pays Membres participant aux travaux du Groupe, les principes généraux permettant d'esquisser une politique équilibrée pour les bandes réservées et réseaux spéciaux pour autobus. Il fournit également des recommandations quant à l'amélioration des moyens et techniques d'analyse et d'évaluation qui sont à la base de cette politique.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I

INTRODUCTION

| | | Page |
|-------|---|------|
| I. 1. | Mandat | 9 |
| I. 2. | Le problème | 9 |
| I. 3. | Les options de développement du système des transports urbains | 10 |
| 3.1. | Développement du réseau de rues | 10 |
| 3.2. | Les systèmes urbains de transport sur rail | 11 |
| 3.3. | Utilisation plus rationnelle des infrastructures de surface actuelles | 11 |
| I. 4. | Les bandes réservées | 13 |
| I. 5. | Autres groupes de recherche et études se rapportant aux travaux du groupe | 15 |
| I. 6. | Structure du rapport. | 16 |

CHAPITRE II

OBJECTIFS ET PORTEE DE LA MISSION

| | | |
|--------|---|----|
| II. 1. | Objectifs | 17 |
| II. 2. | Typologie des bandes réservées aux autobus | 18 |
| 2.1. | Sens de la circulation | 18 |
| 2.2. | Position sur la chaussée | 19 |
| 2.3. | Délimitation de la bande réservée | 21 |
| 2.4. | Le cas particulier de rues réservées aux autobus | 22 |
| II. 3. | Description des bandes réservées | 23 |
| 3.1. | Largeur | 23 |
| 3.2. | Signalisation de la bande réservée | 24 |
| 3.3. | Réglementation du fonctionnement | 26 |
| 3.4. | Conflits aux carrefours | 32 |
| 3.5. | Sécurité | 34 |
| II. 4. | Mesures d'accompagnement | 35 |
| 4.1. | Modifications dans le cadre de la gestion de la circulation | 35 |
| 4.2. | Modifications de la régulation des feux de signalisation | 37 |
| 4.3. | Modifications du mode d'exploitation des autobus | 46 |
| 4.4. | Modifications de l'aménagement de la route et de ses abords | 47 |

| | | |
|--------|---|----|
| II. 5. | Performances des bandes réservées | 48 |
| 5.1. | Avantages procurés par les bandes réservées | 48 |
| 5.2. | Les limites à l'efficacité des bandes réservées | 51 |
| 5.3. | Conclusions. | 53 |

CHAPITRE III

ITINERAIRES RESERVES POUR AUTOBUS

| | | |
|---------|---|----|
| III. 1. | Introduction | 54 |
| III. 2. | Exemples d'itinéraires réservés pour autobus | 55 |
| 2.1. | Aménagements pour autobus en site propre intégral | 57 |
| 2.2. | Bandes réservées sur autoroute dans le sens du trafic | 58 |
| 2.3. | Bandes réservées à contresens sur les autoroutes | 61 |
| 2.4. | Bandes réservées sur les routes principales | 63 |
| 2.5. | Bandes réservées réversibles dans une rue importante | 64 |
| III. 3. | Principes généraux de planification | 64 |
| 3.1. | Considérations générales | 66 |
| 3.2. | Coordination du système | 66 |
| 3.3. | Considérations de fonctionnement | 70 |
| 3.4. | Régularité des itinéraires pour autobus | 71 |
| 3.5. | Justifications | 71 |
| 3.6. | Application des réglementations | 72 |
| III. 4. | Conclusions | 73 |

CHAPITRE IV

RESEAUX DE VOIES RESERVEES AUX AUTOBUS ET LEURS AMELIORATIONS

| | | |
|--------|--|----|
| IV. 1. | Introduction | 74 |
| IV. 2. | Caractéristiques d'un réseau de voies réservées aux autobus | 75 |
| 2.1. | Autobus en site propre intégral | 75 |
| 2.2. | Gestion globale de la circulation | 78 |
| IV. 3. | Réseaux existants de voies réservées aux autobus | 78 |
| 3.1. | Réseau d'autobus en site propre desservant les villes nouvelles | 78 |
| 3.2. | Gestion globale de la circulation | 83 |
| IV. 4. | Etudes de planification d'un réseau de voies réservées aux autobus | 90 |
| 4.1. | Approche basée sur les transports en commun en général | 90 |
| 4.2. | Approche basée sur la gestion de la circulation | 93 |
| IV. 5. | Conclusions | 93 |
| 5.1. | Les villes actuelles | 93 |
| 5.2. | Les villes nouvelles (ou les nouvelles urbanisations) | 95 |

CHAPITRE V

EVALUATION DES PROJETS DE BANDES RESERVEES AUX AUTOBUS

| | | |
|-------|---|-----|
| V. 1. | Facteurs d'évaluation des bandes réservées aux autobus | 96 |
| V. 2. | Portée de l'évaluation | 98 |
| V. 3. | Etudes "avant-après" | 99 |
| 3.1. | Enquêtes - choix de la période | 99 |
| 3.2. | Etendue du domaine des mesures | 100 |
| V. 4. | Estimation des gains et des pertes | 101 |
| 4.1. | Intégration des gains et pertes de temps | 101 |
| 4.2. | Changement de mode, génération ou suppression de déplacements | 101 |
| 4.3. | Déviation du trafic | 102 |
| 4.4. | Temps d'attente | 102 |
| 4.5. | Frais d'exploitation des autobus | 102 |
| V. 5. | Evaluation des résultats d'enquête | 103 |
| 5.1. | Cause et effet | 103 |
| 5.2. | Bilan définitif. | 104 |

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

| | | |
|--------|---|-----|
| VI. 1. | Conclusions | 106 |
| 1.1. | Bandes réservées aux autobus | 106 |
| 1.2. | Rues réservées aux autobus | 109 |
| 1.3. | Réseau de voies réservées aux autobus | 110 |
| 1.4. | Evaluation | 110 |
| VI. 2. | Recommandations pour des études futures | 111 |
| 2.1. | Limite de la capacité par les arrêts d'autobus | 111 |
| 2.2. | Conception des carrefours | 111 |
| 2.3. | Accidents survenant dans les bandes réservées aux autobus | 111 |
| 2.4. | Marquage et signalisation | 112 |
| 2.5. | Lignes d'autobus en site propre intégral | 112 |
| 2.6. | Véhicules autorisés à utiliser les bandes réservées | 112 |
| 2.7. | Généralités | 112 |

| | |
|----------------------|------|
| LISTE DES REFERENCES | 114. |
|----------------------|------|

ANNEXES

| | | |
|----|---|-----|
| A. | Exemples de bandes réservées pour autobus dans des pays Membres de l'OCDE | 117 |
|----|---|-----|

| | | |
|---|---|-----|
| B. | Quelques exemples de signalisation et de marquages routiers pour les bandes réservées et les sites propres intégraux pour autobus | 133 |
| C. | Exemple de calcul pour l'évaluation des projets de bandes réservées au Royaume-Uni. | 138 |
| D. | Possibilités d'application des aménagements de priorité aux autobus | 149 |
| LISTE DES MEMBRES DU GROUPE | | 151 |
| RESUME ANALYTIQUE | | 153 |
| LISTE DES PUBLICATIONS DU PROGRAMME DE RECHERCHE ROUTIERE | | 154 |

INTRODUCTIONI.1. Mandat

Le mandat du Groupe souligne que les réseaux spéciaux pour autobus jouent un rôle important pour l'équilibre entre les transports en commun et les transports privés dans les régions urbaines, quelle que soit leur importance. L'amélioration des performances et du service des autobus a été entreprise, dans de nombreuses villes, grâce à des mesures prioritaires qui comprennent des voies réservées exclusivement aux autobus, des installations particulières de signalisation en leur faveur ainsi que des aménagements des arrêts et gares d'autobus, etc.

Les activités du Groupe avaient pour objectif de fournir des informations scientifiques concernant la planification et l'établissement de priorités pour les autobus, en analysant les points suivants :

- (i) les caractéristiques physiques (longueur, largeur, emplacement sur la chaussée (*), signalisation, etc.) et les paramètres de fonctionnement (vitesse, régularité) des voies réservées en service ;
- (ii) l'effet de ces voies sur la circulation dans son ensemble ;
- (iii) les conditions qui rendent possible ou souhaitable la mise en place d'un système quelconque de priorité pour les autobus (sur le plan local, d'un itinéraire ou d'un réseau) ;
- (iv) les méthodes d'évaluation en fonction du type et de l'étendue du projet, en mettant l'accent sur l'intérêt d'entreprendre des études de trafic spécialement adaptées aux transports en commun ;
- (v) les divers problèmes liés à la mise en place de voies réservées (stationnement, livraisons, sécurité, etc.).

I.2. Le problème

La croissance et le développement économiques de la plupart des pays industrialisés, au cours de ces dernières années, a eu pour conséquences d'accélérer le processus de concentration démographique dans les zones urbaines et dans le même temps d'accroître rapidement le taux de motorisation.

* Sauf indication contraire, tout au long de ce rapport, l'hypothèse de la conduite à droite est admise.

Ces deux facteurs ont causé une dégradation progressive des conditions de circulation en zone urbaine et ont eu pour conséquences bien connues les pertes de temps, une consommation accrue des produits pétroliers, la perte du caractère historique du centre des villes et l'augmentation continue de la demande d'accroissement de la capacité des rues. Les transports en commun de surface ont particulièrement souffert de l'accroissement des encombrements et il devient de plus en plus difficile de fournir aux usagers toutes les caractéristiques de vitesse, de confort et de fiabilité qu'ils exigent (1). En outre, l'augmentation des capacités économiques du citoyen moyen fait qu'il peut attacher éventuellement de plus en plus d'importance aux aspects "fiabilité" et "commodité" de ses déplacements, et moins se préoccuper des "coûts". C'est là une très importante motivation qui a déterminé les gens à préférer les transports privés aux transports en commun.

Ainsi commence-t-on à se demander s'il est possible (et souhaitable) de satisfaire l'ensemble des besoins résultant de la croissance incontrôlée de l'utilisation des véhicules particuliers dans les villes. Un courant d'opinion se développe selon lequel les avantages des véhicules privés ne suffiraient pas, le plus souvent, à contrebalancer les nuisances subséquentes subies par le centre des villes ; il faudrait alors promouvoir d'autres formes de transports urbains (systèmes de transports en commun nouveaux ou existants) capables de satisfaire à la fois les exigences de l'environnement et le désir de mobilité du citoyen moderne.

I.3. Les options de développement du système des transports urbains

I.3.1. Développement du réseau de rues

La croissance du taux d'utilisation des véhicules privés a été considérée comme irréversible depuis la fin de la deuxième guerre mondiale jusqu'au début des années soixante dix, et cela a amené les autorités à penser (à quelques exceptions près, d'autant plus remarquables qu'il s'agissait de cas très isolés) qu'un développement continu de la voirie urbaine était l'unique moyen de satisfaire la demande de transport.

Cependant, l'expérience a montré que l'accroissement de l'infrastructure routière dans les zones urbaines ne constitue pas à lui seul une solution durable dans la mesure où il encourage le public à utiliser de plus en plus les véhicules privés. Enfin, il ne faut pas oublier que cela exige des investissements toujours plus importants, et que les défenseurs du caractère historique et artistique des villes y sont souvent opposés. C'est dans le centre des villes anciennes dont la construction date de bien plus longtemps que l'invention de l'automobile que se pose avec le plus d'acuité la question : faut-il répondre uniquement à la demande de transport à l'aide de voies nouvelles? La construction même de routes de rocade (qui permet pourtant d'éviter que la circulation de transit ne traverse le centre de la ville) n'est pas suffisante par elle-même, pour que le reste du trafic à l'intérieur de la zone protégée devienne compatible avec la qualité de l'environnement et le niveau de service que l'on souhaite maintenir.

I.3.2. Les systèmes urbains de transport sur rail

On considère souvent actuellement que le métro et les systèmes guidés urbains représentent la solution optimale aux problèmes posés par les transports urbains lorsque le nombre de déplacements atteint un certain niveau. Toutefois, par suite de l'énorme investissement nécessaire pour la construction de ces systèmes et de leur rigidité intrinsèque en ce qui concerne un changement des origines et des destinations, leur utilisation reste inévitablement limitée aux corridors où la circulation et la population sont très denses. Ces inconvénients fondamentaux existent également - bien que notablement atténués dans le cas de certains autres systèmes guidés, comme les tramways ou les systèmes sur infrastructure légère. De plus, un bon réseau de surface demeure indispensable même lorsqu'il existe un important réseau ferré. Cependant, des actions envisagées dans ce but peuvent se révéler en contradiction avec la demande toujours croissante du trafic individuel, au moins au-delà d'un certain seuil.

I.3.3. Utilisation plus rationnelle des infrastructures de surface actuelles

De nouvelles tentatives sont faites périodiquement pour sortir du cercle vicieux traditionnel (encombrement - voies nouvelles - croissance de la demande de circulation - encombrement) à l'aide d'une série de mesures dont l'objectif consiste essentiellement à réduire le taux d'utilisation des véhicules privés comme moyen de transport dans le centre des villes (spécialement pour les déplacements domicile-travail), et y substituer des modes plus appropriés du point de vue du taux d'occupation des véhicules. Les méthodes à cet effet peuvent être réparties en deux groupes principaux :

A) Actions visant directement la restriction de l'emploi des voitures particulières dans le centre des villes (par ordre décroissant de l'utilisation réelle et potentielle)

a) Limitation de la circulation et/ou régulation du stationnement des véhicules dans le centre

Mise en place de zones interdites à la circulation, régulation du stationnement par l'imposition d'une durée limitée et l'instauration d'une taxation ainsi que par la limitation du nombre d'emplacements disponibles.

b) Parcs de dissuasion

Mise en place, dans le but d'encourager l'utilisation des transports en commun, d'une offre suffisante d'installations de stationnement peu onéreuses et/ou de changement de mode, pour les personnes se rendant à leur travail.

c) Mesures pour encourager l'utilisation en commun des véhicules particuliers

On encourage l'augmentation du taux d'occupation des voitures particulières en leur accordant un traitement préférentiel au cours des heures de pointe, des facilités spéciales de stationnement, des subventions directes, etc...

d) Réglementation de l'utilisation du sol

Mise en oeuvre d'une réglementation pour limiter le droit de construire des locaux et des bureaux commerciaux dans le centre historique de la ville, ainsi que les aires de stationnement dans ce secteur. Dans beaucoup de cas (comme à Londres), la nouvelle réglementation ne se contente pas de diminuer le nombre des places de parking autorisées dans une aire donnée ; elle édicte un maximum et non pas un minimum, comme cela se faisait auparavant.

e) Politique de tarification des routes

Mise en oeuvre des techniques de péage sur certaines installations urbaines (en fonction par exemple de la capacité des routes, de la vitesse des véhicules) afin de réduire les encombrements.

B) Améliorations des transports en commun de surface

Les mesures énoncées ci-dessus peuvent être considérées comme des méthodes indirectes pour promouvoir les transports en commun de surface, dans la mesure où ce mode peut tirer profit d'une diminution éventuelle des encombrements. Ces considérations sont encore vraies dans le cas des mesures classiques mises en oeuvre par les ingénieurs de la circulation pour faciliter l'écoulement de la circulation, bien qu'il puisse arriver que les autobus ne bénéficient pas autant de ces mesures que les véhicules particuliers. A titre d'exemple, la mise en place d'un réseau à sens unique peut devenir incompatible avec le maintien d'itinéraires d'autobus adaptés aux besoins des usagers.

Il n'en reste pas moins que la plupart de ces mesures, même si elles donnent lieu à une certaine amélioration à court terme, se heurtent de plus en plus rapidement à une demande croissante de circulation. Dès lors, si l'on veut arrêter le déclin à long terme des transports en commun de surface, il est nécessaire de prendre des mesures directes en leur faveur ; celles-ci devront être cohérentes et ouvertes au changement, de telle manière que comparés aux véhicules particuliers, les transports en commun puissent constituer en permanence une alternative intéressante.

Donner la priorité aux transports en commun de surface est la conséquence logique (ainsi qu'on l'a vu précédemment) de la nécessité d'une meilleure utilisation de la voirie urbaine. L'autobus est le moyen privilégié (étant donné le faible espace utilisé par passager) pour arriver à ce résultat. Il existe deux manières d'améliorer le système d'autobus sur une grande échelle ; un premier groupe de mesures aura pour but d'améliorer le "niveau de service" des autobus : augmentation du confort, du nombre de véhicules-kilomètres et/ou extension de la zone desservie. Le deuxième groupe comprend les techniques servant à améliorer l'environnement fonctionnel (vi-

tesse, régularité) des transports en commun, et elles peuvent être classées selon leur efficacité, la rapidité avec laquelle on ressent leurs effets, leur champ d'application et la manière dont elles sont acceptées par le public. Il n'y a aucun doute que les voies réservées aux autobus représentent l'exemple le plus caractéristique de ce type de mesure (2, 3, 4).

Il semble opportun de mentionner ici le fait que l'information déjà publiée dans ce domaine et les renseignements recueillis par le Groupe en réponse à un questionnaire distribué à tous les pays Membres confirment la constatation suivante : dans presque tous les cas où les mesures ci-dessus ont été appliquées de manière stricte et où elles ont été intégrées dans la politique générale d'amélioration des transports en commun, elles ont pu arrêter la détérioration de ce service public, sans qu'il ait été nécessaire d'effectuer des investissements importants, et elles ont apporté des avantages appréciables à la collectivité. Ces résultats ont été en particulier la conséquence :

- a) de l'effet cumulatif des avantages ressentis par un grand nombre de personnes affectées par ces mesures ; ces avantages pourraient apparaître peu intéressants si on les considère isolément ;
- b) du fait que ces mesures sont prises généralement dans les zones les plus centrales et les plus encombrées du réseau, c'est-à-dire là où de tels résultats ne pourraient être obtenus qu'en modifiant à grands frais l'infrastructure, sans être sûr d'obtenir le résultat souhaité ;
- c) du fait que les transports en commun (et plus particulièrement ceux de surface) voient augmenter leur efficacité lorsque leur clientèle augmente. Cela ressort du fait que les possibilités d'offrir un niveau de service élevé à un coût acceptable pour l'usager augmentent en même temps que le nombre des clients.

I.4. Les bandes réservées

La politique consistant à séparer physiquement les transports privés des transports en commun est aussi vieille que ces derniers ; la séparation que l'on trouve dans tous les pays entre la route et le rail (et souvent les tramways) résulte du fait que l'on a reconnu implicitement les différentes caractéristiques de fonctionnement de chacun de ces modes ; les contraintes imposées aux transports en commun pour qu'ils puissent fonctionner selon un horaire et avec un tarif fixe, ont fait accepter la nécessité de libérer les transports en commun de toute ingérence extérieure.

Avec la disparition des tramways comme transports urbains de surface et leur remplacement par les autobus, cette politique est tombée progressivement dans l'oubli bien que les raisons d'être d'une telle politique restent encore valables tant en ce qui concerne les caractéristiques de service public du transport par autobus, que du point de vue opérationnel. On peut illustrer ce dernier point par le fait que,

contrairement à la circulation générale, un seul autobus retardé perturbe le fonctionnement de toute une ligne (en d'autres termes, l'autobus fait partie d'un système dépendant du temps, contrairement au véhicule particulier).

Ce qui est arrivé en réalité, c'est que les politiques de gestion du trafic avaient eu pour but dans presque toutes les villes, de faciliter le mouvement des véhicules plutôt que celui des personnes.

C'est ainsi que les méthodes traditionnelles de gestion des feux tricolores ont pour but de réduire au minimum l'attente des véhicules (et non des personnes) dans les carrefours. Or, un débit d'autobus de 30 véhicules/heure, avec un taux moyen d'occupation de 35 à 40 passagers, possède la même capacité de transport qu'une voie d'une artère urbaine où passe la circulation des véhicules particuliers.

Les hausses récentes du prix du pétrole ont accéléré la prise de conscience des autorités ainsi que du grand public, des avantages d'une priorité systématique accordée aux transports en commun ; la manifestation la plus courante (et probablement la plus utile) de cette prise de conscience est la mise en place de voies réservées aux autobus.

La plupart des exemples les plus anciens de cette technique se réfèrent à des problèmes très localisés dans le noyau central des villes anciennes (en Europe) ou sur les radiales urbaines desservant les centres d'affaires (aux Etats-Unis), là où les transports en commun ont ressenti le plus durement le contrecoup des encombremens. Mais ces actions sont généralement peu coordonnées, conçues comme un palliatif et elles intéressent rarement plus de quelques centaines de mètres d'itinéraires ; elles montrent le chemin pour des programmes plus ambitieux comme les réseaux d'autobus express, qui supposent un important travail de planification à long terme et dont les objectifs sont plus vastes, même si les méthodes de mise en oeuvre sont très semblables à celles des bandes réservées locales. Le champ d'application le plus évident de ces systèmes est l'ensemble des corridors où la circulation est très intense.

L'étape finale de cette évolution prend la forme d'un ensemble de mesures de priorité aux autobus s'appliquant dans toute une zone urbaine, et tous ces traitements particuliers sont intégrés dans un système cohérent ; ce processus est caractérisé (et c'est la principale différence avec les deux autres groupes de techniques) par le fait que l'on examine explicitement les infrastructures et les exigences générales de ce système, dès le début de la planification de la région où il sera intégré.

I.5. Autres groupes de recherche et études se rapportant aux travaux du groupe

D'autres groupes et symposia de Recherche Routière de l'OCDE ont traité de sujets assez proches des travaux de ce groupe. Parmi ceux-ci, on peut citer :

- le groupe T3 sur l'utilisation optimum des autobus en zone urbaine qui fut créé pour examiner et faire une étude critique des systèmes et techniques actuels de fonctionnement des autobus, évaluer les nouvelles technologies, définir une base générale d'utilisation optimum des services d'autobus dans les zones urbaines et dégager les problèmes de recherche prioritaires (2) ;
- le groupe T7 sur les modèles de circulation urbaine et leurs possibilités de simplification qui a traité du problème de la prise en compte de l'offre en transport en commun et de l'évaluation de la demande dans ce domaine en ce qui concerne des modèles simplifiés de planification (5) ;
- le symposium sur les techniques d'amélioration des conditions urbaines par la limitation de la circulation qui a conclu que, dans tout programme destiné à réduire les encombres de circulation, les principaux facteurs sont la priorité des transports en commun et le contrôle du stationnement (1).

Une étude faite par le Groupe Consultatif de l'OCDE sur la recherche en matière de transport a été orientée sur les améliorations et les innovations dans les réseaux d'autobus urbains. Le rapport du groupe était destiné à donner une vue d'ensemble sur les concepts, idées et techniques les plus récentes ainsi que sur les politiques d'amélioration des services de transports publics (6).

La Conférence Européenne des Ministres des Transports a réalisé une étude sur la promotion des transports publics urbains et a résumé les actions entreprises dans 23 villes de 10 pays différents (26). La CEMT a également recommandé un panneau de signalisation particulier pour les bandes réservées aux véhicules des services réguliers de transports publics.

Le Groupe de Travail 20 de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies prépare actuellement une recommandation concernant les panneaux de signalisation et les marquages des voies et chaussées réservées aux véhicules des services réguliers de transports publics dans le cadre de ses activités en vue d'une uniformisation des règlements de circulation et de la signalisation routière.

La Conférence de l'OCDE sur la qualité de la vie urbaine et la limitation de la circulation, organisée par le Comité de l'Environnement, avait pour objectifs de présenter et évaluer les possibilités et les conséquences des politiques de limitation de la circulation automobile en zone urbaine dans les pays Membres de l'OCDE. Une session spécialisée traitait plus particulièrement de la priorité à accorder aux transports en commun (25).

L'Union Internationale des Transports Publics s'est consacrée à de nombreuses activités dans ce domaine et a publié une grande diversité d'études traitant en particulier des aspects opérationnels des réseaux d'autobus et du rôle du conducteur d'autobus dans un système de transport en commun amélioré (3,4).

Une étude récente sur les systèmes de priorité des autobus effectuée par un groupe de travail de quatre pays faisant partie du Comité sur les Défis de la Société Moderne a permis de préparer un rapport résumant les divers types de priorité pour les autobus, les méthodes d'évaluation ainsi que les résultats obtenus (7).

The National Co-operative Highway Research Program of the Transportation Research Board a publié récemment deux études consacrées à l'utilisation de la voirie par les autobus ; la première passe en revue l'état des connaissances (8), la seconde rassemble les grandes lignes des principes de planification et de conception (9).

I.6. Structure du rapport

Le rapport présente une étude des voies réservées locales pour autobus (chapitre II), comprenant un inventaire représentatif des bandes réservées existant dans les pays Membres, ainsi qu'une présentation des mesures qui doivent accompagner la mise en place des voies réservées locales et des techniques pour évaluer leurs effets. Les systèmes de couloirs réservés aux autobus sont examinés au chapitre III. On trouvera au chapitre IV les réseaux de voies réservées aux autobus et au chapitre V, les méthodes pour évaluer l'efficacité des réseaux de bandes réservées. Le chapitre VI présente un certain nombre de conclusions tirées à partir des éléments contenus dans les chapitres précédents, ainsi que quelques recommandations portant sur l'efficacité des mesures de priorité pour les autobus et sur les sujets de recherche à privilégier dans ce domaine.

BANDES LOCALES RESERVEES AUX AUTOBUSIII.1. Objectifs

La séparation horizontale des diverses circulations, obtenue en créant des bandes réservées aux transports publics, a pour premier objectif d'améliorer par des mesures ponctuelles le service rendu aux usagers. Les voies locales réservées aux autobus, telles qu'elles ont été définies par le Groupe, sont celles destinées à résoudre des problèmes localisés, comme de permettre aux autobus de franchir les goulots d'étranglement. C'est aussi dans bien des cas l'occasion pour les pouvoirs publics de concrétiser sans investissements trop importants, une politique de priorité aux transports collectifs. L'amélioration du service sur les bandes réservées est obtenue :

- a) en augmentant (ou en maintenant) la vitesse commerciale des autobus dans un environnement saturé (essentiellement aux heures de pointe).

Les résultats mentionnés dans les tableaux 2 et 3 de la section II.5 montrent que l'on peut atteindre sur bandes réservées, selon les cas, des vitesses commerciales de 15 à 20 km/h *, ce qui représente une amélioration considérable aux heures de pointe dans les zones centrales congestionnées où souvent la vitesse commerciale des autobus est inférieure à 10 km/h.

Le gain de temps, procuré par une bande réservée, augmente, toutes choses égales par ailleurs, avec sa longueur. Mais à défaut d'un traitement plus continu, une courte bande peut s'avérer très efficace si elle est implantée en un point singulier où la circulation est particulièrement difficile. Ainsi, la bande réservée à contresens de la rue Faidherbe à Lille (France), longue de 240 m, fait gagner aux heures de pointe entre 15 et 20 minutes.

- b) en améliorant la régularité, c'est-à-dire le respect des horaires. L'irrégularité des passages d'autobus est sans doute un des reproches fondamentaux qu'adressent les usagers aux transports publics. La création d'une bande réservée permet à l'autobus d'échapper aux aléas les plus contraires de la circulation générale (embouteillages, incidents divers) et de se rapprocher très sensiblement de son tableau de marche théorique.

* On peut noter que, pour les exemples mentionnés dans ces tableaux, la vitesse moyenne s'établit à 14,7 km/h pour les bandes dans le sens de la circulation (valeurs extrêmes 9,5 et 23) et à 13 km/h pour les bandes à contresens (valeurs extrêmes 8 et 20).

- c) dans le cas particulier des bandes réservées à contresens, en maintenant, malgré les sens uniques, les itinéraires adaptés aux besoins. La mise en place de sens unique bouleverse le tracé des lignes d'autobus et l'implantation des arrêts, pénalisant ainsi un certain nombre d'usagers qui peuvent être à nouveau convenablement desservis par des lignes d'autobus "à contresens" sur bandes réservées.
- d) enfin, dans le cas des rues réservées aux transports collectifs, en facilitant l'accessibilité aux zones piétonnières.

A ces principaux avantages, on peut ajouter comme possibles conséquences positives de l'existence d'une bande réservée :

- une amélioration du confort : suppression des à-coups de conduite, nombreux en circulation banalisée,
- une amélioration de la sécurité : les risques d'accident sont diminués et surtout leur nature mieux connue (tourne-à-droite des automobiles et piétons essentiellement), ce qui permet la mise en place de dispositifs appropriés,
- des améliorations pour l'environnement et des économies d'énergie : réduction de la pollution, plus faible consommation en carburant (diminution des accélérations et des décélérations, augmentation de la vitesse commerciale et vraisemblablement, meilleure utilisation de chaque autobus).

II.2. Typologie des bandes réservées aux autobus

Trois critères sont à retenir pour classer les bandes réservées :

- leur sens de circulation par rapport à celui de la circulation générale,
- leur position par rapport au sens de la circulation générale,
- leur délimitation par rapport au sens de la circulation générale.

II.2.1. Sens de la circulation

On distingue les bandes dans le même sens et les bandes à contresens. Remarquons qu'une rue à sens unique avec une bande réservée aux autobus à contresens peut être considérée comme une rue à deux sens de circulation, dont l'un est réservé aux seuls autobus. Toutefois, la signalisation à mettre en place, la création d'éventuels dispositifs de sécurité, le faible débit relatif du "sens" utilisé par les autobus (les piétons par exemple risquent d'oublier que la rue n'est pas à sens unique), font que les rues avec bande réservée à contresens doivent être étudiées avec une attention particulière.

III.2.2. Position sur la chaussée

Le tableau 1 schématise les différents cas théoriquement possibles et donne pour chacun d'entre eux les difficultés rencontrées. Le tableau 5 de l'Annexe C donne, par ailleurs, les profils en travers caractéristiques que le Groupe a pu recenser.

Le choix de la localisation de la bande réservée sur la chaussée est essentiellement limité par les problèmes de montée-descente des voyageurs, ces mouvements s'effectuant sur la droite du véhicule.

Outre les types II et IV du tableau 1 auxquels s'ajoutent des problèmes de montée-descente, il existe d'autres problèmes de sécurité. Nous pouvons remarquer que :

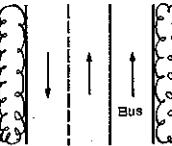
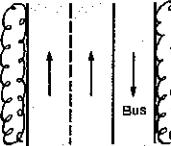
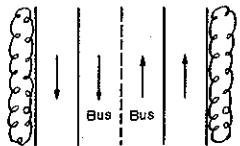
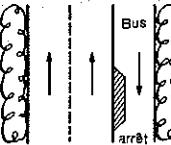
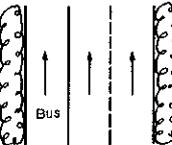
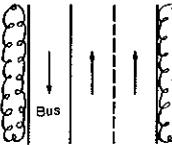
- un couloir à contresens est toujours situé à gauche de la circulation générale,
- un couloir dans le sens est, dans la majeure partie des cas, implanté à droite de la circulation générale, très exceptionnellement à gauche (pour régler un problème spécifique de circulation - par exemple un tourné-à-gauche autobus -, il est alors de courte longueur et ne comporte pas d'arrêt), mais qu'un nombre non négligeable de tels couloirs sont localisés au centre de la chaussée.

La création de bandes réservées au centre de la chaussée nécessite la création d'îlots au droit des arrêts et la mise en place d'éventuels dispositifs de sécurité (chaines et barrières de protection, passages pour piétons protégés par des feux de signalisation, etc.), ce qui suppose bien entendu une largeur de voirie suffisante. Les avantages que présentent les bandes réservées au centre de la chaussée sont essentiellement les suivants :

- suppression du stationnement illicite dans la bande,
- suppression de la circulation illicite dans la bande, surtout si celle-ci est protégée physiquement,
- la voie peut être éventuellement réversible,
- enfin, une telle localisation permet de s'affranchir des difficultés créées par les véhicules en livraisons.

Notons enfin que l'existence de lignes de tramways situées au centre de la chaussée est un élément favorable à la création de bandes réservées au centre, utilisables à la fois par les tramways et les autobus.

Tableau 1
TYPOLOGIE DES BANDES RESERVEES AUX AUTOBUS

| BANDES RESERVEES DANS LE SENS | | BANDES RESERVEES A CONTRE-SENS |
|-------------------------------|--|---|
| A DROITE | <p>TYPE I</p>  <ul style="list-style-type: none"> Exemple le plus courant. Ne pose pas de difficultés particulières. | <p>TYPE II</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pose des problèmes d'entrée et sortie dans la bande et de l'insertion dans la circulation générale. Problème de sécurité au niveau des arrêts (montée et descente du côté de la circulation générale). Une telle disposition ne peut être utilisée : que pour des lignes directes, que pour des lignes omnibus avec îlot au droit des arrêts tel que le montre le schéma suivant. |
| AU MILIEU | <p>TYPE III</p>  <ul style="list-style-type: none"> Exemples assez fréquents en Italie (où ces bandes sont systématiquement séparées des autres voies par une banquette en béton) en Allemagne, aux Etats-Unis. Pour être utilisée par des lignes omnibus cela suppose qu'il existe des îlots aux arrêts (la descente et la montée se faisant du côté de la circulation générale). L'entrée et la sortie de la bande peuvent poser certaines difficultés. | <p>TYPE IV</p>  <ul style="list-style-type: none"> Mêmes difficultés que pour II. Pas d'exemple connu. |
| A GAUCHE | <p>TYPE V</p>  <ul style="list-style-type: none"> Mêmes difficultés concernant les arrêts. Toutefois ce type de bande peut être utilisé sur une courte longueur, pour faciliter un tourne-à-gauche des autobus (par exemple à Madrid) ou dans le cas où les problèmes de livraison, le nombre de rues perpendiculaires, sont moins importants de ce côté de la rue. | <p>TYPE VI</p>  <ul style="list-style-type: none"> Exemple classique ne posant pas de problème particulier. |

Remarques :

1. Les indications "A droite", "A gauche", "Au milieu" donnent la position de la bande réservée par rapport au sens de la circulation générale. Elles ne sont à inverser que dans le cas du Royaume-Uni, de l'Irlande, du Japon.
2. De même le cas de bandes réservées mises en place sur des contre-allées non traitées se ramène à l'un des six types principaux.

II.2.3. Délimitation de la bande réservée

On peut distinguer trois manières de délimiter une bande réservée :

- par une simple signalisation horizontale (ligne longitudinale peinte sur la chaussée),
- par une séparation physique franchissable en cas de nécessité,
- par une séparation physique infranchissable.

Divers types de signalisation horizontale sont utilisés dans les pays Membres :

- une ligne blanche continue d'une largeur de 25 à 30 cm,
- une ligne blanche discontinue d'une largeur de 25 à 30 cm,
- une ligne blanche continue doublée d'une ligne blanche discontinue.

Toutes ces solutions sont utilisées, et à cet égard, on doit noter une extrême diversité non seulement entre pays mais aussi entre villes d'un même pays.

La séparation physique * de la bande peut être assurée :

- par une petite bordure qui, en général, ne permet pas le franchissement (exemples en Italie, Allemagne et France),
- par des barrières (qui se rencontrent plus souvent pour protéger des lignes de tramways),
- par des éléments en caoutchouc, plus facilement franchissables, **
- par des cônes amovibles (comme par exemple sur les autoroutes américaines).

* Presque toutes les bandes situées au milieu de la chaussée sont séparées physiquement des autres voies de circulation, ainsi que quelques bandes à contresens.

** Le couloir de l'Avenue Franklin-Roosevelt à Paris, fut ainsi matérialisé par des éléments en caoutchouc, longs de 1,50 m et hauts de 10 cm, de forme dissymétrique avec un méplat du côté de la circulation générale, pour améliorer la sécurité des deux roues.

Notons, par ailleurs, que certaines configurations particulières de la voirie (existence de contre-allées, de jardins, etc.) constituent de véritables isolateurs physiques (exemple de Madrid). Enfin, la délimitation des bandes réservées à contre-sens est renforcée par les poteaux de la signalisation lumineuse aux carrefours, notamment sur les grandes artères où les intersections sont très souvent équipées de feux, et (ou) par des flots séparateurs.

II.2.4. Le cas particulier de rues réservées aux autobus

De plus en plus nombreuses sont les villes dont le centre se caractérise par une réaffectation de la voirie aux piétons, aux deux roues et aux transports collectifs. Dans un tel contexte, les rues réservées aux autobus se multiplient. La création d'une rue réservée aux transports collectifs répond à l'un (ou à plusieurs) des objectifs suivants :

- faciliter la circulation des autobus, lorsqu'une simple bande réservée ne suffit plus, ou même ne peut être implantée à cause de la faible largeur de la rue,
- améliorer l'accessibilité aux zones piétonnières centrales,
- constituer un des éléments d'une politique de restriction de l'usage de l'automobile.

Les rues réservées aux autobus sont en fait des rues autobus et piétons. Suivant la prédominance de l'un ou de l'autre de ces deux utilisateurs, l'aménagement sera différent (c'est-à-dire qu'il y aura ou non séparation des deux types de circulation). Nous n'aborderons pas ici les problèmes de livraison ou de stationnement des riverains, problèmes "classiques" des zones piétonnières, qu'elles soient ou non traversées par les transports collectifs.

Les trottoirs sont conservés.

Ce sont des rues à dominante "autobus". Dans la plupart des cas, les trottoirs sont élargis mais, du moins théoriquement, le franchissement de la rue par les piétons s'effectue au droit de passages réservés.

Si, par ces caractéristiques géométriques et réglementaires, une telle rue ne se distingue pas d'une rue classique avec circulation automobile, il n'en est pas de même du point de vue du fonctionnement.

Les débits d'autobus et des éventuels véhicules autorisés ne sont pas + sauf l'exception d'Oxford Street à Londres - comparables au débit de voitures particulières ; aussi les piétons ont-ils toujours tendance à "investir" la totalité de l'espace. Ceci impose des dispositifs de protection des piétons, des mesures réglementaires et des consignes de conduite particulières (vitesse maximum de 20 à 25 km/h en particulier).

Les exemples sont extrêmement nombreux, retenons principalement : Nicolett Mall (Minneapolis - USA), Oxford Street (Londres - R.U.), Broad Street (Reading), Northumberland Street (Newcastle, R.U.), Hindenburgstrasse (Moenchengladbach, Allemagne), Rue de la République, Grande Rue, Rue de la Préfecture (Besançon, France).

Les trottoirs sont supprimés.

Ce sont des rues à dominante "piétons". Mais, pour des raisons d'accessibilité à la zone centrale, on autorise les autobus à utiliser une partie du domaine piétonnier.

La présence d'un mobilier urbain assurant un minimum de séparation des trafics piétons et autobus est extrêmement souhaitable. Cette séparation peut être renforcée par un pavage différent, des couleurs différentes, etc. D'autre part, plus encore que dans le cas précédent, la vitesse des autobus est limitée, et dans certains cas (Trèves, par exemple), les véhicules sont munis d'un avertisseur spécial.

Les exemples les plus connus sont ceux de Fleischstrasse (Trèves, Allemagne), Queen's Street (Oxford, R.U.), Place du 8 Septembre (Besançon, France).

II.3. Description des bandes réservées

Les tableaux, en Annexe A, analysant les réponses des pays Membres au questionnaire, donnent les principales caractéristiques des exemples de bandes réservées recensés : longueur, largeur, trafic à l'heure de pointe, heures de fonctionnement, véhicules autres que les autobus autorisés à emprunter la bande réservée, sécurité des piétons, solution aux problèmes de livraisons, respect et contrôle de la bande réservée. Nous analysons ci-après les points essentiels :

II.3.1. Largeur

Toutes les bandes recensées ont une largeur égale ou supérieure à 3 m, à l'exception d'une de 2,80 m.

L'ensemble des Membres du Groupe s'accorde à considérer que cette largeur de 3 m (marquage au sol compris) doit être considérée comme un minima, et que la largeur souhaitable doit être, pour des raisons de fonctionnement et de sécurité, de 3,5 m. En effet, l'autobus, du fait de la présence de piétons le long du trottoir et de l'absence de dispositifs de protection (barrières, chaînes ou tout autre dispositif) dans la quasi-totalité des cas -notamment pour les bandes dans le sens- se déporte d'au moins 50 centimètres sur la gauche. D'autre part, les véhicules en stationnement, licite ou illicite, sur le trottoir ou à cheval, obligent l'autobus à des déports fréquents sur la gauche. La largeur de 3,50 m permet à l'autobus de ne pas trop empiéter sur les autres voies de circulation.

Dans le cas des bandes au milieu de la chaussée (bandes à deux voies dans la totalité des cas) pour lesquelles les problèmes de sécurité et de fonctionnement évoqués précédemment n'existent plus, les normes en matière de largeur pourraient être : minimum 6 m, largeur souhaitable 6,5 m.

II.3.2. Signalisation de la bande réservée

La signalisation de la bande réservée doit informer tous les utilisateurs de la voirie, automobilistes, deux roues, piétons, de l'existence et des conditions de fonctionnement de la bande réservée.

Cette information a pour but :

- de faire respecter la bande (essentiellement par les automobilistes),
- d'assurer la sécurité des automobilistes et deux roues, mais surtout des piétons.

De nombreuses différences existent entre pays (mais aussi entre villes d'un même pays) non seulement sur le type de marquage au sol ou de panneaux utilisés mais aussi en matière de conception de la signalisation.* Ainsi, si tous les pays délimitent la bande réservée par un marquage au sol, des divergences apparaissent quant à la nécessité d'une signalisation complémentaire par panneaux. Dans de nombreux pays Membres, on trouve des systèmes de signalisation très complets pour les bandes réservées. Cependant, certains pays comme le Danemark n'utilisent pas de signalisation particulière pour les bandes réservées, qu'elles soient à contresens ou dans le sens de la circulation ; la signalisation internationale normalisée est employée pour interdire ou limiter les arrêts ou le stationnement dans la bande réservée, ainsi que pour interdire aux véhicules de pénétrer dans une bande à contre-courant à l'endroit où elle commence.

Les raisons de cette divergence de conception tiennent bien sûr aux habitudes et dispositions réglementaires de chaque pays, mais aussi au comportement des automobilistes quant au respect de la signalisation au sol.

Dans ces conditions, nous nous contenterons de donner les principaux "types" de signalisation ainsi que quelques exemples d'application (voir Annexe B des exemples particuliers de signalisation et de marquage des bandes réservées pour autobus dans quelques pays Membres).

* Les transports en commun n'ont pas été étudiés en détail par la Conférence des Nations-Unies sur la circulation routière tenue à Vienne en 1968. Des efforts d'uniformisation de la signalisation relative aux transports publics urbains sont actuellement entrepris - notamment par la C.E.M.T. et la C.E.E. - mais n'ont pas encore débouché sur des conclusions pratiques.

La présence d'une bande réservée est généralement signalée par un marquage au sol qui peut s'accompagner d'une signalisation par panneaux.

Marquage au sol

La signalisation au sol est essentiellement assurée par les lignes blanches continues et (ou) discontinues, et, dans certains pays ou villes, par l'inscription du mot "BUS" ou d'un symbole sur la chaussée.

La largeur et l'espacement des traits doivent répondre aux spécifications minimales définies par la Conférence de Vienne (Annexe 8 - Chapitre II).

Enfin, dans certains cas, et quel que soit le type de bande réservée, la continuité aux carrefours peut être assurée par un marquage au sol en damiers ou en quadrillage.

Signalisation verticale

On peut distinguer différentes occasions de mettre en place une telle signalisation : le long de la bande, sur les rues perpendiculaires, pour l'information et la protection des piétons.

a) Signalisation le long de la bande

- signalisation par panneaux : des panneaux mis en place à l'entrée de la bande réservée et répétés tout au long du couloir mentionnent la réservation de la bande aux autobus (aux trolleybus, aux tramways, etc.), à certains autres véhicules particuliers (taxis, véhicules prioritaires, etc.), éventuellement, les heures de fonctionnement de la bande, les heures d'autorisation des livraisons.

Dans le cas des bandes à contresens, s'ajoutent à ces panneaux des panneaux classiques "sens interdit" placés au début de la bande réservée et répétés à chaque carrefour. Ces panneaux de sens interdit peuvent être soit doublés, soit remplacés par un panneau avec flèche directionnelle.

Une rue à sens unique avec une bande à contresens pour autobus peut être considérée comme une rue à double sens dont un sens est réservé aux autobus. Cette position, qui est raisonnable lorsqu'on crée une bande réservée dans une rue à double sens, n'est pas suffisante, tout au moins pendant la période initiale lorsque cette mise en place s'effectue dans une rue à sens unique. Dans ce dernier cas, on doit tenir compte de la nécessité d'installer des dispositifs de sécurité (d'une manière temporaire) car le trafic relativement faible dans le sens utilisé par les autobus peut passer inaperçu des piétons et des véhicules en provenance des rues perpendiculaires.

- signalisation par portique : les panneaux décrits ci-dessus peuvent être, du moins en partie, remplacés par des inscriptions sur portiques auxquelles peuvent s'ajouter des indications variables. Ce système est rarement utilisé en milieu urbain.

b) Signalisation sur les rues perpendiculaires

La présence d'une bande réservée à contresens n'implique pas dans la plupart des exemples recensés, une signalisation spécifique. Par contre, une signalisation particulière est obligatoire au Royaume-Uni.

Mentionnons toutefois que certaines villes placent sur ces rues perpendiculaires des panneaux d'interdiction de tourner à droite ou à gauche.

Enfin, l'existence de certains panneaux destinés plus spécifiquement à l'information des piétons attire également l'attention des automobilistes coupant un couloir à contresens.

c) Signalisation destinée aux piétons

Dans les pays où une rue à sens unique avec bande réservée à contresens n'est pas considérée comme une rue à double sens, il est particulièrement nécessaire de mettre en place cette signalisation, notamment aux carrefours et au droit des passages réservés aux piétons. Cette signalisation peut se faire par texte et (ou) par symbole graphique. Ajoutons qu'il est important que cette signalisation soit lisible de nuit. Divers dispositifs particuliers de protection (poteaux, chafnes, feux spéciaux, barrières, passerelles, ou passages dénivelés lorsque l'axe est excessivement chargé, etc.) sont aussi utilisés au niveau des carrefours et des arrêts.

II.3.3. Réglementation du fonctionnement

Les diverses réglementations dont il est fait état ci-après sont représentatives des exemples tirés des réponses des pays Membres du Groupe au questionnaire. D'autre part, les listes d'exemples illustrant telle ou telle réglementation ne doivent pas être considérées comme exhaustives.

Heures d'ouverture

Les bandes à contresens et les bandes au milieu de la chaussée sont, bien entendu, en service 24 heures sur 24. Dans le cas des bandes dans le sens de circulation, l'amplitude de fonctionnement est très variable d'un pays à l'autre. On peut toutefois dégager trois tendances principales (par ordre de fréquence d'utilisation) :

- la bande est réservée 24 heures sur 24.
- la bande est réservée une grande partie de la journée, par exemple de 8 h à 20 h.

- la bande n'est réservée qu'aux heures de pointe.

Bien qu'il soit plus facile de mettre en place des bandes réservées 24 h sur 24, ce qui simplifie l'installation de la signalisation et permet aux usagers d'assimiler l'information nécessaire, des périodes plus courtes sont parfois exigées pour tenir compte des problèmes de livraison et du niveau de saturation du réseau routier en dehors des heures de pointe.

Il semble que la tendance soit à la généralisation d'une ouverture permanente des bandes réservées dans le sens - les livraisons étant autorisées à certaines heures -, d'une part pour simplifier la signalisation, d'autre part parce que prendre une voie de circulation aux voitures particulières en heure creuse n'est pas plus contraignant que de le faire en heure de pointe.

Véhicules autorisés

Suivant le cas, outre les véhicules de transports publics urbains, peuvent emprunter les bandes réservées :

- les véhicules de transports interurbains (Madrid),
- les taxis à condition de ne pas charger ni décharger de clients (Vancouver, Paris, Rome, Stockholm, Marseille, Bologne, Toulouse),
- les véhicules prioritaires : dans presque tous les cas,
- les véhicules de livraisons à certaines heures : dans la plupart des exemples,
- les bicyclettes (Manchester, Oxford, Stockholm (uniquement dans le cas des bandes dans le sens), Copenhague et Oslo (s'il n'existe pas de pistes cyclables)).

Aucune politique commune n'apparaît en la matière. Bien au contraire, des divergences importantes sont à signaler entre les différents pays et même entre villes d'un même pays.

En ce qui concerne les taxis, spécialement ceux utilisés non collectivement et à faible taux d'occupation, il faut bien constater que leur présence dans la bande réservée a pour conséquence une diminution de sa capacité et de sa régularité, ce qui peut conduire à une altération de son fonctionnement.

Comme il semble difficile, d'un point de vue réglementaire, de n'autoriser la circulation des taxis que dans certains couloirs, la majorité des pays estime que les taxis ne doivent pas bénéficier de cette autorisation, étant bien entendu que la décision doit tenir compte, en dernier ressort, des considérations locales.

Quant aux deux roues, leur circulation dans les couloirs pose non seulement des problèmes de fonctionnement, mais aussi de tels problèmes de sécurité que cette solution ne peut être retenue. Toutefois, le problème des deux roues reste entier. La création d'une bande réservée crée des difficultés de circulation non négligeables aux deux roues. Un effort devrait être entrepris dans ce domaine.

Accès aux garages particuliers et aux parkings

Il est souvent nécessaire d'interrompre la bande réservée au droit de certains passages pour permettre aux riverains l'accès à leur garage particulier, ou à un parking.

Ceci présente, notamment si le nombre d'accès est élevé, un inconvénient important au bon fonctionnement de la bande réservée. Dans la mesure du possible, il convient de limiter ces accès et de mettre en place des aménagements particuliers (contre-allées, piste de desserte, etc.).

Le problème des livraisons

C'est un des problèmes les plus importants posés par la mise en place d'une bande réservée le long du trottoir. Les diverses solutions rencontrées - qui dépendent de la réglementation de la circulation de chaque pays - sont les suivantes :

- a) le stationnement pour livraison est autorisé dans la bande à certaines heures (heures creuses). C'est la solution la plus fréquemment rencontrée. Pour être vraiment efficace, elle implique un contrôle assez strict, ce qui est souvent difficile.
- b) les livraisons sont reportées dans les rues avoisinantes. C'est la solution qui, du strict point de vue du fonctionnement du couloir réservé, est la plus efficace. Elle n'est malheureusement possible que dans certains cas particuliers, par exemple :
 - Georgia Street (Vancouver - Canada) : voie de livraison derrière les magasins,
 - Boulevard St-Germain (Paris - France) : livraisons dans les rues adjacentes,
 - Rue d'Alsace-Lorraine (Toulouse - France) : livraisons dans les rues adjacentes.
- c) création de pistes de livraison. La création de pistes de livraison résout le problème du stationnement dans la bande, mais non celui de son franchissement. Ces pistes peuvent être implantées :
 - sur le trottoir (figure 1),

Figure 1

**EXEMPLE D'EMPLACEMENT RESERVE
AUX LIVRAISONS SUR LE TROTTOIR**

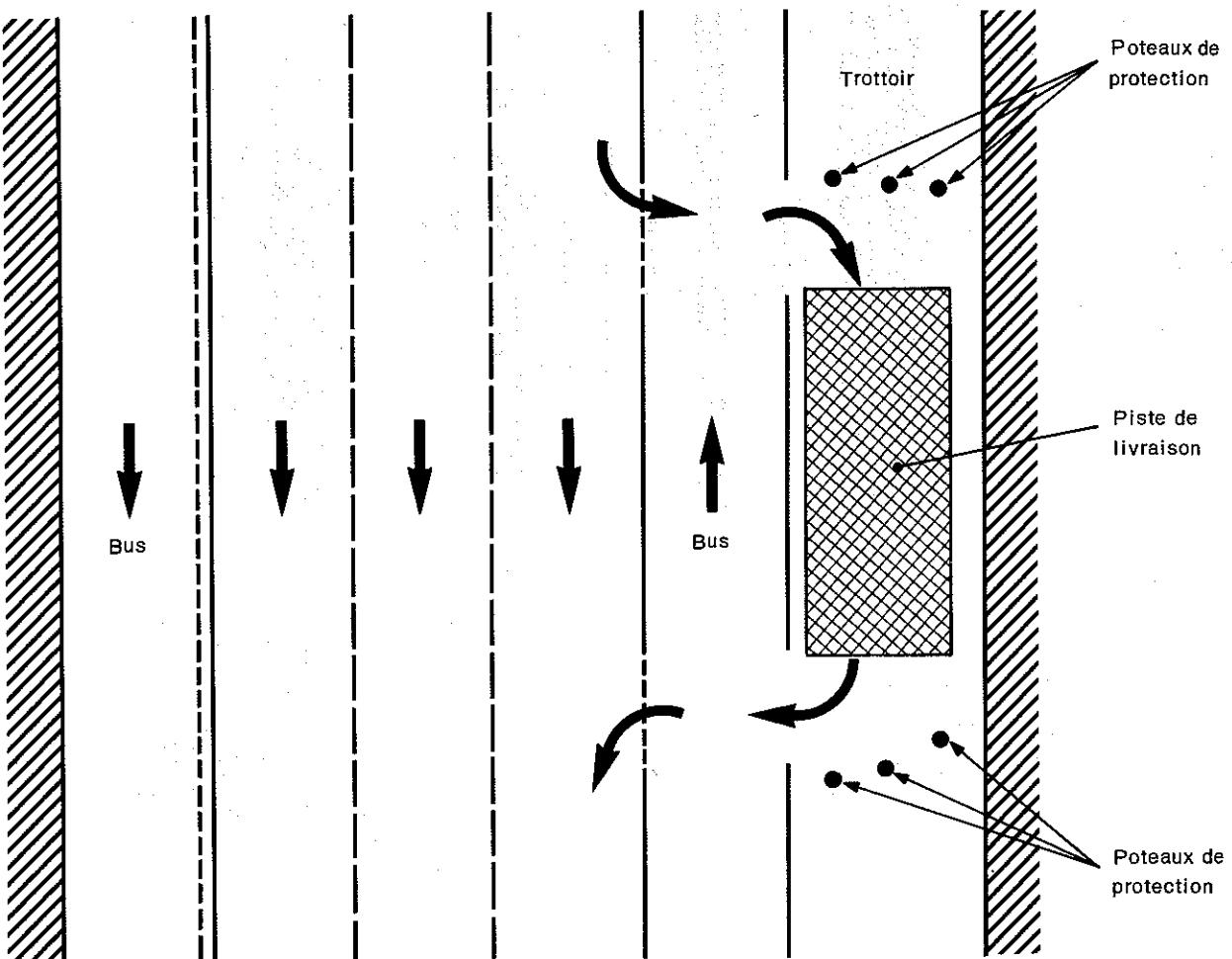
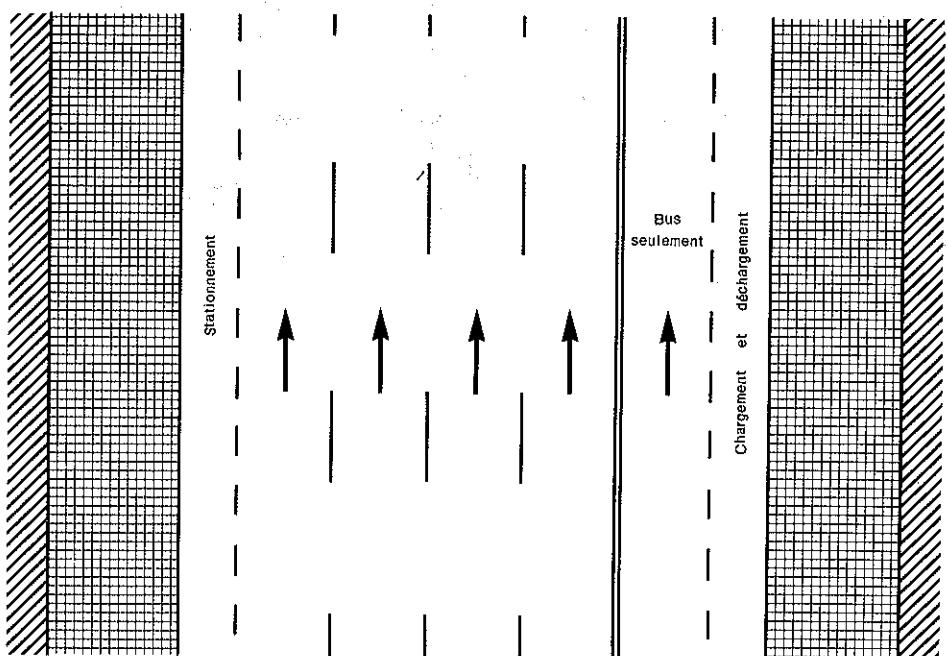
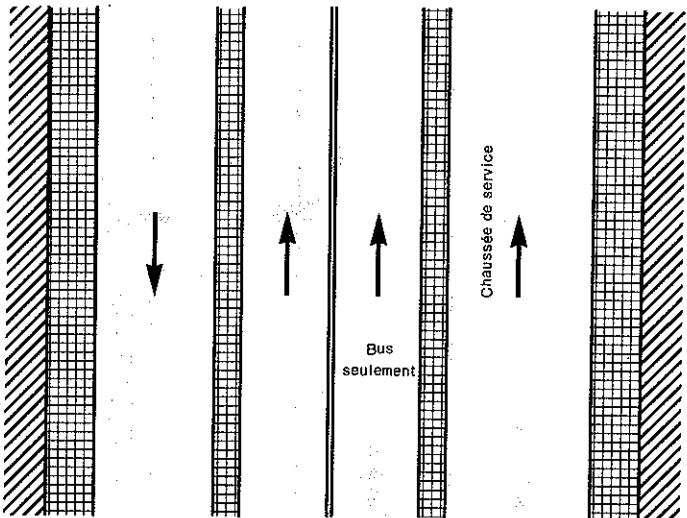


Figure 2
EXEMPLES D'UNE PISTE RESERVEE AUX LIVRAISONS
ADJACENTE A CELLE DES AUTOBUS (MADRID)



- le long de la bande réservée (figure 2).
- d) le stationnement pour livraison est autorisé le long de la bande réservée. C'est une solution de pis-aller, mais souvent utilisée, dans le cas des bandes à contresens, spécialement lorsqu'elles sont délimitées physiquement.

Respect et contrôle de la bande réservée

Les bandes réservées dans le sens de la circulation générale ne sont pas toujours bien respectées par les automobiles qui y circulent et surtout y stationnent, obligeant ainsi l'autobus à des déboitements nombreux, ralentissant très sensiblement sa marche, voire l'immobilisant. *

Parmi les principaux facteurs dont dépend le respect des bandes réservées, on peut citer :

- (i) la qualité technique de la réalisation (implantation judicieuse, conditions de fonctionnement, signalisation, dispositifs de sécurité, etc.),
- (ii) l'information de la population sur la valeur - quantitative et qualitative - des priorités accordées aux transports collectifs, afin de lui faire prendre conscience de l'intérêt qu'elles présentent pour la collectivité.
- (iii) le niveau de généralisation des bandes réservées (les premières sont souvent moins bien respectées que les suivantes),
- (iv) enfin, l'importance du contrôle. A ce sujet, les réponses au questionnaire indiquent que ce contrôle est essentiellement assuré par la police. Ajoutons que les amendes et pénalités encourues doivent avoir une action dissuasive sur les contrevenants potentiels. **

* Une étude de l'Institut de Recherche des Transports réalisée en Avril-Mai 1975 sur certains couloirs réservés aux autobus à Paris donne, en matière de stationnement illicite, les densités moyennes (nombre de véhicules par kilomètre de couloirs) suivantes :

| | |
|---|-----------------------------------|
| de 8 h à 13 h (livraisons autorisées) : | $d = 5,47$ (dont illicite : 2,45) |
| de 13 h à 19 h | $d = 3,60$ |
| moyenne générale | $d = 4,58$ |

Il semblerait, d'après quelques sondages de la RATP que cette valeur ait diminué d'un point après l'augmentation des amendes décidée le 1er juin 1975.

Cette même étude chiffre par rapport au temps total de parcours à 2 % le temps perdu à cause de telles perturbations - temps sous-estimé car ne prenant pas en compte les ralentissements.

** A Paris, les amendes pour stationnement dans un couloir d'autobus varient de 160 à 600F et pour conduite dans la bande réservée de 80 à 160F. Il faut aussi signaler qu'en France certains employés des transports publics sont habilités à dresser des procès-verbaux.

II.3.4. Conflits aux carrefours

Deux types de conflits peuvent intervenir au niveau des carrefours, le premier dû aux mouvements de tourné-à-droite des automobiles, le second aux mouvements de tourné-à-gauche des autobus. Ces types de conflits et leurs solutions sont présentés ci-après.

Plusieurs solutions peuvent être adoptées :

- (i) Interdiction de tourner à droite : cette mesure peut être envisagée quand il existe des trajets parallèles permettant aux voitures de se rendre dans la direction voulue. Cette disposition est schématisée à la figure 3.
- (ii) Le tourné-à-droite est remplacé par 3 tourné-à-gauche successifs : cela est possible si la rue est à sens unique.

Ce système est utilisé notamment Rue de Rivoli à Paris au droit de la Place de l'Hôtel de Ville : les voitures ne peuvent tourner à droite et contournent le terre-plein de la place avant de s'engager rue du Temple. (Voir figure 4).

Un panneau de présignalisation indique les parcours à suivre, une centaine de mètres en amont du carrefour.

- (iii) La bande réservée est interrompue en amont du carrefour (50 à 60 m) : les voitures peuvent alors s'engager dans la partie droite de la chaussée avant de tourner à droite.

Cette mesure est peu satisfaisante, notamment si le nombre de voitures voulant tourner est important et si le passage piétons sur la voie perpendiculaire est trop près du carrefour ou si le nombre d'autobus est élevé : il se crée alors des embouteillages pouvant empêcher les autobus de franchir le carrefour dans la première phase du feu.

Une variante de cette solution peut consister à interrompre la bande plus en amont et à y stocker les automobiles tournant à droite qui utilisent alors une voie spéciale. (Cette disposition est schématisée à la figure 5, dans la section II.4).

- (iv) Crédation d'une phase spéciale pour l'autobus lui permettant de se dégager le premier de la circulation générale (des mesures de régulation du trafic par signalisation sont décrites en détail à la section II.4.2).

Figure 3
TOURNE-A-DROITE DES VOITURES PARTICULIERES

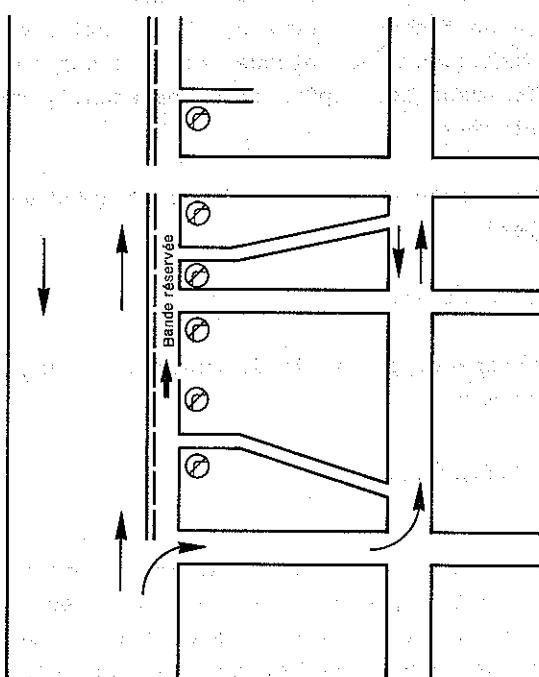
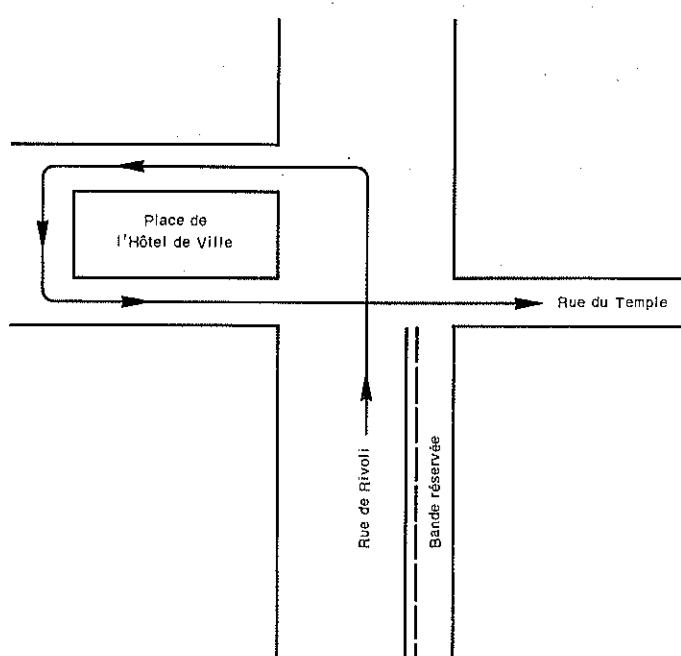


Figure 4
TOURNE-A-DROITE REMPLACE PAR DES TOURNE-A-GAUCHE SUCCESSIFS



III.3.5. Sécurité

Pour analyser les avantages et les inconvénients, du point de vue de la sécurité, de la mise en place de bandes réservées, il est utile de rappeler les types principaux d'accidents impliquant les autobus. Si l'on écarte les accidents survenus hors circulation générale (dans les dépôts principalement), trois catégories d'accidents sont en général retenues :

- collisions avec d'autres véhicules (on peut distinguer les deux roues des autres véhicules),
- collisions avec piétons,
- accidents de voyageurs par suite de coups de frein, d'accélérations ou virages brusques.

Collisions avec d'autres véhicules

Généralement, les risques d'accidents sont diminués lorsque l'autobus est "séparé" de la circulation générale. En particulier, l'autobus quittant un arrêt n'a plus à se réinsérer dans le flot général avec tous les aléas que cela comporte. Toutefois, si une attention particulière n'est pas accordée à la signalisation, la présence de bandes réservées ne change pas les risques d'accidents aux intersections et peut les augmenter. La mise en place de signalisation particulière peut cependant améliorer cette situation. Par contre, l'existence d'une bande réservée aggrave les conditions de circulation des deux roues. Enfin, dans le cas des bandes à contresens, les entrées-sorties de la bande peuvent poser des difficultés.

Collisions avec des piétons

Les bandes réservées à contresens présentent certains risques du fait que le piéton, considérant que la rue est à sens unique, ne s'attend pas à l'arrivée d'un véhicule dans le sens opposé.

Toutefois, ce danger, s'il est bien réel, ne doit pas être exagéré. La mise en place de dispositifs de sécurité appropriés permet, après une période d'accoutumance, de limiter les risques à un niveau moyen.

Accidents de voyageurs

L'intérêt des bandes réservées est évident. La régularité de la marche de l'autobus non soumis aux aléas de la circulation générale permet de diminuer très sensiblement les à-coups de conduite, donc les accidents les accompagnant. Remarquons que certains accidents peuvent avoir comme origine le non-respect de la réglementation. Ainsi, le stationnement illicite dans la bande réservée peut obliger l'autobus à des sorties de cette bande, pouvant créer des conflits avec la circulation générale.

Le tableau A7 de l'Annexe A donnant les statistiques d'accidents sur le réseau de Paris (intra-muros), confirme l'analyse précédente.

II.4. Mesures d'accompagnement

Lorsque l'on met en place des bandes réservées aux autobus, on effectue simultanément un certain nombre d'autres changements. Ceux-ci peuvent ressortir du domaine de la gestion de la circulation ou de la régulation du trafic ; ils peuvent concerner l'exploitation des services d'autobus ou porter sur l'aménagement des rues et des abords. Ces modifications essentielles font souvent partie d'un plan général dont les bandes réservées ne représentent qu'un élément parmi d'autres, et leur plein succès dépendra souvent d'une bonne planification des mesures d'accompagnement nécessaires. Certaines autres nouveautés ne sont pas directement nécessaires au succès de la bande réservée, mais elles sont introduites au même moment pour tenter d'améliorer l'attrait général des services d'autobus et par conséquent pour augmenter les avantages espérés de la mise en service de la bande réservée proprement dite.

Les sections ci-après décrivent quelques mesures essentielles ou secondaires que l'on peut combiner parfois avec la mise en place de bandes réservées aux autobus.

II.4.1. Modifications dans le cadre de la gestion de la circulation

Systèmes à sens unique

Il arrive souvent que l'on mette en place un nouveau système de sens uniques en même temps que les bandes réservées aux autobus. Des rues à sens unique peuvent augmenter la capacité d'un réseau urbain, et il devient possible par là même de réserver une partie des voies pour le passage des autobus, sans pénaliser outre mesure le reste de la circulation. Dans un grand nombre de villes européennes plus anciennes où les rues sont assez étroites, il ne serait pas du tout possible de réserver une bande aux autobus lorsque la circulation est à double sens, mais cela pourrait le devenir dans les rues à sens unique.

Lorsque l'on instaure de nouveaux sens uniques, il ne faut pas perdre de vue que le fait d'obliger les autobus à quitter leurs itinéraires traditionnels peut avoir des conséquences importantes quant à leur taux d'utilisation, en ce sens que les distances à parcourir à pied peuvent être plus longues et qu'il peut régner une certaine confusion en ce qui concerne la localisation des arrêts. Dans ces conditions, il peut être particulièrement souhaitable d'installer des bandes réservées à contre-sens dans quelques-unes des rues nouvellement à sens unique, afin que les autobus puissent continuer leur service comme précédemment.

Les systèmes en labyrinthe

Le noyau central de certaines villes est un labyrinthe complexe de rues à sens unique ou à accès limité et de zones piétonnières ou semi-piétonnières, en vue d'éviter, ou tout au moins de dissuader, dans cette zone, la circulation de transit

ou le trafic d'autres véhicules non essentiels. Les usagers réguliers savent comment on accède en un endroit donné pour effectuer une livraison, une visite, etc..., mais le stationnement est souvent rejeté en dehors du périmètre de la zone. Les autobus peuvent rouler dans le labyrinthe pour se rendre directement dans le centre ou pour traverser celui-ci, à l'aide des bandes réservées ou en bénéficiant d'exemptions spéciales à la réglementation générale normale. Ce système présente également l'avantage de diminuer le débit de la circulation, ce qui est appréciable pour les piétons dans les rues commerçantes encombrées et tend à augmenter l'attrait des transports en commun. Cette méthode est utilisée actuellement à Derby et à Nottingham (Royaume-Uni) ainsi qu'à Copenhague (Danemark).

Le système d'"alvéole isolée", utilisé pour la première fois à Brême (Allemagne) et à Göteborg (Suède), se fonde essentiellement sur les mêmes principes de base. On doit remarquer que l'un des inconvénients de ce système, et peut-être généralement dans une moindre mesure des systèmes en labyrinthe, pourra être une augmentation du nombre des véhicules-kilomètres parcourus à l'extérieur du noyau central par les véhicules autres que les autobus mais cela dépendra beaucoup de la politique de stationnement adoptée.

Mesures relatives à la sécurité et à la protection de l'environnement

Lorsque l'on crée une bande ou une rue réservée aux autobus, il est essentiel d'examiner en détail quelles en sont les implications du point de vue de la sécurité des piétons et des véhicules désirant traverser la chaussée réservée et d'inclure dans le système les contremesures éventuellement nécessaires. Généralement, il vaut mieux que la traversée des bandes réservées ne soit autorisée que dans les endroits bien dégagés où les autobus se voient de loin. Lors de la création d'une bande réservée aux autobus, ce problème pourra être résolu par les mesures connexes suivantes : interdiction aux véhicules de tourner à gauche ou à droite dans les carrefours, déviation vers des emplacements acceptables pour traverser, mise en sens unique des rues adjacentes pour éviter certains mouvements de circulation et essai de mise en place de quelques emplacements, en petit nombre mais sûrs, pour la traversée des piétons.

Il peut arriver qu'une nouvelle bande pour autobus contribue à faire passer la circulation par des zones adjacentes de type résidentiel ou autre, au détriment de l'environnement. Les solutions adoptées dans ce cas consistent à autoriser l'accès uniquement pour les riverains et à transformer les rues en impasse pour décourager le trafic de transit.

De la même façon, l'installation d'une bande spéciale pour les autobus peut éliminer un certain nombre de places de stationnement le long des trottoirs (ou simplement permettre une meilleure application des restrictions de stationnement en vigueur) et encourager de ce fait le stationnement indésirable dans les rues voisines. La situation pourra être améliorée si le stationnement dans ces rues est autorisé uniquement pour les riverains.

Mesures diverses dans le cadre de la gestion de la circulation

Lorsque l'on crée une ou plusieurs sections de bandes réservées pour autobus, on peut décider d'apporter également quelques autres améliorations dans certains tronçons de la ligne où il n'est pas prévu de bandes réservées. On pourra donc interdire le stationnement le long des trottoirs pour faciliter le passage des autobus et pour améliorer la circulation en général ou rendre plus aisée la manœuvre des autobus lorsqu'ils s'arrêtent ou redémarrent aux arrêts ; les restrictions en ce qui concerne le stationnement momentané et le chargement ont le même but.

Aux abords de certains carrefours, il peut arriver que des voies de circulation soient plus encombrées que certaines autres. La figure 5 illustre un cas particulier où les véhicules désirant tourner à droite circulent librement et ne dépendent pas des feux tricolores, ce qui avantage les autobus pour la traversée du carrefour. Les autobus désirant aller tout droit empruntent la voie toujours libre des tourne-à-droite qui leur permet de rejoindre leur emplacement réservé à la ligne d'arrêt, tout en évitant les files d'attente des véhicules arrêtés dans les voies à l'usage de la circulation tout droit.

L'interdiction de tourner dans les carrefours est souvent utilisée pour augmenter la capacité d'une rue ; une exemption à cette règle en faveur des autobus peut parfois raccourcir leurs itinéraires et par conséquent leur temps de trajet.

Le débit des autobus peut être amélioré si on élargit la voie la plus proche du trottoir au détriment des autres voies. Cela permettra aux autobus de dépasser sans difficulté les cycles ou des véhicules occasionnellement à l'arrêt et d'effectuer plus facilement leurs virages. Une autre mesure souvent utilisée pour favoriser les autobus consiste à faire reculer les lignes d'arrêt dans les carrefours pour leur permettre d'utiliser toute la largeur de la rue vers laquelle ils tournent.

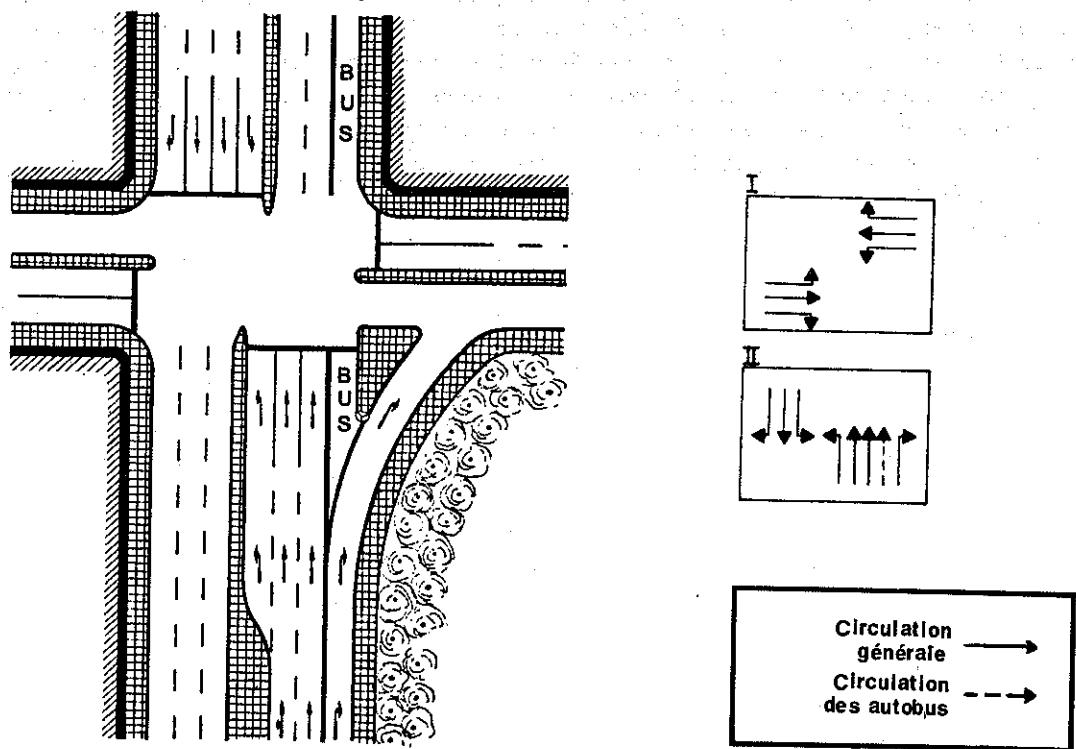
II.4.2. Modifications de la régulation des feux de signalisation

Un grand nombre de mesures très variées de régulation des feux ont été mises en oeuvre en même temps que les bandes réservées ; certaines d'entre elles sont indispensables pour l'exploitation de la voie en toute sécurité, et quelques autres sont des mesures accessoires instaurant certaines priorités en faveur des autobus. Les bandes réservées peuvent réduire les retards des autobus en permettant à ceux-ci d'éviter les files d'attente aux abords d'un carrefour contrôlé par des feux, mais elles n'éviteront pas un certain retard lorsque les autobus se trouvent au droit des feux. Ce dernier inconvénient pourra être éliminé dans une certaine mesure à l'aide de quelques mesures spécifiques de régulation des feux.

Pour certaines modifications de la régulation des feux, il n'est pas exigé que les autobus soient détectés de manière particulière. Lorsque cela s'avère nécessaire néanmoins, on peut utiliser à cet effet des détecteurs ordinaires dans le cas où les autobus empruntent des bandes réservées pour aborder un carrefour. Si les autobus et les autres véhicules roulent sur la même voie, il existe des systèmes plus sophistiqués mais plus onéreux permettant de détecter les autobus à l'aide d'un équipement placé au bord de la chaussée et qui ne réagit qu'aux autobus munis d'un dispositif spécial.

Figure 5

**INTERRUPTION DE LA BANDE RESERVEE
POUR PERMETTRE LES TOURNE-A-DROITE**



Phases spéciales pour autobus

Dans les situations où les autobus rencontrent quelques difficultés à tourner en coupant une file de véhicules ou à s'intégrer à celle-ci, on peut les y aider en introduisant une phase spéciale dans le cycle des feux. Cette phase spéciale peut servir uniquement si un autobus est détecté, comme elle peut faire partie du cycle de manière permanente, soit parce que les autobus sont fréquents, soit parce que cela ne gêne pas la circulation des autres véhicules.

Par exemple, lorsque les arrêts d'autobus se trouvent juste avant la ligne d'arrêt ou lorsque les voies réservées vont jusqu'au droit de celle-ci, on pourra faire passer une phase de vert permettant aux autobus de traverser le carrefour avant les autres véhicules, et réduire d'autant les risques de conflit entre un autobus roulant tout droit et un autre véhicule désirant tourner à droite. Une phase donnant une certaine avance aux autobus pourra être particulièrement utile à ceux-ci, au cas où il est impossible de prolonger la bande réservée de l'autre côté du carrefour, par suite d'une diminution de la largeur de la chaussée (voir figure 6). Ces phases spéciales ne durent généralement que 3 à 4 s, juste le temps nécessaire pour permettre à un autobus lent au départ de se trouver en tête du peloton constitué par les autres véhicules. Par suite, les autobus n'auront généralement pas de problème pour s'insérer dans les créneaux de la circulation, au cours de la phase principale de vert. Cette phase n'est évidemment pas destinée aux autobus désirant tourner à gauche à partir d'une bande réservée située le long du trottoir. Dans ce cas, il faudra séparer entièrement la phase à l'usage exclusif des autobus des autres phases (figure 7).

Les "écluses" pour autobus

Une autre solution au problème des autobus désirant tourner ou s'insérer dans le courant de circulation est appelée parfois "écluse à autobus". On en trouvera une illustration à la figure 8. Une présignalisation est installée à la fin de la bande réservée, à une certaine distance du carrefour principal ; celle-ci est coordonnée avec la signalisation principale de manière que l'intervalle qui les sépare soit entièrement vide à la fin de la phase principale de vert. Puis, au cours de la phase principale de rouge, une phase spéciale donnée par la présignalisation permet aux autobus d'avancer en empruntant la voie appropriée pour franchir le carrefour. Ce système élimine en toute sécurité les conflits avec les autres véhicules, mais les autobus devront tout de même s'arrêter souvent deux fois.

Traversée des piétons

La mise en place d'une bande réservée, surtout si elle est à contresens, pourra causer quelques difficultés ou confusion pour les piétons désirant traverser la rue. Par ailleurs, si ceux-ci sont autorisés à traverser la voie réservée de manière incontrôlée, cela pourra causer un certain retard aux autobus. Dans ces conditions, il a été décidé parfois d'installer des feux déclenchés par les piétons, remplaçant parfois des points de passage anciennement incontrôlés. Au cas où il est important que ces feux supplémentaires ne causent pas de retards additionnels aux autobus, on pourra poser un détecteur sur la bande réservée pour retarder le déclenchement du feu jusqu'après le passage d'un autobus.

Modification de la durée du cycle et de ses phases

Si une bande réservée aux abords d'un carrefour équipé de feux est susceptible de permettre aux autobus de traverser la ligne d'arrêt au cours du premier temps de vert après leur arrivée, les attentes de ceux-ci peuvent néanmoins être très variables selon le temps d'attente au feu rouge. Ces différences peuvent facilement dépasser une minute lorsque les phases du cycle des feux durent assez longtemps ; la situation peut donner lieu à la formation d'un "peloton" d'autobus et, de manière générale, elle peut être la cause de variations d'horaires imprévisibles. Dans ces conditions, il est important d'éviter de trop longs temps de rouge pour les autobus, chaque fois que cela sera possible, et particulièrement le long des itinéraires où leur passage est fréquent. Une solution simple à ce problème, sans affecter par trop les autres véhicules, consiste à réguler les feux avec des cycles courts et des temps de vert fréquents et brefs, plutôt que le cas inverse ; cette technique permettra de diminuer en moyenne les retards infligés aux autobus et aussi les variations de ces retards. Par ailleurs, lorsque les cycles des feux comportent trois phases ou plus, on pourra en modifier le déroulement de manière à répéter deux fois dans chaque cycle le temps de vert destiné aux autobus, les autres véhicules n'en ayant qu'un seul. Par exemple, si A est la phase pour autobus, l'ancien mode A-B-C pourrait être changé en A-B-A-C et les autobus auraient un temps de rouge plus court.

Allongement ou rappel de la phase de priorité pour les autobus

Il est possible de réduire les retards des autobus dans certains carrefours, en modifiant de manière appropriée l'équipement utilisé pour la régulation et en détectant leur approche aux abords du carrefour. Si un autobus arrive lorsque le feu est au vert, il est possible d'allonger cette phase pour qu'il puisse passer ; si le feu est rouge, on enregistre une demande spéciale pour rappeler une phase de vert dès que possible, sous réserve d'un certain nombre de contraintes relatives à la durée minimale des temps de vert et à leur intervalle.

On a montré que cette technique s'applique très bien dans les carrefours isolés (10) ou dans un petit nombre de carrefours effectivement contrôlés comme un seul système (11). Une tentative d'utilisation de la méthode dans tout un réseau n'a pas donné de conclusions significatives (12). Les résultats ont montré que les retards ont diminué de 10 à 20 % dans les carrefours isolés, mais on n'a pas trouvé de diminution sensible de la durée totale des trajets dans le réseau contrôlé. Ce caractère apparemment contradictoire des résultats a été attribué au fait que certains carrefours n'étaient pas équipés pour donner la priorité aux autobus. Dès lors, l'intérêt d'utiliser cette méthode dans l'ensemble des réseaux reste encore à démontrer. On pense actuellement que le mode de priorité aux autobus n'a fonctionné jusqu'ici avec succès que dans les carrefours où les débits des autobus sont assez faibles (10 à 35 voitures/heure). La méthode ne pourra pas être utilisée dans n'importe quel carrefour, car les temps d'attente infligés aux autres véhicules peuvent être inacceptables ou parce que plusieurs lignes d'autobus sont en compétition pour les phases de vert des feux.

Figure 6

PHASE SPECIALE FAVORISANT
LE DEMARRAGE DES AUTOBUS

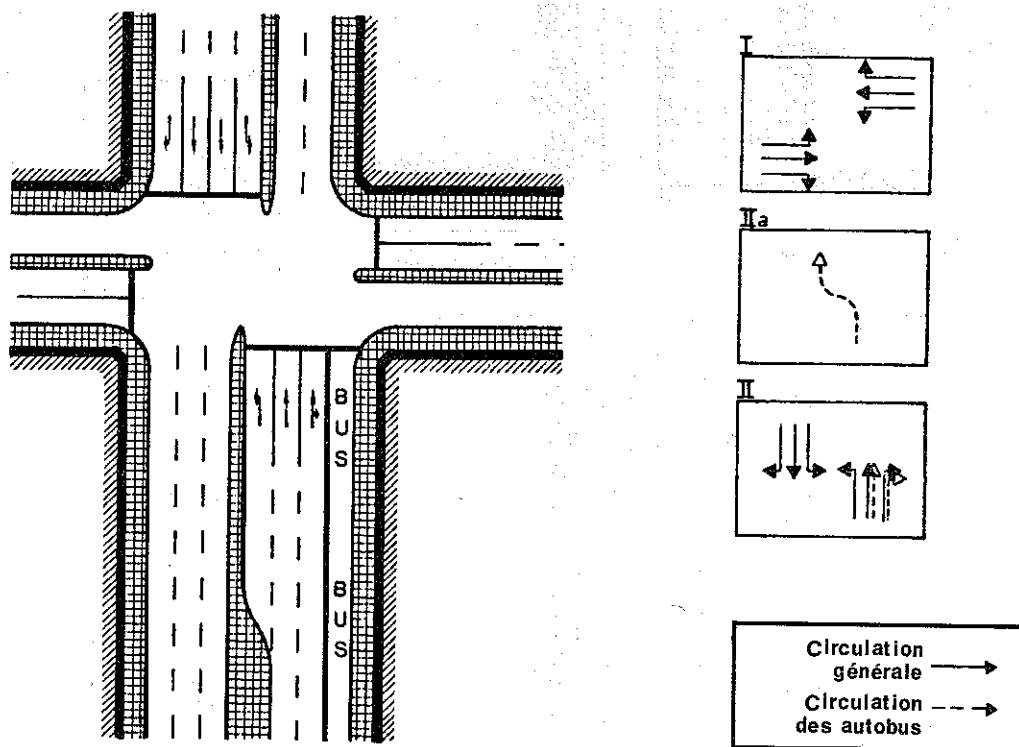


Figure 7

**SIGNALISATION SPECIALE FAVORISANT
LA CIRCULATION DES AUTOBUS**

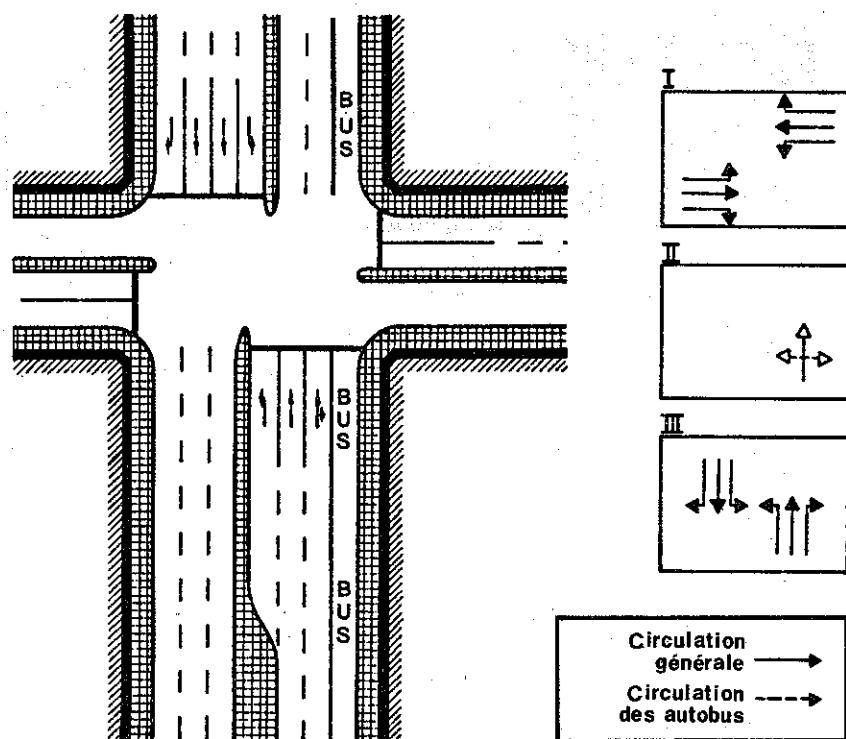
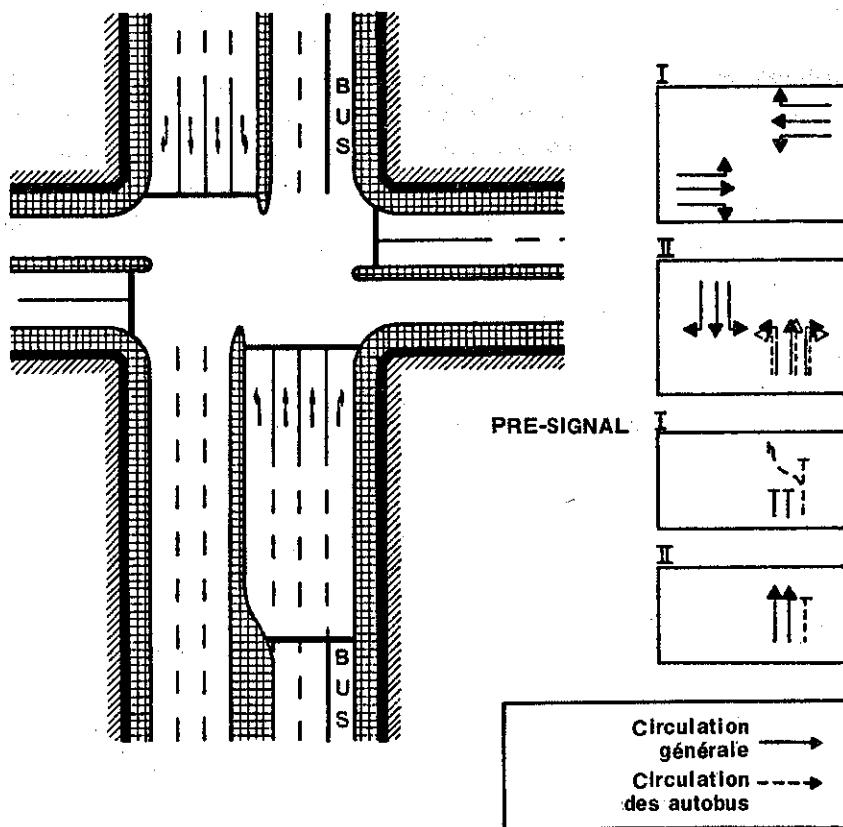


Figure 8

**PRE-SIGNALISATION
OU ECLUSE POUR AUTOBUS**



Coordination des feux pour les autobus

Une coordination entre plusieurs feux de signalisation exige que tous les carrefours munis de feux à déclenchement coordonné aient un cycle de base fixe. On peut néanmoins insérer parfois des phases spéciales à l'usage exclusif des autobus ou faire bénéficier ces derniers d'un allongement des phases de vert à l'intérieur d'un cycle de longueur donnée, en réduisant une ou plusieurs des autres phases de manière appropriée.

La coordination entre plusieurs feux a généralement pour but de réduire les temps d'attente et le nombre des arrêts pour les véhicules roulant librement entre les carrefours ; on ne tient pas compte ici des autobus qui ont l'obligation de s'arrêter aux stations. Il est possible néanmoins de produire des cycles pour feux coordonnés qui donnent la priorité aux autobus et prennent en compte le temps passé aux arrêts. Cette méthode a été utilisée à petite échelle dans certaines villes d'Europe, sur la base de calculs graphiques ou manuels, mais la technique est assez difficile à mettre en oeuvre et elle n'est pas utilisée extensivement. On dispose maintenant d'un programme d'ordinateur (13) qui a déjà produit avec succès un système de coordination de plusieurs feux à cycle fixe, capable de réduire les retards des autobus dans des réseaux complexes.

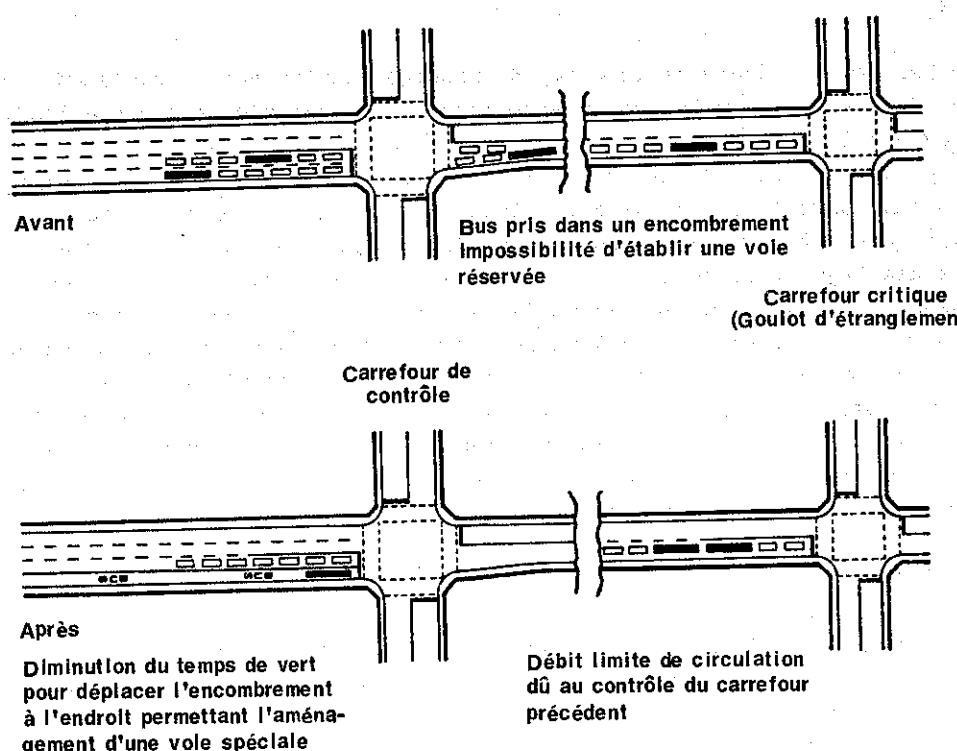
Lorsque l'on coordonne plusieurs feux pour donner la priorité aux autobus, il peut être utile de reporter certains arrêts de l'autre côté des carrefours. La liaison sera dès lors obtenue plus facilement dans le cas où les deux arrêts sont groupés sur l'une des deux sections que s'il en existe un sur chaque section.

Accès contrôlé

Les feux de signalisation peuvent servir à réguler le nombre des véhicules qui traversent un carrefour dans une ou plusieurs directions, en jouant sur le ou les temps de vert ; la méthode s'appelle "accès contrôlé", ou "étranglement", ou "gating". Cette technique pourra être utilisée dans le cadre d'une stratégie visant à limiter l'entrée de la circulation privée dans une zone donnée, ou à un niveau plus local, pour transférer les files d'attente d'un endroit à un autre, où elles sont plus acceptables du point de vue de l'environnement et également de la circulation. Dans les deux cas, on utilise habituellement des bandes ou des itinéraires réservés pour permettre aux autobus de rouler sans être gênés par les files d'attente rencontrées (14). La figure 9 montre un exemple où la méthode peut être profitable aux autobus : une file d'attente est transférée dans une section où la chaussée est suffisamment large pour que l'on puisse y créer une bande réservée pour les autobus et leur permettre d'éviter tout retard.

Figure 9

CONTROLE DU TEMPS DE VERT POUR DONNER LA PRIORITE AUX AUTOBUS



II.4.3. Modifications du mode d'exploitation des autobus

Les modifications du mode d'exploitation constituent rarement un élément essentiel d'un projet de bandes réservées, mais il est néanmoins courant de les introduire au même moment. L'un de ces changements parfois considérés comme nécessaires consiste à tracer de nouveaux itinéraires pour augmenter le nombre des autobus qui circulent dans une bande, afin de mieux justifier celle-ci. Dans le même temps, on peut décider de modifier entièrement le réseau des lignes d'autobus ou de reconstruire, de manière générale, les emplacements des arrêts et leurs intervalles. Toutefois, l'expérience a montré dans ce cas que le taux de fréquentation des autobus peut diminuer lorsque l'on reporte les arrêts habituels dans des emplacements moins commodes.

Les bandes réservées doivent en principe réduire considérablement les durées moyennes des trajets, et les variations dans ces durées d'un autobus à l'autre. Ces gains devraient permettre dès lors aux exploitants de réorganiser leurs services, afin de produire encore d'autres améliorations. Par exemple, on peut modifier les horaires sans changer le nombre des autobus de la ligne, pour augmenter la fréquence du service sur cet itinéraire, ou encore l'on pourra combiner deux lignes radiales en une seule ligne traversant la ville de part en part, par suite de la diminution des moyennes et des variances des durées des trajets. Il s'est avéré que ces modifications ne peuvent avoir lieu dans le cadre plus classique des systèmes de tronçons isolés de bandes réservées, car l'amélioration globale n'est alors pas suffisante pour les permettre. Dans certaines villes, il a fallu dès lors augmenter la flotte des autobus sur les lignes passant dans les bandes réservées, pour arriver à combiner les avantages de celles-ci et les améliorations en ce qui concerne la capacité et les temps d'attente des passagers aux arrêts.

D'autres modifications auxiliaires du mode de fonctionnement des autobus ont été les suivantes : introduction de nouveaux autobus, parfois de types différents (un seul employé par autobus, autobus articulés, différents rapports puissance/poids, plus ou moins de portes, différentes capacités, voitures plus confortables, etc...), nouvelle structure des tarifs et du mode de paiement (tarifs par zone, tarif unique, tarifs progressifs plus simples, billets saisonniers, équipements automatiques pour la délivrance des tickets, politique "pas de monnaie"), nouvelles lignes d'autobus et services express. Il est nécessaire à ce niveau d'attirer l'attention sur le fait que certaines de ces mesures peuvent avoir pour résultat de diminuer la qualité du service offert au public. Certains des modes de paiement et des systèmes de délivrance des tickets sont moins efficaces que d'autres et peuvent provoquer un allongement des temps d'arrêt. D'un autre côté, des systèmes très simples comme le tarif unique peuvent alléger les opérations de la montée en voiture et faciliter l'exploitation des lignes, mais ils sont susceptibles de réduire le chiffre d'affaires des exploitants. Il faut dire également que si les autobus d'une conception plus évoluée offrent habituellement un certain nombre d'avantages du point de vue de la sécurité et du confort, ils sont souvent plus complexes, ce qui les rend moins fiables et augmente leur coût d'exploitation.

II.4.4. Modifications de l'aménagement de la route et de ses abords

Stationnement et livraisons

La création d'une bande réservée est souvent accompagnée d'une interdiction de stationner le long des trottoirs et d'un certain nombre de restrictions concernant les chargements/déchargements. Les solutions au problème des livraisons ont été indiquées plus haut (section II.3). Un grand nombre de villes ont pour politique de ne prévoir aucune compensation pour les places ainsi perdues le long des trottoirs, afin de reporter la clientèle des usagers des transports privés vers les transports en commun. Dans certains cas, de nouvelles installations de stationnement en dehors de la voie publique ont néanmoins été construites.

Bien que les parcs de dissuasion soient généralement associés aux itinéraires réservés pour autobus (chapitre III), les autorités de certaines villes où les zones commerciales et d'affaires sont particulièrement centralisées, ont installé des aires de stationnement en dehors du noyau central et les automobilistes ont été encouragés à utiliser les autobus existants pour se rendre dans le centre, même si ceux-ci ne disposent que de quelques sections de bandes réservées. Ce système deviendra probablement d'autant plus intéressant lorsqu'il sera combiné avec des restrictions de stationnement dans le centre proprement dit.

Autres installations

Lorsqu'un nombre important d'autobus emprunte une bande réservée (spécialement dans le cas où divers autobus s'arrêtent à des arrêts différents), il peut être intéressant de prévoir une voie spéciale pour permettre à un autobus donné d'en dépasser facilement un autre et ne pas perdre de temps ; cela augmentera d'autant la capacité de la voie s'il n'y a pas d'autre goulot d'étranglement. Une autre solution à ce problème est actuellement en cours d'expérimentation dans une ville (15) qui dispose d'un équipement spécial permettant aux autobus de rouler en peloton et de circuler en groupe dans la bande réservée, compte tenu des feux de signalisation et des arrêts aux stations. Les passagers en attente sont informés par des panneaux à message variable du numéro de l'autobus arrivant à chacun des arrêts d'un ensemble de stations rapprochées. Ce système offre apparemment une capacité accrue et permet de diminuer la confusion aux arrêts, mais il est possible qu'il ne soit plus utilisable lorsque les autobus sont obligés de tourner pour entrer ou sortir du système.

La concentration d'un seul type de véhicules (les autobus) sur une seule voie, particulièrement si elle est assez étroite, pourra donner lieu à un certain orniérage de la chaussée, du fait que le passage s'effectue continuellement sur la même portion de chaussée. Il pourra être nécessaire de poser un revêtement spécial pour prévenir ces déformations. Dans tous les cas, la priorité donnée à l'entretien de la bande réservée en réparant les nids de poule, les caniveaux endommagés et en rétablissant le profil en travers, etc.. permettra d'augmenter la vitesse et le confort des trajets en autobus. L'évasement du coin des rues pour faciliter les manœuvres des autobus lors des virages à gauche ou à droite (c'est-à-dire augmenter le rayon de courbure du virage le long du coin de la rue) est une autre modification

mineure ressortant du domaine de la construction, qui a permis dans certains cas d'accroître la vitesse des autobus roulant dans une bande réservée. Il peut arriver que des piétons soient impliqués dans des accidents avec des autobus, particulièrement dans les bandes réservées à contre-sens ; des barrières, des chaînes ou d'autres dispositifs permettront souvent d'améliorer la sécurité à cet égard. De petits refuges pour piétons (îlots) constituent également une aide appréciable au moment de traverser la rue et, dans certains cas, on a utilisé une signalisation spéciale pour attirer l'attention des piétons sur la présence d'une bande réservée.

L'expérience a montré que l'on pouvait améliorer le confort et l'agrément des passagers attendant aux arrêts d'autobus, en construisant un abri parfois muni de téléphone, ou de kiosque à journaux, et en y installant quelques sièges.

II.5. Performances des bandes réservées

II.5.1. Avantages procurés par les bandes réservées

Ils peuvent être regroupés en trois catégories :

a) Augmentation de la vitesse commerciale et amélioration de la régularité

Les tableaux 2, 3 et 4 montrent les résultats obtenus dans quelques exemples en matière de vitesse et de régularité *.

b) Amélioration du confort et de la sécurité (voir également sections II.3, II.4 et Annexe A).

La suppression des accélérations et décélérations intempestives et des à-coups de conduite souvent observés lorsque l'autobus est mêlé à la circulation générale, améliore le confort des voyageurs et diminue le risque d'accident à bord du véhicule.

De même, la limitation du nombre de conflits possibles avec la circulation générale se traduit par une diminution du nombre d'accidents impliquant un autre véhicule.

Enfin, la sécurité des piétons, compte tenu d'une certaine période d'accoutumance et la mise en place de dispositifs de protection si nécessaire, peut être considérée comme assurée.

c) Economie d'énergie

L'augmentation de la vitesse commerciale donc des rotations, une meilleure régularité de conduite, permettent une économie d'énergie, mais difficile à chiffrer et de toute façon faible.

* Toutes les réponses au questionnaire signalent une amélioration de la régularité mais très peu la chiffrer.

Tableau 2
EXEMPLES DE GAIN DE TEMPS PROCURE PAR
LES BANDES RESERVEES DANS LE SENS DU TRAFIC

| Exemples | Longueur | Gain de temps heure de pointe | | Vitesse commerciale sur la bande réservée km/h |
|--|--|----------------------------------|---|--|
| | | secondes | % | |
| <u>OTTAWA</u> | | | | |
| Albert | 1.260 | 68 | 16,4 | 11,5 |
| Rideau Street east | 1.600 | | | 9,5 |
| west | 1.600 | 88 | 35 | 18 |
| Slater | 1.260 | 60 | 19 | 16 |
| <u>TORONTO</u> | | | | |
| Eglinton Avenue East | 1.575 | 35 | | 15 |
| | 2.575 | 25 | | |
| <u>COPENHAGUE</u> : en moyenne gain de 1'30" par kilomètre de bande réservée. | | | | |
| <u>MADRID</u> | : en moyenne augmentation de la vitesse commerciale de 25 % (sur 23 exemples de bandes réservées) | | | |
| <u>NEW-YORK</u> | | | | |
| Fifth Avenue (86th-35th St) | 4.022 | | 42 | |
| First Avenue (34th-72nd St) | 3.060 | | 27 | |
| <u>DALLAS</u> | | | | |
| Fost Worth Ave. | 3.000 | 180 | | |
| Harry Wines Blvd | 3.200 | 120 | | |
| <u>SAN FRANCISCO</u> | | | | |
| Geary | 2.400 | | 46 | |
| <u>PARIS</u> | | | | |
| Quai du Louvre et de la Mégisserie | 1.030 | 274 | 54 | 15,3 |
| Bld St Michel | 670 | 139 | 36 | 9,8 |
| Rue de Rivoli | 1.000 | 94 | 20 | 9,6 |
| Rue Beaubourg | 900 | 69 | 26 | 15,4 |
| Rue de Clichy | 680 | 24 | 17 | 23 |
| Rue de Sèvres | 750 | 25 | 13 | 16,4 |
| Grands Boulevards | 1.000 | 117 | 33 | 15,8 |
| Av. Ledru Rollin | 200 | 48 | 45 | 12 |
| Av. de Versailles | 760 | 35 | 21 | 21,2 |
| Rues St-Lazare et de Chateaudun | 1.140 | 13' | 27 | 12,1 |
| Av. de Fontainebleau | 690 | | 123 lig. omnibus 135 lig. directes | 18,1 20,9 |
| La R.A.T.P. a constaté un gain moyen de 2'50" par kilomètre à l'heure de pointe, de 1'30" aux heures creuses. | | | | |
| <u>LONDRES</u> | | | | |
| Wauxhall Bridge | 675 | 420 | 65 | 9,7 |
| <u>MANCHESTER</u> | | | | |
| Oxford Road | 900 | | 4 | 10,8 |
| <u>MILAN</u> | | | | |
| Corso 22 Marzo (bande réservée au centre de la chaussée) | 1.300 | | 28 | |
| En moyenne, sur l'agglomération milanaise, la vitesse a augmenté de 20 % sur les bandes réservées. | | | | |

Tableau 3
EXEMPLES DE GAIN DE TEMPS PROCURE PAR
LES BANDES RESERVEES A CONTRESENS

| Exemples | Longueur | Gain de temps heure de pointe | | Vitesse commerciale sur la bande réservée km/h |
|-----------------------|----------|----------------------------------|-----|--|
| | | secondes | % | |
| <u>PARIS</u> | | | | |
| Bld St Michel | 630 | 90 | 30 | 10,8 |
| Av. Montaigne | 660 | 315 | 56 | 9,5 |
| <u>TOULOUSE</u> | | | | |
| Rue d'Alsace Lorraine | 800 | | 50 | 11 |
| <u>LILLE</u> | | | | |
| Rue Faidherbe | 240 | | 250 | 14 |
| <u>MARSEILLE</u> | | | | |
| Rue de Rome | 700 | | 200 | 15 |
| Av. de Toulon | 700 | | 180 | 15 |
| Rue de Paradis | 1.000 | | 230 | 20 |
| <u>TOTTENHAM</u> | | | | |
| High Road | 780 | 144 | 33 | 15 |
| <u>READING</u> | | | | |
| King's Road | 920 | 103 | 26 | 8,4 |
| <u>AMSTERDAM</u> | | | 70 | 17 |
| <u>MADRID</u> | | | | |
| Saucchez Bastille | 180 | | 10 | |
| <u>SAN JUAN</u> | 18.500 | 2.500 | 37 | 12,7 |
| <u>BOLOGNE</u> | | | | |
| Via Saragozza | 2.250 | | 20 | |

Tableau 4
AMELIORATION DE LA REGULARITE

| Emplacement | Longueur (m) | Diminution de l'écart-type des temps de parcours des autobus (minutes) |
|-----------------------------------|--------------|--|
| Manchester R. U. | 900 | 0,36 à 0,29 |
| Paris : avenue Franklin Roosevelt | 360 | 0,92 aux heures de pointe 1,57 en dehors des heures de pointe. |
| Paris : Kremlin-Bicêtre | 690 | hres de pointe 0,61 autobus directs " " " 0,83 omnibus hres creuses 0,50 autobus directs " " " 0,43 omnibus |

En fait, c'est une politique globale de priorité aux transports collectifs suffisamment volontariste pour provoquer un transfert de la voiture particulière aux transports collectifs, qui peut amener une économie d'énergie importante.

III.5.2. Les limites à l'efficacité des bandes réservées

La remarque précédente sur la vitesse commerciale est importante. En effet, on ne peut s'attendre avec des bandes réservées "classiques" à beaucoup plus qu'à 15 km/h en zone centrale, 20 km/h en périphérie. Notons à ce sujet que la vitesse moyenne des autobus en site propre de la ville nouvelle anglaise de Runcorn est de 31 km/h (voir aussi chapitre IV).

Les différents éléments limitant l'efficacité des bandes réservées sont les suivants :

- problème de livraisons,
- respect de la bande par les automobilistes
(stationnement illicite principalement)
et par les deux roues,
- franchissement des carrefours,
- trafic supporté par la bande
(autobus et autres véhicules autorisés)
- saturation des arrêts lorsque les débits sont importants.

Les deux premiers posent le problème du contrôle de la bande réservée et de la réglementation de l'usage de la voirie.

Les trois autres constituent, semble-t-il, les principales "limites" au fonctionnement classique (sans protection plus radicale) des bandes réservées.

a) Franchissement des carrefours

Les mouvements de tourne-à-droite des voitures particulières augmentent

considérablement le temps de traversée des carrefours par les autobus *. La création de feu spécial déclenché par l'autobus permet de diminuer de 20 % le temps de traversée et surtout d'éliminer les valeurs extrêmes de ce temps (amélioration de la régularité).

Une telle mesure ne prend bien entendu toute son efficacité que lorsque tous les carrefours sont ainsi équipés sur un itinéraire.

D'autres aménagements plus légers, tels que le marquage des carrefours par damiers ou quadrillage sur la chaussée, peuvent aider aux franchissements des carrefours.

b) Trafic d'autobus dans la bande

A partir d'un certain débit (dont la valeur dépend en partie de considérations locales), les avantages procurés par la bande réservée peuvent être remis en cause (saturation des arrêts, queue d'autobus aux carrefours, etc.).

A cet égard, on constate pour certains des exemples constituant notre échantillon des débits particulièrement élevés à l'heure de pointe :

- 68 autobus Holmens Kanal, Copenhague,
- 70 " + 200 taxis Bd St Michel, Paris,
- 70 " Luisenstrasse (Wiesbaden)
- 73 " Tottenham High Road, Londres
- 128 " + 15 taxis Kremlin-Bicêtre, Paris.

* L'étude réalisée par l'Institut de Recherche des Transports, France, donne le retard au démarrage de l'autobus causé par la présence de voitures le précédent :

| Nombre de véhicules | Nombre de mesures | Retard moyen | Ecart-type |
|---------------------|-------------------|---------------|------------|
| 1 VP | 63 | $3,5 \pm 0,2$ | 1,4 |
| 2 VP | 26 | $5,5 \pm 0,5$ | 2,6 |
| 1 Bus | 9 | $5,8 \pm 0,7$ | 2,0 |
| 3 VP | 13 | $7,5 \pm 0,5$ | 1,9 |
| 4 VP | 16 | $9,2 \pm 0,8$ | 3,3 |
| 5 VP | 6 | 10,2 | |
| 7 VP | 3 | 13 | |

La faiblesse de l'échantillon doit inciter à considérer ces chiffres avec précaution qui, toutefois, sont recoupés par d'autres observations.

c) Saturation des arrêts

Plusieurs lignes utilisant la même bande créent des problèmes de saturation au niveau des arrêts, d'autant plus gênants que ces lignes utilisent le même point d'arrêt. La solution à ces problèmes, outre le dédoublement des points d'arrêt, peut être obtenue en permettant le dépassement aux arrêts, ce qui pour des débits importants revient à poser les problèmes de capacité.

II.5.3. Conclusions

Malgré les limites mentionnées ci-dessus, les bandes réservées constituent l'instrument fondamental de toute politique favorisant les transports collectifs de surface.

Mises en place aux points sensibles du réseau, elles permettent aux autobus de traverser les zones congestionnées sans altération de leur vitesse et régularité.

Mais surtout si leur nombre, leur longueur et la continuité de leur traitement sont suffisants, elles peuvent améliorer les caractéristiques de fonctionnement des autobus.

A cet égard, l'expérience des "lignes pilotes" tentée à Paris depuis fin 1973 est particulièrement significative.

L'objectif était d'assurer progressivement la protection d'une partie importante de l'itinéraire de certaines lignes du réseau urbain d'autobus (7 au total) par la création de bandes réservées. Les longueurs d'itinéraires sur couloirs mises en place ont été accrues en moyenne de 34 à 55 %.

Un véritable "réseau de bandes réservées" est ainsi mis en place.

L'amélioration de la circulation des autobus (gains de vitesse de 10 %, meilleure régularité - le nombre de retards supérieurs à 15 minutes affectant les lignes pilotes a diminué de 17 % contre une augmentation moyenne de 5 % sur le reste du réseau - et augmentation de la fréquence grâce à cette meilleure régularité (5 % de places-kilomètres offertes en plus)) s'est traduite par une augmentation de clientèle sur ces lignes qui a eu un effet d'entraînement sur l'ensemble du réseau.

L'augmentation de clientèle a été progressive ; par rapport aux périodes comparables de l'année précédente, elle atteignait, à la fin de 1973, 4 % pour l'ensemble du réseau urbain, et 6 % pour les seules "lignes pilotes". Elle s'est accélérée à partir du début de 1974, pour atteindre, en février, 6 % pour le réseau et plus de 8 % pour les seules lignes pilotes.

Pour 1974 par rapport à 1973, la fréquentation est en augmentation de 7,7 % sur l'ensemble du réseau intra-muros, et de 12,3 % sur les lignes pilotes.

III

ITINERAIRES RESERVES POUR AUTOBUS

III.1. Introduction

Les itinéraires réservés pour autobus peuvent constituer l'élément essentiel d'un plan général qui aurait pour objectif, sans consentir d'importants investissements, d'obtenir le meilleur rendement possible des moyens de transport existants. Les mesures appliquées à cette fin auraient pour objet d'améliorer le service et de faciliter les parcours afin de mieux répondre aux soucis de confort, d'économie, de temps de trajet et de régularité et de créer ainsi une situation où le transport en commun dans un corridor réservé serait préférable au transport individuel en voiture particulière. Un itinéraire réservé pour autobus peut être défini comme :

"un système conçu pour répondre aux besoins des migrants alternants de l'origine à la destination dans un corridor de circulation principal grâce à l'utilisation d'un service d'autobus express, bénéficiant, si nécessaire, des techniques de priorité pour la section directe du trajet (line haul) et à l'amélioration, si nécessaire, des sections terminales du trajet par la mise en place d'un ramassage local, de facilités de stationnement et de techniques spéciales de desserte dans le centre ville."

Les mesures employées comprendront la majorité de celles qui ont été discutées au chapitre II ; elles auront pour objectif de résoudre les problèmes locaux qui pourraient nuire à l'attrait du réseau d'autobus. Il serait possible, par exemple, de mettre en place une phase préférentielle accordant la priorité aux autobus au passage des feux de signalisation dans une artère où les retards causés par la signalisation seraient excessifs, ou encore d'utiliser des gares routières dans les zones fortement encombrées. D'autres mesures locales, qui n'ont pas été discutées au chapitre II, pourraient être aussi employées, par exemple une bande de contournement sur les rampes d'accès contrôlées aux autoroutes ou des facilités de stationnement en dehors de la chaussée. De toute manière, les mesures adoptées sont des éléments essentiels d'un plus large ensemble constitué par un corridor de circulation dans lequel un itinéraire réservé pour autobus est prévu pour assurer une part importante des déplacements, particulièrement aux heures de pointe. Les efforts actuels pour améliorer les services d'autobus, la fréquentation des transports en commun, mettre en place les priorités pour les autobus et assurer une capacité maximale des transports publics sur le réseau urbain, reflètent les priorités actuelles concernant l'énergie et l'environnement.

Une importante mesure conçue pour réduire le nombre de véhicules-kilomètre en zones urbaines consiste à créer et promouvoir l'utilisation en commun des véhicules particuliers. Ces usagers sont généralement admis à utiliser les installations des itinéraires réservés pour autobus et, en fait, ils sont souvent pris en compte lors de la planification et de la conception de tels systèmes. Les véhicules privés

utilisés en commun ne sont intégrés dans le fonctionnement des itinéraires réservés pour autobus qu'après avoir vérifié que l'exploitation des itinéraires réservés ne souffrira pas quant à ses niveaux de service et de sécurité, ce qui pourra être établi après sa mise en route et des études ultérieures.

Un des principaux aspects des itinéraires réservés aux autobus est que ceux-ci font souvent partie d'un plan comportant un important effort de promotion. Le public doit être informé des aspects techniques du projet, mais il est plus important encore que les utilisateurs potentiels soient informés qu'il s'agit d'un service amélioré plus rapide, moins coûteux et moins nuisible à l'environnement. La campagne prend parfois la forme d'une croisade où interviennent les médias, les organisations civiques, l'industrie et d'autres sources publicitaires visant directement l'utilisateur potentiel. Dans ce cas, la campagne a pour objet d'augmenter la fréquentation des autobus en diminuant en même temps le nombre de voitures à faible taux d'occupation, la pollution atmosphérique et la consommation d'essence.

Il est à noter que les itinéraires réservés pour autobus dans l'acceptation que nous donnons à ce terme (protection complète en zone suburbaine) sont à l'heure actuelle principalement limités aux Etats-Unis. En conséquence, les exemples donnés dans ce chapitre reflètent les conditions urbaines des Etats-Unis, c'est-à-dire des grands trajets en autobus, empruntant souvent des autoroutes reliant le centre des villes à des faubourgs très dispersés. Bien que cette expérience ne soit pas directement applicable aux conditions rencontrées ailleurs, les concepts de base pourraient être adaptés à des conditions urbaines différentes.

III.2. Exemples d'itinéraires réservés pour autobus

Bien que les priorités pour les bandes réservées locales remontent aux années 50, dans les zones centrales, le développement d'itinéraires réservés pour autobus plus systématiques à l'intention des migrants alternés est bien plus récent. La ligne d'autobus en site propre de la Shirley Highway a été livrée, en partie, à la circulation en 1969. La première bande réservée à contresens sur autoroute, celle de la New Jersey I-495 jusqu'au Tunnel Lincoln et ensuite jusqu'au Port Authority Terminal de Manhattan a été mise en service en 1970. L'exécution de ce projet a demandé sept ans à partir de sa conception initiale. Plusieurs itinéraires, dont les résultats sont satisfaisants, ont été mis en service depuis et d'autres itinéraires sont à l'étude ou en voie d'aménagement (8). La période initiale de mise en route et d'essai a été réduite à la suite de l'expérience acquise et de la constatation que les craintes au sujet de la sécurité n'étaient pas fondées. D'autre part, les projets n'hésitent plus à favoriser les autobus, aux dépens, le cas échéant, des voitures particulières. Cette tendance a surtout pris de l'ampleur avec la crise de l'énergie et la mise en vigueur de mesures de protection de l'environnement. Les plans, par exemple, du bassin de Los Angeles, en vue de répondre aux normes d'air pur de l'Environmental Protection Agency, prévoient, sur la plupart des autoroutes, des bandes réservées aux autobus (où seraient admises éventuellement les voitures particulières utilisées en commun).

Tableau 5

RESUME DES ITINERAIRES RESERVES POUR AUTOBUS ET DE LEURS ELEMENTS

ETATS-UNIS

Type d'aménagement

Exemples typiques d'aménagements existants

I. Aménagements sur les autoroutes

A. Sites propres intégrals

1. Site propre sur autoroute, terre-plein central ou chaussée.

B. Bandes et rampes d'accès

1. Bandes sur autoroutes dans le sens du trafic.
2. Bandes sur autoroutes y compris pour les voitures particulières utilisées en commun - sens du trafic
3. Bandes sur autoroutes à contresens.
4. Voie de contournement du poste de péage.
5. Accès particulier aux autobus sur des autoroutes (ou grandes artères) sans bande réservée.
6. Rampes d'accès contrôlé avec voies de contournement réservées aux autobus.

Itinéraires réservés de la Shirley Highway, Washington (y compris les véhicules particuliers utilisés en commun - situation 1976) et de la San Bernardino Freeway, Los Angeles.

U.S. 101 Marin County, Californie.

I-95, Miami, Floride, Banfield Freeway, Portland, Oregon

South East Expressway, Boston ; I-495 New Jersey ; Long Island Expressway, New York San Francisco - Oakland Bay Bridge

Service rapide d'autobus et rampe d'autobus Blue Streak Seattle

I-35 W Freeway, Minneapolis, Minnesota ; Harbor Freeway, Los Angeles.

II. Aménagement de routes principales

A. Bandes et rues réservées (voir aussi chapitre II)

1. Bandes réservées sur grandes artères avec carrefours plans à contresens.
2. Bandes réservées au centre de la chaussée dans le centre d'affaires - sens du trafic.
3. Bandes réservées réversibles sur rue centrale - sens du trafic.
4. Bandes réservées le long du trottoir dans le centre d'affaires - à contresens.
5. Bandes réservées le long du trottoir sur une grande artère à contresens.

S. Dixie Highway, système Blue Dash, Miami, Floride.

14ème Rue, Washington D.C.

N.W. 7ème Av., système Orange Streaker, Miami, Floride.
Los Angeles, Californie.

Ponce de Leon, Fernandez Juncos, Porto Rico.

N.W. 7ème Avenue, Miami, Floride.

UTCS/BPS - Washington, D.C.

S. Dixie Highway, système Blue Dash, Miami, Floride.
"Défense de tourner à gauche sauf autobus", Los Angeles.

III. Terminus

A. Gares routières centrales

B. Gares suburbaines de correspondance

C. Gares suburbaines et parc de dissuasion

Midtown Terminal, Ville de New York

Itinéraire réservé de San Bernardino, Los Angeles, Californie.

Abords du tunnel Lincoln sur la I-495
Bande réservée à contresens, Ville de New York

Itinéraire réservé de San Bernardino - El Monte Station, Los Angeles
I-95 Golden Glades Park, Miami.

Dans la description des exemples, on mettra l'accent sur l'aménagement de la section directe du trajet, et on traitera également des moyens employés pour améliorer les sections terminales de l'itinéraire réservé dans le centre des villes et dans les banlieues. Les réseaux sur autoroute seront examinés en premier lieu et ils comprennent des couloirs en site propre construits spécialement pour les autobus, des couloirs sur le terre-plein central, soit construits, soit adaptés pour les autobus et les véhicules particuliers utilisés en commun ainsi que des aménagements à contresens. L'exposé traitera ensuite d'un itinéraire réservé sur route principale comportant des intersections. Enfin, on donnera des informations sur un itinéraire réservé utilisant pour sa section directe une grande artère. Le tableau 5 présente un résumé des itinéraires réservés pour autobus et des aménagements particuliers à leurs différentes sections.

III.2.1. Aménagements pour autobus en site propre intégral

Le site propre pour l'itinéraire réservé sur la Shirley Highway (I-95) de 14,4 km comporte deux voies réversibles aménagées sur le terre-plein central de l'autoroute I-95 qui relie Springfield, une banlieue au nord de la Virginie, à Washington D.C. Le site propre est séparé des voies de trafic général d'une manière continue au moyen d'une glissière de sécurité. Ces aménagements sont en fonctionnement depuis 1969 sur la base d'une construction par étape. Les voitures particulières utilisées en commun, c'est-à-dire ayant au moins quatre occupants, y sont admises depuis 1973. L'analyse des modifications éventuelles de l'emploi de ces aménagements se poursuit de manière continue. On vient, par exemple, de déterminer que si l'on abaissait à trois le nombre d'occupants pour les voitures particulières, cela entraînerait suffisamment de véhicules supplémentaires pour avoir un effet nuisible sur le fonctionnement de la bande réservée.

L'ensemble du système d'itinéraires réservés a été doté d'autobus modernes, d'abris aux stations, de parcs de stationnement limitrophes et de bandes réservées, en période de pointe, sur la 14ème rue N.W. et sur d'autres artères principales dans le centre de Washington. Une priorité préférentielle des feux de circulation pour les autobus est à l'étude.

La ligne en site propre de la Shirley Highway a été une réussite complète. Au cours de la période de pointe entre 6 et 9 heures, les deux voies en site propre transportent environ 26.000 personnes contre 15.000 sur les quatre voies de circulation générale de l'autoroute. Sur ces 26.000, environ 18.000 se déplacent en autobus et 8.000 en voiture particulière utilisée en commun. Les usagers gagnent ainsi de 10 à 15 minutes.

Le site propre pour l'itinéraire réservé sur l'autoroute de San Bernardino est un excellent exemple des itinéraires réservés pour autobus soulignant les relations Origine-Destination dans un corridor en zone urbaine, corridor d'une longueur de 32 km et de 4 à 13 km de largeur. Le projet d'ajouter une voie d'autobus en site propre intégral à l'autoroute San Bernardino remonte à fin 1970. Ce site propre de 17,9 km de long a été ajouté dans les deux sens à cette autoroute à 8 voies, très encombrée aux heures de pointe. L'autoroute est adjacente à la voie ferrée Southern

Pacific, dont une bretelle aboutit au Civic Center de Los Angeles. Il s'agissait de déplacer la voie ferrée et de l'implanter dans l'axe du terre-plein central de l'autoroute sur une grande partie de la distance requise et d'aménager de part et d'autre en juxtaposition les deux bandes de la ligne d'autobus en site propre avec encore, de part et d'autre, les voies de l'autoroute. A l'approche de Los Angeles, la voie ferrée passe au nord de l'autoroute avec les deux bandes réservées aux autobus d'où la nécessité de construire un passage supérieur pour franchir l'autoroute (voir figure 10). De même, à l'extrémité Est, il faut un ouvrage de franchissement pour amener les bandes réservées et la voie ferrée au nord de l'autoroute qui continue et devient l'Interstate 10.

Trois gares ont été construites, dont celle d'El Monte en bout de ligne qui contient un parc de stationnement de 1.600 places et accueille aussi bien les piétons, les autobus directs, les stations de correspondance que les véhicules déposant ou reprenant des voyageurs. Le réseau consiste en neuf lignes en site propre. Les déplacements domicile-travail en autobus sur Los Angeles sont passés de 1.000 à 10.000 dans les 2 ans 1/4 qui ont suivi la mise en service et le total des déplacements est passé de 1.800 à 15.500. Dans l'ensemble, on a obtenu une diminution des polluants de 15 %, une économie de carburant de 23.000 litres par jour, et les passagers gagnent au moins 10 minutes en période de pointe. Le temps de trajet théorique sur les itinéraires réservés est d'environ 14 minutes y compris les deux arrêts intermédiaires. Après avoir quitté le site propre, les autobus se déplacent à environ 9,6 km/h en ville et arrivent en 10 minutes environ à la station de descente la plus fréquentée. Trois autres lignes roulent sur une bande réservée à contresens sur une distance de 12 blocs d'immeubles, aménagée dans le cadre de la section terminale du centre ville.

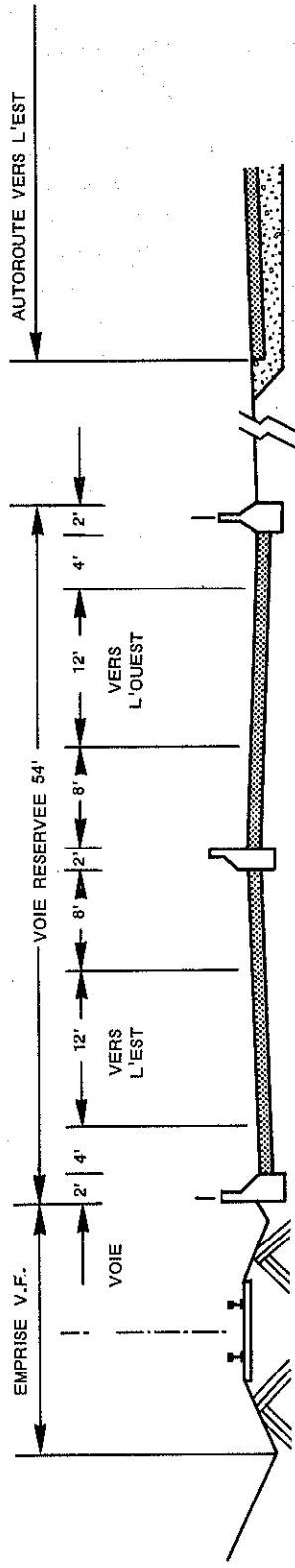
Actuellement, le débit aux heures de pointe est d'environ 65 autobus à l'heure. La dernière phase du projet consistera à envisager l'ouverture des itinéraires réservés aux véhicules particuliers utilisés en commun. Ce système particulier est le plus coûteux qui ait été réalisé aux Etats-Unis. L'aménagement des sites propres, des gares et des ateliers d'entretien des autobus et les frais de direction des travaux représentent une dépense de près de \$ 60 millions. Ce système a été conçu de telle manière qu'il puisse être converti en métro rapide, si nécessaire.

III.2.2. Bandes réservées sur autoroute dans le sens du trafic

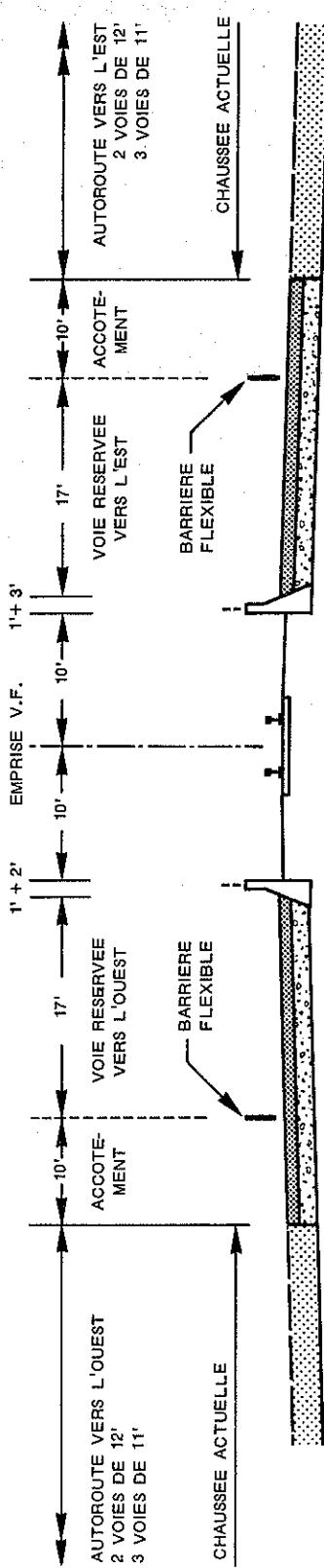
Il existe deux exemples dans lesquels la bande centrale de l'autoroute est réservée aux autobus et aux véhicules occupés par au moins trois personnes ; il s'agit du tronçon de la I-95 au nord du centre de Miami et de l'autoroute de Santa Monica entre Santa Monica et le centre de Los Angeles. Afin d'attirer les usagers vers l'autobus ou d'encourager l'utilisation en commun des voitures particulières, les dispositions prises comportent des autobus neufs, une amélioration du service, des parcs de stationnement limitrophes, la mise en place de signalisation prioritaire pour les autobus dans les rues principales desservant les destinations d'importance majeure (à Miami seulement), et des voies de contournement sur les rampes à accès contrôlé à l'intention des autobus et des voitures utilisées en commun (à Los Angeles seulement). Une restriction supplémentaire sur l'autoroute de Los Angeles consisterait à interdire aux véhicules autres que les véhicules en commun de tourner à gauche en provenance de certaines rues pour s'engager sur les accès de certains échangeurs en losange

Figure 10

COUPES TRANSVERSALES DE LA VOIE EXPRESS "SAN BERNARDINO"
MONTRANT LES EMPLACEMENTS RESPECTIFS DE LA VOIE FERREE,
DE LA BANDE RESERVEE AUX AUTOBUS ET DE L'AUTOROUTE



A. VOIES RESERVEES ET VOIE FERREE A COTE DE L'AUTOROUTE



Le déplacement du côté au centre des voies réservées aux autobus et de la voie ferree donne deux coupes transversales typiques.

B. VOIES RESERVEES ET VOIE FERREE AU CENTRE DE L'AUTOROUTE

de l'autoroute de Santa Monica. Il s'agit là de la première mise en vigueur d'une telle interdiction.

Les aménagements sur la I-95 à Miami ont été ouverts aux véhicules particuliers utilisés en commun et aux autobus début 1976. Les bandes réservées ont été prises sur le terre-plein central. Les voies de circulation à contresens sont séparées au moyen d'une barrière en béton du type du New Jersey. La mise en oeuvre de ces 12 km de bandes réservées a coûté \$ 18,5 millions. La construction des nouvelles bandes n'a pas laissé une largeur suffisante d'accotement sur le terre-plein central, et il en est déjà résulté des problèmes d'exploitation lorsque des véhicules sont restés en panne sur la bande réservée rapide. On éprouve d'ailleurs une certaine appréhension de ce que des conducteurs puissent prendre la bande réservée pour un accotement en raison de sa nouveauté et de la ligne blanche continue de 20 cm de largeur qui en définit la limite - ce marquage est en cours de conversion en une ligne discontinue, ce qui lui donne plus l'apparence d'une voie normale de circulation. - Au cours de la période initiale où la bande réservée n'était utilisée que par les véhicules particuliers en commun, le taux d'infraction de la règle d'au moins trois occupants était très élevé. La police routière de Floride avait annoncé toutefois une période de tolérance durant les quelques mois qui ont suivi la mise en service.

Les aménagements de l'autoroute Santa Monica sont différents de ceux de la I-95 à Miami. La voie centrale est fermée au trafic général alors que la I-95 a été dotée d'une bande supplémentaire prise sur le terre-plein à l'intention des autobus et des véhicules particuliers utilisés en commun. Cette suppression d'une bande pour le trafic général a rendu plus difficile la mise en oeuvre bien qu'il n'ait pas été nécessaire d'entreprendre de nouvelles constructions. La principale raison est que des pressions peuvent être exercées pour rendre au trafic général la bande réservée s'il se développe des problèmes d'accident ou des difficultés pour faire respecter la réglementation sur les bandes réservées.

Le succès du fonctionnement des bandes réservées dans le sens du trafic sur les autoroutes est de la plus haute importance pour l'utilisation éventuelle généralisée des bandes prioritaires sur les autoroutes en tant que section directe du trajet des itinéraires réservés pour autobus, simplement parce que la plupart des autoroutes se prêtent principalement à ce seul type d'aménagement. Dans la plupart des corridors, les véhicules particuliers utilisés en commun emprunteront les bandes réservées pour les autobus. Il se pose de sérieux problèmes d'exploitation, tels que le respect de la réglementation, les changements de file, les différences de vitesse entre les véhicules des voies adjacentes ainsi que des problèmes liés à la définition du taux d'occupation des voitures particulières autorisées dans les bandes réservées pour certains débits de circulation et certaines heures de fonctionnement. L'exploitation des bandes réservées sur autoroute dans le sens du trafic en est encore à ses débuts et l'expérience acquise de l'exploitation de bandes en site propre et de bandes à contresens est insuffisante pour les ingénieurs chargés de mettre en oeuvre un projet de bandes réservées dans le sens du trafic.

III.2.3. Bandes réservées à contresens sur les autoroutes

Les bandes réservées à contresens mises en oeuvre conjointement avec une amélioration du service d'autobus offrent la possibilité d'accroître fortement les kilomètres-passager dans les corridors à trafic élevé concurremment à une réduction des kilomètres-véhicule parcourus sur le réseau routier. Il n'est possible d'exploiter de telles bandes que sur des autoroutes d'au moins six voies (3 + 3), et dont le trafic est déséquilibré dans les deux sens. Elles conviennent mieux, par conséquent, aux autoroutes radiales qu'aux périphériques.

Ceux qui ont la responsabilité de mettre en oeuvre une bande à contresens sur autoroute n'ont pas seulement le souci d'assurer une marge adéquate de débit au trafic dans le sens contraire à celui de l'heure de pointe. Ils ont encore la sérieuse préoccupation des possibilités d'accidents graves que recèlent les volumes importants de trafic roulant à grande vitesse en deux sens opposés.

Le tableau 6 présente des informations sur quatre exemples de bandes à contresens ; il donne des détails sur les techniques de séparation des voies qui ont été employées ainsi que sur les accidents qui s'y sont produits.

La mise en place d'une voie à contresens sur autoroute est sans aucun doute envisagée avec une certaine inquiétude. Une telle voie réservée peut être temporaire (ou supprimée) si des accidents se produisent peu après son ouverture à la circulation. Les coûts d'exploitation sont relativement élevés. Elle ne constituerait qu'un palliatif toutefois là où il serait possible d'obtenir la fluidité par le contrôle généralisé des accès, et il suffirait alors d'assurer aux autobus un traitement préférentiel aux rampes contrôlées.

Ce type de bande réservée peut devenir permanent :

- 1) si les accidents sont peu nombreux,
- 2) s'il n'est pas prévu de contrôle des accès,
- 3) s'il n'existe pas de possibilité réelle d'augmenter la capacité des goulets d'étranglement, et
- 4) si le volume de trafic en sens inverse demeure faible.

Tableau 6

INFORMATIONS CONCERNANT QUATRE BANDES RESERVEES A CONTRESENS SUR AUTOROUTE (ETATS-UNIS)

| EMPLACEMENT | ITINERAIRE | LONGUEUR (KM) | DATE DE CREATION | PERIODE DE FONCTION-NEMENT | NOMBRE DE VOIES POUR LA CIRCU-LATION GE-NERALE | VOIE-TAMPON (*) | AUTOBUS DEBITS-TYPES | PASSEURS DEBITS-TYPES | GAIN DE TEMPS MOYEN (MN) | TYPE DE RA-TION |
|--------------------------|----------------------------------|---------------|------------------|----------------------------|--|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|
| | | | | | | | | | | |
| New Jersey | I-495 (abords du Lincoln Tunnel) | 4,0 | 1971 | Matin | 2 | No | 500 | 900 | 21000 | 35000 |
| Boston, Mass. | Southeast Expressway | 12,8 | 1972 | Matin | 2 | No | 35 | 70 | 1400 | 3000 |
| New York | I-495 Long Island Expressway | 3,2 | 1972 | Matin | 2 | No | 120 | 200 | 6000 | 10000 |
| Marin County, California | U.S. 101 | 6,4 | 1972 | Soir | 2 | Yes | 70 | 150 | 3000 | 6000 |

(1) délinéateurs jaunes, placés dans des trous spécialement aménagés dans la chaussée tous les 12 mètres ; pas de changement notable dans le nombre des accidents.

(2) cônes de signalisation renforcés, espacés de 24 mètres et mis en place chaque jour. La bande réservée n'est pas utilisée pendant les mois où l'éclairage est faible ; un accident mortel impliquant une équipe d'entretien et un camion, mais ne résultant pas directement du fonctionnement de la bande à contresens.

(3) même séparation que pour (1) ; quatre accidents jusqu'à fin 1974.

(4) un faible débit dans l'autre direction permet d'utiliser une voie-tampon - délinéateurs à 15 mètres d'intervalle également utilisés ; pas d'accident impliquant des autobus mais initialement, il y avait deux fois plus d'accidents dans l'autre direction entre 14 h et 20 h. Le taux d'accidents est revenu aux valeurs de la période avant la mise en place.

(*) Une voie-tampon adjacente à la bande à contresens est une bande dans laquelle le trafic en sens inverse n'est pas autorisé par mesure de sécurité.

III.2.4. Bande réservée sur les routes principales

Le système Blue Dash de la South Dixie Highway qui fonctionne depuis juillet 1974 est utilisé par les migrants alternants dans le cadre du Corridor Sud de Miami. La section directe du trajet emprunte sur 8,8 km une route à chaussée séparée de 6 voies comportant 17 carrefours principaux munis de signalisation. Les moyens mis en oeuvre afin de faciliter le trafic de pointe consistent en une voie normale de la chaussée réservée aux voitures occupées par deux personnes au moins et une voie réservée à contresens de l'autre côté du milieu de la chaussée où la circulation est plus faible. La vitesse de coordination est réglée à 56-64 km/h, et il est interdit de tourner à gauche. Le terminus suburbain est équipé d'un parc de stationnement et de deux lignes d'autobus d'appoint tandis que celui du centre de Miami possède un parc de stationnement pour les véhicules particuliers utilisés en commun.

Il en est résulté à ce jour une augmentation de 50 % de la fréquentation des autobus due en grande partie à une vitesse d'exploitation moyenne de 62,4 km/h qui procure un gain de temps moyen de 9 minutes (50 %) par rapport à la circulation générale. Les véhicules particuliers utilisés en commun gagnent en moyenne six minutes (33 %) par rapport aux autres véhicules -dont les temps de parcours sur les deux voies restantes n'ont été allongés que d'une minute sur la section comportant des bandes réservées- La proportion de véhicules qui, dans le sens du trafic de pointe, se qualifient comme véhicule particulier utilisé en commun, est passée de 18 à 28 %. Dans l'ensemble, cet aménagement permet de transporter 2400 personnes de plus avec moins de voitures et un taux d'occupation de 1,38 à 1,60 personne par voiture. L'attrait des autobus sur bande réservée est mis en relief par le fait que 77 % des passagers se servaient jusque là de leur voiture. On fait état en outre d'une économie de 15 % de carburant et d'une diminution de 15 % de la pollution atmosphérique sur l'autoroute.

Bien que le transport plus rapide de passagers plus nombreux soit un succès à l'actif du système South Dixie, ce dernier n'a pas manqué de poser des problèmes, dont celui des nombreuses intersections contrôlées ou non au moyen de signaux lumineux où il fallait empêcher les véhicules en provenance des rues perpendiculaires d'emprunter la voie à contresens et faire respecter la réglementation. Les accidents sont passés en neuf mois de 148 avant à 245 après la mise en oeuvre, et la différence consistait notamment en collisions arrière. Il n'y a pas eu de collisions frontales. Le bilan accuse une augmentation du taux des accidents qui, selon les autorités compétentes, serait plus que compensé par les effets bénéfiques. Les coûts élevés d'exploitation et de contrôle ont motivé la décision de déplacer la bande à contresens et de la mettre dans la voie de circulation, dans le sens du trafic, réservée jusque là aux seules voitures particulières utilisées en commun, pour une étude expérimentale de six mois. Les autobus n'auront plus ainsi l'avantage du surcroit de gain de temps qu'ils avaient jusqu'alors sur les véhicules particuliers utilisés en commun. Il est possible d'autre part que le temps de trajet de ces voitures soit un peu allongé avec l'introduction, sur leur voie, des autobus. Avec cette nouvelle disposition d'exploitation, il ne sera plus nécessaire de mettre en place et d'enlever les dispositifs de sécurité séparant la bande à contresens et l'application des réglementations en sera simplifiée et moins coûteuse.

III.2.5. Bande réservée réversible dans une rue importante

Le système Orange Streaker de la 7ème Avenue North-West, à Miami, dessert trois principales zones d'emploi de Miami et des faubourgs Nord. La section directe du trajet comporte plus de 15,8 km de rues principales et 37 intersections équipées pour détecter des signaux lumineux Opticom émis par les autobus qui circulent sur une bande centrale réversible en site propre. Le terminus nord du système comporte un important parc de stationnement. Il était prévu de mettre le projet en oeuvre en six tranches à des fins de recherche en partant de la situation "avant" pour aboutir à un stade final sophistiqué et géré par ordinateur. On pense que les principaux avantages ont déjà été acquis dès la mise en place des deux premières phases qui consistaient 1) à utiliser le système Opticom de priorité préférentielle alors que les autobus circulaient encore dans le trafic général et 2) à utiliser ce même système pour les autobus roulant sur la bande centrale réversible en site propre. Les résultats à ce jour montrent une amélioration de 20 % de la vitesse d'exploitation au cours de la première phase et une nouvelle amélioration de 10 % depuis la mise en oeuvre de la bande réservée en deuxième phase. Or, la vitesse des autobus est actuellement voisine de la limite de vitesse et la mise en oeuvre des dernières tranches prévues aboutirait plutôt à une régression qu'à de nouvelles améliorations. La fréquentation a augmenté de 34 %. Le problème le plus difficile consistait à faire respecter l'interdiction de tourner à gauche, cette région ne se prêtant pas facilement à remplacer un virage à gauche par trois virages à droite successifs.

Il s'est produit des accidents lorsque des voitures ont tourné malgré les interdictions et sont entrées en collision avec un autobus. Ce problème serait considérablement moins important si l'on améliorait la signalisation et le respect des réglementations.

L'aménagement du système Orange Streaker est basé sur des recherches car il devait constituer la première tranche du réseau prioritaire d'autobus du Corridor Nord de Miami. L'itinéraire des autobus sera transféré sur la bande réservée du terre-plein central de la I-95, voisine et parallèle, qui fait partie du même corridor et permet des vitesses encore plus élevées. Ce système a été exposé ci-dessus dans la section III.3.2.

III.3. Principes généraux de planification

La planification des itinéraires réservés pour autobus exige que l'on évalue d'une manière aussi réaliste que possible la demande, les coûts, les avantages et les effets produits. Le but est d'appliquer des mesures qui a) réduisent les déficiences du service d'autobus existant, b) procurent un service d'autobus attrayant et fiable, c) répondent à la demande existante, d) présentent une réserve de capacité pour l'accroissement futur de la fréquence des autobus, et e) soient compatibles avec les programmes à long terme d'amélioration des transports en commun.

Une étude récente aux Etats-Unis (9) a conclu que les principaux facteurs influençant l'intérêt de mesures spécifiques d'amélioration des transports publics

sont les suivants :

- (1) densité et répartition de la population des zones résidentielles environnantes à desservir,
- (2) importance passée et estimée dans le futur des transports publics,
- (3) densité et perspectives de croissance du centre ville,
- (4) convenance de l'infrastructure existante,
- (5) vitesse d'exploitation des autobus et régularité du service dans le centre urbain,
- (6) existence d'un choix de routes qui permette de dévier le trafic automobile,
- (7) situation des zones d'emploi par rapport aux itinéraires d'autobus,
- (8) largeur, configuration et continuité des rues, et
- (9) attitude de la population vis-à-vis des rues, du stationnement, des transports publics et spécialement des autobus.

Les itinéraires réservés pour autobus existants ou en cours de planification aux Etats-Unis sont fondés sur les principes de base suivants :

1. Les aménagements accordant la priorité aux itinéraires réservés pour autobus doivent consister en un ensemble de mesures conçues pour améliorer la vitesse, la régularité du débit des autobus ainsi que pour accroître leur fréquentation.
2. Ces aménagements doivent assurer un débit de passagers maximum ainsi qu'en fin de compte un minimum de retard pour chaque personne.
3. Les investissements doivent être en rapport avec la demande existante et potentielle.
4. Les avantages résultant des diverses mesures accordant la priorité aux autobus doivent être proportionnés aux dépenses engagées.

III.3.1. Considérations générales

Au stade de planification comme de mise en oeuvre, il convient d'examiner suffisamment tôt les difficultés éventuelles de développement des itinéraires pour autobus pouvant provenir des différentes formes d'opposition institutionnelle qui consistent notamment en :

1. Fortes positions philosophiques telles que le droit pour les individus d'utiliser une emprise réservée.
2. Difficultés rencontrées avec les divers services concernés.
3. Problèmes légaux de responsabilité.
4. Oppositions juridiques et réglementaires - par exemple, les tribunaux du Wisconsin aux Etats-Unis ont décidé que la circulation à contresens était illégale ou anticonstitutionnelle.
5. Absence de position nette sur le plan politique.
6. Absence de données qui permettraient de mieux éclairer les décisions.
7. Le refus de faire appliquer les réglementations pourrait empêcher la mise en oeuvre du projet ou, dans le cas où il serait réalisé, l'application des réglementations peut être coûteuse ou controversée.

III.3.2. Coordination du système

Les itinéraires réservés pour autobus devraient être développés d'une manière telle que le ramassage local au terminus suburbain, la section directe du trajet et les aménagements au centre des villes forment un système intégré permettant des déplacements rapides et sûrs en autobus à un coût total minimal. Pour illustrer ce concept, la figure 11 donne une combinaison type d'éléments d'un système que l'on pourrait considérer comme un itinéraire réservé pour autobus (9).

Les mesures de priorité pour les autobus sur les grandes artères et les autoroutes devront être soigneusement coordonnées dans le centre des villes. En attendant la réalisation d'ouvrages qui libèrent la rue, il est possible, afin d'assurer le transport rapide dans le centre urbain, de recourir à des bandes réservées à contresens, à des bandes sur le terre-plein central et d'affecter certaines rues à la circulation des seuls autobus.

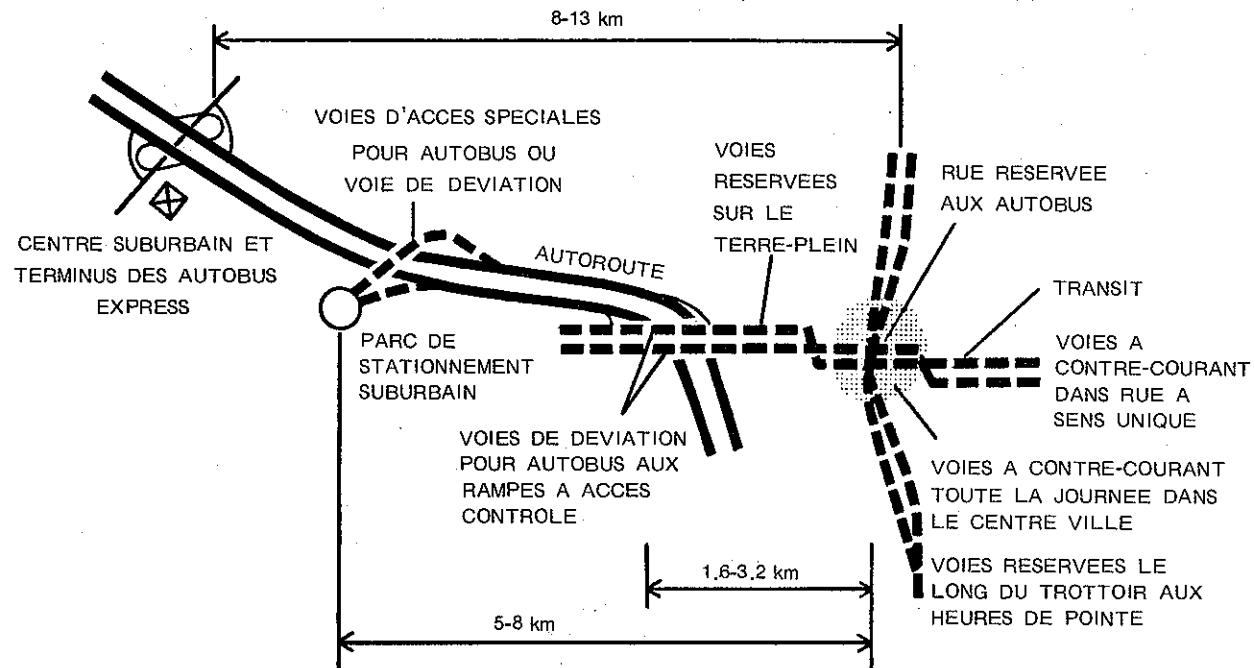
L'aménagement des itinéraires réservés reflète diverses stratégies fondamentales :

1. Aménagements nouveaux dans un corridor à trafic intense

Un tel traitement développe généralement un sens aigu de l'identité des

Figure 11.

**SCHEMA MONTRANT LES ELEMENTS D'UN RESEAU
DE VOIES RESERVEES AUX AUTOBUS**



transports, ce qui peut aider à obtenir l'impact souhaité sur l'utilisation du sol, mais cela demande généralement des investissements importants. L'itinéraire pour autobus de l'autoroute San Bernardino, qui a coûté 60 millions de dollars, est typique de ce type d'aménagement. La plupart des itinéraires réservés pour autobus entrent dans cette catégorie.

2. Aménagements de priorité pour autobus en amont et/ou dans les zones à goulets d'étranglement. Ces aménagements, dont beaucoup ont été examinés au Chapitre II, ont en général pour effet d'améliorer le niveau de service avec un investissement relativement faible. Ils ont pour objet de faciliter l'exploitation dans les zones de circulation difficile et se situent pour la plupart en amont de la zone d'étranglement. La plupart des bandes réservées et des bandes de contournement sur les rampes d'accès aux autoroutes se calculent selon ce principe. Ils sont souvent des composants d'un itinéraire réservé pour autobus.

La planification doit faire clairement la distinction entre les aménagements 1) à contresens qui ajoutent une bande réservée à la capacité routière existante dans le sens de gros débit en utilisant la voie centrale de l'autre sens où le trafic est faible, et 2) ceux qui sont dans le sens de la circulation et réservent aux autobus et quelquefois aux véhicules particuliers utilisés en commun une voie dans le sens de gros débit en la prélevant au trafic général. Jusqu'à présent, la plupart des schémas de priorité aux autobus sur les autoroutes sont à contresens mais les sites qui s'y prêtent sont peu nombreux et les projets futurs suivront plus souvent le sens du trafic. Les aménagements en centre urbain (rues à grande circulation) sont le plus souvent dans le sens du trafic, mais il en est également qui sont à contresens et qui ont très bien réussi. Les ingénieurs sont même assez nombreux à préférer les aménagements à contresens qui, de par leur nature, n'admettent aucune entorse à la priorité. La décision d'affecter une voie d'autoroute aux seuls autobus répond en général, entre autre, à des soucis de protection de l'environnement dont celui en particulier de réduire le nombre de véhicules qui circulent dans le centre. Si les projets pilotes répondent à l'attente, les voitures particulières suffisamment occupées seraient dans de nombreux cas admises à circuler avec les autobus sur la bande réservée centrale.

Il convient, dans la plupart des villes, de rechercher une solution d'exploitation plutôt que de construction dans la mesure où les conditions s'y prêtent. La mise en vigueur progressive des priorités pour autobus doit se faire en fonction de l'accroissement de la demande de déplacements, comme indiqué ci-après :

- 1 - L'utilisation de la route doit être optimisée grâce à l'amélioration de la gestion de la circulation, ainsi que par des travaux de faible importance. Lorsque la capacité routière et les possibilités de stationnement dans le centre sont limitées, on doit mettre l'accent sur l'amélioration de la priorité accordée aux autobus ainsi que sur

l'amélioration de leur service ; le stationnement des voitures sera supprimé comme premier pas vers une généralisation des bandes réservées dans les rues principales.

2. - Les rampes d'accès aux tronçons d'autoroute à trafic intense doivent être contrôlées de manière à assurer un débit régulier sur la section directe du trajet et garantir ainsi la régularité des horaires. Les autobus, et dans certains cas les véhicules particuliers utilisés en commun, doivent bénéficier d'une voie de contournement sur les rampes, afin de leur assurer un temps de trajet meilleur que celui du trafic général. Des parcs de stationnement pour ces véhicules et les autobus doivent être aménagés aux points stratégiques.
3. - Les bandes réservées à contresens doivent être aménagées sur les autoroutes (et à contresens ou dans le sens du trafic dans les rues principales) lorsque le trafic autobus est suffisamment important, que la chaussée s'y prête, lorsque le débit est différent dans les deux sens et les bouchons fréquents.
4. - Il est possible d'exploiter des bandes réservées mixtes d'autobus et de véhicules particuliers utilisés en commun dans la voie centrale de la direction la plus chargée des autoroutes congestionnées. Les occupants de ces voitures doivent être assez nombreux afin d'éviter que la demande de ces véhicules pour la voie prioritaire n'accroisse le rapport débit/capacité au-delà de celui correspondant à l'écoulement libre.
5. - Il convient d'aménager de courtes bandes exclusivement réservées aux autobus pour leur permettre de dépasser les files d'attente, afin de relier les bandes à contresens avec la gare terminale ou de contourner les bouchons.
6. - Le site propre se justifie plus particulièrement dans les cas où il n'est pas possible d'aménager une bande réservée à contresens sur l'autoroute. Par exemple, lorsque des stations d'arrêt sont à prévoir pour desservir une communauté adjacente, le site propre peut être aménagé par étapes pendant que continue l'exploitation sur l'autoroute et dans les rues principales.

De même, pour rendre compétitifs les itinéraires réservés aux autobus dans le centre des villes, il convient d'utiliser des solutions entraînant des investissements importants aux endroits où la demande est élevée et les difficultés de circulation importantes. Dans ce contexte, et par ordre d'importance, on mettra en place 1) des bandes réservées contre le trottoir, 2) des bandes à contresens, des bandes centrales ou des rues réservées aux autobus, et 3) des sites propres hors-chaussée. Cependant, l'implantation, des considérations d'écoulement de circulation et des facteurs non techniques joueront souvent un rôle important dans le choix de la solution retenue.

III.3.3. Considérations de fonctionnement

Un itinéraire réservé pour autobus doit avoir pour effet de réduire aussi bien la moyenne que la variance des temps moyens de trajet. Sur les autoroutes et les routes principales comportant la section directe du trajet, on peut réaliser des gains de temps appréciables. Si toutefois le trajet porte à porte est assorti d'un changement de mode, le gain de temps peut disparaître, voire même se transformer en perte. Le voyageur pourrait malgré tout rester acquis à l'autobus si le parcours direct est une amélioration par rapport à la conduite d'une voiture dans les embouteillages. Exprimé en terme d'avantage pour l'usager, le coût en temps est vraisemblablement secondaire. Les principaux avantages pour l'usager se situeront au niveau des coûts de fonctionnement et de stationnement du véhicule.

Il convient, lors de la conception d'un itinéraire pour autobus, de faire en sorte que la vitesse des autobus (et dans certains cas des voitures particulières utilisées en commun) utilisant ces aménagements ne présente aucun risque pour les véhicules des voies adjacentes. Une bande à contresens sur autoroute comporte le plus souvent une limitation de vitesse de l'ordre de 65 km/h pour les autobus en raison du risque de graves collisions frontales.

Les bandes centrales dans le sens normal réservées aux autobus et aux voitures particulières utilisées en commun n'ont pas encore fait suffisamment leurs preuves. On éprouve une certaine appréhension au sujet de l'écart de vitesse entre la bande réservée et les voies adjacentes trop chargées où le trafic avancerait par saccades. On serait ainsi placé devant le dilemme que présenterait une situation où le gain de temps obtenu au moyen de la bande réservée se traduirait par des vitesses différentielles indésirables par rapport au trafic des bandes adjacentes. Le coefficient d'occupation exigé des voitures particulières et son respect constituent une condition essentielle du maintien de la vitesse d'exploitation sur cette bande réservée ainsi, dans une certaine mesure, que celle du trafic des voies adjacentes. Si le taux d'occupation admis pour les voitures était trop faible (2 personnes par voiture, par exemple), la bande réservée serait surchargée et ne serait pas plus avantageuse que les voies adjacentes. Il convient donc, dans un premier temps, d'imposer un taux d'occupation élevé quitte à le réduire par la suite, le cas échéant. Il serait peut-être nécessaire en définitive de déterminer le taux d'occupation en temps réel et de le communiquer au moyen de signalisation variable, afin de répondre aux modifications de la demande en période de pointe.

La voie centrale est certainement la plus indiquée pour une bande réservée en sens normal ; cette voie est normalement celle du trafic rapide. Sur cette voie, le trafic n'a pas, sur un côté du moins, à se soucier des problèmes de collision latérale, n'est pas soumis aux conflits aux accès et est séparé du trafic poids lourds. Lorsque les voitures particulières utilisées en commun sont autorisées dans la bande réservée, le nombre de changements de voie pour y arriver, surtout s'il s'agit d'un trajet relativement court, les dissuade de l'emprunter. Il est évident d'autre part qu'une bande réservée sur la voie d'extrême gauche réduit au minimum les changements de voie sur l'autoroute. La voie de gauche présente enfin des avantages certains dans le contexte de la signalisation et du respect des réglementations. Les

véhicules non autorisés n'ont pas à utiliser la voie de gauche mais si, pour la bande réservée, le choix se portait sur une autre voie, ces mêmes véhicules auraient à l'utiliser pour changer de voie de sorte qu'il serait difficile, sinon impossible, de faire respecter la bande réservée.

III.3.4. Régularité des itinéraires pour autobus

La régularité du service est une des principales exigences pour le calcul des itinéraires réservés. Le confort, la commodité et la régularité sont au premier rang des aspects qui contribuent à une plus grande fréquentation des autobus et à une diminution éventuelle de la circulation dans le centre urbain. Lorsque l'itinéraire réservé comporte des parcs de stationnement, il convient d'assurer par tous les moyens que les autobus partent à l'heure exacte. L'utilisation de ces parcs de stationnement dépend dans une large mesure de la différence de temps entre le parcours effectué en laissant sa voiture pour prendre ensuite l'autobus et le temps que demande le trajet domicile-travail en voiture particulière. Si les attentes d'autobus sont trop longues, la fréquentation du parc de stationnement pourrait se raréfier. L'utilisation des parcs de stationnement plus rapprochés (périphériques) serait davantage influencée par une combinaison de coûts apparents et de différence de temps. La possibilité dans certains cas de recourir à des navettes d'autobus entre le parc de stationnement et le centre d'affaires permettrait d'assurer des intervalles de temps plus réduits. Il convient de retenir qu'au nombre de passagers provenant des véhicules stationnés en bout de ligne viendront s'ajouter les passagers déposés à l'arrêt. Il est souhaitable en outre que les autobus soient propres et confortables avec un nombre de places assises suffisamment important.

Un des principaux facteurs pour maintenir la régularité des horaires est la manière dont on accorde la priorité aux autobus en cours de route. La conception du système doit chercher autant que possible à mettre les autobus à l'abri des perturbations et des retards causés par le trafic général. Afin de mieux assurer la régularité, il est possible d'accorder une priorité préférentielle aux autobus aux feux rouges, ce qui se fera d'autant plus facilement si on envisage la mise en place dans une rue principale, et si le volume des autobus n'est pas assez intense pour créer des problèmes de contrôle aux intersections. Un trafic d'autobus intense se prêterait sans doute mieux à des raffinements de signalisation progressive qu'à un système de priorité par feux et/ou préférentiel. Dans le centre urbain, il est possible d'assurer la régularité au moyen de rues réservées aux autobus ou de bandes à contresens où les autobus seraient moins gênés par les perturbations du trafic.

III.3.5. Justifications

Justifier numériquement la mise en place de bandes ou d'itinéraires réservés aux autobus est une tâche difficile. Le Groupe a constaté que les politiques en matière de transport dans les pays Membres et le soutien apporté aux transports en commun variaient d'une manière telle qu'il n'était pas possible d'établir des justifications fondées sur des objectifs précis qui soient le reflet d'un consensus de positions politiques et techniques.

Toutefois, aux Etats-Unis, de nombreuses études visaient à établir des justifications concernant la priorité pour les autobus. Il s'agit d'abord en principe de savoir si la mise en oeuvre d'une voie réservée aux autobus augmenterait le nombre de passagers par comparaison à la situation où cette même voie était ouverte à la circulation particulière pendant les heures de pointe. Aux Etats-Unis, on estime que le nombre de passagers dans les autobus roulant dans les bandes réservées doit être au moins égal à celui des occupants des voitures de la voie adjacente. Le transport d'un nombre maximum de passagers est l'objectif principal. Les justifications pour les autobus en site propre intégral devraient être basées sur le volume de trafic en période de pointe, mais l'application de ce principe doit tenir compte toutefois de la pollution atmosphérique, des objectifs d'économie d'énergie, des possibilités de stationnement dans le centre, des objectifs de la politique d'urbanisation et de transport, ainsi que de la possibilité pour les autres rues de faire face à l'augmentation de trafic en résultant. A partir de ces principes, des justifications types d'aménagements de priorité aux autobus ont été établies et sont résumées à l'annexe D. Elles s'expriment en terme d'autobus et de passagers en période de pointe, mais font état également d'autres facteurs qui sont aussi identifiés.

III.3.6. Application des réglementations

Le respect des règlements des dispositifs donnant la priorité à un itinéraire pour autobus tout au long de son tracé devrait être envisagé dans les toutes premières étapes du projet (16). Il ne fait pas de doute que ce problème peut avoir des conséquences importantes sur la sécurité et le fonctionnement du projet, plus particulièrement lorsqu'on modifie les courants habituels de circulation. L'exploitation de la section directe du trajet est très vulnérable en ce qui concerne ces problèmes, en raison des vitesses plus élevées, de la densité du trafic, et de la complexité des itinéraires. Or la fréquence des utilisations illicites d'une bande réservée tend à augmenter avec son efficacité et les avantages qui en découlent. C'est dans une telle situation que la répression prend toute son importance car, si elle fait défaut, la bande réservée n'en sera plus une, et les avantages escomptés disparaîtront en même temps que la crédibilité du projet.

Il importe dès le départ d'évaluer les coûts et les impacts sur le fonctionnement des aspects d'application de la réglementation. A défaut de planification appropriée et d'engagements précis obtenus des autorités compétentes en ce qui concerne la répression, le projet envisagé peut aller au-devant d'un échec dès sa mise en oeuvre. On peut se trouver, d'autre part, dans l'obligation d'apporter des modifications importantes dans le fonctionnement si l'application des réglementations est trop lourde et trop coûteuse.

Ci-après sont résumées quelques observations préliminaires sur l'expérience acquise aux Etats-Unis au sujet du respect des réglementations :

- 1) Les autobus en site propre intégral, séparés matériellement, et les bandes réservées aux autobus et aux voitures à taux d'occupation élevé se sont révélés un succès sans efforts particuliers pour faire observer la réglementation.

- 2) Les bandes exclusives pour autobus et celles où sont aussi autorisés certains véhicules particuliers sans aucune séparation matérielle ont posé des problèmes de respect des réglementations.
- 3) Les bandes à contresens, sur les autoroutes, se font respecter d'elles-mêmes, mais leur surveillance ne peut pas être traitée à la légère à cause de la possibilité d'accidents graves.
- 4) Les aménagements préférentiels sur les grandes artères des villes impliquant des restrictions de mouvement tournant ont posé les problèmes du respect de ces restrictions. Les contrevenants pourraient entraîner une augmentation du taux des accidents dans ces aménagements, ce qui pourrait nuire au succès du projet.
- 5) Les voies de contournement réservées aux autobus et aux véhicules particuliers utilisés en commun sur les autoroutes au droit des accès contrôlés n'ont pas présenté de problèmes de respect de la réglementation particuliers. Des contrôles périodiques sont généralement suffisants pour maintenir à 6 - 8 % le taux des infractions.

III.4. Conclusions

Le principe essentiel du développement des itinéraires réservés pour autobus aux Etats-Unis consistait en somme à intégrer les services de transport et à prévoir des priorités sur la totalité des parcours, afin d'offrir aux usagers un moyen de transport plus rapide, plus confortable et plus économique. Toutes les mesures prises sont étudiées en fonction d'objectifs liés à l'amélioration de la productivité des véhicules de transport en commun, à une meilleure couverture du réseau et à l'amélioration des services mis à la disposition de ceux qui en dépendent pour leurs déplacements.

Tableau 7

VITESSES THEORIQUES DES AUTOBUS EN SITE PROPRE INTEGRAL

(sur la base d'une vitesse maximale de 85 km/h et d'une accélération de $1,2 \text{ m/s}^2$)

| INTERVALLES ENTRE LES ARRETS (mètres) | VITESSE MOYENNE (km/h) | | |
|---|--------------------------|----|----|
| | TEMPS D'ARRET (SECONDES) | | |
| | 10 | 20 | 30 |
| 100 | 12 | 11 | 10 |
| 200 | 20 | 17 | 15 |
| 300 | 25 | 23 | 20 |
| 400 | 31 | 28 | 25 |
| 500 | 33 | 32 | 30 |
| 600 | 39 | 35 | 33 |

NOTE : La vitesse moyenne des autobus dans les voies urbaines, même s'ils disposent de voies réservées, est comprise entre 10 et 20 km/h

Source : Aménagements progressifs de lignes en site propre, Institut de Recherche des Transports, Note d'information N° 4, Arcueil, France, Novembre 1974.

Tableau 8

DEBITS DE SERVICE DES PASSAGERS ET DES AUTOBUS AUX ARRETS

| Mode de paiement | Mode de chargement des autobus (1) | Total cumulé des passagers par heure | | | | Total cumulé des autobus par heure | | | |
|--|--|--|------|------|------|--|----|-----|-----|
| | | Nombre d'emplacements aux stations (2) | | | | Nombre d'emplacements aux stations (3) | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Paiement en mon- tant - 1 Porte | sur la voie même en dehors de la voie | 650 | 1140 | 1460 | 1620 | 13 | 23 | 30 | 33 |
| | | 650 | 1200 | 1750 | 2240 | 13 | 24 | 35 | 45 |
| Paiement à l'a- vance - 1 Porte | sur la voie même en dehors de la voie | 950 | 1660 | 2140 | 2380 | 19 | 34 | 43 | 48 |
| | | 950 | 1760 | 2570 | 3280 | 19 | 36 | 52 | 66 |
| Paiement à l'a- vance - 2 Portes | sur la voie même en dehors de la voie | 1550 | 2710 | 3490 | 3830 | 31 | 54 | 70 | 77 |
| | | 1550 | 2870 | 4190 | 5350 | 31 | 58 | 84 | 107 |
| Paiement à l'a- vance - 4 Portes (4) | sur la voie même en dehors de la voie | 2050 | 3590 | 4610 | 5120 | 41 | 72 | 93 | 104 |
| | | 2050 | 3790 | 5530 | 7070 | 41 | 76 | 111 | 142 |

(1) Le chargement sur la voie même consiste pour le passager à monter dans l'autobus lorsque celui-ci se trouve encore sur la chaussée ; le chargement en dehors de la voie implique des emplacements particuliers pour les autobus, situés en dehors de la chaussée et permettant aux autobus pleins de s'insérer à nouveau dans la circulation.

(2) Les taux de passagers tiennent compte des impédances internes prévues, d'une demande de 20 mn en période de pointe, et d'une certaine inefficacité des capacités de chargement dans les emplacements réservés.

(3) Basé sur une valeur de 50 passagers par autobus.

(4) Non fabriqué actuellement, mais techniquement possible.

Source : Wilbur Smith and Associates, "Conception et Analyse des Systèmes de Voies pour Autobus et Camions en Zone Urbaine", New Haven, Connecticut, Mars 1975.

nente dont il est facile de comprendre l'intérêt. On peut prévoir par exemple, à l'usage des piétons, des chemins dénivelés donnant accès à la voie en site propre et prendre des mesures pour concevoir et intégrer les immeubles de manière directe par rapport à ce système. Celui-ci peut également avoir pour effet de diminuer la demande de déplacements, en établissant une zone concentrée au centre des villes, où les différentes utilisations du sol seraient groupées. Il sera possible dès lors d'atteindre des objectifs à long terme en ce qui concerne l'énergie, l'environnement et d'autres aspects socio-économiques.

IV.2.2. Gestion globale de la circulation

Le concept de la mise en oeuvre et de l'amélioration des systèmes d'autobus a été intégré récemment, et plus particulièrement dans quelques villes européennes, dans le cadre d'un plan global visant à promouvoir la circulation et la gestion du trafic, à l'échelle d'une ville entière. Ces plans mettent l'accent sur la politique et sur les aspects fonctionnels des transports en commun, considérés par opposition aux constructions matérielles, et ils ont pour but de limiter et de contrôler la circulation des voitures particulières. Ils contrôlent les volumes de circulation en appliquant des limitations ou des entraves aux déplacements de certains véhicules, au moyen de contraintes sur les horaires autorisés, sur l'emplacement et sur les tarifs de certains équipements utilisés généralement par les véhicules. Dans le même temps, on propose un service d'autobus amélioré susceptible d'attirer une clientèle nouvelle. Ces mesures sont généralement peu onéreuses, et elles n'exigent qu'un minimum de constructions nouvelles. Ces plans de gestion globale de la circulation se caractérisent le plus souvent par la mise en place de zones piétonnières, par une diminution du nombre de places de stationnement offertes et par l'augmentation des tarifs correspondants, ainsi que par la déviation de la circulation de transit de manière à lui faire éviter le centre de la ville et la mise en oeuvre d'un réseau de voies réservées aux autobus pour desservir le centre.

IV. 3. Réseaux existants de voies réservées aux autobus

On utilise généralement les systèmes de lignes d'autobus en site propre dans les zones où il est possible de planifier conjointement l'utilisation du sol et les transports, c'est-à-dire dans les villes nouvelles. Il est rare qu'une ville existant depuis de nombreuses années puisse employer cette méthode sur une grande échelle, car elle exige des espaces très importants et elle coûte très cher ; dans ce cas, on choisit de préférence une deuxième méthode, nommée ci-dessus "gestion globale de la circulation", et dont le but est d'améliorer de manière coordonnée le système des autobus existant au niveau de l'ensemble de la zone urbaine. Ces mesures sont très souples et leur coût est généralement assez faible.

IV.3.1. Réseau d'autobus en site propre desservant les villes nouvelles

A cause des difficultés et des coûts associés à la construction d'installations nouvelles de transports en commun dans les villes anciennes, les villes nouvelles représentent l'une des seules opportunités de créer un réseau d'autobus en site propre intégral intéressant l'ensemble d'une ville.

La possibilité de planifier conjointement l'utilisation du sol et les transports autorise les meilleurs espoirs d'obtenir les niveaux de service les plus élevés en zone urbaine. En outre, il peut en résulter les avantages suivants :

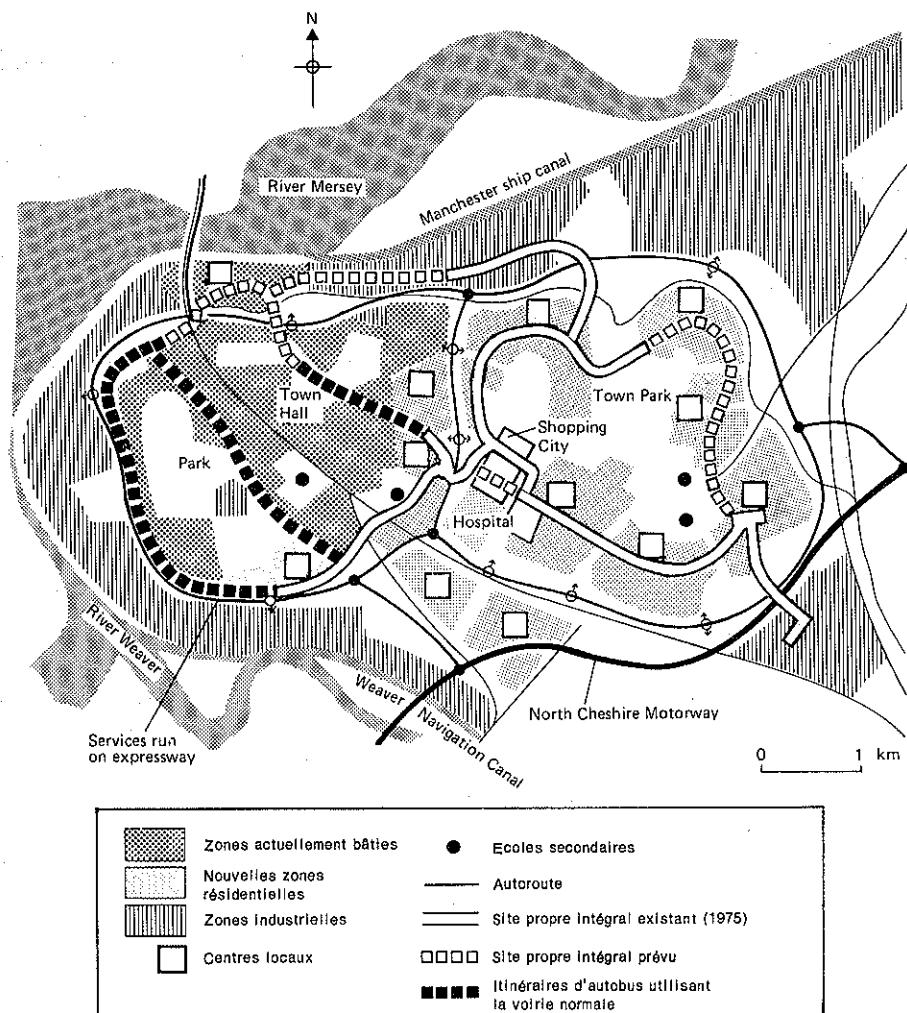
- constituer une alternative raisonnable pour les investissements publics, par rapport aux systèmes routiers,
- représenter une alternative raisonnable pour les investissements publics par rapport aux systèmes de transport en commun de capacité plus élevée,
- réservier une emprise qui pourra être adaptée à une capacité plus élevée, si la demande et la technologie le justifient,
- séparer les trois principaux systèmes de circulation urbaine : véhicules particuliers, transports en commun et piétons,
- réduire les coûts d'exploitation en diminuant la longueur des itinéraires et en autorisant des vitesses commerciales plus élevées.

Les exemples choisis ci-après illustrent dans ce contexte la gamme des systèmes de réseaux de voies réservées aux autobus.

REDDITCH (Royaume-Uni). Redditch est une ville prévue pour accueillir 90.000 habitants, d'ici 1990. La ville est desservie par une route continue de 22,5 km de long qui comprend environ 10 km de voies en site propre intégral, exclusivement réservées aux autobus et 12,5 km de voies semi-exclusives. Les sections semi-exclusives autorisent le passage d'autres véhicules, mais elles sont conçues de manière à permettre un accès local pour les véhicules particuliers ; au fur et à mesure qu'on approchera des différents villages constituant la ville nouvelle, on obligera tous les véhicules, à l'exception des autobus, à quitter les voies semi-exclusives et à emprunter les rues constituant le réseau distributeur normal. Cette méthode d'affectation de la circulation devrait décourager toutes les formes de trafic à l'exception des véhicules désirant un accès direct au village considéré ; dans ces conditions, il est prévu que les niveaux de trafic en résultant ne généreront pas l'exploitation des autobus sur les sections semi-exclusives.

Les autobus emprunteront des voies en site propre intégral pour traverser le centre des villages et la ville principale. Cette conception de lignes en site propre (existence d'un réseau exclusif et d'un réseau semi-exclusif) devrait avoir pour effet de réduire les coûts de construction par rapport à ceux d'une solution plus élaborée, tout en donnant lieu malgré tout à un niveau de service élevé. Le coût total de l'infrastructure pour les transports est estimé à 9 millions de dollars (prix de 1973) ; il comprend la réadaptation partielle de quelques-unes des rues existantes aux normes des voies en site propre intégral ou semi-exclusives. Le plan des transports et de l'utilisation du sol prévoit des intervalles moyens de 600 m entre les stations et des durées de marche à pied de 10 minutes (14). Près de 3 km de voies réservées en site propre ont déjà été construits à l'heure actuelle.

Figure 12
PLAN DE LA VILLE DE RUNCORN (R.U.)



RUNCORN (Royaume-Uni). Runcorn est une ville prévue pour accueillir 100.000 habitants, d'ici 1990. La ville est desservie par deux voies de 18 km de long, où circuleront principalement des autobus (voir figure 12). Les autobus de Runcorn répondront à tous les principaux types d'utilisation du sol : résidentiel, récréatif, scolaire, commercial et industriel. Les voies disponibles sont distribuées de la manière suivante : environ 64 % à l'usage exclusif des autobus, 14 % pour une autoroute où les autobus cotoieront les autres formes de circulation et 22 % pour des rues à trafic local que les autobus partageront également avec les autres véhicules.

La municipalité a également pris d'autres mesures pour encourager l'emploi des autobus :

- les parcs de stationnement automobile seront plus éloignés des principales utilisations du sol que les arrêts d'autobus correspondants, y compris dans les zones résidentielles,
- intervalles de 5 à 7 $\frac{1}{2}$ mn entre les autobus, pour 80 % des passagers, en dehors des heures de pointe,
- moins de 5 mn de marche à pied pour se rendre aux stations d'autobus.

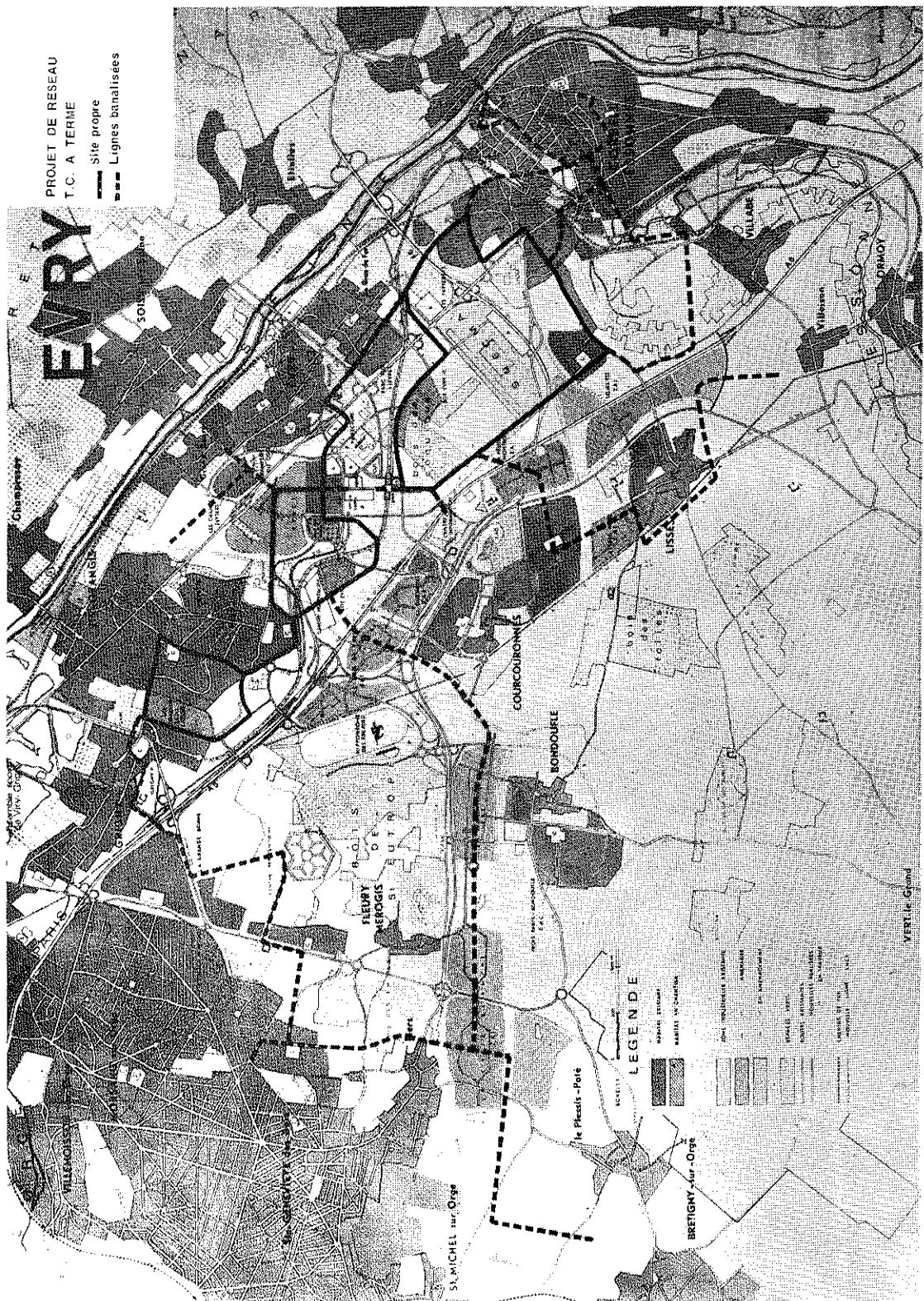
Lorsque ce système sera tout à fait opérationnel, les vitesses commerciales des autobus seront en moyenne de 30 à 35 km/h, bien que cela dépende dans une certaine mesure des conditions de circulation sur les sections non réservées. 12 km sont opérationnels à l'heure actuelle ; le coût de construction s'est élevé à environ 6,25 millions de dollars (prix de 1973). On estime que le coût total du réseau réservé en site propre s'élèvera à 12,5 millions de dollars ; environ 90 % de cette somme seront dépensés pour la séparation des courants de circulation, y compris une section surélevée dans le centre de la ville. L'achat des terrains exigera encore une somme de 2,5 millions de dollars (prix de 1973). (15)

EVRY (France). Evry est une ville nouvelle située à 25 km au sud de Paris ; il est prévu d'y accueillir environ 500.000 personnes d'ici 1990. Lorsqu'elle sera terminée, Evry possèdera des lignes en site propre s'étendant sur 48 km, ainsi que 40 km de voies réservées aux autobus dans le trafic local, tout en desservant l'ensemble de la ville prévue (voir figure 12). Le réseau des voies réservées se trouvera entièrement en site propre pendant environ 30 km et à niveau pendant 18 km. On prévoit que le système d'autobus effectuera l'équivalent de 55 % des déplacements des véhicules à l'intérieur de la ville, à la vitesse commerciale moyenne de 24 km/h. On pense que le centre de la ville attirera 1/6 de tous les déplacements effectués journallement par les véhicules ; ce pourcentage pourra passer toutefois à 20 ou 30 % pendant les heures de pointe, ce qui représentera environ 15.000 déplacements.

Etant donné ces prévisions de trafic élevé, le réseau d'autobus a été conçu de manière à pouvoir être adapté à un système automatique permettant de faire

PLAN DE LA VILLE D'EVRY (FRANCE) MONTRANT LES VOIES ET AUTRES INFRASTRUCTURES POUR AUTORISER

PROJET DE RESEAU
T.C. A TERMÉ
Site propre
Lignes banalisées



rouler les autobus à des vitesses commerciales élevées et avec de faibles intervalles de temps, ce qui augmentera d'autant la capacité des lignes. Dans les zones et aux heures où la demande est faible, les autobus fonctionneront de manière normale. (16)

IV.3.2. Gestion globale de la circulation

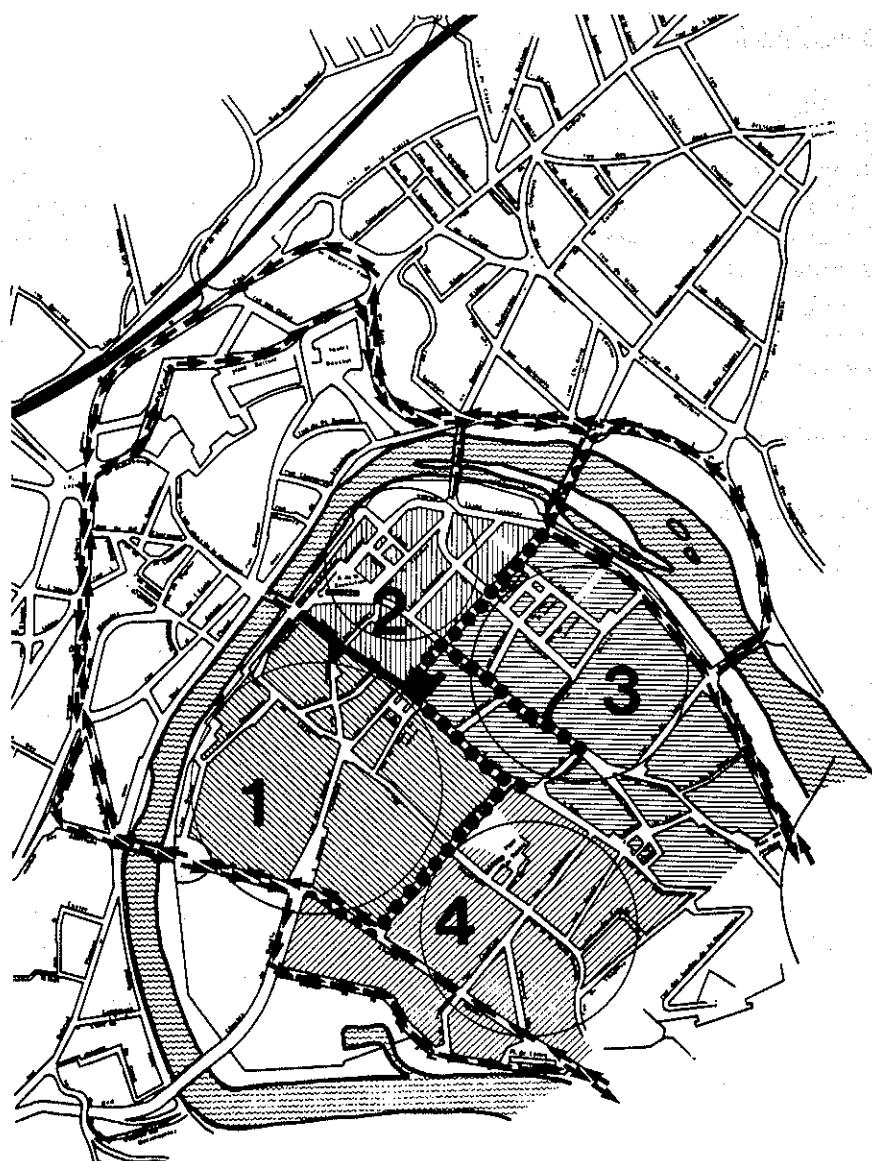
Il existe, dans le domaine des transports, un grand nombre d'outils permettant d'atteindre les objectifs à l'échelle d'un réseau. L'expérience montre cependant que des améliorations portant uniquement sur les transports en commun (par exemple, augmentation de la flotte des autobus ou refonte des horaires) n'auront qu'un succès limité. Une amélioration des transports en commun est nécessaire pour peser sur un changement de mode, mais elle n'est pas suffisante pour atteindre des objectifs intéressant l'ensemble d'une zone urbaine, à moins d'être placée dans un cadre global. Ce cadre de gestion globale de la circulation pourrait comprendre dès lors la mise en œuvre d'un certain nombre de restrictions à l'emploi des véhicules privés. La formulation précise d'un programme de ce genre dépendra des besoins locaux, mais les exemples ci-après montrent quels sont les outils à cet effet.

BESANCON (France). Des études préliminaires effectuées à Besançon (population urbaine de 135.000 personnes) par des ingénieurs de la circulation ont mis l'accent sur l'incompatibilité entre la configuration étroite, sinuuse de son réseau de rues au centre de la ville et la circulation qui y passe. Il n'était pas possible de construire de nouvelles chaussées, et la ville a adopté en 1974, après plusieurs années d'étude, un plan de gestion de la circulation qui réorganise les accès en différentes parties de la zone urbaine pour quelques-uns des véhicules privés, tout en améliorant le niveau de service des transports en commun, particulièrement dans le centre de la ville (voir figure 14).

On a découragé l'entrée du trafic de transit dans le centre de la ville, à l'aide d'un système d'alvéoles de circulation. Le trafic à destination du centre n'a pas subi de modification profonde. Le centre a été divisé en quatre zones ou alvéoles distinctes, et les véhicules privés ne sont pas autorisés à passer directement d'une alvéole à l'autre ; ils doivent emprunter une route de rocade entourant la ville. Un petit nombre de points d'accès placés le long de la route de rocade permettent d'entrer dans une zone donnée, mais pour se rendre dans une autre zone, il est obligatoire de retourner sur la route de rocade. La circulation de transit, c'est-à-dire l'ensemble des véhicules ne désirant pas se rendre au centre qui posaient un problème sérieux avant l'application du plan, se voit déviée vers la route de rocade. Les autobus pénètrent directement dans les alvéoles et ne sont pas concernés par les restrictions ci-dessus. Ils empruntent des voies réservées sur presque tout leur trajet dans le centre, ce qui leur confère des caractéristiques fonctionnelles particulièrement élevées. En outre, la ville de Besançon a commandé de nouveaux autobus, réorganisé les itinéraires pour en accroître l'utilité, augmenté les fréquences de passage, mis en place un service d'au-

Figure 14

BESANCON (FRANCE) PLAN DE CIRCULATION



ROCAGE



ZONES PIETONNIERES



AXES ROUGES



SECTEURS QUARTIERS

tobus suburbain, commencé à mettre en oeuvre un programme de transports en commun gratuits, établi un service de mini-bus faisant communiquer plusieurs parcs de dissuasion avec le centre, et commencé à appliquer un programme d'information et de promotion concernant les autobus. Le soir, lorsque la demande est plus faible, les taxis fonctionnent à prix réduit comme un transport en commun.

Une évaluation extensive de l'efficacité de ce plan est actuellement en cours, mais les résultats préliminaires montrent que la clientèle des autobus a augmenté de plus de 50 %. Ces nouveaux usagers sont des anciens conducteurs de voitures particulières pour un tiers, des anciens cyclistes ou piétons pour encore un tiers et des usagers des autobus ayant augmenté le nombre de leurs déplacements pour un dernier tiers.

La vitesse commerciale des autobus a augmenté et leur régularité s'est améliorée, bien que l'on ne dispose pas encore de données précises à ce sujet. Le nouveau plan de circulation des autobus a permis d'améliorer les durées de déplacement des voitures particulières qui n'ont pas à aller au centre de la ville, et il n'a eu aucun effet sur le temps de trajet des véhicules à destination du centre. Sa conséquence principale a été d'affecter près de 40 % de la circulation de transit à la route de rocade. (20)

NOTTINGHAM (Royaume-Uni). Nottingham (population urbaine de 550.000 personnes) a adopté en 1972 une politique de transport mettant l'accent sur la mise au point d'un réseau de transports en commun, intéressant l'ensemble de la zone urbaine ; cette décision est venue annuler un choix antérieur concernant la construction de parcs de stationnement et l'aménagement des rues, pour faire face à la demande de déplacement en automobile. Le plan a commencé en 1974 ; il porte sur les trois prochaines années, et son objectif est double : améliorer de manière directe les autobus, et mettre en place un certain nombre de contrôles pour gérer la circulation des automobiles.

Dans un premier temps, la ville a commandé de nouveaux autobus modernes, augmenté leur fréquence de passage, offert un service dans les zones à faible densité, établi des parcs de dissuasion, créé un programme de transports en commun gratuits à l'intérieur de la ville, réservé un certain nombre de voies et de rues pour les autobus, installé des abris et amélioré l'information du public. Du point de vue de la gestion de la circulation, on a édicté des mesures restrictives concernant le stationnement pendant les heures de pointe, les arrêts et les livraisons ; on a augmenté les tarifs de stationnement en dehors de la rue et diminué les durées autorisées ; et le stationnement prolongé dans la rue a été virtuellement éliminé. De plus, un nouveau plan de circulation est actuellement en cours de mise au point ; son but est de faciliter l'exploitation et l'accès des autobus. On espère être prochainement en mesure de contrôler la circulation dans toutes les zones résidentielles et du centre de la ville.

Figure 15

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA GESTION DEFINITIVE
DU TRAFIC A NOTTINGHAM

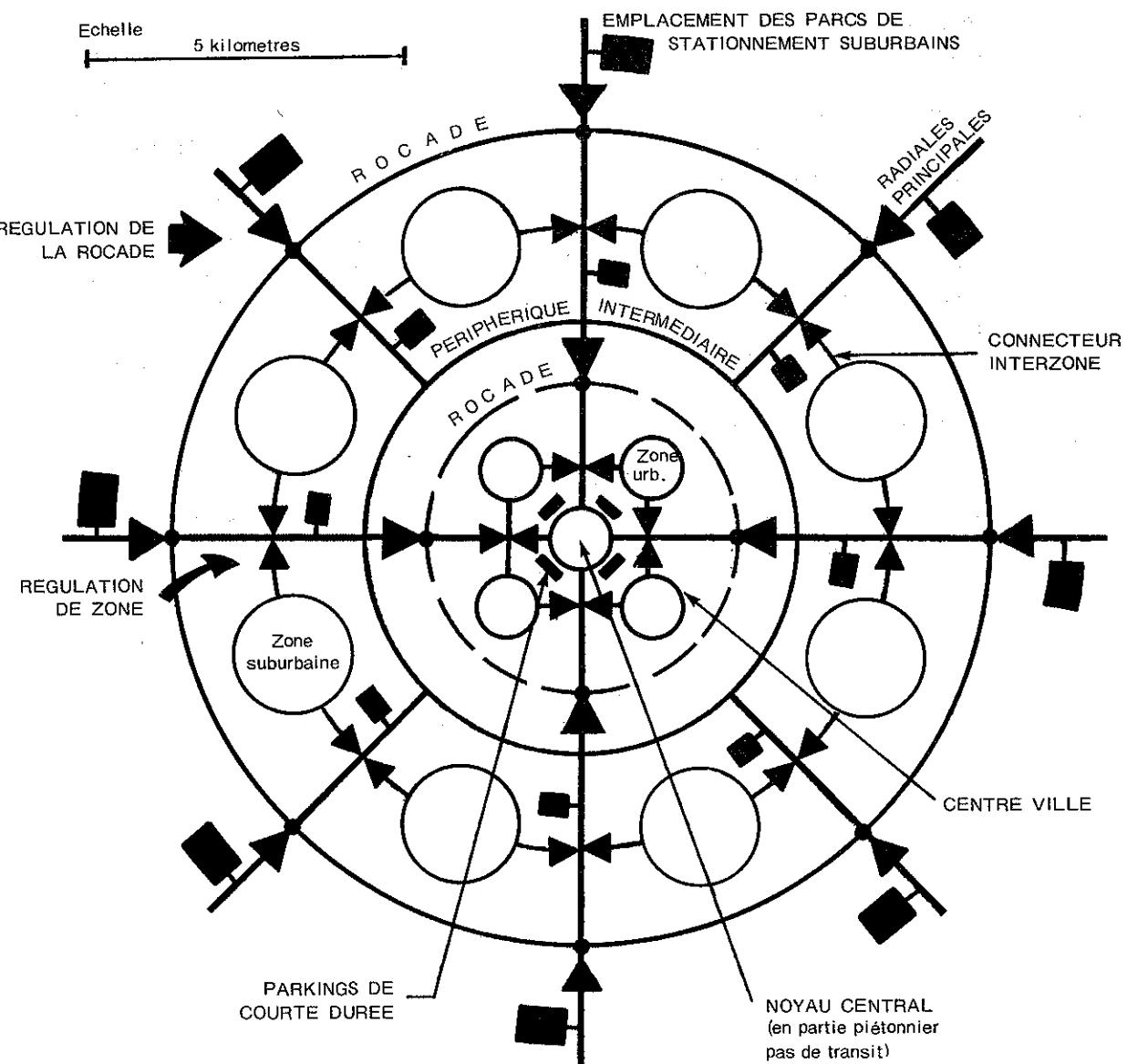
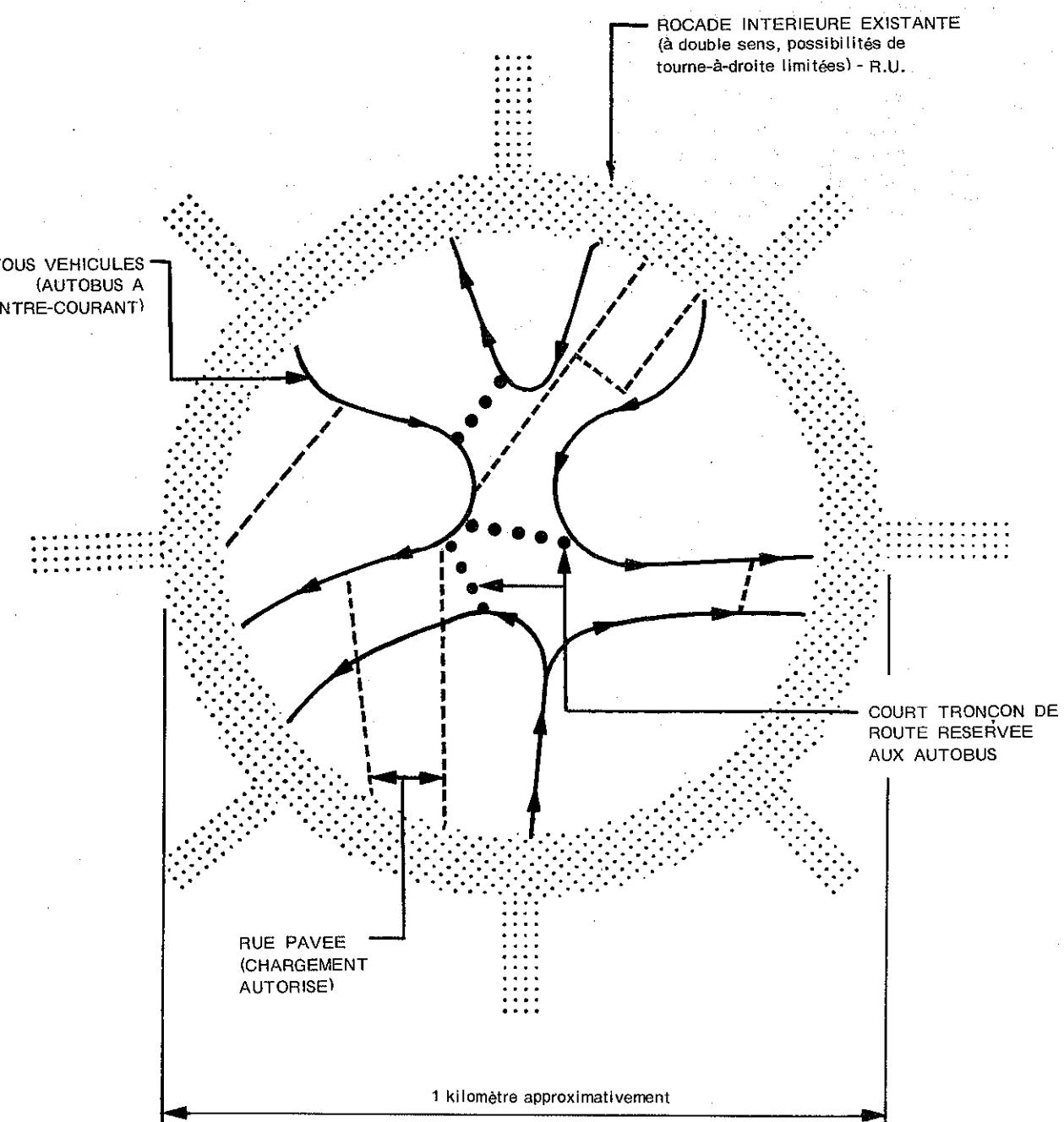


Figure 16

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU NOYAU CENTRAL DE NOTTINGHAM



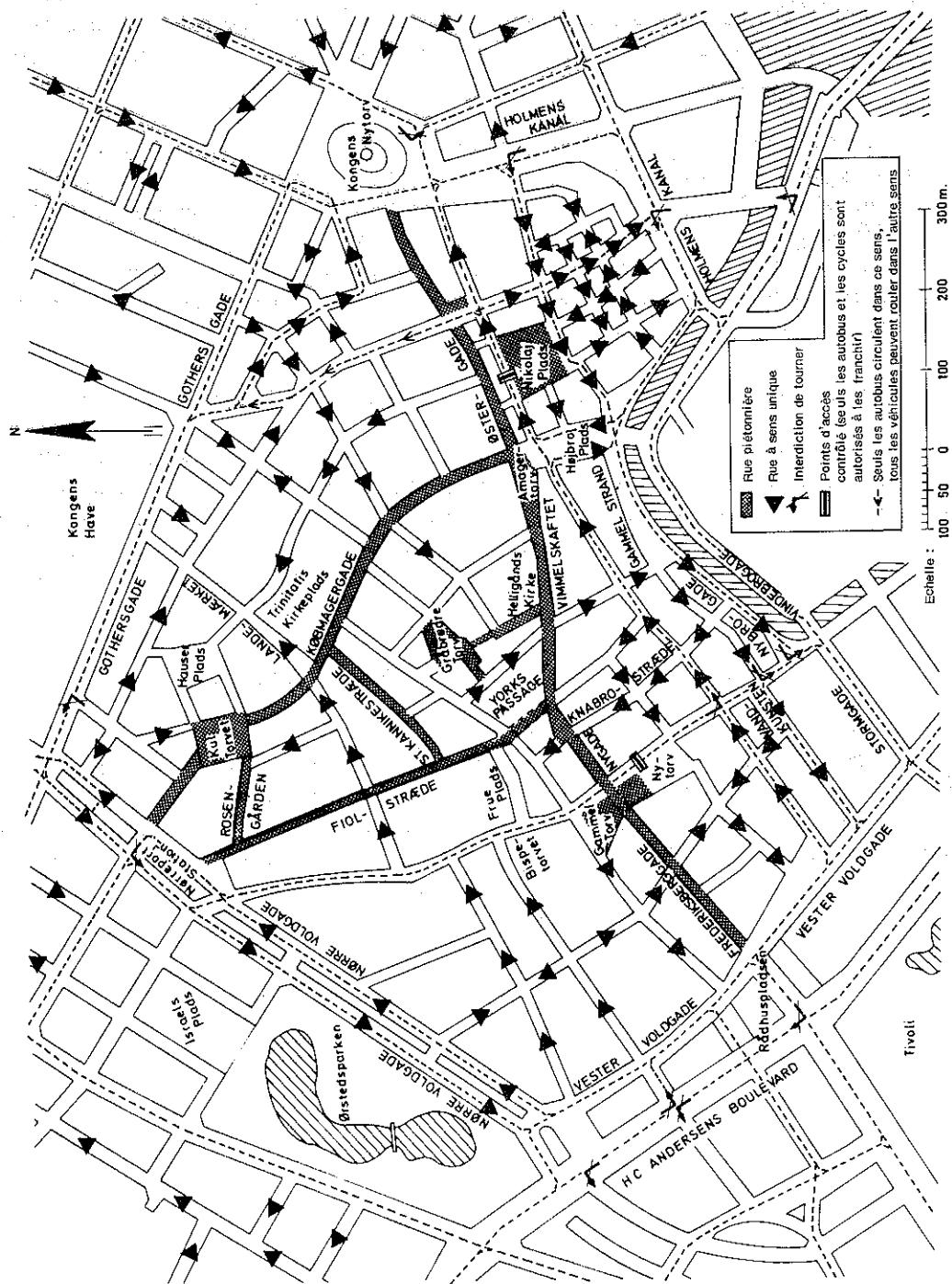
En août 1975, a commencé une première expérience portant sur deux zones résidentielles et trois importantes routes radiales. Ces zones sont entourées par des routes principales ; la sortie de ces alvéoles par ces routes sera contrôlée. La circulation pénétrant dans chacune des zones ne sera pas contrôlée directement. Dans le cas général, on fermera environ la moitié des voies permettant actuellement de sortir de ces zones ; certaines autres seront réservées à l'usage exclusif des autobus et les dernières seront contrôlées par des feux de signalisation (dans quelques-unes de celles-ci, on installera des bandes réservées pour permettre aux autobus de contourner les files d'attente prévues dans ces endroits). La signalisation installée dans la rue principale donnera la priorité à cette même rue. En plus des contrôles posés dans les zones résidentielles, on trouvera un nouveau cordon de feux de signalisation situé sur les itinéraires principaux, juste après la sortie du centre de la ville. Ils seront réglés de manière à limiter l'accès des véhicules dans le centre. Les voies réservées aux autobus permettront à ceux-ci de ne pas être pris dans les encombrements de ces zones congestionnées, lors de la desserte de la zone urbaine de Nottingham. On a prévu en outre un réseau de voies et de rues réservées aux autobus dans la zone centrale (voir figure 15). (21).

COPENHAGUE (Danemark). Il n'y a plus de circulation de transit dans le centre de la ville depuis deux décennies. Ce résultat a été obtenu à l'aide d'un système de rues à sens unique. A ce dispositif, est venu s'ajouter depuis 1962 un réseau de rues piétonnières et de points d'accès contrôlé. (voir figure 16). Ces lignes ne peuvent être franchies que par les autobus et les cyclistes. Cette méthode a permis d'éliminer le trafic de transit sans produire aucune augmentation induite de la circulation par ailleurs, comme cela est souvent le cas des systèmes alvéolaires les plus rigoureux.

Il n'y a pas suffisamment de places de stationnement dans le centre de Copenhague, ce qui a obligé les autorités à limiter le stationnement gratuit le long des trottoirs à une durée d'un quart-d'heure ou une heure. Ailleurs, le parking est contrôlé par des parcmètres et la durée autorisée est de 3 h au maximum.

Remarques générales. Certaines autres villes ont également mis en place des plans globaux de circulation s'appliquant à l'ensemble d'une zone urbaine et mettant l'accent sur les transports en commun. Il s'agit de Brême (Allemagne) et de Göteborg (Suède). Elles ont mis au point, toutes les deux dans les années 1960, un réseau efficace de tramways et d'autobus sur la base d'un certain nombre d'alvéoles de circulation et de routes de rocade. Le système de Besançon a été mis au point sur le modèle de ces villes. Ces plans ne feront pas ici l'objet d'un examen détaillé, car ils sont orientés sur les tramways. Une étude de l'efficacité du système de Göteborg a montré toutefois que la vitesse générale avait augmenté de 50 % sur la route de rocade. La pollution de l'air a diminué de 80 % dans le centre de la ville et les niveaux de bruit d'environ 4 %. La ville de Nagoya (Japon) utilise le même concept comportant des alvéoles de circulation et une route de rocade.

COPENHAGUE - PLAN DU CENTRE DE LA VILLE



92 cellules ont déjà été établies à ce jour et il est prévu d'étendre la technique à l'ensemble de la ville. Des résultats préliminaires provenant d'un échantillon d'habitantes indiquent une certaine diminution de la fréquence des accidents de toute nature, ainsi qu'une décroissance de trois décibels du niveau de bruit et de 18 % pour la durée des déplacements sur la route de rocade (25a).

Par ailleurs, les villes d'Uppsala (Suède) et de Bologne (Italie) ont mis au point un ensemble de mesures concernant l'ensemble de la zone urbaine qui visent à décourager la circulation générale, par une signalisation et un réseau de sens uniques appropriés, de manière à rendre les déplacements en direction du centre particulièrement pénibles pour la circulation générale. Par contre, il a été prévu un réseau de voies réservées donnant aux autobus un accès direct et rapide (25b).

IV.4. Etudes de planification d'un réseau de voies réservées aux autobus

Les améliorations d'un réseau de voies réservées aux autobus se prêtent particulièrement bien à une analyse par ordinateur, étant donné leurs objectifs et leur complexité. Cela permet au projeteur d'examiner rapidement et de manière efficace un grand nombre de possibilités. Les études de planification ci-dessous sont présentées pour mettre en lumière les principales contraintes et les hypothèses utilisées au cours de ces études.

IV.4.1. Approche basée sur les transports en commun en général

Le Plan Métropolitain de Rome de 1974 (22) constitue l'exemple type d'une étude de planification des transports urbains. A l'instar d'un grand nombre de plans modernes sur les transports, l'étude a commencé par le recueil d'une grande quantité de données concernant l'utilisation du sol, les caractéristiques démographiques, les transports, les considérations économiques, etc.. On a élaboré ensuite un modèle mathématique séquentiel sur la base d'une enquête par interviews à domicile effectuée en 1964. Ce modèle avait pour but de déterminer :

- la génération des déplacements,
- la distribution des déplacements,
- la répartition modale,
- l'affectation du trafic.

Ayant ainsi calculé ces grandeurs et déterminé quelle était la population prévue, ainsi que les statistiques prévisionnelles concernant les taux de possession des véhicules, les projeteurs ont été en mesure de recommander dans un premier temps la mise en place de quatre lignes rapides sur rail (métro) pour desservir les axes Origine-Destination (O-D) les plus chargés, tels qu'ils ressortent du modèle ci-dessus. On répartit ensuite le reste de l'infrastructure déjà existante des transports en

commun (tramways et autobus) pour desservir le métro. Il s'agit d'une méthode à deux étapes. Premièrement, on identifie les lignes de tramway et d'autobus qui sont susceptibles d'alimenter le métro ; les installations parallèles sont éliminées. Dans un deuxième temps, on organise les autres lignes de manière à ce qu'elles desservent les corridors où les déplacements sont nombreux et qui ne sont pas desservis par le métro. Le critère final est la durée des déplacements (vitesse) et une "vitesse commerciale acceptable" minimale recommandée a priori. On essaie ensuite le réseau de transports en commun de surface avec le reste de la circulation, et on calcule quelles sont les rues qui seront incapables de permettre les vitesses minimales ci-dessus. Dans ces rues, seront donc prévues des voies réservées pour autobus et tramways, dans la mesure où cet arrangement n'entraînera pas de conséquences "draconniennes" pour le reste du trafic. Le réseau de voies réservées ainsi obtenu n'est pas nécessairement d'un seul tenant. Ce processus séquentiel est un exemple typique de la manière dont on réalise beaucoup d'études de transports ; l'étude de Washington D.C. visant à étudier un réseau de métro et d'autobus pour cette ville utilise une approche similaire.

Approche fondée sur les voies réservées aux autobus

La ville de Londres représente un bon exemple d'utilisation particulière de l'approche basée sur les transports en commun en général, en mettant l'accent sur les voies réservées aux autobus. L'étude théorique de 1973 sur les voies d'autobus à Londres ressemble par beaucoup de côtés à l'étude de Rome. Il s'agit toujours d'examiner l'ensemble d'un réseau ; mais la différence réside dans le fait que l'étude de Londres porte sur les voies réservées aux autobus et les conséquences de leur mise en place, sans s'occuper des autres modes de transport en commun. Elle porte en fait exclusivement sur l'amélioration du statut des autobus. C'est la raison pour laquelle ce travail a permis d'étudier l'effet des autobus sur le reste de la circulation d'une manière plus détaillée que l'étude de Rome.

D'un point de vue général, ce travail tentait de déterminer les différentes possibilités des voies pour autobus, sans tenir compte des anciennes contraintes britanniques relatives à l'impact sur le reste de la circulation et à l'obligation de rentabilité. Dans ces conditions, cette étude théorique a permis de comparer l'alternative ci-après : 1) voies réservées aux autobus dans toutes les rues desservies lorsqu'il est possible de les implanter (contrainte de la largeur de la rue), et 2) bandes réservées aux autobus uniquement sur les lignes principales. L'étude avait reconnu au préalable qu'il était important de connaître de manière précise la vitesse des autobus dans les bandes réservées, ainsi que celle du reste de la circulation. On a donc lancé une enquête de grande envergure pour recueillir des données portant sur la largeur des rues, les débits de circulation, les emplacements de la signalisation, les véhicules en stationnement, les arrêts d'autobus, etc.. Un réseau expérimental a été établi sur ces bases, puis essayé ; les paramètres calculés ont été les suivants : longueur des files d'attente, autobus-heures, véhicules-kilomètres et vitesses moyennes. Quelques facteurs non analytiques ont été reconnus, bien qu'il soit apparu manifestement impossible de les inclure dans l'analyse du modèle. Il s'agit de l'effet des bandes réservées sur les immeubles riverains, sur l'application de la réglementation, sur l'environnement, sur les avantages pour les autobus

traintes posées par les équipements de transport existant déjà, et elles devront concentrer leurs efforts sur le court terme. Mais la gamme des outils dont on dispose est assez variée. Il est à peu près certain que leurs programmes concernant les autobus comporteront un effort limité de constructions neuves, une tentative pour établir un réseau d'autobus en améliorant directement la qualité des transports en commun (c'est-à-dire en augmentant la flotte des autobus et en étendant leur utilisation, etc..), ainsi que l'adoption d'un certain nombre de mesures pour limiter ou contrôler le déplacement des véhicules privés. Tout cela a pour but d'améliorer les conditions de fonctionnement des autobus, et, par voie de conséquence, d'en étendre la clientèle. Le concept qui émerge de toutes ces considérations est que l'on doit mettre au point un plan de circulation combinant :

- un accès radial au centre d'affaires par un réseau de bandes réservées aux autobus,
- l'interdiction de la circulation de transit dans le centre de la ville et une augmentation de la facilité d'accès dans le centre pour les transports en commun,
- la mise en application de mesures politiques telles que la limitation du stationnement ou la mise en oeuvre de certaines procédures "d'autorisation" (voir la référence 25 - étude de cas : Singapour), dans le but de limiter le trafic.

Les impacts dans le domaine de la gestion de la circulation ont été variables d'une ville à l'autre. Cependant, il s'est avéré que cette technique a réussi en général à transformer le comportement de la demande de déplacements vers le centre d'affaires, et à atteindre certains objectifs relatifs à l'environnement. Par exemple, on estime à Besançon que le taux d'utilisation des transports en commun a augmenté de plus de 50 % au cours de la première année. L'effet des plans de gestion de la circulation à l'échelon de l'ensemble de la ville est moins évident en ce qui concerne les déplacements non destinés au centre d'affaires, par suite des difficultés rencontrées pour contrôler les déplacements banlieue-banlieue. Mais il est difficile d'isoler les effets des facteurs qui ont exercé l'influence la plus importante (pour le moins) sur la circulation, étant donné que la plupart des plans s'articulent en de nombreuses parties qui sont toutes mises en oeuvre simultanément.

On considère que les concepts de la gestion de la circulation constituent un bon moyen d'éviter les constructions. Tout cela est logique, dans la mesure où l'on peut améliorer le fonctionnement des autobus, particulièrement lorsqu'on augmente leur capacité et leur régularité, et qu'on accroît la qualité de leur fonctionnement. Une augmentation de la vitesse est moins utile étant donné que le centre des villes est peu étendu.

IV.5.2. Les villes nouvelles (ou les nouvelles urbanisations)

Les autobus roulant sur un réseau réservé à niveau séparé bénéficient du meilleur environnement fonctionnel possible et ils peuvent fournir le meilleur service. Tous les problèmes de nature géométrique (virages, accotements inappropriés, absence de voies de dépassement, etc..) peuvent être résolus, et on peut dès lors mettre en place un système ayant un caractère permanent, et donnant un aspect plus attrayant aux autobus, tout en accroissant la capacité des lignes et en fournissant un service confortable, rapide et digne de confiance. La planification des villes nouvelles est l'une des rares opportunités permettant actuellement d'élaborer des systèmes d'autobus intéressant l'ensemble d'une zone urbaine. De plus, cette exigence d'un site propre peut servir également à mieux intégrer les installations de transport, et elle permettra de concevoir des stations capables de desservir directement les différents générateurs de circulation et de donner la préférence aux piétons.

Les voies pour autobus en site propre intégral (c'est-à-dire les installations à l'usage exclusif des autobus, situées sur un niveau séparé) sont-elles rentables lorsque la demande est encore faible, avant la fin de l'urbanisation ? La conception des réseaux en site propre pour les autobus dans les villes nouvelles doit se faire selon une approche plus progressive. Il semble plus logique de suivre la démarche utilisée pour les tramways :

- construire des installations séparées, à niveaux, c'est-à-dire mettre en place une séparation horizontale ;
- limiter les effets nuisibles de la circulation désirant traverser, en aménageant une signalisation déclenchée par les véhicules eux-mêmes ;
- installer des carrefours à niveaux séparés de manière progressive, au fur et à mesure qu'on approche de la saturation.

L'idée de préserver un site propre, comme dans les villes nouvelles, est très saine, car elle autorise toutes les possibilités d'intégration des transports et de l'utilisation du sol ; cet arrangement permettra d'accroître ultérieurement la capacité et de mettre en place de nouveaux systèmes au cours d'une prochaine étape, sans causer pour autant aucune gêne à la collectivité par des démolitions coûteuses.

Le réseau routier est conçu généralement pour satisfaire la demande future de circulation ; cela veut dire le plus souvent que le réseau restera sous-employé pendant toute une période intermédiaire. Cette situation encourage l'utilisation illimitée des véhicules particuliers et se trouve par conséquent en contradiction avec le désir d'encourager et de promouvoir les transports en commun. Il semblerait nécessaire dans ces conditions d'attendre un certain temps avant de tenter d'évaluer quel sera le taux réel d'utilisation des autobus. Par ailleurs, on doit admettre le concept suivant dès l'origine : il est très important de reconnaître que si le taux d'occupation des transports en commun reste faible dans les villes nouvelles, cela n'est généralement pas dû à la technologie de ces derniers, mais plutôt à l'absence de contraintes à l'encontre des véhicules particuliers.

EVALUATION DES PROJETS DE BANDES RESERVEES AUX AUTOBUS

Dans le présent chapitre, on examine les méthodes d'évaluation des bandes réservées aux autobus, principalement dans le contexte local. Ces méthodes toutefois pourraient aussi bien s'appliquer à l'évaluation des itinéraires qu'aux réseaux de voies réservées plus importants.

Tout changement, qu'il s'agisse de mise en œuvre de bandes réservées ou de toute autre modification imposée dans le domaine des transports, a pour objet d'atteindre certains objectifs bien définis. L'implantation de bandes réservées aux autobus a généralement pour objectif de mieux servir les usagers ou de faciliter l'exploitation grâce, par exemple, à la régularité du service et à l'amélioration des temps de trajet. En général, cependant, il est difficile d'obtenir un tel résultat sans qu'il y ait de répercussions pour les non usagers, parfois même à leur détriment. L'évaluation d'un projet de bandes réservées n'a pas par conséquent à considérer le seul objectif à atteindre ; elle doit aussi se pencher sur les conséquences pour l'ensemble de la communauté. Cette évaluation doit donner lieu à une analyse où les avantages et les inconvénients tant matériels que subjectifs débouchent sur une vue d'ensemble.

V.1. Facteurs d'évaluation des bandes réservées aux autobus

L'évaluation d'un nouveau projet de bandes réservées comporte en général l'étude des points ci-après :

Gains et/ou pertes de temps

Pour les passagers des autobus :

- par suite de modifications dans la durée du trajet en autobus,
- " " " " dans la durée d'attente aux arrêts,
- " " " " dans les temps de trajet à pied jusqu'à la station de départ et depuis la station de descente jusqu'à destination,
- " " " " apportées aux correspondances,
- " " " " d'horaires sur d'autres itinéraires.

Pour les utilisateurs de voitures particulières :

- par suite de modifications du temps de trajet sur l'itinéraire directement concerné,
- " " " " dans la durée du trajet pour les automobiles qui changent d'itinéraire,
- " " " " dans le temps pris pour trouver un stationnement,
- " " " " dans les temps de trajet à pied pour aller à sa voiture et de l'emplacement de stationnement à sa destination.

- Pour les piétons :
- par suite de modifications dans la durée du trajet à pied à l'exclusion des trajets liés à un quelconque moyen de transport.

Variations des coûts d'investissements et de fonctionnement

Coûts concernant les autobus :

- Nécessité ou non d'acheter de nouveaux autobus et modification des autobus existants.
- Modification dans l'exploitation.
- Services et matériels annexes.

Coûts concernant les automobiles :

- Modification du prix au kilomètre du fait de nouvelles conditions de circulation.
- Modification du kilométrage total parcouru.
- Modification dans le nombre de voitures en circulation et incidence sur la fabrication des automobiles.

Coûts concernant les véhicules commerciaux :

- Modification du prix au kilomètre du fait de nouvelles conditions de circulation.
- Modification du kilométrage total parcouru.
- Modification des coûts d'exploitation en fonction des différentes conditions de livraison/enlèvement des marchandises.
- Modification du nombre de véhicules nécessaires.

Coûts concernant la route :

- Investissements liés aux projets de bandes réservées.
- Coûts d'exploitation.
- Coûts de la surveillance par la police.
- Nécessité ou non de nouvelles constructions de routes et d'emplacements de stationnement, possibilité de report de ces investissements.

Coûts concernant les accidents.

Profits ou pertes qui résulteraient de parcours plus ou moins nombreux ou de changement du mode de transport adopté

- Avantages pour les voyageurs effectuant de nouveaux trajets (génération des déplacements)
- Pertes pour les voyageurs effectuant moins de trajets (suppression des déplacements)
- Avantages ou inconvénients pour les voyageurs qui changent de mode de transport

- Investissements nécessaires en vue de déplacements supplémentaires (par exemple davantage d'autobus)
- Economies réalisées en cas de déplacements moins nombreux (par exemple réduction des coûts concernant les automobiles).

Effets sur l'environnement

- Bruit
- Vibration
- Gaz d'échappement
- Intrusion visuelle
- Effet de coupure
- Poussière et saleté

Autres considérations

- Place du projet dans une planification à plus long terme
- Influence sur le développement économique et social
- Influence sur l'utilisation du sol (dans le cas des projets de grande envergure)
- Répartition des coûts et des économies sur les différents groupes de population.

V.2. Portée de l'évaluation

Une liste des points à prendre en considération peut être utile lorsqu'il s'agit de déterminer les éléments à considérer dans le cadre d'une évaluation, mais beaucoup de ces facteurs sont difficiles à chiffrer et ne se prêtent qu'à une appréciation qualitative ; il ne faudrait pas toutefois les négliger dans une évaluation. Le fait de ne pouvoir chiffrer certains facteurs ne justifie cependant pas que l'on abandonne la mesure des autres facteurs. Toute possibilité de mesure objective serait de nature à faciliter une bonne prévision des changements qui résulteraient de la réalisation d'un projet de bandes réservées ; des impressions subjectives à elles seules pourraient induire en erreur.

Ainsi, en théorie, tous les facteurs pertinents sont à étudier dans le cadre de l'évaluation. Dans la pratique, cependant, il est souvent nécessaire pour celle-ci d'admettre certaines limites imposées par les crédits et le temps dont on dispose. Il serait admissible en pareil cas de laisser de côté certains facteurs si, d'après

l'expérience acquise, ils sont peu susceptibles de changement ou si leur modification n'a que peu d'incidence.

Avant d'entreprendre une évaluation, il faut bien savoir ce que l'on veut en tirer comme enseignement. L'évaluation se borne assez souvent à se demander si la bande réservée apportera une amélioration par rapport à la situation antérieure, en fonction de certains critères. S'il s'agit d'en tirer des résultats d'application générale, il sera sans doute nécessaire de pousser plus loin afin de dégager les avantages et les inconvénients que pourraient présenter les bandes réservées envisagées, et ceci implique des recherches sur le concept de l'optimisation, à chaque étape, de l'emploi des aménagements de transport. Par exemple, lorsque la bande réservée entraîne la suppression d'une file de stationnement, une étude avant et après pourrait montrer que la bande réservée profite à toutes les catégories de véhicules en circulation, les autobus comme les autres. En négligeant, dans cet exemple, certains autres facteurs, le projet pourrait apparaître comme un succès, mais il manquerait une étape importante de l'évaluation. Pour avoir une bonne idée des répercussions de la bande réservée sur la circulation, il faut comparer la situation de la bande réservée avec une situation intermédiaire où la file de voitures en stationnement sera supprimée, mais où la voie ainsi dégagée sera ouverte au trafic général.

La section II.4 sur les mesures d'accompagnement fait ressortir que les bandes réservées sont souvent mises en place simultanément avec d'autres changements, et, comme le montre l'exemple ci-dessus, l'évaluation s'en trouve compliquée. Du point de vue analytique, la mise en oeuvre de plusieurs modifications doit se faire par étapes afin de pouvoir évaluer individuellement l'effet de chacune de ses étapes. Ceci peut être difficile à réaliser en pratique à cause de diverses contraintes locales ou de la volonté de mettre en place en une seule fois une somme d'améliorations ayant un impact psychologique suffisant, mais il convient néanmoins de recourir à une progression par étapes si l'on veut faire une évaluation correcte.

V.3. Etudes "avant-après"

Peu de projets de bandes réservées ont bénéficié jusqu'à présent d'une évaluation exhaustive. La plupart des projets combinent la gestion du trafic ou d'autres mesures avec la mise en place de bandes réservées, de sorte qu'il est impossible d'attribuer les effets à une cause bien définie. D'autres évaluations n'ont pas tenu compte des effets sur le reste du trafic. Il est impossible, dans ces conditions, de bien prévoir l'effet qu'une nouvelle bande réservée pourrait avoir sur les facteurs énoncés ci-dessus. Il serait donc très utile de connaître les résultats d'un certain nombre d'évaluations de bandes réservées futures pour aider à l'amélioration de leur conception ainsi que pour permettre d'établir des prévisions fiables.

V.3.1. Enquêtes - choix de la période

Il importe, dans la planification des enquêtes destinées à mesurer les différents facteurs avant et après la mise en place de bandes réservées, de garder à l'esprit que de nombreuses autres causes peuvent agir sur les résultats. Il existe, par exemple, des variations saisonnières importantes dans le trafic dues aux changements

météorologiques, à des événements particuliers (matches de football, chantiers de travaux routiers, accidents, etc...) comme il peut aussi se produire des changements tels qu'en 1973 lors de l'escalade du prix de l'essence. D'autre part, il convient, après la mise en oeuvre d'une bande réservée, de laisser aux usagers le temps de s'y accoutumer ; il pourrait en résulter des changements d'itinéraires, des changements de mode ou d'heure de transport.

En général, il est sans doute préférable de procéder par études "avant-après" au printemps ou en automne, saisons où les conditions atmosphériques sont tempérées, où la majorité des habitants ne sont pas en vacances et où les heures de pointe du matin et du soir se passent à la lumière du jour. Il convient de procéder à des relevés pendant plusieurs jours avant, et de nouveau après, afin de noter les différences d'un jour à l'autre de la semaine, et de dégager une notion des variations normales de circulation indépendantes de la nouvelle bande réservée. Il faut attendre, au moins plusieurs semaines après la mise en service d'une bande réservée, pour que la nouvelle situation ainsi créée se stabilise et se prête à des mesures. Lorsqu'il s'agit d'un projet plus vaste, portant sur l'ensemble d'un itinéraire ou sur toute une zone urbaine, la période d'adaptation sera en général de plusieurs mois, ou même d'une année ou, peut-être faudra-t-il observer et suivre de manière continue certains éléments tels que le débit du trafic ou la fréquentation des autobus pour savoir quand la situation se sera stabilisée.

Si les études "avant-après" peuvent s'effectuer dans une période de deux à trois mois, des variations à long terme telles que les changements dans le parc automobile, dans le coût de la vie et dans les revenus réels peuvent probablement être négligées.

V.3.2. Etendue du domaine des mesures

Nous avons vu qu'une nouvelle bande réservée peut avoir des répercussions qui vont bien au-delà des seules personnes directement concernées. Le trafic peut se redistribuer entre les rues à bande réservée et les autres, et les personnes peuvent changer de mode de transport. En général, les répercussions s'estompent à mesure qu'on s'éloigne de la nouvelle voie réservée, et il devient plus difficile d'en constater les effets. C'est donc une question de jugement que d'estimer pour la situation avant jusqu'à quel point il faut effectuer des mesures sur les autres routes et moyens de transport. Une fois de plus, ce sont les projets de grande envergure qui exigent une grande couverture. A titre d'exemple des nécessités éventuelles, l'observation d'une bande réservée mise en place sur une route radiale principale conduisant dans le centre ville a permis de constater que le trafic se détournait sur des routes radiales adjacentes en raison de la perte de capacité subie par les rues de l'itinéraire doté de la bande réservée. Le supplément de trafic sur ces autres routes a eu pour effet d'y ralentir toute la circulation y compris celle des autobus. Ces autobus ont perdu plus que n'ont gagné les autobus de la bande réservée. Cet exemple démontre bien qu'une évaluation faite à partir d'observations relevées sur le seul itinéraire doté d'une bande réservée aurait pu induire en erreur.

En déterminant le nombre de relevés à faire d'un élément donné sur un tronçon de route, le temps de trajet par exemple, il faudrait tenter d'évaluer - à partir, éventuellement, de constatations antérieures fondées sur des observations similaires - la dispersion probable des résultats par rapport à la moyenne. En appliquant ainsi la technique statistique classique, il est possible de déterminer le nombre de résultats nécessaires pour obtenir une moyenne avec un seuil de confiance acceptable pour la quantité mesurée.

Il sera souvent utile, enfin, de procéder à des observations supplémentaires en un point témoin aussi semblable que possible à celui où se font les relevés de l'étude, à l'exception bien entendu que ce point ne comporte pas de bande réservée. Il sera possible ainsi de comparer les changements sur la bande réservée avec ceux du point témoin, afin de corriger les résultats en fonction des changements dont l'origine n'aurait aucun rapport avec la mise en place de la bande réservée.

V.4. Estimation des gains et des pertes

Les résultats des études "avant-après" peuvent servir assez souvent et sans difficulté à estimer les changements qui seraient apportés aux divers facteurs indiqués à la Section IV.1. En certains cas toutefois, le moyen de calculer certains gains ou pertes sera moins évident. Des problèmes particuliers dans ce contexte sont examinés ci-après.

V.4.1. Intégration des gains et pertes de temps

Pour faire une estimation des gains de temps au profit des passagers qu'apporterait une bande réservée, il suffit, par exemple, de multiplier le temps de trajet gagné par les autobus par le nombre de passagers transportés pour obtenir un gain total exprimé en heures de passagers d'autobus passées dans le véhicule. Le gain de temps réel par passager sera peut-être très faible, dans certains cas (par exemple 1 minute), et il n'est en général pas universellement reconnu que d'aussi faibles gains de temps ont une quelconque valeur réelle. Pour le moment toutefois, la méthode d'estimation la plus pratique consiste bien à totaliser les gains de temps comme dans l'exemple ci-dessus.

V.4.2. Changement de mode, génération, ou suppression de déplacements

Il est assez facile par cette même méthode de quantifier les gains ou les pertes de temps de ceux qui font le même trajet avant et après. Pour ceux qui changent leurs habitudes en adoptant un nouveau trajet (génération), en cessant de se déplacer (suppression) ou en adoptant un autre mode de transport, les gains ou pertes feront intervenir des estimations.

Si, par exemple, une bande réservée profite de manière certaine aux passagers habituels et que cette amélioration attire de nouveaux passagers, on suppose très souvent que le gain pour ces nouveaux passagers se situera quelque part entre zéro et le gain pour les passagers habituels. Les avantages ne peuvent être négatifs car dans ce cas, ils ne prendraient pas l'autobus. De même les nouveaux passagers ne peuvent pas

gagner plus que les habitués car s'il en était ainsi ils auraient déjà adopté ce trajet avant l'amélioration. On peut donc supposer en ce qui concerne les nouveaux passagers que le gain en moyenne serait égal à la moitié du gain dont bénéficient les passagers habituels. Il est possible d'appliquer une règle similaire aux trajets supprimés.

Les trajets de voyageurs qui continuent à faire un déplacement, mais qui changent de mode, peuvent être considérés comme des suppressions de déplacement pour le premier mode de transport et des générations de déplacement pour le second, et on calcule en conséquence les gains ou pertes.

V.4.3. Déviation du trafic

Lorsqu'on s'attend à une déviation d'un bon nombre de véhicules sur d'autres routes à la suite de la mise en place d'une bande réservée, il peut être d'un coût prohibitif de mesurer les différences de temps sur ces autres routes. Une autre possibilité consisterait à mesurer les modifications du débit dans de telles circonstances et à calculer le temps de trajet en utilisant la relation standard vitesse/débit. Les gains ou pertes du trafic sur ces autres routes peuvent être grossièrement calculés, et la même technique que celle décrite à la section V.4.2. pour les voyageurs changeant de mode de transport peut s'appliquer aux personnes qui abandonnent un itinéraire en faveur d'un autre.

V.4.4. Temps d'attente

Ici encore, il s'agit d'une quantité difficile à mesurer directement avec quelque précision, notamment aux arrêts qui desservent plusieurs lignes d'autobus. Lorsqu'une ligne fonctionne avec un intervalle de 8 à 10 minutes entre les autobus, on peut supposer, si le service n'est pas d'une régularité exceptionnelle, que les voyageurs se présentent au hasard. Il est ainsi possible de calculer le temps total d'attente en mesurant l'intervalle de temps réel entre les autobus sur une période - en prenant pour temps moyen d'attente d'un autobus la moitié de l'intervalle de temps entre deux autobus - le nombre de passagers en attente étant considéré comme proportionnel à ce même intervalle de temps. Si le taux d'arrivée des passagers à la station d'arrêt varie fortement au cours d'une période donnée, il convient de calculer un temps d'attente distinct pour chaque partie de la période durant laquelle les arrivées sont à peu près régulières.

V.4.5. Frais d'exploitation des autobus

Si les autobus avancent plus rapidement grâce à la bande réservée, il en résulte diverses économies. Une vitesse supérieure à la vitesse d'exploitation normale en ville se traduit par une économie du coût du kilomètre parcouru qui résulte d'économies de carburant, de lubrifiant, de pneus, de freins, etc. Il existe des formules pour calculer les économies qui résultent d'un accroissement de la vitesse commerciale, mais elles peuvent conduire à une sous-estimation car une bande réservée pourrait permettre une plus grande réduction du nombre des arrêts et redémarrages au cours d'un trajet que ce qui est prévu par la formule.

Une économie de personnel roulant n'est possible qu'en remaniant l'horaire du service de manière à profiter d'une plus grande régularité et d'une amélioration des temps moyens de parcours et si, à partir de là, il devient possible de maintenir le niveau de service original avec moins d'autobus. Dans la pratique, le gain de temps peut ne pas être suffisant pour permettre de retirer de la circulation un autobus, mais il convient dans l'évaluation de prévoir la suppression théorique d'un demi-autobus à titre d'économie potentielle susceptible d'être réalisée lorsque de nouvelles améliorations viendront augmenter les gains de temps sur l'itinéraire.

Il est possible d'utiliser un gain de temps important, non pas pour diminuer le nombre des autobus, mais pour en augmenter la fréquence, en conservant le même nombre d'autobus. Il s'agit là d'une option qui est certainement possible mais qui prêterait moins à confusion, si elle faisait l'objet d'une évaluation à part, qui en dégagerait les avantages et le coût, afin de décider entre l'augmentation de la fréquence et l'économie en nombre d'autobus.

V.5. Evaluation des résultats d'enquête

Pour donner une bonne image générale, une évaluation doit être basée sur les avantages et les pertes pour la communauté dans son ensemble. En général, une évaluation faite par une fraction de la communauté laisserait de côté d'importants facteurs. L'opinion qu'a un exploitant d'autobus d'une bande réservée résultera principalement des effets de cette bande sur les facteurs d'exploitation et peut être sur les passagers des autobus. Une municipalité verra la question sous un angle plus large et sera intéressée par les effets sur ceux qui ne prennent pas l'autobus, mais il lui arrivera souvent d'omettre de corriger son évaluation en fonction de la fiscalité ou des subventions. Il convient de ne pas tenir compte de la taxation en ce qui concerne les coûts ou les économies en investissement, car les impôts restent acquis à la communauté et ne constituent que des transferts. Par contre, les subventions à l'investissement ou aux frais d'exploitation doivent y figurer car elles constituent une dépense réelle même si les crédits proviennent d'un budget séparé.

V.5.1. Cause et effet

Ayant admis qu'une évaluation sur la base de la collectivité doit comprendre toutes les modifications réelles attribuables au projet de bande réservée, il est essentiel de confirmer que ces changements sont bien dus à cette cause. Les tests statistiques sont utiles pour comparer les résultats "avant-après", afin de déterminer si la différence est significative ou si elle n'aurait pas pour origine une variation fortuite. En principe, les tests de cette nature dans le cadre d'une étude de trafic doivent se faire avec un seuil de confiance de 95 %. Il convient de faire intervenir toutes les données "témoin" dont on dispose pour bien vérifier que la bande réservée se trouve réellement être la cause d'un effet défini. Une modification de la fréquentation des autobus sur une route dotée d'une bande réservée peut se comparer, par exemple, avec celles qui se produisent sur d'autres routes dépourvues de telles bandes.

V.5.2. Bilan définitif

Après avoir bien déterminé quels sont les changements que l'on peut avec raison attribuer au projet, il est possible ensuite de dresser un bilan où seront portés les différents facteurs énumérés en regard des modifications constatées. Etant donné que certaines modifications peuvent s'exprimer en valeur monétaire, d'autres en gains ou en pertes de temps, et que d'autres encore peuvent s'exprimer en diverses unités de mesure ou de manière purement subjective, on débouche enfin sur un jugement de valeur quant à l'évaluation globale de la bande réservée.

Une technique accessoire utile, mais qui ne saurait se substituer à ce jugement définitif, est celle utilisée pour les analyses coût-bénéfice. Les modifications mesurées autrement qu'en valeur monétaire peuvent chaque fois que possible être converties en termes monétaires. Ainsi, les gains et pertes de temps peuvent se chiffrer en attribuant une valeur monétaire au temps, et les augmentations ou diminutions d'accidents peuvent également se convertir en attribuant un coût exprimé en valeur monétaire aux différents types d'accidents matériels et/ou corporels. Les valeurs que l'on utilisera seront en général des unités de comptabilisation normalisées employées à l'échelle nationale, afin de conserver entre des projets très différents la possibilité d'une comparaison. Cette technique a pour avantage de limiter en dernière analyse le nombre des facteurs non exprimés en termes monétaires, et le jugement de valeur final peut par conséquent être un peu plus simple.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Il existe un fort courant d'intérêt dans tous les pays Membres au sujet de l'emploi optimal des installations utilisées actuellement pour les transports ; cette tendance apparaît notamment dans les zones urbaines, où l'on tente en particulier d'améliorer la qualité des transports en commun. Les améliorations et les traitements prioritaires en faveur des transports publics peuvent donner lieu à un certain nombre de résultats souhaitables, comme l'augmentation de la capacité des voies et des autoroutes urbaines en ce qui concerne le mouvement des personnes, la promotion des transports en commun par rapport à l'utilisation des voitures particulières, la diminution de la consommation de carburant dans le secteur des transports, et enfin et surtout une diminution globale des émissions de gaz d'échappement dues à la circulation routière.

Les systèmes réservés pour autobus sont appelés à jouer un rôle important dans l'équilibre entre les transports publics et privés dans les zones urbaines de toutes dimensions. Dans les villes petites et moyennes, les transports en commun seront le plus souvent des autobus et peut-être des tramways, si l'on considère les court et moyen termes. Dans les grandes villes, qu'il existe ou non d'autres modes de transport en commun, les systèmes d'autobus joueront et continueront de jouer le rôle principal. Leurs grands avantages sont la souplesse et le fait qu'ils sont capables d'alimenter les autres modes de transport en commun à infrastructure fixe.

Ce rapport contient un tour d'horizon sur l'état actuel des connaissances en ce qui concerne les mesures de priorité pour autobus, basées sur les travaux de recherche et l'expérience acquise dans les pays Membres de l'OCDE et notamment sur les réponses à un questionnaire distribué à tous les pays participants. Le Groupe n'avait pas l'intention de rédiger un manuel donnant les critères exacts pour la mise en place ou le fonctionnement des dispositifs de priorité pour les autobus, mais de décrire quelques techniques pratiquées actuellement et de suggérer un certain nombre de directives pour la planification, l'exploitation et le fonctionnement des bandes réservées et des systèmes d'autobus en site propre intégral.

Le Groupe a pu reconnaître, au cours de ses travaux, que de nombreuses variations de conception et d'utilisation existaient dans les pays Membres, et que ces variations sont souvent la conséquence de contraintes spécifiques locales, en particulier de nature légale ou réglementaire.

L'objectif des bandes réservées, des lignes en site propre intégral, et plus généralement des mesures de priorité en faveur des autobus, est d'obtenir que les lignes fonctionnent avec des vitesses commerciales plus élevées et une régularité accrue, afin d'offrir aux passagers un meilleur service et de rendre les autobus plus

intéressants que les voitures particulières. Toutefois, il est très important de noter que les bandes réservées et les lignes en site propre ne devront pas être utilisées comme des techniques passe-partout et de première urgence, dès que l'on constate des retards dans le fonctionnement des autobus. Dans un premier temps, on doit s'adresser à des ingénieurs de la circulation et à des gestionnaires confirmés et leur demander d'identifier les causes de ces retards ; les meilleures solutions consisteront le plus souvent à augmenter les restrictions de stationnement et à améliorer le marquage des chaussées, à modifier le cycle des feux et l'emplacement des arrêts. Ce n'est qu'à la suite de ces mesures et au cours d'une deuxième étape que l'on pourra mettre en place les bandes réservées et les lignes en site propre intégral.

VI.1. Conclusions

VI.1.1. Bandes réservées aux autobus

Justifications

On doit se rendre compte que l'on ne peut augmenter la vitesse commerciale des autobus dans les zones urbaines que jusqu'à un certain point. Cela est dû au fait que la vitesse maximum est limitée à 50-60 km/h et que les autobus sont obligés de s'arrêter périodiquement et de respecter les feux, ce qui occasionne certains retards, quelles que soient les améliorations.

Ces raisons font que les bandes réservées ne seront justifiées le plus souvent que sur des tronçons où la capacité est insuffisante et où il se produit périodiquement des encombres d'une importance et d'une durée moyenne, que doivent pouvoir franchir les autobus.

Si l'on suppose qu'il y a suffisamment d'espace, on peut déduire de ce qui précède les quelques critères fondamentaux suivants pour l'introduction des bandes réservées :

- 1) retards répétés sur certains tronçons par suite de files d'attente ;
- 2) nombre suffisant d'autobus à l'heure ;
- 3) l'entrave à la circulation privée, ainsi qu'aux opérations de chargement et de déchargement des marchandises, ne doit pas excéder un certain seuil, compte tenu de l'effet bénéfique pour les autobus.

D'autres considérations peuvent donner naissance au critère suivant :

- 4) le désir de faire rouler les autobus dans les deux sens, dans des rues en sens unique.

A propos du deuxième critère, on doit mentionner qu'il n'est généralement pas possible de définir le "nombre suffisant" d'autobus. Il est nécessaire dans tous les cas de comparer les avantages globaux pour les autobus et les inconvénients du troisième critère. Cela veut dire que l'on peut justifier une bande réservée où ne passent que quelques autobus, si la gêne qui en résulte pour le reste de la circulation reste peu importante et si les autobus en retirent un avantage considérable. Par ailleurs, il peut être imprudent d'installer une telle bande, même si elle doit servir pour un grand nombre d'autobus, lorsque ceux-ci n'en tirent que des avantages peu importants et que les autres usagers sont fortement gênés.

Le Groupe admet que les justifications pour la mise en place de bandes réservées qui ont déjà été avancées par différents auteurs constituent des contributions intéressantes ; il considère néanmoins qu'elles peuvent être prématurées dans la mesure où la plupart d'entre elles donnent des valeurs définies pour le nombre "suffisant" d'autobus. Bien qu'il soit tentant d'utiliser ces données, le Groupe considère que l'état actuel des connaissances ne justifie pas leur emploi. De plus, il ne pense pas qu'il sera jamais possible de fixer des valeurs de ce genre, car une même situation, eu égard aux débits de voitures et d'autobus et en ce qui concerne le réseau routier, peut donner lieu à différents traitements, selon la politique de gestion de circulation choisie. Pour exprimer un ordre de grandeur, on peut noter qu'il n'existe pas beaucoup de bandes réservées où circulent moins de 20 autobus à l'heure par ligne. De plus, les problèmes de fonctionnement peuvent produire une réduction notable de la qualité de l'écoulement, lorsque le volume est de 60 à 100 voitures à l'heure. La pratique montre toutefois que l'on peut effectivement atteindre des volumes plus élevés, dans certaines circonstances très particulières.

Pour que les usagers de la route comprennent que l'installation d'une bande réservée est justifiée, il faut que les critères ci-dessus aient été dûment considérés, et ce n'est qu'à cette condition que les usagers continueront à respecter les bandes réservées.

Les bandes réservées à contresens

La plupart des bandes réservées fonctionnent dans le même sens que la circulation générale, pour de nombreuses raisons, notamment parce qu'il est plus facile de les mettre en œuvre de cette façon ; elles causent moins de problèmes en ce qui concerne la sécurité et les opérations de chargement et de déchargement que les bandes à contresens.

Les bandes à contresens possèdent effectivement quelques avantages, à savoir que les autobus peuvent circuler dans les deux sens dans des rues en principe en sens unique, ce qui permet de sauvegarder l'itinéraire optimal ou d'en diminuer la longueur, et parce que dans une certaine mesure elles sont mieux respectées.

Une rue contenant une bande à contresens pourra être considérée du point de vue de la signalisation et du marquage comme étant à double sens, mais l'une des deux circulations se limite simplement aux autobus ; il n'en reste pas moins que les ingénieurs de la circulation auront à prendre des mesures appropriées pour éviter des accidents.

de piétons, et dans certains cas, les accidents causés par les véhicules débouchant des voies perpendiculaires au cours de la période qui suit immédiatement la mise en place de la nouvelle bande.

Heures de fonctionnement des bandes réservées et livraisons

Les heures de mise en service des bandes réservées sont très variables, cela peut aller de la période des heures de pointe uniquement jusqu'à 24 heures par jour.

Lorsqu'une bande réservée fonctionne pendant les heures de pointe, comme c'est normalement toujours le cas, les autres véhicules ne disposent plus que du reste de la chaussée. Il n'y a aucune raison en général pour les autoriser à emprunter les bandes réservées en dehors des heures de pointe.

Cela signifie que celles-ci devraient rester en fonction 24 heures par jour, sauf pour charger ou décharger des marchandises ou pour un stationnement de courte durée. L'expérience acquise dans quelques villes montre qu'il ne se produit aucune difficulté si ces exceptions sont tolérées en dehors des heures de pointe, à l'aide d'une signalisation complémentaire. Il en résulte que les bandes réservées n'interdisent les livraisons et les accès chez les riverains que pendant les heures de pointe. Si cet inconvénient est inacceptable, il existe d'autres possibilités (voir Section II.3.3.).

Véhicules autorisés dans les bandes réservées aux autobus

Un certain nombre de villes autorisent certains types de véhicules à emprunter les bandes réservées. Les véhicules de secours y ont généralement accès, ce qui ne crée aucun problème. Les taxis, les véhicules utilisés en commun ou les cycles sont également autorisés dans certains cas.

Il ne semble pas y avoir de raison dirimante pour permettre aux taxis d'accéder aux bandes réservées, dans la mesure où ils occupent la même surface sur la chaussée, où ils produisent la même pollution et où ils consomment la même quantité de carburant qu'un véhicule particulier, tout en transportant un nombre de personnes plus faible en général ; en d'autres termes, il s'agit là d'un transport public, mais non collectif. De plus, il est peu probable que cette autorisation accordée aux taxis persuade suffisamment de gens de laisser leur voiture au bénéfice d'un taxi, pour réduire notablement la demande de places de stationnement. Les feux situés sur les bandes réservées sont souvent équipés d'une signalisation et de détecteurs spéciaux qui, si on y ajoute les arrêts, peuvent créer de grandes difficultés et réduire la capacité de passage pour les autobus ; ces difficultés seront accrues d'autant si les taxis sont autorisés à emprunter les bandes réservées. De plus, les taxis sont tellement nombreux dans certaines villes que les bandes réservées seraient saturées. L'expérience de certaines villes montre également que la présence de ces véhicules dans les bandes donne l'idée à certains autres usages de les emprunter à leur tour, et à d'autres groupes de personnes de postuler le même privilège, ce qui aurait pour effet d'augmenter encore l'utilisation illicite de ces bandes réservées. La conclusion du Groupe est qu'il n'est pas souhaitable d'un point de vue fonctionnel d'autoriser les taxis dans les bandes réservées aux autobus.

Si l'on doit s'intéresser aux bicyclettes, on peut conseiller de construire une piste cyclable séparée de la chaussée par une bordure. Si pour une raison quelconque cela n'est pas possible, les bicyclettes devront avoir le droit de rouler dans la bande réservée aux autobus qu'il faudra élargir en conséquence.

Position sur la chaussée des bandes réservées

Si l'on veut que l'écoulement de la circulation soit optimum et que les passagers accèdent facilement aux arrêts, il faudra le plus souvent placer les bandes réservées aux autobus sur la partie droite de la chaussée. Dans certains cas, comme par exemple au voisinage d'un virage à gauche, il est plus pratique d'installer cette bande le long du milieu de la chaussée.

VI.1.2. Rues réservées aux autobus

Les rues réservées aux autobus sont de deux sortes :

- (1) Les rues réservées exclusivement aux autobus, sans que le reste de la circulation puisse y avoir accès, 24 heures par jour, et
- (2) les rues où certains autres véhicules sont autorisés à certaines heures ou de façon permanente.

Les rues réservées exclusivement aux autobus sont construites en principe au moment où le quartier se développe, ou alors elles ont été mises en place dans les banlieues où la population n'est pas très dense. Cette méthode est un moyen efficace d'accorder la priorité aux autobus et d'améliorer la qualité de l'environnement. Le système de rues réservées exclusivement aux autobus ne pose aucun problème, mais cette mesure coûte souvent assez cher.

Dans les quartiers où la population est déjà dense, il est nécessaire d'autoriser certains types de véhicules à emprunter la rue réservée aux autobus, pour desservir les riverains de la rue (véhicules de livraison), tout au moins à certaines heures. De telles exceptions impliquent un certain nombre de problèmes quant à l'application de la réglementation, car la présence de véhicules autres que les autobus constitue une tentation pour d'autres usagers de pénétrer également dans la rue, et la police aura des difficultés pour contrôler le trafic interdit.

Dans ces conditions, on peut plutôt conseiller d'utiliser des points d'accès contrôlé, dont la ligne ne pourra être franchie que par les autobus et peut-être les cyclistes. La police peut contrôler beaucoup plus facilement ces points, s'ils ont été placés convenablement, et ils auront le même effet dissuasif à l'égard des véhicules non autorisés.

Les rues réservées aux autobus conservent en principe les bordures de leurs trottoirs, mais il peut arriver parfois qu'elles soient enlevées entièrement. Dans ce dernier cas, on recommande fortement de recourir au mobilier urbain, aux revêtements de nature différente, etc... pour qu'il existe un minimum de séparation entre les piétons et les autobus. Il est également souhaitable de limiter la vitesse des

autobus et d'éviter qu'un tronçon de rue trop long se trouve dans cette situation.

VI.1.3. Réseau de voies réservées aux autobus

Un réseau de voies réservées aux autobus a été défini dans le cadre de ce rapport comme un système d'autobus fonctionnant sur une emprise exclusive continue, assurant une liaison confortable, rapide, fiable et d'un accès facile, entre tous les quartiers de la ville.

Les objectifs se rapportant à toute une zone urbaine ne pourront être atteints que si on met au point un programme diversifié de transports en commun, dont le champ d'action englobe l'ensemble de la ville.

La planification des villes nouvelles représente l'une des rares occasions où il est possible de concevoir et de réaliser des réseaux de voies réservées, de manière à intégrer les transports en commun et l'utilisation du sol. On peut par exemple prévoir des lignes réservées aux autobus en site propre intégral pour desservir directement les utilisations du sol les plus denses ; le service offert par les transports en commun pourra dès lors être compétitif par rapport aux voitures particulières ; d'autre part, on aura réalisé dans le même temps des lignes plus courtes et plus directes et les frais d'exploitation seront plus faibles que dans le cas des réseaux urbains actuels.

Lorsque les villes ont déjà consacré des efforts importants pour l'infrastructure urbaine existante, elles seront obligées d'étudier les aménagements de réseaux de voies réservées, en tenant compte des contraintes exercées par ces installations et de s'astreindre à développer la souplesse, tout au moins pour le court terme. Il est très probable que ce programme ne comportera qu'un minimum de constructions nouvelles et qu'il tentera plutôt d'améliorer les services des autobus par un emploi extensif des outils décrits dans les chapitres précédents, sans emprise particulière.

On peut considérer que la conception et la mise en place de bandes réservées aux autobus dans les rues urbaines ou dans les corridors de circulation avec certains systèmes de traitement particuliers pour les autobus, représentent une étape préliminaire ou intermédiaire, dans la mise en oeuvre d'un programme de réseau de voies réservées aux autobus.

VI.1.4. Evaluation

Une évaluation ne doit pas seulement considérer quels sont les objectifs que l'on a pu atteindre ; il faut examiner également les implications pour la collectivité des effets secondaires éventuels.

La mise en place des bandes pour autobus et les modifications subséquentes devront s'effectuer en plusieurs étapes, afin que l'on puisse étudier séparément chacun des éléments du projet.

Il faudra que l'évaluation soit d'autant plus extensive et la période d'adaptation accordée au public d'autant plus longue que le projet sera plus important.

VI.2. Recommandations pour des études futures

VI.2.1. Limite de la capacité par les arrêts d'autobus

Les arrêts représentent un goulot d'étranglement dans le fonctionnement d'une ligne d'autobus, notamment lorsque certaines voitures ne peuvent pas en dépasser d'autres qui stationnent aux arrêts. Les études sur la manière de minimiser le temps d'arrêt semblent donc avoir une importance certaine. Parmi les facteurs essentiels, on peut noter le système de tarification, l'écoulement des passagers à la montée et à la descente, le contrôle à distance des portes et les possibilités offertes aux passagers de trouver l'autobus désiré lorsque les intervalles entre autobus sont faibles.

Dans ce dernier cas, il peut être intéressant d'étudier quelles seraient les possibilités et les limitations d'un dispositif où seraient affichés, à l'usage des personnes en attente, des indications sur le lieu exact où s'arrêtera la prochaine voiture, comme cela se fait couramment dans les gares de chemin de fer.

VI.2.2. Conception des carrefours

Le Groupe recommande que l'on consacre un effort de recherche à la conception des carrefours en liaison avec les bandes réservées, ainsi qu'à la conception et aux principes de signalisation. Il est important de considérer quel est le meilleur emplacement des arrêts d'autobus et comment on doit les concevoir lorsqu'ils se trouvent à proximité d'un carrefour.

Les autobus bénéficient de toutes les priorités lorsque la bande réservée va tout droit jusqu'à la ligne d'arrêt d'un carrefour, mais cela peut poser un certain nombre de problèmes pour les véhicules désirant tourner à droite, et il se peut que la capacité disponible pour le reste de la circulation soit réduite également. Ces problèmes pourront être résolus en partie, si l'on arrête la bande réservée à environ 50 ou 60 m de la ligne, ce qui ne réduira pas beaucoup les bénéfices escomptés pour les autobus. D'un autre côté, on a remarqué que certains conducteurs répugnent à s'engager sur le tronçon de rue qui va de la fin de la bande réservée jusqu'à la ligne d'arrêt, si la bande réservée continue de l'autre côté de l'intersection et s'il leur faut changer de voie à nouveau.

Des recherches visant à étudier la réalisation d'une section de rue à la sortie d'un carrefour ayant motivé l'interruption d'une voie de circulation, et particulièrement s'il s'agit d'une bande réservée aux autobus, pourraient permettre de résoudre ce problème et d'augmenter la capacité de ce type de carrefour.

VI.2.3. Accidents survenant dans les bandes réservées aux autobus

Il existe des raisons de penser que les accidents impliquant un autobus et des piétons ou une collision entre un autobus et des véhicules désirant traverser les bandes réservées peuvent poser un problème assez important, particulièrement dans le cas des bandes à contresens. Il est nécessaire de recueillir plus d'informations sur les taux d'accidents dans les bandes réservées, et également sur l'efficacité des mesures visant à réduire ce risque (barrières pour piétons, installations spéciales

pour aider les piétons à traverser, interdiction de tourner pour les véhicules autres que les autobus, etc...).

VI.2.4. Marquage et signalisation

Le Groupe préconise un accord international au sujet du marquage et de la signalisation des bandes réservées aux autobus, afin d'améliorer la sécurité, la visibilité et le fonctionnement de manière à faciliter le travail de la police *.

VI.2.5. Lignes d'autobus en site propre intégral

Les exemples de lignes d'autobus en site propre intégral prévues ou existant déjà sont encore rares. Une évaluation de celles-ci et de celles qui pourraient apparaître prochainement devrait déterminer si la construction d'une infrastructure entièrement nouvelle est plus justifiée que la mise en oeuvre de techniques plus simples comme les bandes réservées et les autres mesures de priorité en faveur des autobus.

VI.2.6. Véhicules autorisés à utiliser les bandes réservées

Des recherches complémentaires sont nécessaires en ce qui concerne les types de véhicules pouvant être autorisés à emprunter les bandes réservées en même temps que les autobus, et ce plus particulièrement sous l'angle des problèmes de capacité liés à leur utilisation par les taxis ainsi que des problèmes de sécurité se rapportant à leur utilisation par les véhicules à deux roues.

VI.2.7. Généralités

Le Groupe reconnaît également la nécessité de continuer les recherches sur un certain nombre de problèmes relatifs à la planification, au fonctionnement et à l'analyse de la circulation ; d'une manière plus précise, cela concerne l'installation et l'évaluation des améliorations apportées aux systèmes d'autobus :

- a) étude des relations décrivant la circulation (vitesse - écoulement - débit) sur des chaussées munies d'une signalisation, en tenant compte de la composition et de la circulation ;
- b) étude de la validité des approches microéconomiques classiques pour quantifier les coûts et les bénéfices, avec l'idée que les méthodes utilisées jusqu'ici pour arbitrer entre plusieurs sommes importantes de durées faibles et entre les gains et les pertes économiques (comme cela se pratique de manière classique lorsqu'on étudie la possibilité d'implanter une bande réservée) n'ont pas beaucoup de sens ;

* La CEMT et la CEE/ONU travaillent actuellement (1975) sur un tel projet.

- c) mise au point de la technique de prévision de la répartition modale, afin de contrôler les stratégies concernant les bandes et les rues réservées aux autobus et les projets d'améliorations des réseaux de voies réservées ; et
- d) mise au point de méthodes et d'un matériel visant à empêcher les véhicules non autorisés de pénétrer ou de rouler dans les bandes réservées aux autobus (sans que cela constitue un danger pour les véhicules à deux roues).

REFERENCES

1. "Techniques d'amélioration des conditions urbaines par la limitation de la circulation", Compte rendu du Symposium tenu à Cologne les 25, 26 et 27 octobre 1971, OCDE, Paris.
2. "Utilisation optimum des autobus en zone urbaine", OCDE, Paris, 1972.
3. "Bus lanes" - Bibliographie : Union Internationale des Transports Publics, Bruxelles, 1972.
4. Schmeltz M., "Bus lanes : Practical applications", 21ème Assemblée générale technique, Union Internationale des Transports Publics, 21-25 mai 1975, Perpignan.
5. "Modèles de circulation urbaine : possibilités de simplification", OCDE, Paris, 1974.
6. "Améliorations et innovations dans le réseau d'autobus urbain", Compte rendu du premier examen de l'évaluation technologique, Groupe consultatif sur la Recherche en matière de transports, OCDE, Paris, octobre 1969.
7. "Bus priority systems", Comité de l'OTAN sur les défis de la société moderne, Report n° 45, Royaume-Uni, 1976.
8. "Bus use of highways - State of the art", NCHRP Report 143, Transportation Research Board, 1973.
9. "Bus use of highways - Planning and design guidelines", NCHRP Report 155, Transportation Research Board, 1975.
10. Anon. "Bus priorities at traffic control signals", Summary report n° 1 - Bus detection, Department of the Environment, Londres, 1974.
11. Harreman P. J., "Realizing priorities for certain categories of traffic", Public works (Traffic Dept.), Delft, Hollande.
12. Tarnoff P. J., "The results of Federal Highway Administration urban traffic control research : an interim report", Traffic Engineering, Avril 1975, pp. 27-35.
13. Robertson D. I. et Vincent R. A., "Bus priority in a network of fixed-time signals", Transport and Road Research Laboratory Report LR 666, Crowthorne, 1975.
14. Anon. "A linked system of traffic signals with priority access to the route for buses", Summary report n° 8, Southampton, Department of the Environment, Londres, 1975.
15. Bauer H. J. et autres, "Evaluation of organised bus platooning in an urban area, results of an experiment in Rochester, New York", Traffic Engineering and Control, juillet/août 1975, pp. 314-316.

16. Miller C. et Denser R., "Issues in busway and bus carpool lane enforcement", communication présentée à la 55ème réunion annuelle du Transportation Research Board, janvier 1976.
17. Wilson H. et Womersley H., "Redditch new town : report on planning proposals", Redditch, Angleterre, décembre 1966.
18. Mercer J., "Runcorn plan for rapid transit bus service", University of Newcastle-Upon-Tyne, Newcastle, Angleterre, Mars 1971.
19. Ferragu H. et Rat C., "Le réseau de transport en commun de la ville nouvelle d'Evry", Revue de transports publics urbains et régionaux, Paris, France, janvier 1971.
20. "Qualité de la vie urbaine et limitation de la circulation" - Etude du cas de Besançon, Conférence de l'OCDE, avril 1975, Paris, France.
21. "Qualité de la vie urbaine et limitation de la circulation" - Etude du cas de Nottingham, Conférence de l'OCDE, avril 1975, Paris, France.
22. Trani Celestino et Rossetti Gastone, "Roma : Piano Regolatore Metropolitana e Transporti Pubblici Coordinati", Estratto Datta Rivista "Autostrade", Rome, Italie, février 1974.
23. Lane R., "Evaluating a bus segregation network in Central London", Transport and Road Research Laboratory, TRRL Report 570, 1973.
24. Buchanan C. M. et Coombe R.D., "Bus priority in Greater London : assessment of alternative bus priority strategies for Inner London", Traffic Engineering and Control, mars 1973.
25. "Qualité de la vie urbaine et limitation de la circulation", Conférence organisée par la Direction de l'Environnement, OCDE, Paris, 14-16 avril 1975.
 - a) Etudes de cas de Nagoya et Göteborg
 - b) Etudes de cas d'Uppsala et de Bologne.
26. "Promotion des transports publics urbains", Conférence Européenne des Ministres des Transports, décembre 1973, Paris.

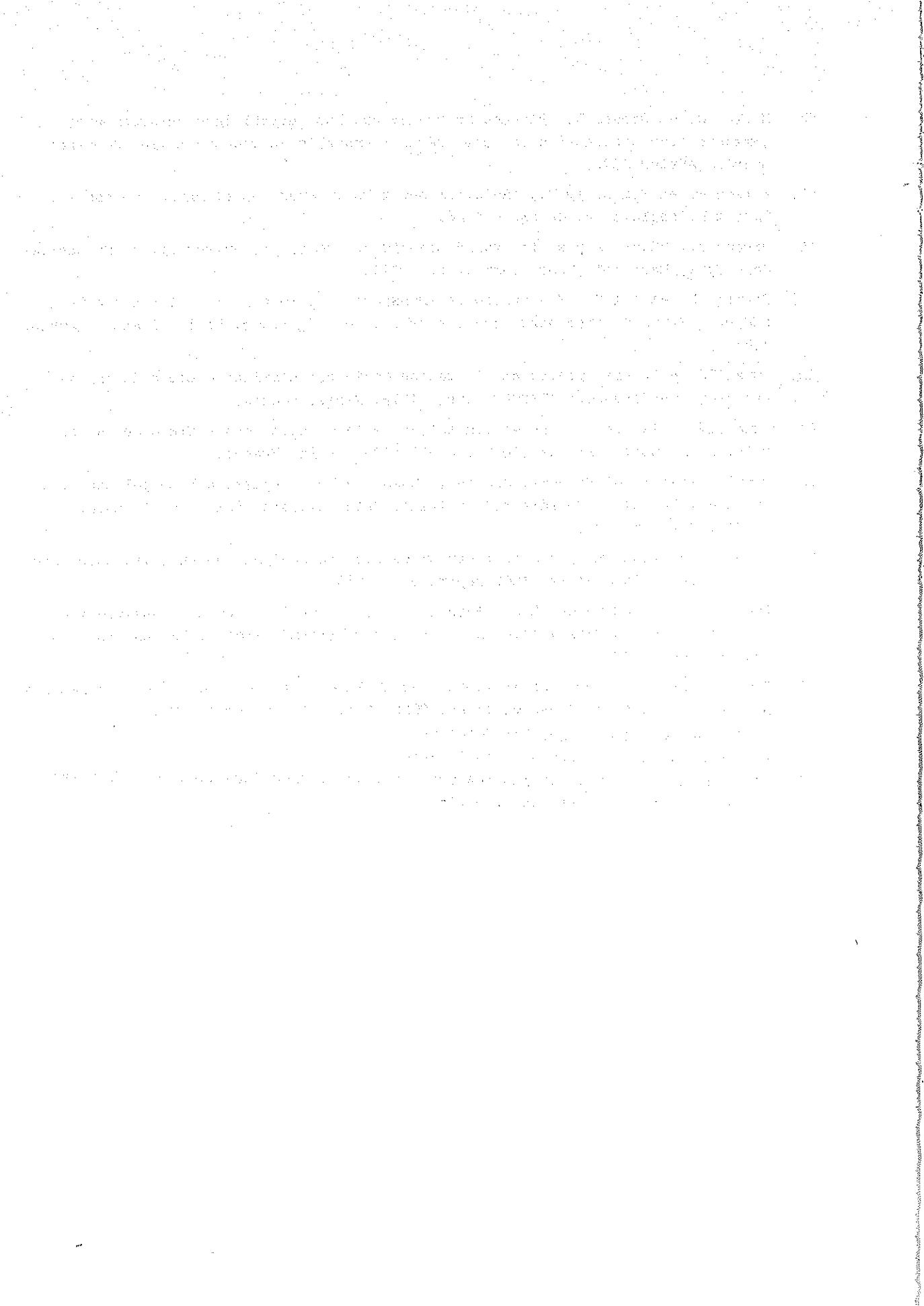


Tableau A.1
EXEMPLES DE BANDES RESERVÉES DANS LE SENS DU COURANT

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (vén./h) | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Re-marques |
|--|--------------|-------------|--|----------------------------------|------------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|
| CANADA | | | | | | | | |
| - <u>Calgary</u> 7ème Avenue (vers l'est) | 600 | | | | | | | |
| - <u>Ottawa</u> Albert/Slater Street | 1.260 | 3 | 130 | 07.00-09.00 et 16.00-18.00 | bus et trolley- bus | | non | |
| { est | 1.600 | 3 | 85 | 07.00-09.00 et 16.00-18.00 | bus | | non | |
| Rideau Street vers ouest | 1.600 | 3 | 25 | 07.00-09.00 et 16.00-18.00 | bus | | non | |
| { est | 1.260 | 3 | 79 | idem | | | non | |
| Slater | 2.575 | 3 | 89 | 07.00-09.00 et 16.00-18.00 | bus | | non | |
| - <u>Toronto</u> Eglinton Ave. vers ouest | 2.575 | 3 | 90 | 07.00-09.00 et 16.00-18.00 | bus | | non | |
| - <u>Vancouver</u> Georgia Street | 900 | 3,30 | 37 | 16.00-18.00 | bus et taxis | bande de livraison derrière les magasins | surveillance par la police | débit de pointe taxis non compris |

Tableau A.1
(suite)

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules auto-risés | Aménagements pour les livraisons | Surveilance | Remarques |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|---|----------------------------|----------------------|---|---|-----------|
| DANEMARK | | | | | | | | |
| - <u>Copenhague</u> Tagensborg | 330 | 3 | 40 | 24 h / 24 | bus | aucun problème de livraison | surveillance par la police | |
| | | | | | | | | |
| Gyldenvosgade | 780 630 | 3 3 | 68 66 | 24 h / 24 | bus | livraisons autorisées hors des heures de pointe | 1 bande réservée dans chaque direction sur la droite de la chaussée | |
| Amager | 1.050 600 450 | 3,10 3,10 3,75 | 50 50 13 | 24 h / 24 | bus | -idem- | -idem- | -idem- |
| Lyngbyvej | | | | 24 h / 24 | bus | aucun problème de livraison | -idem- | |
| FINLANDE | | | | | | | | |
| - <u>Helsinki</u> Länsiraylä | 5.000 | 3,5 | 350 (deux directions) | 07.00-09.00 15.00-18.00 | bus + taxi | | | |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (vén/n) | Heure de fonctionnement | Véhicules auto-risés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|---|--------------|-------------|--|----------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|---|
| - <u>Helsinki</u> (suite) Mannerheimintie | 5.000 | 3,5 | 450 (deux directions) | 07.00-09.00 15.00-18.00 | bus + taxi | | | quelques problèmes aux arrêts d'autobus -idem- |
| Hämeentie | 6.000 | 3,5 | 350 (deux directions) | -idem- | | | | -idem- |
| Itävaihla | 5.500 | 3,5 | 400 (deux directions) | 24 h / 24 | -idem- | | | -idem- |
| <u>FRANCE</u> | | | | | | | | |
| - <u>Paris</u> Ave Franklin Roosevelt | 360 | 3 | + 67 taxis | 08.00-20.30 | bus et taxis | livraisons autorisées de 8 à 13 h | surveillance par la police | -idem- |
| - <u>Paris</u> (Banlieue) Ave de Fontainebleau | 690 | 3 | + 128 taxis + 15 taxis | 06.30-09.30 | bus et taxis | livraisons autorisées après 09.30 | | -idem- |
| <u>ALLEMAGNE</u> | | | | | | | | |
| - <u>Wiesbaden</u> Dotzheimer Strasse | 450 | 3 | 60 | 24 h / 24 | bus | livraisons autorisées hors heures de pointe | contrôle de stationnement | -idem- -idem- |
| Luisenstrasse Schiersteiner Strasse | 200 350 | 3 3 | 70 18 | 24 h / 24 24 h / 24 | bus bus | | | -idem- -idem- |
| <u>ITALIE</u> | | | | | | | | |
| - <u>Rome</u> Via Nomentana (deux directions) | 1.950 | 3,25 | 120 + 110 taxis | 24 h / 24 | bus et taxis | -idem- | surv. occasionnelle par la police | |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|---|--------------|-------------|---|----------------------------|--|---|---|--|
| <u>NORVEGE</u> | | | | | | | | |
| - <u>Bergen</u> <u>Sjøgaten</u> | 1.800 | 3,0-3,5 | 40 | 24 h / 24 | bus | livraisons autorisées sur une section de 100 m de 15 à 18 h | surveillance par la police | refuges pour la protection des piétons |
| - <u>Oslo</u> <u>Mosseveien</u> | 2.280 | 4,50 | | 24 h / 24 | bus | livraisons dans les rues adjacentes | -idem- | |
| Prof. Birkelandsvei | 1.100 | 2,5-3,75 | 12 | 24 h / 24 | bus | pas de problème de livraisons | -idem- | utilisée par les lignes locales et interurbaines |
| <u>ESPAGNE</u> | | | | | | | | |
| - Voir tableau C.5 pour Madrid | | | | | | | | |
| <u>SUÈDE</u> | | | | | | | | |
| - <u>Stockholm</u> <u>Skeppsbron</u> | 800 | | 35 + 209 autres véhicules | 07.00-09.00 16.00-18.30 | bus, véhicules de livraison et bicyclettes | livraisons non autorisées | surveillance par la police | |
| <u>ROYAUME-UNI</u> | | | | | | | | |
| - <u>Manchester</u> <u>Oxford Road</u> | 900 | 3 | | 45 | 24 h /24 | bus et bicyclettes | livraisons autorisées hors hres de pointe | surveillance occasionnelle par la police |
| - <u>Oxford</u> <u>Bandbury Road</u> | 900 | 3 | | 20 | 07.00-19.00 | bus et bicyclettes | -idem- | -idem- |

Tableau A.1
(suite)

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules automatisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|---|----------------|--------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---|----------------------------|--|
| ETATS-UNIS | | | | | | | | |
| - <u>Dallas, Texas</u> Elm Street | 880 | 3,05 | 75 | 07.00-09.00 16.30-18.00 | bus | | pas de surveillance | |
| Commerce Street Forth Worth Ave | 820 3.000 | 3,05 4.5 | 70 45 | -idem- 06.30-09.30 15.30-18.30 | bus bus | | surveillance par la police | |
| Harry Hines Blvd New York, N.Y. Second Avenue | 3.200 3.000 | 3,2 3,70 | 32 55 | -idem- 07.00-10.00 16.00-19.00 | bus | | -idem- | |
| Hillside Avenue San Francisco, Calif. Geary | 3.200 2.400 | 3,70 3,70 | 170 43 | -idem- 16.00-18.00 | bus | livraisons autorisées hors hres de pointe | -idem- -idem- -idem- | vitesse de parcours augmentée de 46 % pendant les hres de pointe |
| - <u>Washington, D.C.</u> 16th Street | 1.600 | 3,70 | 80 | 24 h / 24 | bus | | -idem- | |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (vél./h) | Heure de fonctionnement | Véhicules auto-risées | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|--------------------------------|--------------|-------------|---|-------------------------|-----------------------|---|---|------------------------------|
| <u>DANEMARK</u> | | | | | | | | |
| - Copenhague Holmens Kanal | 460 | 3 | 68 | 24 h/24 | bus | pas de problème de livraison | surveillance par la police; | |
| | | | | | | | autos mises en fourrière immédiatement (en principe) | |
| <u>ALLEMAGNE</u> | | | | | | | | |
| - Hamburg Dammtorstrasse | 385 | 6,5 | 36 bus 16 trams | 24 h/24 | bus et trams | | deux bandes au centre de la rue; largeur portée à 7,5 m dans les courbes | |
| Mönckebergstrasse | 650 | 6 | 66 | hres de pointe | bus et taxis | livraisons autorisées hors hrs de pointe | surveillance par la police | |
| <u>ITALIE</u> | | | | | | | | |
| - Milan Corso 22 Marzo | 1.300 | 6,10 | 80 auto- bus 113 trams 400 taxis | 24 h/24 | bus, trams et taxis | | separée du trafic général par une barrière en béton | |
| <u>ETATS-UNIS</u> | | | | | | | sauf aux intersections | |
| - Chicago Washington Street | 960 | 2,75 | 110 | 24 h/24 | bus | livraisons effectuées à partir de la bande de trafic normal | quais d'attente pour les passagers avec dispositifs de protection aux arrêts | |
| - New Orleans Canal Street | 2.400 | 7,35 | 64 (1 direction) | 24 h/24 | bus | | bande réservée au centre d'1 chaussée à 5 voies en sens unique, séparée par une ligne blanche continue; marquage "do not enter" et "bus only" | -idem- dans les deux sens |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|---|--------------|-------------|---|-------------------------|---------------------|--|---|---|
| <u>ALLEMAGNE</u> - Wiesbaden Wiesbadener Str. | 300 | 3,25 | 18 | 24 h/24 | bus | livraison sur le côté opposé de la rue | | |
| <u>CANADA</u> - <u>Calgary</u> 7ème ave. (vers l'ouest) | 2.300 | 3 | 46 | 5 à 13 h | bus et taxis | | | la bande sur une section est suffisamment large pour le trafic parallèle des autobus et des taxis |
| <u>DANEMARK</u> - <u>Copenhague</u> Bremnerholm | 360 | | | 24 h /24 | bus | livraisons non autorisées | surveillance par la police | |
| <u>FRANCE</u> - <u>Lille</u> Rue Faidherbe | 240 | 3 | | 63 | 24 h/24 | bus | arrêt des véhicules de livraison à côté de la bande | |
| - <u>Marseille</u> Rue de Rome Ave de Toulon Cours Gouffé Rue Paradis | 700 | 3 | 70 | 24 h/24 | bus et taxis | -idem- | | |
| | 700 | 3 | 20 | 24 h/24 | bus et taxis | -idem- | | |
| | 1.000 | 3 | 23 | 24 h/24 | bus et taxis | -idem- | | |
| | | | | | | | | Séparée des autres bandes de circulation par barrière en ciment de 0,8m |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules auto-risés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|----------------------|--------------|-------------|---|-------------------------|---------------------------|--|--|--------------------------|
| FRANCE (suite) | | | | | | | | |
| - Paris Rue Auber | 400 | 3 | 65(*) | 24 h/24 | bus et taxis | véhicules de livraison stationnent le long du bord de la bande si nécessaire | dispositif de protection pour piétons (chaînes) aux carrefours et aux arrêts | signalisation importante |
| Rue du Fbg St Denis | 120 | 3 | 21(*) | 24 h/24 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |
| Ave du Gal Lemoine | 330 | 3 | 25(*) | 24 h/24 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |
| Ave Montaigne | 660 | 3 | 33(*) | 24 h/24 | -idem- | bande spéciale pour les livraisons | -idem- | -idem- |
| Ave du Prés. Kennedy | 750 | 3 | 10(*) | 24 h/24 | bus, taxis et bicyclettes | véhicules de livraison stationnement le long du bord de la bande | -idem- | -idem- |
| Rue des Pyramides | 300 | 3 | 15(*) | 24 h/24 | bus et taxis | véhicules de livraison stationnement le long du bord de la bande | comme pour la rue Auber | -idem- |
| Pont Royal | 130 | 3 | 25(*) | 24 h/24 | bus et taxis | comme pour la rue des Pyramides | -idem- | -idem- |
| Rue de Lagny | 70 | 3 | 22(*) | 24 h/24 | -idem- | comme pour la rue des Pyramides ; pas de problème de la raison ; ni affaires ni résidences | -idem- | -idem- |
| Rue de Rivoli | 230 | 3 | 53(*) | 24 h/24 | -idem- | livraisons dans les rues adjacentes | -idem- | -idem- |
| Bld St Germain | 800 | 3 | 49(*) | 24 h/24 | -idem- | comme pour la rue des Pyramides (ou utilisation du trottoir) | -idem- | -idem- |
| Bld St Michel | 630 | 3 | 68(*) | 24 h/24 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |

(*) non compris les taxis

Tableau A.3
(suite)

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|--|--------------|-------------|-----------------|-------------------------|---------------------|---|--------------|--|
| FRANCE (suite) | | | | | | | | |
| - <u>Toulouse</u> Rue d'Alsace-Lorraine | 800 | 3,50 | 135 (*) | 24 h/24 | bus et taxis | livraisons faites dans les rues adjacentes ou sur le bord de la bande réservée | | |
| ITALIE | | | | | | | | |
| - <u>Bologne</u> Via Saragozza | 2.250 | | 18 (*) | 24 h/24 | bus et taxi | livraisons sur le côté opposé de la rue, en général | | |
| ESPAGNE | | | | | | | | |
| - voir tableau C.5 pour Madrid | | | | | | | | |
| ROYAUME-UNI | | | | | | | | |
| - <u>Reading</u> King's Road | 920 | 3 | 50 | 24 h/24 | bus | livraisons autorisées hors des heures de pointe (stationnement le long du bord de la bande) | | |
| - <u>Londres</u> Tottenham High Road | 780 | 3 | 73 | 24 h/24 | bus | -idem- | | |
| | | | | | | | | barrières de protection pour les piétons aux carrefours ; la bande est élargie aux arrêts. |
| | | | | | | | | (*) non compris les taxis |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Heure de fonctionnement | Heure de pointe (véh/h) | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|---|----------------|-------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|--|--------------|-----------|
| ETATS-UNIS | | | | | | | | |
| - <u>Chicago</u> Canal Street - Northwestern Section | 200 | 4 | 46 | 24 h/24 | bus | d'abord prévue pour desservir un arrêt ; la bande est séparée des autres bandes par une barrière en ciment ; phase spéciale de signalisation pour les autobus quittant la voie | | |
| - <u>Canal Street</u> - Union Section | 225 | 4 | 55 | 24 h/24 | bus | -idem- | | |
| - <u>Cleveland</u> , Ohio Public Square | 115 | 5 | | 24 h/24 | bus | connection entre l'autobus et la voie ferrée | | |
| - <u>Harrisburg</u> , PA. Market Street | 480 | | 15 | 24 h/24 | bus | une bande à contresens existe dans 2 rues à sens unique ; à titre expérimental, sera ouverte aux lignes d'autobus locales si elle apparaît satisfaisante | | |
| - <u>Louisville</u> , KY. Second Street Third Street | 1.920 2.400 | | 12 12 | 16-18 h 16-18 h | bus | | | |
| - <u>Madison</u> , WISC. University Avenue | 3.500 | 4 | 15 | 24 h/24 | bus et autos | séparée des autres bandes par une barrière de ciment ; peut être utilisée par les véhicules privés s'ils ne s'arrêtent pas | | |
| - <u>San Antonio</u> , Texas Alamo Plaza | 400 | 4 | 30 | 24 h/24 | bus | | | |
| - <u>San Juan</u> , Porto Rico Fernandez Juncos - Ponce de Leon - Munoz Rivera Avenues | 17.600 | 4 à 5 m | 67 | 24 h/24 | bus | | | |

Tableau A.4

EXEMPLES DE RUES RESERVEES

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les piétons | Surveillance | Remarques |
|---|--------------|-------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|--|
| <u>CANADA</u> - Vancouver Granville Mall | 970 | 7,2 | 37(*) | 24 h | bus, taxis et trolleybus | livraisons autorisées sur demande | surveillance par la police | à chaque carrefour, barrière de 12 m de longueur pour protéger les piétons |
| <u>ALLEMAGNE</u> - Moerchengladbach Mindenerburgstrasse | 1.000 | 6,5 | 59 | 24 h | bus et piétons | livraisons autorisées de 19 h à 10 h | | |
| <u>NORVEGE</u> - Oslo Stortingsgata | 400 | 9-13 | 90 bus + 64 trams +(taxis) | 8-17 h | bus, trams et taxis | -idem- | surveillance par la police | -idem- |
| | | 7,5-8,5 | 92 bus + 33 trams +(taxis) | 7-18 h | | | véhicules des services postaux autorisés sur une section de rue | rue à sens unique réservée aux autobus pendant les heures ouvrables |
| | | 8,5-12 | 107 bus + 48 trams + taxis | 8-17 h | | | -idem- | -idem- |
| <u>ESPAGNE</u> | | | | | | | | |
| | | | | | | | - voir tableau C.5 pour Madrid | |

(*) non compris les taxis

(suite)

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|---|--------------|-------------|---|-------------------------|---------------------|----------------------------------|---|-----------|
| SUEDE - Stockholm Kungsgatan Street | 1.000 | 10 | 30 | 24 h/24 | bus | livraisons non autorisées | surveillance par la police | |
| ETATS-UNIS - Minneapolis Nicollet Mall | 1.050 | 7,35 | 64 | 24 h/24 | bus | livraisons autorisées | pas de surveillance particulière | |
| ROYAUME-UNI - London Oxford Street | 1.000 | 10 | 200 + 900 taxis | 11-1 h | bus et taxis | -idem- | trottoirs pour piétons plus larges ; en fonctionnement du lundi au samedi | |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh./h.) | Heure de fonctionnement | Aménage- ments pour les livrai- sons | Sur- veil- lance | Remarques |
|--|-------------------|-------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------|
| BANDES DANS LE SENS DU TRAFIC | | | | | | | |
| Alcala | 240 310 | 3,35 3,35 | 130 (les deux) | 24 h/24 | bus interurbains | | |
| Prado | 190 290 530 | 3,5 3,5 3,5 | 40 60 80 | 24 h/24 24 h/24 24 h/24 | -idem- -idem- -idem- | | |
| Serrano | | | | | | | |
| Calvo Sotello | 400 550 320 | 3,1 3,5 3,3 | 80 | 24 h/24 | -idem- | | |
| Infanta Isabel | | | | | | | |
| Onesimo Rodondo | 600 | 3,2 | 48 | 24 h/24 | -idem- | | |
| Castellana (Colon-Juan de la Cruz) | 1.800 1.800 | 3,5 3,5 | 82 | 24 h/24 | bus interurbains | | |
| Castellana (San Juan de la Cruz - R.F. Villaverde) | 500 500 | 3,5-6,0 | 90 | 24 h/24 | interurbain | | |
| Avenida del Generalísimo | 2.300 2.300 | 4,0-6,0 | 66 | 24 h/24 | -idem- | | |
| Delicias | 1.330 | 3,5 | 115 | 24 h/24 | -idem- | | |
| Extremadura | 970 | 3,5 | 60 | 24 h/24 | -idem- | | |
| Velasquez | 1.670 | 3,5 | 88 | 24 h/24 | -idem- | | |
| Jose Antonio | 1.270 1.270 | 3,5 3,5 | 79 | 24 h/24 | -idem- | | |

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (véh./h) | Heure de fonctionnement | Véhicules auto-risés | Aménagements pour les livraisons | Surveil-lance | Remarques |
|--|--------------|-------------|--|-------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------|--|
| bandes dans le sens du trafic (suite) | | | | | | | | |
| Menendez Pelayo | 1.000 | | 42 | 24 h/24 | bus | | | |
| Antonio Lopez | 610 | 4,0 | 119 | 24 h/24 | inter-urbain | | | - comme pour Extremadura ; pas d'arrêt le long de la voie |
| Princesa | 422 | 4,0 | 61 | 24 h/24 | -idem- | | | - idem |
| Prado | 160 | 3,2-3,5 | 115 | 24 h/24 | -idem- | | | - comme pour Velasquez |
| Prado | 760 | 3,2 | 136 | 24 h/24 | -idem- | | | - idem |
| Princesa | 334 | 3,2 | 118 | 24 h/24 | bus interurbains | | | - bande réservée dans une seule direction |
| Extremadura | 270 | 3,2 | 108 | 24 h/24 | -idem- | | | - bande centrale réversible |
| Almagro | 120 | 3,4 | 13 | 24 h/24 | -idem- | | | - comme pour Extremadura |
| bandes à contrepieds | | | | | | | | |
| Sanchez Bastillo | 178 | 3,5 | 124 | 24 h/24 | -idem- | | | - pas d'arrêt dans la bande réservée - sens unique |
| Las Delicias | 230 | 3,2 | 100 | 24 h/24 | -idem- | | | - située sur une rue importante à sens unique ; des marquages importants délimitent la bande de livraison |
| Rues réservées | | | | | | | | |
| Fuencarral | 270 | variable | 42+700 taxis | 8-21 h | bus et taxis | | | - située sur un échangeur local |
| NOTE : (i) marquages verticaux et au sol sur les bandes réservées (voir annexe B) | | | | | | | | |
| (ii) pour cinq bandes réservées de Madrid, on utilise des barrières sous forme de chaînes pour la protection des piétons aux arrêts d'autobus ; pour trois autres bandes, des refuges surélevés | | | | | | | | |

EXEMPLES DE BANDES RESERVÉES AU JAPON

| Emplacement | Longueur (m) | Largeur (m) | Débit du trafic Heure de pointe (vén/h) | Heure de fonctionnement | Véhicules autorisés | Aménagements pour les livraisons | Surveillance | Remarques |
|-----------------------------------|----------------|-------------|---|-------------------------|---------------------|----------------------------------|--|---|
| JAPON | | | | | | | | |
| - <u>TOKYO</u> Megura-Dori | 7.100 | 3,5 | 111 | 7-9.30 | bus et 2-roues | (*) | pas de système de surveillance particulier | (*) Pas d'aménagement spécial. Lorsque des réglementations et signalisations sont mises en place, les véhicules autorisés y sont spécifiés. |
| Kasai-bashi-Dori Keiyo-Doro | 1.000 5.000 | 5,0 3,5 | 91 136 | 6.30-8 7-9.30 | -idem- -idem- | -idem- -idem- | -idem- | -idem- |
| - <u>Osaka</u> Kiya Katano-Sen | 1.300 | 3,0 | 382 | 7-8.30 | bus taxi | -idem- | -idem- | -idem- |
| Osaka Ikoma-Sen | 6.500 | 3,5 à 5,5 | 335 | 7-9 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |
| Sakai Yamatotakada-sen | 2.200 | 4,3 à 5,8 | 86 | 7-8.30 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |
| - <u>Nagoya</u> Simada Lane | 1.000 | 3,7 | 44 | 7-9 | bus et 2-roues | -idem- | -idem- | -idem- |
| Route 41 Lane | 5.700 | 3,5 | 45 | 7-9 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |
| Tayane Lane | 4.600 | 4,1 | 72 | 7-9 | -idem- | -idem- | -idem- | -idem- |

Tableau A.7

RATP - Réseau Parisien (intra muros)

NOMBRE D'ACCIDENTS POUR 100.000 KILOMETRES

| | | Piétons | Autres véhicules | | Passagers blessés suite à une accélération ou décélération brutale de l'autobus - | TOTAL |
|------|-------------------------------------|--------------|------------------|---------|---|---------------|
| | | | 4 roues | 2 roues | | |
| 1968 | bandes réservées ensemble du réseau | 1,62 0,30 | 5,36 13,75 | | 1,98 1,97 | 9,48 15,99 |
| 1969 | bandes réservées ensemble du réseau | 0,85 0,43 | 2,99 14,72 | 0,27 | 1,39 2,56 | 8,28 18,15 |
| 1970 | bandes réservées ensemble du réseau | 0,56 0,36 | 4,06 13,74 | 0,28 | 1,13 2,43 | 7,31 17,01 |
| 1971 | bandes réservées ensemble du réseau | 0,19 0,12 | 4,09 11,42 | 0,26 | 0,71 1,26 | 5,05 14,10 |
| 1972 | ensemble du réseau | 0,22 | 10,20 | 0,28 | 1,45 | 12,30 |
| 1973 | ensemble du réseau | 0,17 | 10,07 | 0,31 | 1,17 | 11,92 |

- Notes : (1) La première bande réservée pour autobus de Paris a été mise en place en 1964, mais ce n'est que depuis 1968 que la longueur des bandes réservées - spécialement à contre-sens - atteint un niveau significatif. Depuis cette époque, le nombre de bandes réservées a été en augmentation croissante.
- (2) En ce qui concerne le nombre d'accidents dans lesquels des piétons sont impliqués, on peut remarquer qu'en comparaison de la moyenne de l'ensemble du réseau, ce type d'accident était beaucoup plus fréquent sur les bandes réservées en 1968, mais il a diminué d'année en année jusqu'en 1971, date à laquelle il a atteint un niveau comparable à la moyenne du réseau.
- (3) Le nombre des accidents impliquant un autre véhicule a toujours été beaucoup plus faible sur les bandes réservées.
- (4) Il en est de même pour les accidents survenus à des passagers d'autobus à l'intérieur d'un véhicule, par suite d'une brusque accélération ou décélération (sauf pour 1968).

Du point de vue de la sécurité, les bandes réservées pour autobus semblent donc donner satisfaction.

ANNEXE B

QUELQUES EXEMPLES DE SIGNALISATION ET DE MARQUAGES ROUTIERS POUR LES BANDES RESERVEES ET LES SITES PROPRES INTEGRAUX POUR AUTOBUS

B.1. FRANCE

B.1.1. Marquage au sol (Arrêté du 30 Septembre 1973)

Les voies réservées aux autobus, taxis, ambulances, véhicules de police, de gendarmerie, de lutte contre l'incendie, etc. sont séparées de la voie principale par :

- une ligne continue de largeur 15 cm dans le cas de couloirs réservés à contresens ou d'un couloir dans le sens normal réservé en permanence et sur lequel tout dépassement est interdit.
- une ligne discontinue (longueur du trait 3 m, intervalle entre deux traits successifs 1,33 m), de largeur 25 cm dans tous les autres cas de couloirs réservés dans le sens normal.

B.1.2. Signalisation verticale

La bande réservée est signalée par un panneau d'obligation bleu avec une bordure blanche où est écrit "VOIE RESERVEE AUX AUTOBUS" en lettres blanches. En-dessous de ce panneau, un panneau rectangulaire peut être ajouté mentionnant les conditions de fonctionnement de la bande : heures d'ouverture, véhicules autorisés, livraisons, etc.

Dans le cas d'une bande à contresens, ce panneau est complété par l'un ou les deux panneaux classiques suivants :

- (i) panneau de sens interdit
- (ii) panneau avec flèche directionnelle.

B.2. ALLEMAGNE

Le marquage au sol est assuré par une ligne blanche généralement de 25 cm de large, soit continue, soit discontinue. Le panneau signalant la bande réservée est le panneau classique d'interdiction totale de circuler (cercle rouge sur fond blanc) complété par un panneau signalant que cette interdiction n'est pas valable pour les autobus. En 1976, un nouveau panneau spécial a été introduit ; il est fixé au-dessus de la voie réservée et n'exige aucune signalisation complémentaire, en ce qui concerne par exemple l'interdiction de stationnement. Des exceptions pour les livraisons sont affichées séparément (voir figure B1).

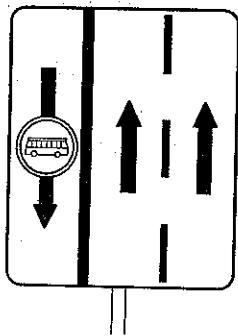
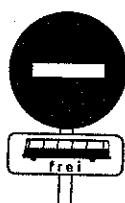
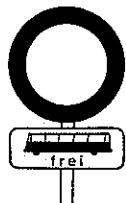
B.3. ESPAGNE

Les panneaux utilisés en Espagne pour les bandes réservées pour autobus sont représentés aux figures B2 et B3.

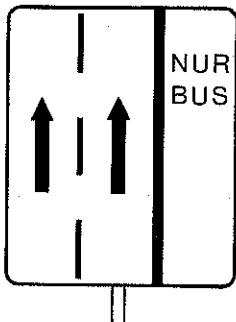
B.4. ROYAUME-UNI

Les panneaux utilisés au Royaume-Uni pour la signalisation des bandes dans le sens du trafic et à contresens sont représentés aux figures B4 et B5.

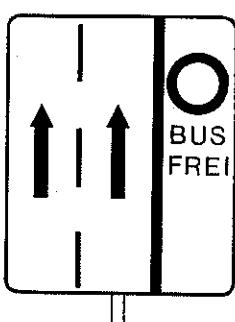
Figure B.1
EXEMPLES DE SIGNALISATION DE VOIE D'AUTOBUS
EN ALLEMAGNE



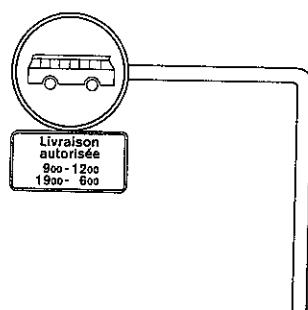
VOIES A CONTRE-COURANT



DANS LE SENS
DE CIRCULATION



DANS LE SENS
DE CIRCULATION



PAS DE REGLEMENTATION SPECIALE
CONCERNANT L'INTERDICTION DE
STATIONNEMENT

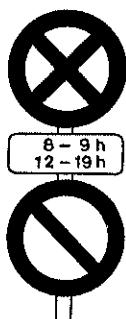


Figure B.2
PANNEAU D'INTERDICTION DE CIRCULATION
"SAUF AUTOBUS"

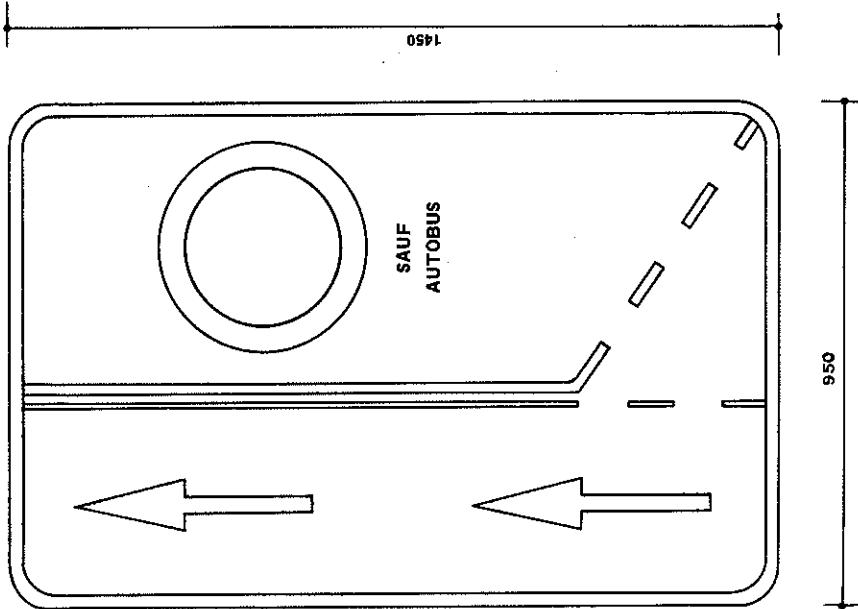
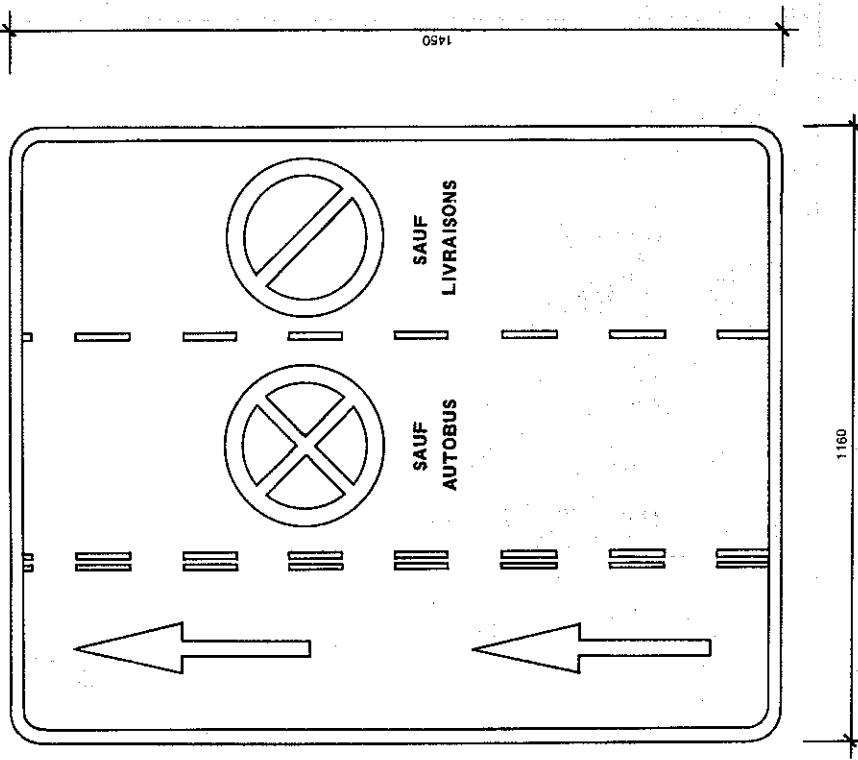


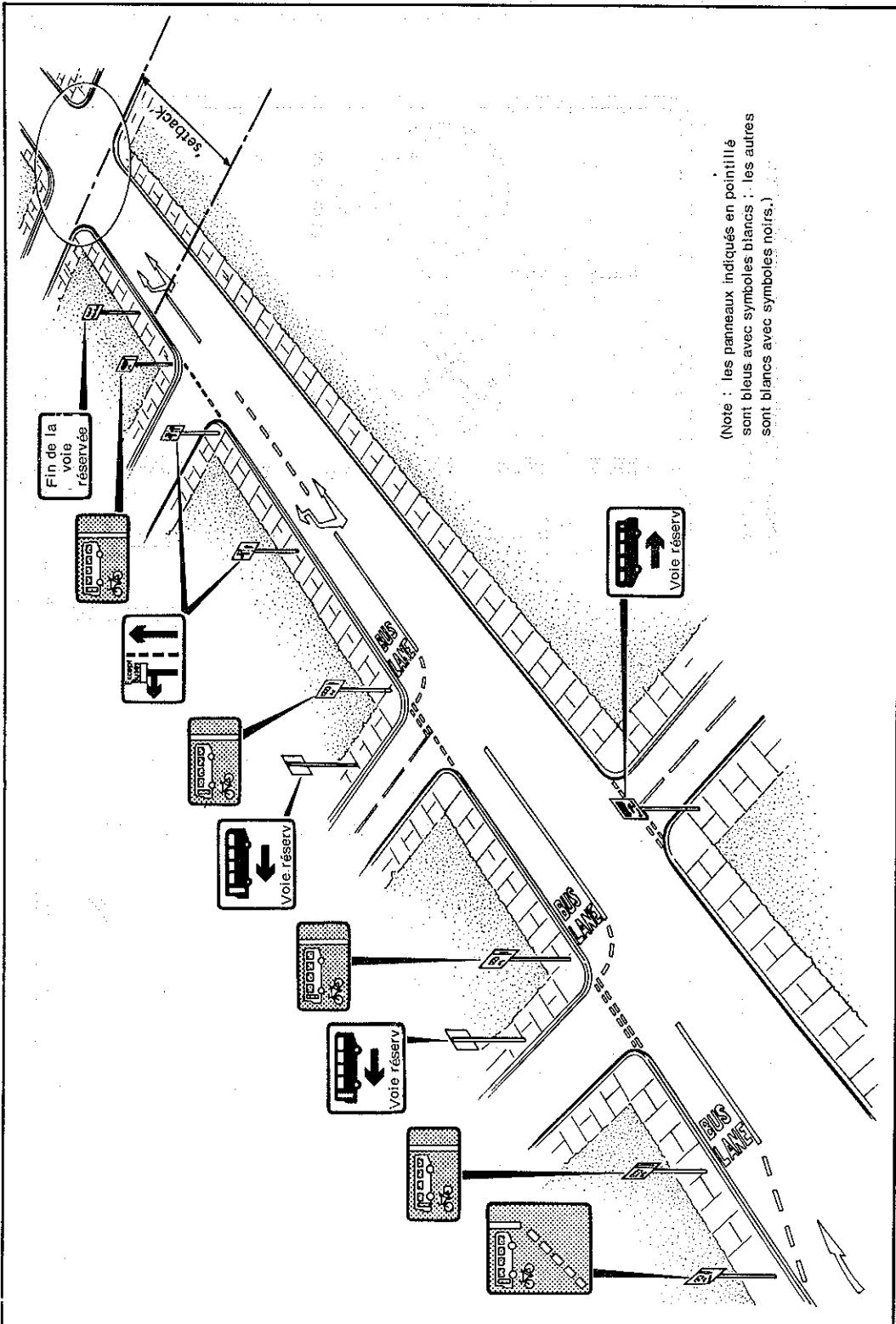
Figure B.3
PANNEAU D'INTERDICTION DE CIRCULATION
"SAUF AUTOBUS" ET "SAUF LIVRAISONS"



Échelle : 1/10

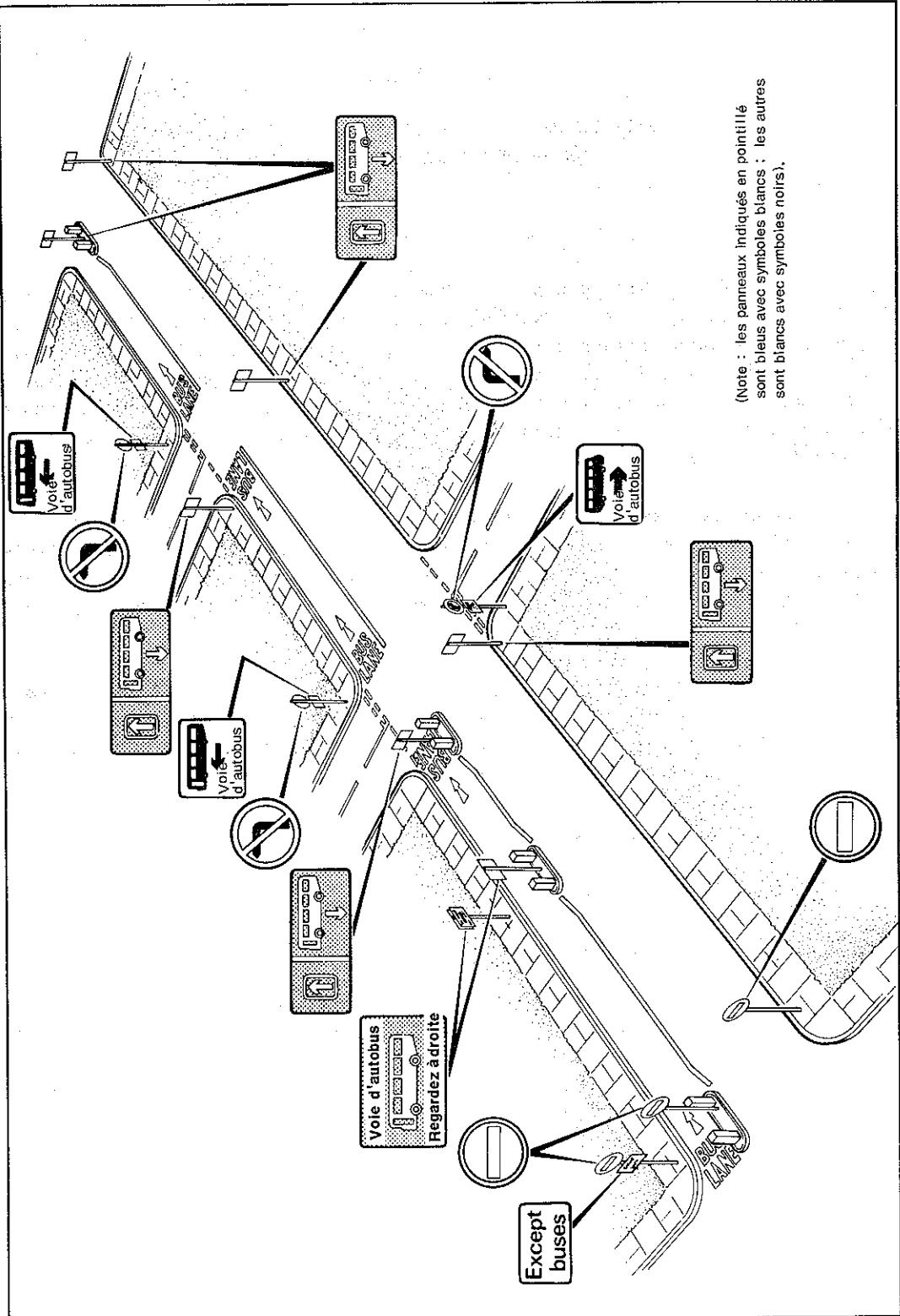
**SIGNALISATION POUR LES VOIES RÉSERVÉES LE LONG DU TROTTOIR
DANS LE SENS DE LA CIRCULATION (24 heures sur 24)**

Figure B.4



SIGNALISATION POUR VOIE D'AUTOBUS A CONTRE-COURANT (24 heures sur 24)

Figure B.5



ANNEXE C

EXEMPLE DE CALCUL POUR L'EVALUATION DES PROJETS DE BANDES RESERVEES AU ROYAUME-UNI

La présente annexe donne un exemple d'évaluation effectuée en se référant à la liste de rubriques de la Section V.1. Il s'agit d'une bande réservée à contresens mise en place dans Tottenham High Road, à Londres, en 1970. L'évaluation de cette bande est très bien documentée (voir 1, 2 et 3) et c'est pour cette raison qu'elle est présentée ci-après. Il s'agit de comparer l'évaluation proprement dite avec la liste de rubriques, d'en commenter les résultats ainsi que d'autres aspects qui auraient pu y être inclus.

Avant la mise en place de la bande réservée, le trafic vers le sud était dévié sur un itinéraire giratoire à sens unique (voir figure C1) et initialement, les autobus l'empruntaient également. La bande réservée à contresens a été ouverte quelques semaines plus tard et les autobus ont repris leur itinéraire antérieur sur Tottenham High Road.

La mise en vigueur du projet en deux étapes a permis d'évaluer les effets du sens giratoire seul et d'évaluer ensuite les effets complémentaires de la bande réservée ; si les deux avaient été mis en service simultanément, il n'eut été possible que de mesurer l'effet global des deux à la fois.

C.1. Gains et pertes de temps

C.1.1. Durée des trajets en autobus

Temps passé dans l'autobus

Pour les autobus en direction du Sud, les temps de parcours ont été mesurés entre les points indiqués à la figure C1. Les résultats sont indiqués ci-après en ce qui concerne les itinéraires qui empruntent la totalité de la bande. On indique également le nombre total de passagers transportés par les autobus empruntant la bande sur toute sa longueur. La durée du trajet des autobus qui n'empruntent qu'une partie de la bande n'a pas subi de modification appréciable.

| | Temps moyen de parcours (minutes) | | | Nombre de passagers dans les autobus |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|
| | Avant | Sens giratoire | Bandé réservée | |
| Pointe du matin | 7,3 | 7,9 | 4,9 | 2.300 |
| Hors heures de pointe | 3,9* | 5,0 | 3,9 | 3.150 |
| Pointe du soir | 5,5 | 6,8 | 4,3 | 1.800 |

* n'a pas été mesuré mais il est sans doute du même ordre que le temps indiqué sous "bande réservée".

Selon ces chiffres, la perte totale subie par les passagers avec le sens giratoire était d'environ 120 heures-passager par jour par comparaison à la situation "avant". La bande réservée s'est soldée par un gain d'environ 130 heures-passager par jour par comparaison à la situation avant et de 250 heures-passager par comparaison au sens giratoire.

Les temps de parcours des autobus dans le sens sud-nord n'ont pas été mesurés. Il serait donc raisonnable de supposer que la mise en service du système à sens unique a permis à ces autobus de faire une économie de temps du même ordre que celle du trafic particulier vers le nord, soit 0,15 à 0,8 minutes selon l'heure de la journée. En admettant un taux de remplissage des autobus sud-nord similaire à celui des autobus sur la bande réservée, le sens unique ferait gagner environ 50 heures - passagers par jour.

Durée de l'attente aux arrêts d'autobus

Le temps moyen d'attente (TMA) a été évalué d'après des mesures d'intervalle de temps t entre des autobus successifs en appliquant la formule :

$$TMA = \frac{\bar{t}}{2} + \frac{6^2(t)}{2\bar{t}} \quad \text{où} \quad \bar{t} = \text{intervalle moyen}$$

$6^2(t) = \text{variance de } t \text{ par rapport à } \bar{t}$

Cette formule suppose une répartition aléatoire des arrivées aux arrêts. Elle est valable habituellement lorsque le service fonctionne avec un intervalle de 10 minutes ou moins entre les autobus.

Les TMA des autobus nord-sud ont été calculés en deux postes d'observation dont un au nord et l'autre au sud de la zone concernée. Toutes les études ont donné un TMA (dont la moyenne a été calculée sur tous les itinéraires) un peu plus long au poste d'extrême sud et révélaient ainsi une plus grande irrégularité des intervalles entre les autobus. La détérioration toutefois était quelque peu plus importante qu'au-paravant, tant dans le système giratoire que dans la bande réservée. Elle était d'environ 10 secondes le matin et de 5 secondes à la pointe du soir. On ne comprend pas les raisons de cette détérioration dans le cas de la bande réservée, mais dans le cas où les autobus suivaient le sens giratoire, on peut supposer que la plus grande distance et le temps de trajet plus long sont la cause de cette plus grande irrégularité.

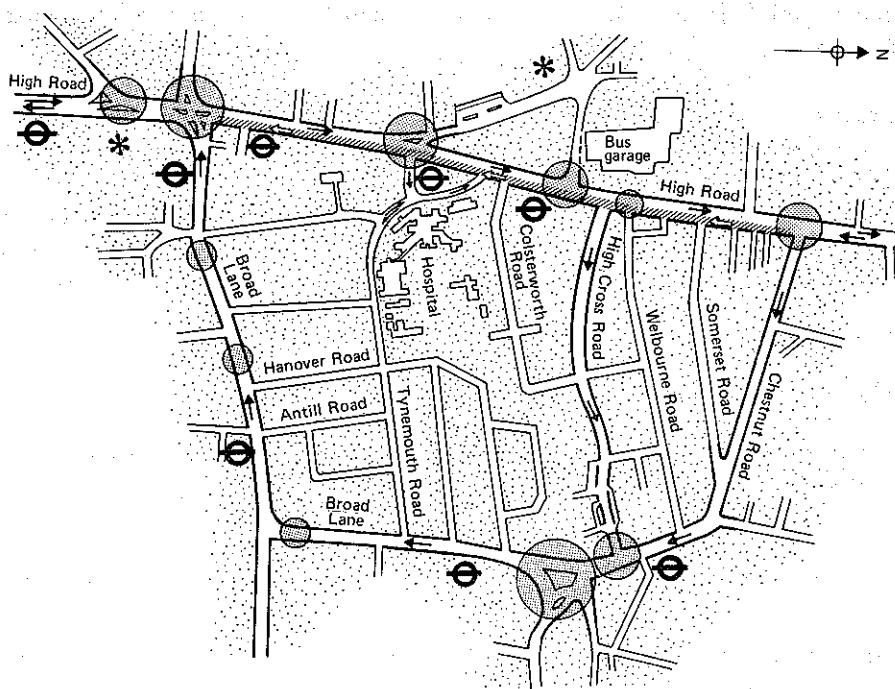
Si les TMA plus longs du système giratoire et de la bande réservée se retrouvaient également sur la partie plus au sud du parcours, les passagers auraient à attendre au total environ 20 heures - passagers de plus par jour que dans la situation "avant".

Variations dans la durée de marche jusqu'à l'arrêt

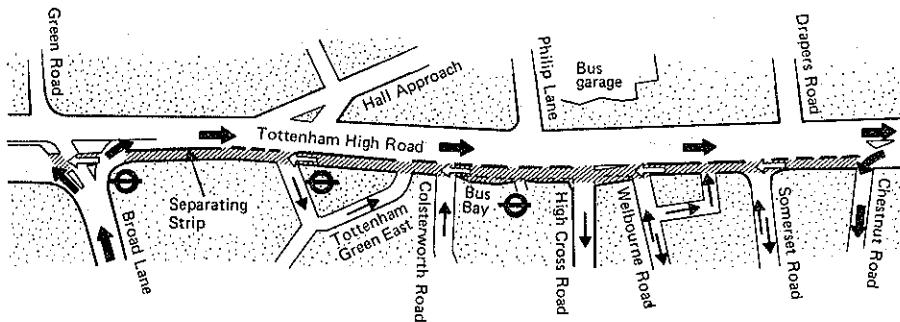
Lorsque les autobus ont dû prendre l'itinéraire giratoire, il a fallu déplacer les arrêts par rapport à leur disposition d'origine et celle de la bande réservée (voir figure C1). La durée de marche pour se rendre aux arrêts ou en descendant d'autobus n'a pas été étudiée, sans doute parce que cet itinéraire n'était que tempo-

Figure C.1

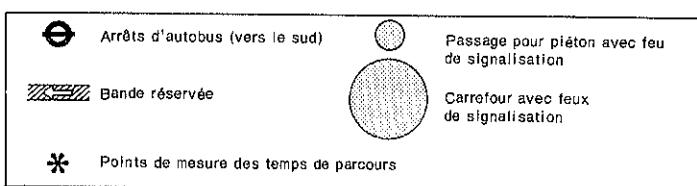
PLAN DE TOTTENHAM HIGH ROAD, LONDRES



A. SYSTEME DE CIRCULATION AVEC BANDE RESERVEE A CONTRE-SENS



B. DETAILS DE LA BANDE RESERVEE A CONTRE-SENS



raire. Si l'on avait attaché de l'importance aux temps de déplacement à pied, il eut été possible de l'étudier par enquête auprès des personnes en attente aux stations d'arrêt en leur demandant de préciser d'où elles venaient.

Modifications apportées à la disposition des correspondances

Les considérations de la section qui précède s'appliquent également aux personnes qui prennent une correspondance entre l'autobus, le métro ou le chemin de fer de banlieue.

Modification des temps de parcours sur d'autres lignes d'autobus

Seules les lignes directement concernées par ce projet ont été étudiées. Il n'est pas impossible que du trafic privé se soit déplacé du système à sens unique, sur des itinéraires de rechange (voir Section C.1.2.). Dans ce cas, il aurait pu en résulter un surcroît de ralentissement des autobus sur ces autres itinéraires, et ce serait là une perte attribuable à l'itinéraire giratoire. Tout autre effet dû à la bande réservée n'aurait pas contribué de manière appréciable à une telle déviation dans ce cas particulier, mais il s'est produit ailleurs et en d'autres circonstances des déviations importantes.

C.1.2. Durée des trajets en voiture

Modification des temps en voiture sur les itinéraires directement touchés

Afin de comparer la situation avant avec la situation finale créée par le système giratoire - plus - bande réservée, les temps de parcours ont été mesurés sur dix itinéraires traversant la zone concernée dans différentes directions. Les résultats ont fait apparaître une réduction sur neuf de ces itinéraires aux heures de pointe, mais un temps supérieur sur six autres itinéraires aux heures creuses. Aucune étude n'a été faite pour déterminer le nombre de véhicules en déplacement entre chaque point d'origine et de destination de sorte qu'il n'était pas possible de calculer la totalité des heures - véhicule dans les deux cas, et de faire une comparaison exacte. Le temps moyen nécessaire pour faire ces dix parcours était d'environ 25 % inférieur en période de pointe matinale, de 10 % supérieur aux heures creuses et de 20 % inférieur à l'heure de pointe du soir pour le projet final par rapport à la situation antérieure.

A titre d'illustration de ce que peut représenter la modification totale du temps de parcours en voiture, on suppose que le débit de véhicules sur chacun de ces 10 parcours témoins est de 400 véhicules/heure aux heures de pointe et de moitié aux heures creuses. Le gain net attribuable au sens unique serait alors d'environ 160 véhicules/heure par jour (environ 220 heures - passagers par jour en admettant un taux d'occupation de 1,4 personne par voiture).

Modification du temps de parcours des voitures qui changent d'itinéraire

Les comptages de véhicules avant et après la mise en place de la bande réservée ont fait ressortir une diminution du débit d'environ 7 %. On ne sait pas si cela est dû entièrement à des fluctuations saisonnières ou partiellement au projet lui-même causant une déviation du trafic vers d'autres itinéraires.

Il s'agit là d'un cas où des comptages supplémentaires sur les routes limitrophes de la zone directement concernée auraient permis de savoir si des déviations s'étaient réellement produites. S'il en était ainsi, l'itinéraire giratoire aurait entraîné ces inconvénients en détournant du trafic, provoquant des retards supplémentaires sur des itinéraires de recharge.

Variations dans les temps pour trouver une place de stationnement et pour les trajets à pied pour quitter ou rejoindre cet emplacement

Il n'est pas fourni de données suggérant que des places de stationnement ont été supprimées pour ce projet.

S'il en était ainsi, l'évaluation aurait à tenir compte de la différence de temps nécessaire pour trouver une place et faire ensuite les déplacements à pied.

C.1.3. Durée de trajet pour les piétons

Outre les changements de temps qui résultent de la nouvelle disposition des arrêts d'autobus ou des parkings, les piétons peuvent gagner ou perdre du temps à la suite des changements dans les temps nécessaires pour traverser les rues. Les attentes pour traverser la rue n'ont pas été reprises dans l'exemple de Tottenham bien que quelques difficultés pour traverser les rues aient été mentionnées lors de l'itinéraire giratoire ; il n'est pas possible, par conséquent, de commenter les changements éventuels. Si l'on s'attend à des modifications importantes, il est possible, en général, de mesurer les attentes des piétons "avant et après" aux points appropriés. Il serait d'autre part possible d'obtenir des estimations approchées des variations dans les retards ; en ce qui concerne les traversées non munies de signalisation, le calcul peut se faire avec prudence d'après la relation théorique entre le retard et le débit du trafic (Réf. 4) et les attentes aux traversées commandées par des feux peuvent se calculer d'après le cycle des feux.

C.2. Variations des coûts d'investissement et de fonctionnement

C.2.1. Coûts concernant les autobus

Nécessité ou non d'acheter de nouveaux autobus et modification des autobus existants

Aucun indice ne permet de supposer que les gains de temps obtenus grâce à la bande réservée ont eu la moindre influence sur le parc d'autobus. Si la réduction du temps de trajet ou l'amélioration de la régularité sont assez importantes, il est

possible d'assurer le même service avec moins d'autobus et de faire ainsi une économie (voir également Section V.4.5). Les quelques minutes gagnées sur un parcours aller-retour, par exemple de 2 heures, représentent une économie théorique d'une fraction d'autobus. L'effet cumulatif d'autres améliorations éventuelles sur un même itinéraire pourrait conduire en définitive à une économie réelle.

Modifications dans l'exploitation

On ne donne pas de chiffre dans les rapports pour les économies de coût de fonctionnement dans le cas d'une bande réservée. Il est possible toutefois à l'aide de tables établies à cet effet de calculer les frais d'exploitation à différentes vitesses (5). En laissant de côté les coûts de personnel sur lesquels on ne peut faire d'économie qu'en changeant les horaires d'autobus, les économies de carburant, de pneus, etc. seraient approximativement de 0,02 £ (pointe du matin) et de 0,01 £ (pointe du soir) pour chaque autobus faisant le parcours complet de la bande, et cela par comparaison à la situation antérieure. Cela correspond à une économie annuelle d'environ 600 £ (en 1970).

Services et matériels annexes

En ce qui concerne surtout la mise en oeuvre de l'itinéraire giratoire, les exploitants auront subi des frais pour déplacer les arrêts, faire la publicité à ce sujet et adapter leur administration à cette modification, etc. L'importance de ces frais n'est pas mentionnée dans le rapport sur Tottenham, mais ce sont des frais directement imputables à cet aménagement et qui devraient figurer au bilan de l'opération.

C.2.2. Coûts concernant les automobiles

Modifications des frais de fonctionnement.

A une vitesse de circulation normale en milieu urbain, une augmentation de vitesse peut diminuer le prix de revient kilométrique (essence, huile, pneus, freins etc..) et vice-versa. Les frais de fonctionnement peuvent également varier si le total des kilomètres parcourus par le véhicule change à la suite par exemple de ce qui s'est produit lors des déviations dues à la mise en sens unique. Il est même probable, en pareil cas, que les véhicules roulant plus rapidement plus rapidement procurent une économie de temps aux occupants pour un moindre coût au kilomètre, alors qu'en même temps, ils parcoureraient une plus grande distance qui aboutirait à une augmentation des coûts du trajet. Le résultat en définitive pourrait se solder par un gain ou une perte globale selon l'importance relative de ces deux facteurs.

Cet exemple de Tottenham ne donne aucune indication au sujet des frais de fonctionnement. Il est possible, toutefois, de s'inspirer des vitesses et des temps de parcours de voitures allant dans le sens nord-sud. Dans la situation "avant", le trajet se faisait en descendant Tottenham High Road ; après, les voitures ont dû emprunter l'itinéraire giratoire. Le tableau ci-après montre que le coût du trajet en voiture était plus élevé en passant par l'itinéraire giratoire malgré un coût/km très inférieur.

| | Temps de parcours (minutes) | Vitesse km/h | Distance km | Coût/km à cette vitesse (p./km) | Coût total du parcours (p.) |
|----------------------|-----------------------------|--------------|-------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Situation avant | 5,4 | 12,6 | 1,1 | 1,5 | 1,7 |
| Itinéraire giratoire | 3,7 | 31,4 | 1,9 | 1,0 | 1,9 |

1 p = 0,01 £

Ainsi pour les frais de fonctionnement, dans cet exemple, la distance supplémentaire fait plus qu'annuler le gain que procure un meilleur temps de parcours. Dans d'autres cas, la situation pourrait donner un résultat inverse.

Modification du nombre de voitures en circulation.

Cet aspect n'aurait d'intérêt qu'à long terme et s'agissant d'un projet exhaustif. Une diminution du nombre de voitures en circulation et notamment des "secondes voitures" des ménages pourrait se manifester, toutefois, à la suite de l'implantation réussie d'un réseau étendu de bandes réservées aux autobus, et il pourrait en résulter d'importantes économies.

C.2.3. Coûts concernant les véhicules commerciaux

Ainsi que pour les voitures particulières, l'implantation d'une bande réservée peut modifier le temps de déplacement, la distance à parcourir et les frais d'exploitation des véhicules commerciaux. Il est sans doute plus facile, cependant, de considérer que le temps perdu ou gagné par le chauffeur et son aide (le cas échéant) fait partie de toute modification des frais d'exploitation du véhicule. On peut se servir de tables de frais d'exploitation, où sont compris les salaires etc, pour calculer les résultats positifs ou négatifs. Pour ce même exemple de trajet considéré ci-dessus, le coût total du trajet pour un véhicule commercial moyen (capacité de 10 tonnes environ) serait de 0,11 £ dans la situation antérieure et de 0,10 £ en suivant l'itinéraire giratoire. Ces valeurs comprennent, bien entendu, les économies de temps pour les occupants qui sur l'itinéraire giratoire font mieux que compenser le coût des kilomètres supplémentaires.

L'installation d'une bande réservée peut encore entraîner une augmentation des frais de personnel à la suite de limitations d'heure et d'emplacement pour les livraisons, et il convient d'en tenir compte dans l'évaluation d'ensemble.

Dans une situation où les camions ont besoin de plus ou moins de temps pour effectuer leur trajet à la suite d'un nouveau plan de circulation, il faut, comme pour

les autobus, plus ou moins de véhicules pour assurer une même capacité de transport qu'auparavant. Les tables de frais d'exploitation données à la référence 5 en tiennent compte dans la formule de calcul du coût kilométrique à différentes vitesses. D'autres tables, toutefois, n'en tiennent pas compte (6). Il serait peut-être possible lors d'une étude d'évaluation d'interroger un échantillonage représentatif des utilisateurs de véhicules commerciaux pour savoir si le changement du nombre de véhicules est dû au projet.

C.2.4. Coûts concernant la route

Investissements liés au projet de bande réservée.

Le coût total du projet de Tottenham était de £ 255.000 (prix 1970) dont £ 42.000 pour l'aménagement de la bande réservée. Le coût de la bande, dans ce cas particulier, était élevé en raison de la nécessité de séparer la bande du trafic en sens inverse, au moyen d'un long terre plein de 1,20 m de large. Même dans les cas moins coûteux, il convient de reprendre ces éléments de coût dans le bilan général, afin de déterminer à quel point ils se justifient par les bénéfices nets.

Coûts d'exploitation et de surveillance par la police.

Dans le cas de Tottenham, il s'est présenté un problème d'orniérage sur la bande réservée qui a nécessité une resurfaçage avec un matériau plus résistant à l'usure. Le coût de cette opération n'est pas mentionné mais si les frais normaux d'entretien de la route à double sens sont dépassés lorsque la bande réservée est en service (ou vice-versa), cette différence devrait figurer au bilan. Il faudrait aussi y inclure l'entretien de panneaux, de feux de signalisation supplémentaires, etc.

La bande à contre-sens n'a pas posé de problèmes de respect des réglementations, mais il convient de tenir compte de frais de police supplémentaires lorsqu'il s'agit d'une bande réservée dans le sens du trafic général. Dans le projet de Tottenham, la mise en place de feux de signalisation à l'un des carrefours a permis d'économiser la présence d'un et parfois deux agents de police aux heures de pointe. Il en est sans doute résulté une économie d'environ £ 1000 par an.

Nécessité ou non de nouvelles constructions de route et d'emplacements de stationnement, possibilité de report de ces investissements.

Aucun changement de modes de transport n'a été décelé à la suite du projet de Tottenham. Dans un projet plus vaste où les automobilistes abandonnent la voiture pour l'autobus, il serait peut-être possible d'abandonner, ou au moins de retarder pendant plusieurs années toute nouvelle construction de route ou de parking. En pareil cas, il convient de faire une estimation de la valeur actualisée de ces économies (c'est-à-dire en tenant compte des économies sur les dépenses envisagées dans les prochaines années). Il s'agit là d'un important élément positif à l'actif d'un système de bandes réservées qui, aux heures de pointe, inciterait à prendre l'autobus plutôt que la voiture particulière.

C.2.5. Coûts concernant les accidents

Le taux des accidents ne s'est pas modifié à Tottenham aux alentours de la bande réservée, par comparaison à la situation antérieure, bien qu'il y ait eu des changements dans certains types d'accident. Plusieurs accidents ont été spécifiquement liés à la bande réservée, et cela pourrait peut-être expliquer le surcroit d'accidents par comparaison à la phase où le sens giratoire fonctionnait avant la mise en place de la bande réservée.

Les changements dans les taux d'accidents sont difficiles à déceler lorsqu'il s'agit de faible nombre, et si l'on tient compte des variations aléatoires. Lorsqu'il apparaît une différence significative, elle doit figurer au bilan général, exprimée en valeur numérique ou en équivalent monétaire basé sur une valeur généralement admise pour chaque catégorie d'accidents.

C.3. Profits ou pertes qui résulteraient de parcours plus ou moins nombreux ou de changements du mode de transport adopté

Le taux d'occupation des autobus n'a pas changé lors de l'introduction de l'itinéraire giratoire. Si une modification s'était manifestée, il eut été possible d'en tenir compte selon la méthode indiquée à la Section V.4. Une diminution du débit de voitures a été observée avec l'itinéraire giratoire, mais il est moins probable que cela soit dû à des suppressions de déplacements en voiture plutôt qu'à des changements d'itinéraire ou à des variations saisonnières. Ici encore, la méthode indiquée à la section V.4.2 s'appliquerait au calcul des pertes si les déplacements avaient été supprimés.

Bien qu'elle ne serait pas applicable au cas du projet de Tottenham, toute modification importante du nombre de trajets pourrait conduire à des changements dans les coûts des investissements pour y faire face. Ainsi, par exemple, un surcroit de déplacements en autobus pourrait exiger un plus grand nombre d'autobus, du personnel roulant supplémentaire et augmenter les frais d'exploitation, etc. ou des déplacements moins nombreux en automobile auraient pour effet de réduire les frais de déplacements en voiture. Les modifications de coût sont indépendantes de tout changement résultant de conditions de chaussée différentes.

C.4. Effet sur l'environnement

Le projet de Tottenham n'a pas fait l'objet d'observations dans ce contexte, mais les rapports se réfèrent à plusieurs reprises à des facteurs d'environnement. Or, il est difficile, dans ce domaine, de faire des comparaisons objectives valables, et il en sera sans doute encore ainsi pendant de longues années. Des enquêtes ont été menées auprès des organismes intéressés et les réponses ont été étudiées.

Ce projet, par ailleurs bien accueilli, aurait présenté deux inconvénients majeurs. Il s'agissait d'une part du problème de "coupure" ; les piétons éprouvaient une certaine difficulté à traverser l'itinéraire giratoire en raison sans doute de la circulation plus rapide et du volume de trafic plus important dans certaines rues.

D'autre part, un problème s'est présenté dans une rue où le supplément important de trafic dû au projet a eu pour effet d'augmenter le bruit, la saleté, les gaz d'échappement, etc.

Un autre inconvénient moins important est celui que représentent les bavures d'huile sur la bande réservée et, par temps de pluie, l'éclabouissement des piétons par les autobus qui roulent dans les ornières de la bande.

De tels inconvénients et les avantages (qui, non moins réels sans doute, sont méconnus du public) sont à reprendre dans l'évaluation générale avec les autres facteurs plus faciles à quantifier.

C.5. Autres considérations

Il est difficile sous cette rubrique de commenter un projet donné sans très bien connaître la localité concernée. Un certain nombre de questions peuvent se poser.

On peut se demander si le projet entre dans le cadre d'un plan tendant à faciliter le trafic en général, ou s'il s'agit plus particulièrement d'améliorer les conditions d'exploitation des autobus. On peut aussi se poser la question de savoir si ce projet est un élément d'un plan pour améliorer les conditions sur toute la longueur d'un itinéraire donné d'autobus, et si un changement de répartition modale est recherché. Des projets individuels ne peuvent pas par eux-mêmes permettre d'atteindre le but définitif, mais il forme néanmoins un maillon essentiel de la chaîne.

Les changements apportés aux moyens de transport peuvent peser sur la fréquentation des rues commerçantes, sur les activités sociales et même, à plus long terme, sur l'habitat et l'emploi. Il convient donc de considérer les effets éventuels d'un projet donné à la lumière du plan d'aménagement général de la zone concernée. Les projets d'envergure pourraient conduire, à long terme, à une mutation des utilisations du sol et il faudrait se demander si cette mutation éventuelle irait dans le sens souhaité.

Une autre série importante de questions se rapporte aux effets d'un projet afin de savoir qui en profite et qui s'en trouve lésé. Peut-on admettre que les exploitants des autobus et les passagers soient favorisés au dépens des autres usagers de la route ? Quelles seraient les conséquences sur le commerce local alors que les magasins du centre profiteraient de l'amélioration du service ? Peut-on admettre de détériorer l'environnement dans un quartier pour l'améliorer ailleurs ? Est-ce acceptable ?

Ce sont là des aspects difficiles à quantifier qui sont de nature aussi bien politique que technique ; ils sont néanmoins extrêmement pertinents lorsqu'il s'agit pour une collectivité d'accepter ou de rejeter un projet de ce genre.

C.6. Résumé

En collationnant les résultats de l'évaluation pour les facteurs ayant changé de manière appréciable, il est possible de dresser un bilan des pertes et des gains objectifs et subjectifs, en s'inspirant du modèle ci-après.

Les gains et les pertes de temps ainsi que les autres modifications non monétaires peuvent alors être convertis en valeur monétaire en utilisant des valeurs standard si on le souhaite. A l'époque de l'étude (1970), le temps passé en déplacements hors travail était évalué officiellement au Royaume-Uni à 0,165 £ pour le temps passé en voiture et à deux fois cette valeur pour les déplacements à pied et pour l'attente aux arrêts.

Le bilan présenté au tableau C1 est la comparaison entre la situation avant et après la mise en place de l'itinéraire giratoire et de la bande réservée. Il serait possible, si nécessaire, de faire un bilan à part de l'effet de l'itinéraire giratoire seul ou de l'effet complémentaire dû à la bande réservée aux autobus.

Tableau C1
BILAN GENERAL

| Postes | Actif | Passif |
|--|--|---|
| <u>Temps</u> | | |
| Passagers autobus (nord-sud) | 130 heures-passagers/jour (environ £ 5.400 par an) | - |
| Passagers autobus (sud-nord) | environ 50 heures-passagers/jour (environ £ 2.100 par an) | - |
| Attente aux arrêts d'autobus | - | Environ 20 heures-passagers/jour (env. £ 1.600 par an) |
| Voitures | Amélioration non chiffrée, mais estimation simplifiée de 220 h. passagers/jour (env. £ 9.100 par an) | - |
| Piétons | - | Une certaine difficulté à traverser les rues - non chiffrée Préjudice éventuel non chiffré |
| Passagers sur d'autres itinéraires (subissant les conséquences possibles des déviations du trafic) | | |
| <u>Coûts d'investissement et de fonctionnement</u> | | |
| Achat d'autobus | Economie éventuelle d'une fraction d'autobus | - |
| Coûts d'exploitation (autobus) | Economie d'env. 600 par an (+ l'économie éventuelle d'une fraction d'équipage) | - |
| Coûts de fonctionnement (voitures particulières) | Peuvent se solder par bénéfice ou perte - non chiffré | - |
| Coûts d'exploitation véhicules commerciaux | sans doute positifs mais non chiffrés | |
| Coûts concernant les routes | Hres de police économisées : 1000 par an | Investissements £ 255.000 |
| <u>Environnement</u> | Bénéfice net sans doute mais quelques inconvénients | |

ANNEXE D

Tableau 1

POSSIBILITES D'APPLICATION DES AMENAGEMENTS DE PRIORITE AUX AUTOBUS

| TYPE D'AMENAGEMENT | APPLICATION GENERALE | | CONDITIONS DE L'ANNEE DE CONCEPTION | | FACTEURS CONNEXES D'OCCUPATION DU SOL ET FACTEURS DE TRANSPORT |
|--|-----------------------|-----------------------------------|--|---|--|
| | Service autobus local | Service express d'accès limité | Gamme de volumes de trafic autobus en p- ériode de pointe (une direction) | Gamme de volumes passagers en p- ériode de pointe (une direction) | |
| Sur autoroute | | | | | |
| Site propre sur emprise particulière indépen- dante | x | x | 40-60 | 1.600-2.400 | Population urbaine 750.000 emplois dans le centre d'affaires: Emprise 1.860.000 m ² |
| Site propre sur chaussée d'autoroute | | x | 40-60 | 1.600-2.400 | Corridors autoroutiers saturés aux heures de pointe |
| Site propre sur em- prise de voie ferrée | x | x | 40-60 | 1.600-2.400 | Mal situés par rapport à la zone desservie. Nécessité d'aménager des arrêts. |
| Voies réservées sur auto- routes dans le sens du trafic | | x | 60-90 | 2.400-3.600 | Applicable en amont de sortie. Les économies de temps doivent excéder les pertes de temps des autres usagers |
| Voies réservées à contre-courant | | x | 40-60 | 1.600-2.400 | Autoroutes à six voies et plus où le déséquilibre du trafic permet au moins d'atteindre le niveau de ser- vice D dans la direction la moins saturée |
| Voie réservée au poste de péage | | x | 20-30 | 800-1.200 | Stockage adéquat à l'approche de poste de péage |
| Rampe d'accès limitée aux autobus donnant accès à une autoroute ou à une artère principale ouverte à tout trafic | x | x | 10-15 | 400- 600 | |
| Voie d'évitement sur bre- telle d'accès contrôlée | | x | 10-15 | 400- 600 | Itinéraire de rechange à la disposi- tion du trafic régulé. Les autobus quittent l'autoroute pour effectuer leurs arrêts intermédiaires |
| Arrêts d'autobus sur les autoroutes | | x | 5-10 | 50- 100 Passagers em- barqués ou dé- posés en pério- de de pointe | Généralement aménagés "à niveau" en correspondance avec une bretelle d'accès contrôlée |
| Sur artère principale | | | | | |
| Rues réservées aux autobus | x | x | 20-30 | 800-1.200 | Rue commerçante |
| Voie latérale réservée dans le centre d'affaires (CBD) | x | | 20-30 | 800-1.200 | Rue commerçante |
| Voies latérales réservées | x | | 30-40 | 1.200-1.600 | Au moins deux voies à la disposition du trafic de même sens |
| Voies centrales réservées | x | x | 60-90 | 2.400-3.600 | Au moins deux voies à la disposition du trafic de même sens ; possibilité d'éviter aux autobus les conflits d'entrecroisement |
| Voies à contre-courant - Tronçons courts | x | | 20-30 | 800-1.200 | |
| Bandes à contre-courant - étendues | x | x | 40-60 | 1.000-2.400 | Au moins deux voies pour le trafic général dans les deux sens. Espa- çement des signaux lumineux supérieur à 150 m |
| Arrêts principaux d'autobus | x | | 10-15 | 400- 600 | Principaux points de chargement de passagers dans des rues où plus de 500 véhicules/heure roulent sur la voie de droite |
| Contrôle des feux par les autobus | x | | 10-15 | 400- 600 | En tous lieux où elle ne serait pas contraire à la nécessité de dégager les piétons ou à la nature du dis- positif de signalisation |
| Signaux particuliers et séquences de phasos contrôlés par les autobus | x | | 5-10 | 200- 400 | Aux points d'accès aux voies réser- vées, sites propres ou gares termi- nales ; ou lorsqu'il est nécessaire de prévoir des dispositions spé- ciales de virage à l'intention des autobus |
| Dispositions spéciales pour faciliter les virages d'autobus | x | | 5-10 | 200- 900 | Lorsqu'un itinéraire d'autobus comporte des interdictions de tour- ner à gauche |

REFERENCES DE L'ANNEXE C

1. Bus Demonstration Project, Summary Report No. 2, Tottenham, Department of the Environment, (peut être obtenu auprès de PUPT3 Division Department of the Environment, 2 Marsham Street, Londres SW1P 3EB).
2. Tottenham High Road One-way Scheme and Bus Lane : Effect on Bus Operation, Operational Research Report R175, Londres, 1971, London Transport Executives, (peut être obtenu auprès de TRANSAD House, Leicester Square, Londres WC2H 7AB).
3. Review Report on the Tottenham High Road Traffic Management Scheme, TMS 6, Greater London Council, (peut être obtenu auprès du Department of Planning & Transportation, Greater London Council, County Hall, Londres SE1 7PB).
4. TANNER, J.C. "The Delay to Pedestrians Crossing a Road", Biometrika, 38, Decembre 1951.
5. DAWSON, R.F.F., Vehicle operating costs - 1970, Department of the Environment, TRRL Report LR 439, Crowthorne 1972 (Transport and Road Research Laboratory).
6. Commercial Motor, Tables of operating costs-1974 edition, IPC Transport Press Ltd, Dorset House, Stamford Street, Londres SE1 9LU.

LISTE DES MEMBRES DU GROUPE

Président : M. A. Bieber, France

ALLEMAGNE

Herr Baudirektor R.W. Schaaff
Landeshauptstadt Wiesbaden
Amt für Verkehrswesen
62 Wiesbaden 1
Viktoriastrasse 51

AUTRICHE

Dipl. Ing. Dr. Hermann Knoflacher
Kuratorium für Verkehrssicherheit
1031 Wien III
Olzeltgasse 3

CANADA

Mr. R. Tiffo
Chief Intermodal
Transportation Development Agency
2085 Union - 9th Floor
Montréal 111
Québec

DANEMARK

Mr. K.V. Ekner
Chief Engineer
City of Copenhagen Road Dept.
Islands Brygge 37
2300 Copenhagen S

ESPAGNE

D. José Manuel Pradillo
Ingeniero de Caminos
Delegacion de Circulacion y Transportes
Plaza de la Villa, N° 4
Ayuntamiento de
Madrid

D. José Sastre Castillo
Ingeniero de Caminos
Delegacion de Circulacion y Transportes
Plaza de la Villa, N° 4
Ayuntamiento de
Madrid

M. Rogelio Bravo
Delegacion de Circulacion
Plaza de la Villa, N° 4
Ayuntamiento de
Madrid

ETATS-UNIS

Mr. J. Hess
Office of Research
Federal Highway Administration
Washington, D.C. 20590

LISTE DES PUBLICATIONS DU PROGRAMME DE RECHERCHE ROUTIERE

Circulation routière et transports urbains

L'aide électronique pour l'exploitation des autoroutes (avril 1971)
Régulation de la circulation en zone urbaine (février 1972)
Utilisation optimum des autobus en zone urbaine (mai 1972)
Routes à deux voies en rase campagne : caractéristiques routières, écoulement de la circulation (juillet 1972)
Techniques d'exploitation des routes de capacité temporairement réduite (février 1973)
Effets de la circulation et des routes sur l'environnement dans les zones habitées (juillet 1973)
Compte rendu du symposium sur les techniques d'amélioration des conditions urbaines par la limitation de la circulation (septembre 1973)
Modèles de circulation urbaine : possibilités de simplification (août 1974)
Capacité des carrefours plans (novembre 1974)
Compte rendu du symposium sur les routes et l'environnement urbain (octobre 1975)
Recherches sur la régulation des corridors de circulation (novembre 1975)

Construction et entretien des routes

Recherche sur les glissières de sécurité (février 1969)
Corrosion des véhicules automobiles et influence des fondants chimiques (octobre 1969)
Dégâts hivernaux causés aux chaussées (mai 1972)
Méthodes accélérées de prévision de la durée de vie des chaussées (mai 1972)
Compte rendu du symposium sur le contrôle de la qualité des ouvrages routiers (juillet 1972)
Etanchéité des tabliers de pont en béton (juillet 1972)
Optimisation du tracé des routes par ordinateurs (juillet 1973)
Eau dans les chaussées : prévision de l'humidité des sols sous les chaussées (août 1973)
Entretien des routes en rase campagne (août 1973)
Eau dans les chaussées : méthodes de détermination de la teneur en eau et de la tension interstitielle des sols (décembre 1973)
Compte rendu du symposium sur l'action du gel sur les chaussées (octobre 1974)
Marquage et balisage des routes (février 1975)
Résistance à la déformation plastique des chaussées souples (juin 1975)
Surveillance des ouvrages d'art (juillet 1976)
Renforcement des chaussées (septembre 1976)

Sécurité routière

Alcool et médicaments (janvier 1968)
Sécurité des piétons (octobre 1969)
Comportement des conducteurs (juin 1970)
Compte rendu du symposium sur l'utilisation des méthodes statistiques dans l'analyse des accidents de la route (septembre 1970)
Eclairage, visibilité et accidents (mars 1971)
Recherche sur la sécurité des intersections en zone urbaine (octobre 1971)
Campagnes de sécurité routière : calcul et évaluation (décembre 1971)
Limitation de vitesse en dehors des zones habitées (août 1972)
Recherches sur l'application de la réglementation en matière de circulation (avril 1974)
Les accidents des jeunes conducteurs (mars 1975)
Obstacles latéraux (août 1975)
Manuel sur les campagnes de sécurité routière (septembre 1975)
Lumière polarisée pour projecteurs de véhicules (décembre 1975)
Formation des conducteurs (avril 1976)
Intempéries, visibilité restreinte et sécurité routière (août 1976)
Points dangereux : identification et élimination (septembre 1976)

**OECDS SALES AGENTS
DEPOSITAIRES DES PUBLICATIONS DE L'OCDE**

ARGENTINA - ARGENTINE.

Carlos Hirsch S.R.L.
Florida 165, BUENOS AIRES.
 ~~22~~ 33-1787-2391 Y 30-7122

AUSTRALIA - AUSTRALIE

International B.C.N. Library Suppliers Pty Ltd.,
161 Sturt St., South MELBOURNE, Vic. 3205.
 ~~22~~ 699-6388
658 Pittwater Road, BROOKVALE NSW 2100.
 ~~22~~ 938 2267

AUSTRIA - AUTRICHE

Gerold and Co., Graben 31, WIEN 1. ~~22~~ 52.22.35

BELGIUM - BELGIQUE

Librairie des Sciences
Coudenberg 76-78, B 1000 BRUXELLES 1.
 ~~22~~ 512-05-60

BRAZIL - BRESIL

Mestre Jou S.A., Rua Guapá 518,
Caixa Postal 24090, 05089 SAO PAULO 10.
 ~~22~~ 216-1920
Rue Senador Dantas 19 s/205-6, RIO DE
JANEIRO GB. ~~22~~ 232-07. 32

CANADA

Renoir Publishing Company Limited
2182 St. Catherine Street West
MONTREAL, Quebec H3H 1M7

~~22~~ (514) 937-3519

DENMARK - DANEMARK

Munksgaards Boghandel
Nørregade 6, 1165 KØBENHAVN K.
 ~~22~~ (01) 12 69 70

FINLAND - FINLANDE

Akateeminen Kirjakauppa
Keskuskatu 1, 00100 HELSINKI 10. ~~22~~ 625.901

FRANCE

Bureau des Publications de l'OCDE
2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16.
 ~~22~~ 524.81.67

Principaux correspondants :

13602 AJX-EN-PROVENCE : Librairie de
l'Université. ~~22~~ 26.18.08

38000 GRENOBLE : B. Arthaud. ~~22~~ 87.25.11

GERMANY - ALLEMAGNE

Verlag Weltarchiv G.m.b.H.
D 2000 HAMBURG 36, Neuer Jungfernstieg 21
 ~~22~~ 040-35-82-500

GREECE - GRECE

Librairie Kauffmann, 28 rue du Stade,
ATHENES 132. ~~22~~ 322.21.60

HONG-KONG

Government Information Services,
Sales and Publications Office,
Beaconsfield House, 1st floor,
Queen's Road, Central
 ~~22~~ H-23191

ICELAND - ISLANDE

Snaebjörn Jónsson and Co., h.f.,
Hafnarstræti 4 and 9, P.O.B. 1131,
REYKJAVIK. ~~22~~ 13133/14281/11936

INDIA - INDE

Oxford Book and Stationery Co. :
NEW DELHI, Scindia House. ~~22~~ 45896
CALCUTTA, 17 Park Street. ~~22~~ 240832

IRELAND - IRLANDE

Eason and Son, 40 Lower O'Connell Street,
P.O.B. 42, DUBLIN 1. ~~22~~ 74 39 35

ISRAEL

Emanuel Brown :
35 Allenby Road, TEL AVIV. ~~22~~ 51049/54082
also at :
9, Shlomo ben Hamaq Street, JERUSALEM.
 ~~22~~ 234807

48 Nahliath Benjamin Street, TEL AVIV.
 ~~22~~ 53276

ITALY - ITALIE

Libreria Commissionaria Sansoni :
Via Lamarmora 45, 50121 FIRENZE. ~~22~~ 579751
Via Bartolini 29, 20135 MILANO. ~~22~~ 365083

Sous-dépositaires :

Editorice e Libreria Herder,
Piazza Montecitorio 120, 00186 ROMA.
 ~~22~~ 674628

Libreria Hoepli, Via Hoepli 5, 20121 MILANO.
 ~~22~~ 865446
Libreria Laizes, Via Garibaldi 3, 10122 TORINO.
 ~~22~~ 519274

La diffusion delle edizioni OCDE è inoltre assicurata dalle migliori librerie nelle città più importanti.

Les commandes provenant de pays où l'OCDE n'a pas encore désigné de dépositaire peuvent être adressées à :

OCDE, Bureau des Publications, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris CEDEX 16

Orders and inquiries from countries where sales agents have not yet been appointed may be sent to

OECD, Publications Office, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris CEDEX 16

JAPAN - JAPON

OECD Publications Centre,
Akasaka Park Building,
2-3-4 Akasaka,
Minato-ku,
TOKYO 107. ~~22~~ 586-2016

KOREA - COREE

Pan Korea Book Corporation
P.O. Box n° 101 Kwanghamun, SEOUL
 ~~22~~ 72-7169

LEBANON - LIBAN

Documenta Scientifica/Redico
Edison Building, Bliss Street,
P.O. Box 5641, BEIRUT. ~~22~~ 354429 - 344425

THE NETHERLANDS - PAYS-BAS

W. V. Van Stockum
Buitenhof 36, DEN HAAG. ~~22~~ 070-65.68.08

NEW ZEALAND - NOUVELLE-ZELANDE

The Publications Manager,
Government Printing Office,
WELLINGTON: Mulgrave Street (Private Bag),
World Trade Centre, Cuba/ade, Cuba Street,
Rutherford House, Lambton Quay. ~~22~~ 737-320

AUCKLAND: Rutland Street (P.O.Box 5344)
 ~~22~~ 32.919

CHRISTCHURCH: 130 Oxford Tce, (Private Bag)
 ~~22~~ 50.331

HAMILTON: Barton Street (P.O.Box 857)

~~22~~ 80.103

DUNEDIN: T & G Building, Princes Street
(P.O.Box 1104), ~~22~~ 78.294

NORWAY - NORVEGE

Johan Grundt Tanums Bokhandel,
Karl Johansgate 41/43, OSLO 1. ~~22~~ 02-332980

PAKISTAN

Mirza Book Agency, 65 Shahrah Quaid-E-Azam,
LAHORE 3. ~~22~~ 66839

PHILIPPINES

R.M. Garcia Publishing House,
903 Quezon Blvd. Ext., QUEZON CITY,
P.O. Box 1860 - MANILA. ~~22~~ 99.98.47

PORTUGAL

Livraria Portugal,
Rua do Carmo 70-74. LISBOA 2. ~~22~~ 360582/3

SPAIN - ESPAGNE

Liberaria Mundi Prensa
Castello 37, MADRID-1. ~~22~~ 275.46.55

Liberaria Bastinos
Pelayo, 52, BARCELONA 1. ~~22~~ 222.06.00

SWEDEN - SUEDE

Fritzes Kungl. Hovbokhandel,
Fredsgatan 2, 11152 STOCKHOLM 16.
 ~~22~~ 08/23 89 00

SWITZERLAND - SUISSE

Librairie Payot, 6 rue Grenus, 1211 GENEVE 11.
 ~~22~~ 022-31.89.50

TAIWAN

National Book Company
84-5 Sing Sung S. Rd., Sec. 3
TAIPEI 107.

TURKEY - TURQUIE

Librairie Hachette,
469 İstiklal Caddesi,
Beyoglu, ISTANBUL. ~~22~~ 44.94.70

et 14, E. Ziya Gökalp Caddesi

ANKARA. ~~22~~ 12.10.80

UNITED KINGDOM - ROYAUME-UNI

H.M. Stationery Office, P.O.B. 569, LONDON
SE1 9 NH, ~~22~~ 01-928-6977, Ext. 410

or

49 High Holborn

LONDON WC1V 6HB (personal callers)
Branches at: EDINBURGH; BIRMINGHAM,
BRISTOL; MANCHESTER, CARDIFF,
BELFAST.

UNITED STATES OF AMERICA

OECD Publications Center, Suite 1207,
1750 Pennsylvania Ave. N.W.

WASHINGTON D.C. 20006. ~~22~~ (202)298-8755

VENEZUELA

Liberaria del Este, Avda. F. Miranda 52,
Edificio Galipán, Aptdo. 60 337, CARACAS 106.
 ~~22~~ 32 23 01/33 26 04/33 24 73

YUGOSLAVIA - YOUGOSLAVIE

Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, P.O.B. 36,
BEOGRAD. ~~22~~ 621-992

