

ANALYSE DES COUTS ET DES RECETTES

Les investissements en infrastructures fixes

Le pourcentage de poteaux sur chaque tronçon de ligne ne peut pas être maintenu constant car en centre ville le nombre de façades est plus important. En antenne par contre, l'économie de poteaux devient très vite significative si le véhicule peut rouler en autonomie.

Pour chacun des seize tronçons, on a calculé les équipements suivant une décomposition en éléments (transversaux 4 et 2 fils, fils de contact, poteaux, ancrages, aiguillages électriques ou à talon, croisements).

On a prévu une sous-station pour chacun des 16 tronçons. Pour le calcul de la puissance, on a tenu compte de la consommation des véhicules considérés, du nombre de véhicules en ligne sur le tronçon et avec une réserve de 30 % pour faire face à un accroissement de trafic les années suivantes.

Méthode de prise en compte des données d'exploitation

Il aurait été fastidieux de déterminer pour chaque simulation un diagramme complet d'exploitation qui lui était propre avec tous ses résultats. On a préféré une méthode plus simple qui se décompose en deux temps :

- la détermination complète par la S.T.I.L. de deux diagrammes d'exploitation et de leurs résultats pour des exploitations en bus standards et articulés;
- la recherche et la comptabilisation des influences ou corrections résultant de chaque simulation de véhicule sur un type de ligne sur les résultats de l'analyse précédente; par exemple : une exploitation avec véhicules de capacité de 10 % plus grande se traduit notamment par une diminution de 10 % du nombre de véhicules en ligne à la pointe, donc du parc.

La méthode utilisée présente l'avantage de traiter identiquement chaque véhicule par l'exploitant. En effet, il aurait été quasi impossible de produire autant de diagrammes d'exploitation avec la même proportion de temps morts en bout de ligne, les mêmes coefficients de charge à l'heure de pointe, etc ..., qu'il y avait de véhicules à évaluer.

Par contre la méthode proposée permet de comptabiliser les influences de divers paramètres sous forme de variations continues au départ d'une exploitation de base.

Calcul des parcs de véhicules et échéanciers des commandes

La S.T.I.L. a élaboré deux diagrammes d'exploitation de référence respectivement pour les bus standards et articulés. Les véhicules articulés évalués sont comparés au bus articulé de référence et les standards au bus standard. L'heure de pointe fixe l'ampleur du parc.

Compte tenu des temps de parcours calculés pour les bus de référence et du nombre de places offertes dans les différents véhicules, on peut déterminer le nombre de véhicules nécessaires pour assurer le service (avec une réserve de 15 % pour les bus et trolleybus et de 10 % pour les bi-mode), et on obtient donc la grandeur du parc.

Le modèle détermine l'échéancier des dépenses d'investissement en matériel roulant.

Calcul des kilométrages journaliers

Le calcul des kilométrages journaliers est nécessaire pour les calculs des coûts de maintenance, des consommations d'énergie et des temps de conduite. Le modèle mathématique décrivant le mouvement des véhicules permet le calcul des temps de parcours et des consommations d'énergie des bus de référence standards et articulés, sur les diagrammes d'exploitation de référence S.T.I.L., sans tenir compte de leurs performances et des variations de parc dues à la croissance annuelle. Le modèle COST en tient compte sous forme de coefficients de correction.

Une ventilation est faite entre le fonctionnement en mode diesel et en mode électrique.

Coûts de maintenance

On suppose que tous les véhicules de la flotte effectuent annuellement le même kilométrage, qui est le kilométrage total divisé par le parc. Ainsi les coûts de maintenance seront convertibles en coûts kilométriques. Ces coûts sont une fonction de l'âge du véhicule et de différentes fonctions s'appliquant selon le type de véhicule (autobus, trolleybus ou bi-mode standard ou articulé).

Coûts des consommations énergétiques

Le modèle V.U.B. calcule les consommations de tous les véhicules pour les déplacements définis par l'exploitation de référence en tenant compte des courbes enveloppes de vitesse de la ligne et des performances des véhicules enregistrées par l'unité de mesures A.T.M.

Les consommations sont corrigées par la simulation COST en fonction des coefficients déterminés pour le calcul des kilométrages journaliers.

Coûts des prestations de conduite

Les prestations de conduite fournies par le modèle V.U.B. pour l'exploitation de base sont corrigées de la même façon que les kilométrages journaliers et les consommations énergétiques.

Coûts des batteries de traction

Dans le cas où une batterie de traction est présente, on considère que les entretiens sont comptés dans les coûts de maintenance et que les renouvellements sont comptés dans les coûts d'exploitation en fonction des durées de vie.

Coûts de maintenance des lignes aériennes

Un forfait de 100 kEcu/an est retenu pour que les coûts de maintenance des lignes aériennes soient égaux à environ 3 % de la somme des coûts pris en considération dans l'étude.

Coûts totaux

Tous les coûts précédents sont comptabilisés annuellement pour le terme de 25 ans et forment les coûts totaux d'exploitation. En additionnant les coûts d'investissement on obtient enfin les coûts totaux.

LE MODELE MATHEMATIQUE DU MOUVEMENT DES TROLLEYBUS BIMODES

Un modèle mathématique décrivant le mouvement des véhicules soumis à l'évaluation a été établi en correspondance avec un programme de mesures facilement réalisable, afin de déterminer les temps de parcours sur une ligne de référence et les consommations d'énergie correspondantes. Une description complète du modèle a été rédigée dans le rapport final du thème 6 de l'Action COST 303. Des programmes ont été rédigés pour effectuer la simulation désirée. L'ensemble de la simulation comprend actuellement quatre programmes :

- le programme "ROUTE" qui caractérise le trajet de la ligne par ses données topographiques;
- le programme "BUS" qui caractérise le véhicule par ses performances;
- le programme "SIMUL" qui effectue le calcul de la simulation;
- le programme "OUT" qui édite les résultats sous la forme désirée.

LE MODELE MATHEMATIQUE DE SIMULATION

La connaissance des caractéristiques d'une section et de l'équation de mouvement permet de calculer le temps nécessaire pour parcourir une section et l'énergie correspondante. La forme du modèle mathématique a été adaptée aux différents types de mesures qui pouvaient être facilement réalisées sur les véhicules soumis à l'évaluation.

Les profils de vitesse

La vitesse maximum V_m autorisée en exploitation est définie et la vitesse maximum V_j que le véhicule pourrait atteindre est calculée. Il en résulte que seuls deux types de diagrammes vitesse-espace seront réalisés par les véhicules dans les différentes sections.

Dans le cas de la figure 9, le véhicule accélère au départ d'une vitesse initiale V_0 jusqu'à la vitesse maximale autorisée V_m , parcourt une portion du trajet en palier et freine ensuite jusqu'à la vitesse V_e en fin de section. Le véhicule pourrait atteindre une vitesse supérieure si une limite de vitesse n'était pas imposée.

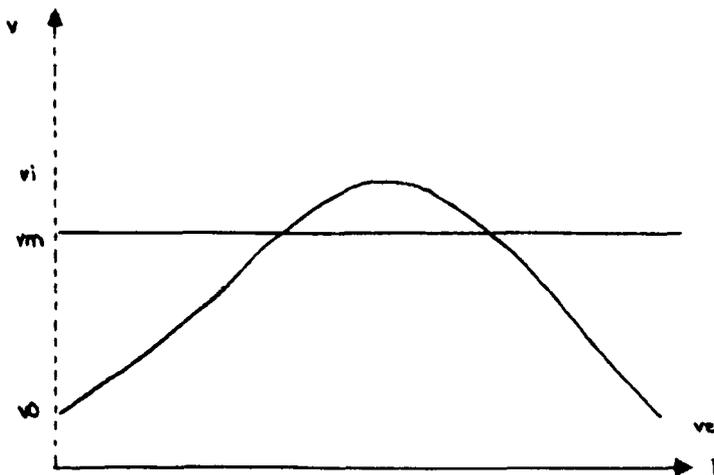


Figure 9

Dans le cas de la figure 10, le véhicule n'est pas capable d'atteindre la vitesse maximum autorisée V_m . Dès qu'il atteint une vitesse V_i , il commence à décélérer jusqu'à la vitesse finale de la section.

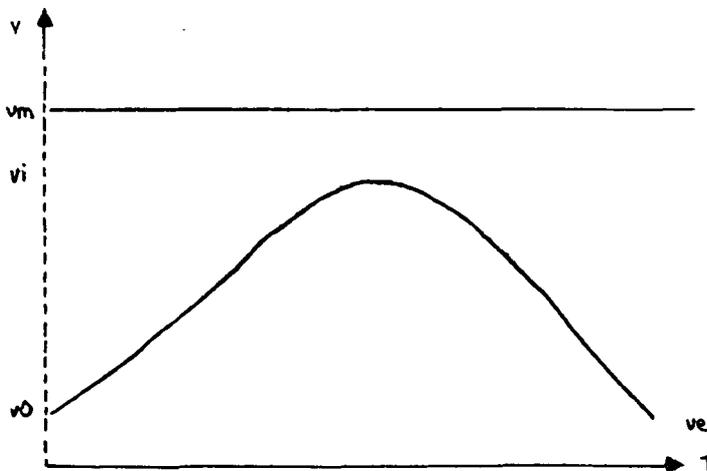


Figure 10

La courbe d'accélération est différente pour chaque véhicule et doit être calculée dans chaque tronçon. La courbe de décélération a été fixée pour tous les véhicules à une valeur de bonne pratique égale à $1,2 \text{ m/s}^2$.

Calcul des temps de parcours

Les relations entre le temps, la vitesse et l'accélération doivent être déterminées dans trois cas : en accélération, à vitesse constante et en décélération.

Pour effectuer les calculs, on dispose des résultats des essais de référence faits sur tous les véhicules : quatre essais en accélération, trois essais à vitesse constante et un essai à l'arrêt. On a mesuré chaque fois le temps, l'espace, la vitesse et la consommation d'énergie (cette dernière sous forme de la puissance instantanée).

Le mouvement d'un véhicule peut être calculé en faisant appel à la traditionnelle équation physique du mouvement, qui donne la relation entre la masse du véhicule, son accélération et la force de traction appliquée. Le fait qu'un véhicule soit chargé ou qu'il roule sur une pente se traduit par l'apparition de termes correcteurs dans l'équation.

La liaison entre les mesures de référence, effectuées sur un véhicule vide roulant sur une route plate d'une part, et le fonctionnement du véhicule chargé sur une déclivité d'autre part peut être fait en supposant que la force de traction sur les roues ne dépend que de la vitesse instantanée du véhicule. Il est alors possible de calculer le temps d'accélération pour le véhicule chargé en côte. Le temps de parcours peut être facilement obtenu, à partir des mesures de référence, pour le fonctionnement à vitesse constante et du calcul du temps de décélération.

Calcul des consommations d'énergie

L'énergie consommée peut être calculée en intégrant la puissance instantanée par rapport au temps. Dans le cas de la traction autonome, la "puissance instantanée" sera exprimée en débit de volume de gasole.

Dans le cas du fonctionnement en accélération, les puissances sont dérivées des mesures de référence, en supposant que l'on utilise toujours la puissance maximale pour accélérer (accélérateur au plancher). A vitesse constante par contre, les mesures de référence ne peuvent pas être utilisées directement, car elles sont faites avec un véhicule non chargé roulant sur une route plate. La force de traction supplémentaire nécessaire pour transporter la charge et pour vaincre la pente peut être ramenée à une accélération, car la même force appliquée sur un véhicule vide roulant en palier aurait comme effet une accélération. Les courbes d'accélération mesurées prouvent donc encore une fois leur utilité.

Dans son état présent, le modèle ne tient pas compte de la récupération de l'énergie lors du freinage; la puissance en décélération est prise égale à la puissance à l'arrêt.

RESULTATS DE L'ETUDE ECONOMIQUE

Analyse des coûts

Les coûts totaux d'une exploitation peuvent se ventiler en différents postes, dont les plus importants pour notre simulation sont les coûts d'investissements, les coûts d'exploitation et les coûts totaux.

COUTS D'INVESTISSEMENTS

L'établissement d'une exploitation nécessite l'achat de véhicules et l'installation éventuelle de sous-stations électriques et de lignes aériennes. Les bimodes, véhicules de concept nouveau construits en petites séries, sont beaucoup plus chers que les autobus classiques. Leur prix élevé sera cependant partiellement compensé par leur durée de vie plus longue.

La grandeur du parc est déterminée par la capacité des véhicules; l'emploi de véhicules pouvant transporter un grand nombre de passagers aide à diminuer les investissements. La grandeur du parc dépend aussi des coefficients de réserve (10 % pour les bi-mode et 15 % pour les autres véhicules).

L'investissement en véhicules dépend donc des prix d'achat, des capacités et des durées de vie. Les investissements en véhicules, actualisés sur un terme de 25 ans sont illustrés à la figure 11.

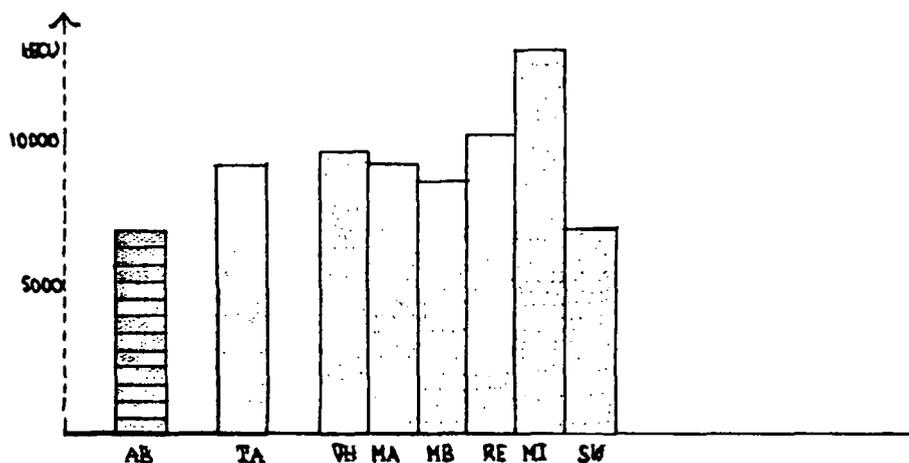


Figure 11 : Investissements en véhicules actualisés sur 25 ans

Pour les trolleybus et les bi-mode on doit aussi tenir compte des infrastructures fixes, c.à.d. les sous-stations et les lignes aériennes, sur lesquelles deux facteurs ont une influence : la puissance électrique des véhicules en ligne (cette puissance est fonction de la puissance des véhicules mêmes et de la grandeur du parc) et le mode d'exploitation.

Il convient ici d'attirer l'attention sur les subventions accordées par certains pays pour le financement des infrastructures fixes. Afin de tenir compte de ces subventions et de décrire l'effet de variations de coût de l'infrastructure aérienne, une étude de sensibilité a été effectuée.

La figure 12 montre les coûts d'investissements en infrastructures fixes pour tous les véhicules dans le mode d'exploitation de base.

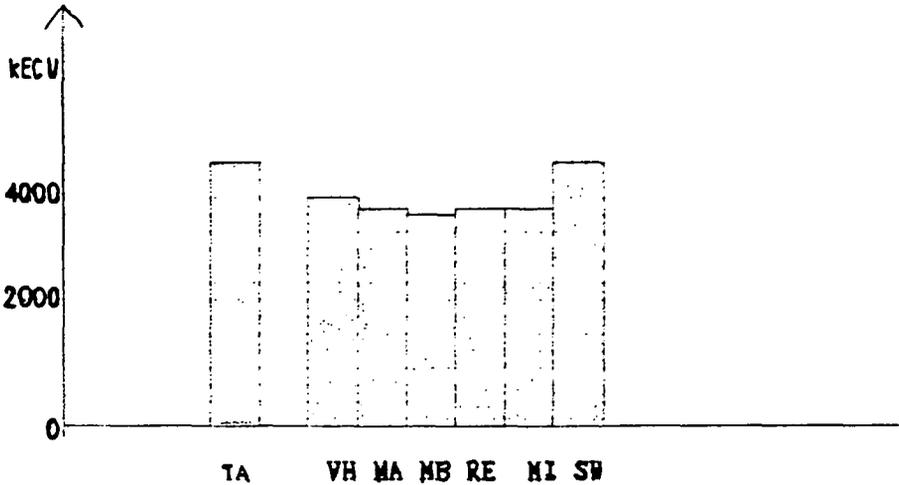


Figure 12 : Investissements en infrastructures fixes

Les investissements totaux sont la somme des investissements en véhicules et des investissements en infrastructures fixes. Le bi-mode étant très désavantagé sur ce plan, ce sera donc sur le plan des coûts d'exploitation qu'il faut compenser ce désavantage initial.

COÛTS D'EXPLOITATION

Les coûts d'exploitation se ventilent en coûts de maintenance, coûts de conduite et coûts énergétiques.

Coûts de maintenance

La robustesse et la longévité de la chaîne de traction électrique ont une influence très favorable sur la maintenance des véhicules trolleybus ou bimode. On trouve même que les coûts de maintenance pour le trolleybus, contrairement aux autobus diesel, diminuent avec l'âge du véhicule.

Le véhicule bi-mode, dont l'exploitation se fait surtout en mode électrique conduit à des coûts de maintenance nettement inférieurs à ceux du véhicule classique. Pour les installations fixes, un coût forfaitaire a été déterminé comme coût de maintenance.

Coûts de conduite

Les coûts de conduite sont proportionnels aux temps de conduite. La grandeur de ces temps ne dépend pas en premier lieu du mode de traction, mais de la vitesse commerciale et surtout de la capacité du véhicule, cette dernière déterminant le nombre de véhicules en service à la pointe. Les véhicules offrant un nombre élevé de places seront à nouveau avantageux.

Coûts énergétiques

Pour l'évaluation des coûts énergétiques, la situation devient plus complexe. Il faut tenir compte de la situation du marché et de la relation entre les prix du gasoil et de l'électricité. Cette situation varie d'un pays à l'autre. Dans le cadre de cette étude, on a retenu trois pays de la Communauté Européenne, c.à.d. la Belgique, la République Fédérale d'Allemagne et la France.

Si l'on compare les prix des sources d'énergie dans ces trois pays, on constate que le gasoil est le moins cher en Belgique et le plus cher en France. L'électricité par contre est très avantageuse en France et chère en R.F.A., le prix belge se situant entre les deux. La figure 13 montre les prix de l'énergie dans ces trois pays.

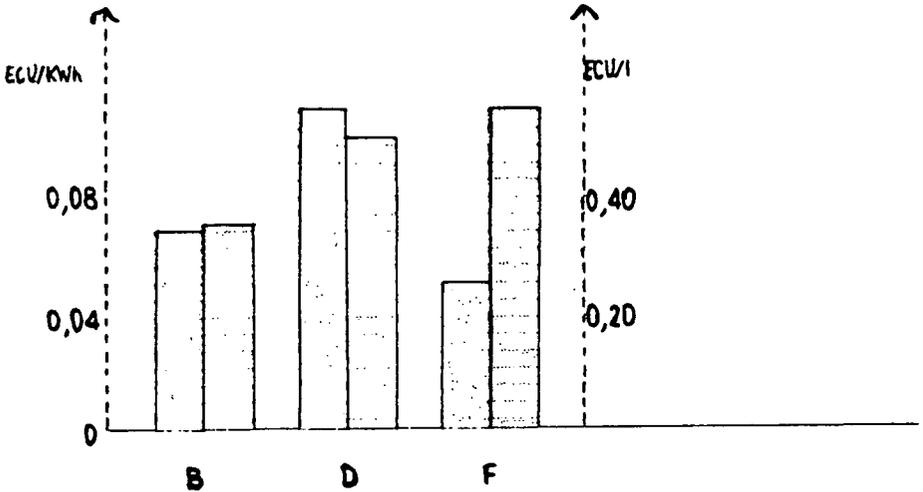


Figure 13 : Prix de l'énergie dans trois pays de la C.E.E.
Gasol : teinte foncée; électricité : teinte claire

Les consommations énergétiques des véhicules sont surtout déterminées par la puissance de l'engin de traction et par le nombre de véhicules en service. La figure 13 montre les coûts énergétiques, dans le cas de l'exploitation de base, pour tous les bimodes dans l'hypothèse des coûts énergétiques français.

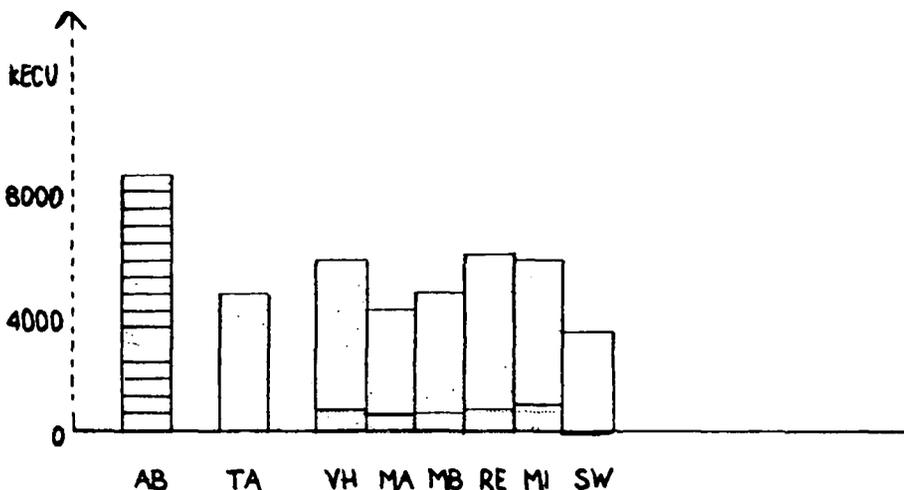


Figure 14 : Coûts énergétiques pour l'exploitation de base

On voit que dans ce cas la tarification modeste de l'électricité par rapport au gasoil favorise fortement le bimode; ceci est d'ailleurs aussi vrai pour le trolleybus classique. La différence entre les modes d'exploitation est à nouveau déterminée par le rapport entre les prix de l'énergie. Ce rapport détermine le cas le plus avantageux.

Coûts d'exploitation

L'addition des coûts de maintenance, des coûts de conduite et des coûts énergétiques donne le coût total de l'exploitation.

COÛTS TOTAUX

Les coûts totaux sont la somme des coûts d'investissements et des coûts d'exploitation.

On vient de voir que le bimode offre d'une part des avantages intéressants sur le plan de l'exploitation, mais qu'il exige d'autre part des investissements très importants.

Les coûts totaux pour les différents véhicules dans le mode d'exploitation de base sont représentés à la figure 15 (hypothèse : coûts énergétiques belges).

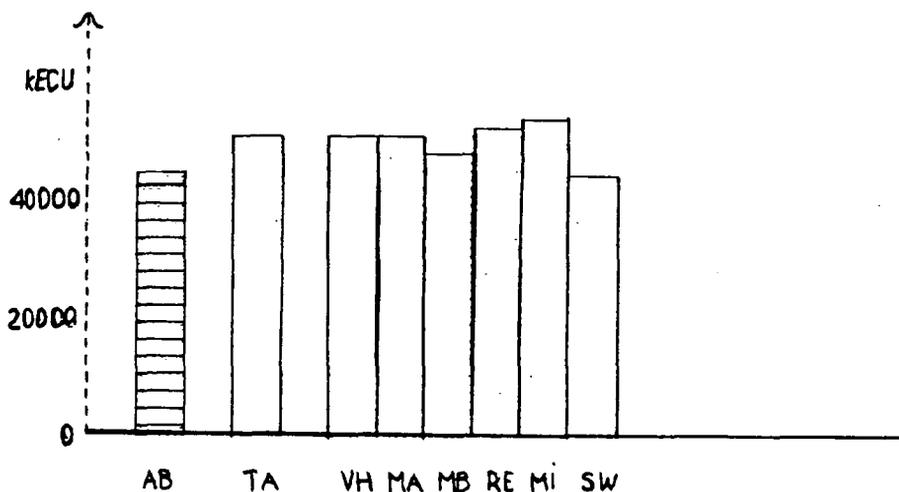


Figure 15 : Coûts totaux pour le mode d'exploitation de base

La figure 16 montre les coûts totaux pour l'un des véhicules dans les trois pays concernés, chaque fois comparé à l'autobus classique dans le même pays.

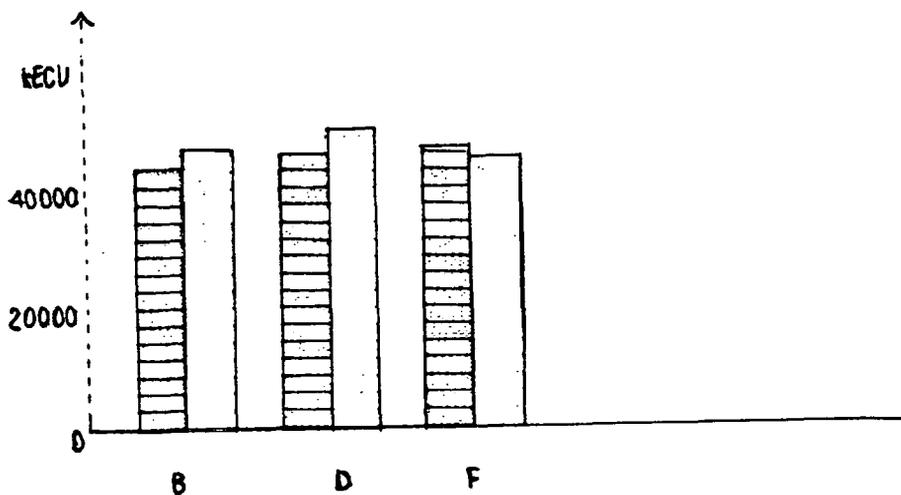


Figure 16 : Comparaison des coûts totaux pour l'exploitation de base dans les trois pays.

On voit que dans beaucoup de cas l'avantage sur le plan de l'exploitation est anéanti par le surcoût des investissements. L'introduction du bi-mode signifierait donc une perte économique.

Cependant, il existe des cas où le bi-mode s'avère mieux placé que son rival classique. La structure des coûts énergétiques en France par exemple, avec le prix de l'électricité assez bas, justifie l'introduction du véhicule bi-mode pour des raisons purement économiques.

Jusqu'à présent on a seulement considéré les facteurs économiques sans tenir compte des autres avantages de la bimodalité, les avantages écologiques d'une part et la souplesse d'exploitation d'autre part. On peut estimer par exemple que la plus grande attractivité de l'exploitation bi-mode conduira à une légère augmentation du trafic pendant les premières années de l'exploitation bi-mode. Toutes les simulations furent ainsi répétées avec une hypothèse de croissance de 5 % pendant les cinq premières années de l'exploitation bi-mode. Les cas où le bi-mode devient plus avantageux sont ici plus nombreux. Mais ce seront toujours les coûts énergétiques dans le pays concerné qui détermineront la position relative du bi-mode par rapport à l'autobus classique.

Quant à l'influence de la durée de vie du bi-mode, on trouve que pour arriver à une exploitation rentable la durée de vie du bi-mode doit être d'au moins 20 ans.

Les simulations ont été complétées par deux études de sensibilité : une première, déjà mentionnée, dédiée au coût des infrastructures aériennes, et une autre dédiée au taux d'actualisation. Une diminution du taux d'actualisation tend à favoriser la solution bi-mode, ce qui peut s'expliquer parce que le bi-mode se caractérise surtout par d'importants investissements la première année.

COMPARAISON DES BI-MODE AVEC LES AUTRES MOYENS DE TRANSPORT

La comparaison des résultats de l'étude économique appliquée aux véhicules bi-mode avec les résultats pour l'autobus permet de constater que le bi-mode ne se montre attractif d'un point de vue purement économique que dans les cas où l'énergie électrique est favorisée par rapport aux combustibles liquides et dans les cas où les investissements supérieurs du système bimode peuvent être réduits par un choix adéquat du matériel et du mode d'exploitation ou par une éventuelle politique de subventionnement par l'Etat ou par les collectivités.

Lorsqu'on compare le bi-mode avec le trolleybus classique, on constate que ces deux types de véhicules se placent à peu près à la même hauteur sur l'échelle économique. Ce sont surtout des raisons d'exploitation qui feront la décision et qui vont favoriser sans doute le véhicule bi-mode grâce à sa plus grande souplesse d'exploitation.

COMPARAISON DES VEHICULES BI-MODE ENTRE EUX

Les facteurs caractérisant les véhicules bi-mode et importants pour le bilan économique sont le prix de revient, la puissance maximale absorbée et le nombre de places offertes.

Le prix de revient, assez élevé pour tous les bi-mode constitue un des obstacles principaux à l'introduction du bi-mode. Cependant, une production de bi-mode en plus grande série ferait baisser les prix.

La puissance maximale absorbée au niveau du réseau d'alimentation électrique a une influence sur le dimensionnement des sous-stations. Des véhicules puissants nécessitent l'implantation de sous-stations plus puissantes et conduisent donc à des investissements un peu plus élevés. Une puissance disponible plus grande offre par contre des avantages sur le plan des performances du véhicule.

Il convient quand même de constater le peu d'influence de la puissance du véhicule sur les temps de parcours pour le même trajet répertorié dans l'exploitation de référence S.T.I.L. . Disposer d'une flotte de véhicules musclés n'est donc pas synonyme d'économies.

Le nombre de places offertes détermine le nombre de véhicules nécessaires pour effectuer le service. Comme on l'a déjà mentionné, ce sont les véhicules offrant une capacité plus grande qui se montrent les plus avantageux. Rappelons que la capacité a été calculée pour tous les véhicules de la même manière : un nombre fixe de places debout par m² de surface libre, tout en tenant compte de la charge maximale sur les essieux.

Le véhicule qui obtient les meilleurs résultats dans cette étude est d'ailleurs aussi celui qui offre la plus grande capacité.

COMPARAISON DES MODES D'EXPLOITATION

Dans le cadre de cette étude, trois modes d'exploitation "bi-mode" ont été retenus et simulés pour chacun des véhicules.

Le véhicule finlandais "SWS" qui est doté d'un groupe d'autonomie à puissance réduite a été considéré comme un véhicule trolleybus. Le véhicule belge "Van Hool" a aussi été simulé comme trolleybus, étant alors doté d'un "petit" groupe d'autonomie de 50 kW contrairement au groupe de 110 kW présent sur la version bi-mode testée.

Les différences entre les modes d'exploitation peuvent être considérées sur le plan des investissements ou sur le plan de l'exploitation.

Sur le plan des investissements, il est clair qu'une réduction de la portion de trajet à parcourir en mode électrique conduit à une réduction des investissements en infrastructures fixes. C'est surtout au niveau des antennes, qui se trouvent en périphérie de la ville et où le nombre de poteaux à ériger est assez important, que l'on peut faire des économies considérables en imposant la marche autonome.

Par contre, dans le centre ville on peut réaliser la ligne aérienne pour un coût mineur grâce à la présence de façades. L'exploitation en autonomie peut se justifier pour d'autres raisons comme par exemple la réduction de l'intrusion visuelle causée par la présence de la ligne aérienne.

Sur le plan de l'exploitation, le mode électrique s'impose sur les pentes qui constituent une partie importante du trajet de la ligne de référence. Il s'impose aussi dans le centre ville par la diminution des nuisances causées par la traction thermique. Sur le plan des coûts d'exploitation, ce seront les situations nationales des prix des différentes sources d'énergie qui favoriseront l'un ou l'autre mode. Les différences entre les modes restent quand-même assez modestes.

CONCLUSIONS

Le modèle présenté a fourni des résultats réalistes sur le plan de l'économie de l'exploitation des véhicules bi-mode. Il a permis d'analyser les conséquences globales de l'introduction des trolleybus bi-mode et montré que cette introduction, à côté des avantages sur le plan social, peut être liée à un bilan économique positif.

Légende commune pour les figures 10-15

AB : autobus articulé de référence
TA : trolleybus articulé de référence
VH : trolleybus bimode "Van Hool AG 280 T"
MA : trolleybus bimode "M.A.N. SG 240 H"
MB : trolleybus bimode "Mercedes-Benz O 305 GTD"
RE : trolleybus bimode "Renault PER 180 H"
MI : trolleybus bimode "Mauri"
SW : trolleybus bimode "SWS-Strömberg"



1. Démarche adoptée

L'évaluation effectuée au moyen de la méthode dite de la valeur-utile a porté sur les 6 trolleybus bimodes suivants :

- . VAN HOOB/ACEC AG 280 T
- . MERCEDES-BENZ O 305 GTD
- . MAN SG 240 H-Duo
- . SISU-WIIMA-Strömberg
- . RENAULT PER 180 H
- . MAURI

ainsi que sur 4 véhicules de référence: un trolleybus articulé, un trolleybus à deux essieux (ATM), un autobus articulé et un autobus à deux essieux (STIL).

Une grille des effets occasionnés par l'établissement et l'exploitation d'une ligne-modèle (voir "Etude économique") par des trolleybus bimodes ou les véhicules de référence a été établie, puis révisée à la suite d'un test préalable, pour aboutir à 22 indicateurs mesurables. (voir Tableau : Acteurs et Indicateurs et Tableau : Pondération (nationale) des effets : Moyenne des huit délégations).

Système des valeurs

Il a été demandé aux membres du Comité de gestion d'exprimer leurs préférences (= poids) à l'égard de chacun des indicateurs relatifs à un groupe d'acteurs donné (usagers, exploitants, collectivité locale, économie nationale, industrie). Il s'agissait concrètement pour eux de répartir une valeur de 100 entre les indicateurs de chaque sphère d'acteurs. On a ensuite établi la moyenne des 8 réponses et obtenu non seulement un poids exprimé en pourcent pour chaque indicateur, mais aussi un poids pour chacune des sphères d'acteurs. Ce dernier résultat a été confronté à la moyenne des 52 réponses reconnues exploitables, rentrées lors de la Journée de présentation des trolleybus bimodes.

Système des indicateurs

Les 22 indicateurs, le cas échéant subdivisés en sous-indicateurs, ont été convertis en taux de réalisation des objectifs. Pour chacune des variantes d'exploitation de la ligne-modèle (modes I à V), ainsi que pour chacun des véhicules soumis à l'évaluation, on a procédé à une notation avec des notes comprises entre 1.0 pt (meilleur score) et 0.0 pt (moins bon score) en fonction des résultats obtenus sur le plan quantitatif ou qualitatif.

Combinaison du système des valeurs et du système des indicateurs

Les préférences accordées aux divers indicateurs sous la forme de poids ont été combinées avec les taux de réalisation des objectifs pour donner des points de valeur-utile permettant d'établir, au moyen de l'addition de tous les scores partiels, un classement de chacun des véhicules. On a présenté non pas un seul, mais plusieurs classements mode par mode. On a aussi effectué des classements pour tous les véhicules et tous les modes réunis, dans l'optique de chacune des sphères d'acteurs, ainsi que procédé à deux tests de sensibilité (variation des préférences).

2. Aperçu des résultats obtenus

La pondération appliquée aux cinq sphères d'acteurs par les huit membres du Comité de gestion a attribué 29% aux usagers, 26% aux exploitants, 19% à la collectivité locale, 14% à l'industrie et 12% à l'économie nationale. Les pondérations exprimées par les participants à la Journée de présentation des matériels sont un peu moins contrastées, mais aboutissent à un classement semblable.

Parmi les 22 effets, les cinq plus importants sont:

1. les gains de temps de transports (10.30%)
2. la disponibilité et la régularité (9.60%)
3. la qualité du transport (8.85%)
4. l'incidence sur les résultats d'exploitation (7.53%)
5. le développement de nouveaux marchés pour les industriels (5.77%)

Les autres indicateurs obtiennent un poids inférieur à 5%.

Le tableau ci-après récapitule le classement cardinal en points de valeur-utilé, d'une part selon les sphères d'acteurs, qui représentent chacune une perspective différente, et globalement d'autre part.

On remarquera que les usagers et l'économie nationale placent en tête les bimodes mais divergent quant à la place attribuée aux autobus et aux trolleybus classiques. L'industrie et les collectivités locales placent le bimode SWS en tête, puis les autres bimodes, les trolleybus et enfin les autobus classiques. Les exploitants se distinguent nettement des deux "coalitions" d'acteurs précitées et préfèrent les autobus aux trolleybus bimodes pour mettre en queue de classement les trolleybus classiques. Sur le plan global, les trolleybus bimodes l'emportent nettement devant les trolleybus classiques, qui précèdent de peu les autobus.

Les deux tests de sensibilité qui se basent l'un sur des valeurs non-pondérées (préférences neutres) et l'autre sur la pondération la plus contrastée ne changent rien à cet ordre de succession.

Tab. 7 : ORDRE DE SUCCESSION DE L'EVALUATION GLOBALE, TOUS LES MODES

 (bi-modes:moyenne de I-III, resp. IV)
 RANKING IN OVERALL EVALUATION , ALL MODES
 (bi-modes: average of modes I-III, IV resp.)
 REIHENFOLGE GESAMTBEWERTUNG , ALLE FAHRMODI
 (DuoBusse:Mittelwerte aus I-III , bzw. IV)

USAGERS USERS FAHRGÄESTE		EXPLOITANTS OPERATORS VERK/BETRIEBE		COLLECTIVITE PUBLIC AT LG ALLGEMEINHEIT		ECONOM.NAT. NATNL ECONOMY VOLKSWIRTSCH/		INDUSTRIE INDUSTRY INDUSTRIE		TOTAL	INDEX MB=	
MB	202	AB Art	248	SWS	165	MAN	107	SWS	125	MB	685	100
Ren	196	AB St	173	TB St	161	MB	98	TB ST	115	VanH	656	96
VanH	190	MB	155	TB Art	158	Mauri	93	TB Art	108	MAN	646	94
MAN	183	VanH	139	VanHool	144	Renault	88	VanHool	97	Ren	633	92
Mauri	159	Renault	121	MB	140	VanHool	86	MAN	90	SWS	599	87
SWS	130	MAN	129	Renault	138	SWS	78	Mauri	90	Mauri	575	84
AB Art	115	Mauri	101	MAN	137	TB Art	75	MB	90	TB A	453	66
AB St	98	SWS	101	Mauri	132	TB St	67	Renault	90	TB S	403	59
TB Art	70	TB Art	42	AB Art	27	AB Art	1	AB Art	0	AB A	391	57
TB St	53	TB St	7	AB St	27	AB St	0	AB St	0	AB S	298	44

Tab. 8 : ACTEURS ET INDICATEURS / ACTORS AND INDICATORS / AKTEURE UND AUSWIRKUNGEN

<p>1. USAGERS</p> <p>11. Qualité du transport (confort et sécurité au sens large)</p> <p>12. Gains de temps de transport</p> <p>13. Disponibilité et régularité</p>	<p>1. USERS</p> <p>11. Quality of service (comfort and safety in the broadest sense)</p> <p>12. Time savings</p> <p>13. Availability, Reliability</p>	<p>1. FAHRGÄSTE</p> <p>11. Qualität der Verkehrsleistung (Komfort und Sicherheit im weitesten Sinne)</p> <p>12. Reisezeltgewinne</p> <p>13. Fahrzeugfolge</p>
<p>2. EXPLOITANTS</p> <p>21. Incidence sur les résultats d'exploitation</p> <p>22. Souplesse d'exploitation ¹⁾ implant. des tronçons d'aut.</p> <p>23. Disponibilité</p> <p>24. Performances (performances en rampes, accélération)</p> <p>25. Confort de conduite</p> <p>26. Effet sur la politique de maintenance²⁾</p>	<p>2. OPERATORS</p> <p>21. Impact on operating results</p> <p>22. Flexibility ¹⁾ introduction of off-wire stretches</p> <p>23. Availability</p> <p>24. Performance (on up-grades and acceleration)</p> <p>25. Driver comfort</p> <p>26. Impact on vehicle maintenance policy²⁾</p>	<p>2. VERKEHRSBETRIEBE</p> <p>21. Auswirkung auf die Betriebsergebnisse</p> <p>22. Flexibler Betrieb ¹⁾ Einrichtung von Autobustellstrecken</p> <p>23. Fahrzeugfolge</p> <p>24. Leistungsvermögen (Leistung an Steigungen, Anfahrtsbeschleun.)</p> <p>25. Fahrkomfort (Fahrer)</p> <p>26. Auswirkungen auf die Wartungspolitik²⁾</p>
<p>3. COLLECTIVITE</p> <p>31. Introduction d'un mode nouveau</p> <p>32. Incidences sur la répartition de l'habitat</p> <p>33. Répercussions budgétaires (dépenses, fiscalité) et possibilités d'obtention de subventions</p> <p>34. Pollution (sonore, atmosphérique)</p> <p>35. Intrusions visuelles et consommation d'espaces publics</p>	<p>3. PUBLIC AT LARGE</p> <p>31. Introduction of a new mode of transport</p> <p>32. Impact on land use (housing and planning)</p> <p>33. Budgetary repercussions (expenditure and taxes) and prospects of obtaining subsidies</p> <p>34. Pollution (noise and air pollution)</p> <p>35. Visual intrusion and public land required</p>	<p>3. ALLGEMEINHEIT</p> <p>31. Einführung eines neuen Verkehrsmittels</p> <p>32. Auswirkungen auf die Siedlungsentwicklung</p> <p>33. Auswirkungen auf den Haushalt (Ausgaben, Steueraufkommen) Möglichkeiten für Zuschüsse</p> <p>34. Lärmbelastigung, Luftverschmutzung</p> <p>35. Beeinträchtigung des Stadtbildes und Verbrauch von öffentlichem Strassenraum</p>
<p>4. ECONOMIE NATIONALE</p> <p>41. Incidence sur le budget de l'Etat</p> <p>42. Effets sur le produit intérieur brut ³⁾</p> <p>43. Consommation énergétique</p> <p>44. Incidences technologiques</p> <p>45. Effets sur la balance commerciale</p>	<p>4. NATIONAL ECONOMY</p> <p>41. Impact on State budget</p> <p>42. Impact on GDP ³⁾</p> <p>43. Energy consumption</p> <p>44. Technological spin-offs</p> <p>45. Impact on balance of trade</p>	<p>4. VOLKSWIRTSCHAFT</p> <p>41. Auswirkung auf den Staatshaushalt</p> <p>42. Auswirkungen auf das Brutto-Inlandprodukt ³⁾</p> <p>43. Energieverbrauch</p> <p>44. Technische Auswirkungen</p> <p>45. Auswirkungen auf die Handelsbilanz</p>
<p>5. INDUSTRIE</p> <p>51. Elargissement de la gamme de produits</p> <p>52. Développement de nouveaux marchés</p> <p>53. Effets sur l'emploi</p>	<p>5. INDUSTRY</p> <p>51. Extension of product range</p> <p>52. Development of new markets</p> <p>53. Impact on employment</p>	<p>5. INDUSTRIE</p> <p>51. Erweiterung der Produktpalette</p> <p>52. Erschliessung neuer Märkte</p> <p>53. Auswirkung auf die Beschäftigung</p>

1) Travaux de voirie, modification des tracés en extrémités de lignes, impossibilités ponctuelles d'implantation des lignes aériennes, etc.

1) Road works, at the end of lines, locations where it is impossible to install overhead wires, etc.

1) Strassenbauarbeiten, Aenderung des Streckenverlaufs an den Linienden, Anlage von Fahrleitungen stellenweise unmöglich usw.

2) Véhicules + infrastructures. 2) Vehicles and infrastructure. 2) Fahrzeuge + Infrastruktur

3) Initialement produit national brut (PNB) 3) Former Gross National Product (GNP)

3) Ursprünglich Brutto-Sozialprodukt (BSP)

Tab. 9 : Pondération (nationale) des effets: Moyenne des huit délégations

Grille des acteurs (1-5) et des effets (11 et ss.)	Poids (%)	Rang	Valeur min.	Valeur max.
1. USAGERS				
11. Qualité du transport (confort et sécurité au sens large)	8.85	3	2.80	16.00
12. Gains de temps de transport	10.30	1	2.10	16.34
13. Disponibilité, régularité	9.60	2	1.75	13.20
14. (Suppression des ruptures de charge ³)	-		(.35)	(8.74)
2. EXPLOITANTS				
21. Incidence sur les résultats d'exploitation	7.53	4	3.96	15.00
22. Souplesse d'exploitation ¹⁾ implant. des tronçons d'aut.	4.57	9	2.75	7.00
23. Disponibilité, fiabilité (= engagement des véhicules)	4.76	7	3.00	6.00
24. Performances (performances en rampes, accélération)	3.45	13	1.50	5.25
25. Confort de conduite	3.23	14	1.50	6.00
26. Effet sur la politique de maintenance ²⁾	2.96	16	1.40	4.50
3. COLLECTIVITE				
31. Introduction d'un mode nouveau	2.72	19	.51	6.00
32. Incidences sur la répartition de l'habitat	4.29	10	.54	7.50
33. Répercussions budgétaires (dépenses, fiscalité) et possibilités d'obtention de subventions	4.64	8	.75	12.00
34. Pollution (sonore, atmosphérique)	4.87	6	.60	8.75
35. Intrusions visuelles et consommation d'espaces publics	2.73	18	.60	4.50
4. ECONOMIE NATIONALE				
41. Incidence sur le budget de l'Etat	2.75	17	.25	4.50
42. Effets sur le produit intérieur brut	1.86	22	.25	5.00
43. Consommation énergétique	3.10	15	1.75	6.00
44. Incidences technologiques	2.36	20	.50	4.30
45. Effets sur la balance commerciale	1.93	21	.25	4.00
5. INDUSTRIE				
51. Elargissement de la gamme de produits	4.15	11	2.50	4.50
52. Développement de nouveaux marchés	5.77	5	1.50	15.75
53. Effets sur l'emploi	3.58	12	1.00	7.00
	100.00			

1) travaux de voirie, modification des tracés en extrémités de lignes, impossibilités ponctuelles d'implantation des lignes aériennes, etc.

2) véhicules + infrastructures

3) disparaît faute d'indicateurs mesurables

THEME 8 : CONCLUSIONS GENERALES

L'objectif du programme de recherche en coopération a consisté à mettre à la disposition des Etats participants tous les aspects pertinents qui permettront de prendre les décisions appropriées au moment de l'introduction de systèmes bi-mode.

Il s'agissait ainsi de disposer des éléments de comparaison nécessaires:

- à la prise de décision sur la mise en oeuvre de systèmes bi-mode;
- au lancement de recherches complémentaires.

En résumé, il incombe aux experts mandatés par les Etats participants de déclarer si la faisabilité technique et économique a été établie, le cas échéant dans quelle mesure, et si des compléments de recherche s'avèrent nécessaires.

1. Etat de la question

Le programme d'expérimentation arrêté d'un commun accord a permis de réunir un maximum d'informations sur l'ensemble des matériels à disposition. On peut donc affirmer que l'on a pu dresser l'état de la question en 1985/86 en termes techniques et économiques.

Il n'a pas été possible de dégager des tendances fortes: on constate que les écarts sont faibles entre les matériels évalués. Certaines filières nécessitent toutefois encore des approfondissements. Le Thème 7 "Evaluation socio-économique" montre une nette supériorité du trolleybus bi-mode par rapport à l'autobus et au trolleybus classique. L'introduction de métros légers ou de systèmes automatisés guidés n'est jamais comparée à l'autobus, car elle représente un saut de capacité. Or le trolleybus, habituellement confronté directement à l'autobus, est tout de même intéressant en cas de fortes charges (performances en rampe, disponibilité, pollution réduite, meilleures possibilités d'amortissement des véhicules et des installations fixes).

C'est un maillon intermédiaire entre l'autobus et les systèmes lourds: pour des débits importants, il permet d'assurer une offre abondante en tirant parti d'une certaine dégressivité des coûts.

L'étude COST 303 a dégagé un nombre appréciable de filières satisfaisantes, qu'il convient d'améliorer au travers des actions ponctuelles énumérées à la suite (on trouvera à l'annexe 1 l'original des réponses nationales):

- a) sur le plan de la recherche appliquée et du développement:
 - . captage du courant, dispositifs d'emperchage et de déperchage
 - . réduction de poids, allongement de la durée de vie d'ensemble
 - . diminution des niveaux sonores
 - . réduction du poids et de l'encombrement des composants électriques, meilleure intégration
 - . étude d'alternatives au moteur diesel d'autonomie
- b) sur le plan des recherches économiques et d'impact
 - . maîtrise des coûts d'exploitation
 - . réduction du coûts des installations fixes
 - . conception des réseaux et étude de l'impact sur l'habitat
- c) sur le plan de la promotion de la diffusion et du soutien aux systèmes de démonstration
 - . encouragement au développement de prototypes, à la recherche et aux systèmes de démonstration
 - . prise en charge de tout ou partie des investissements d'infrastructure par les pouvoirs publics
 - . subventions à l'acquisition de véhicules (diverses possibilités: aux véhicules électriques, aux trolleybus en général, aux trolleybus bimodes à batteries)
 - . diminution du prix de l'énergie électrique
 - . assouplissement des normes et des réglementations pour les bimodes.

2. Elargissement du marché

Depuis quelques années, le marché européen des trolleybus est limité, bien que variable suivant les pays, de surcroît il n'est pas volontaire. Les coûts à l'acquisition des trolleybus sont, dans la plupart des pays, dissuasifs - notre proposition pour y remédier serait de préconiser la recherche

d'une standardisation européenne, au niveau d'abord d'un véhicule articulé (meilleur amortissement du surcoût, moindres problèmes de répartition des charges). Ce qui signifie:

- une harmonisation des réglementations rendant possible la réalisation d'un cahier des charges européen
- une meilleure prédisposition à la collaboration entre les constructeurs mécaniciens et électriciens, ainsi que les carrossiers le cas échéant.

Sur les autobus, on constate un net accroissement des coûts de maintenance après une dizaine d'années de service, tandis que les trolleybus montrent une relative stabilité des coûts de maintenance sur une longue période, quand ils ont été conçus comme tels.

3. Concept de standardisation

Le concept de standardisation proposé retient cependant un maximum de compatibilité avec l'autobus, sauf pour les châssis et transmissions. Les constructeurs-électriciens auront pour tâche, s'ils entendent développer ce marché, de diminuer le poids, l'encombrement et le prix de leurs composants. Il convient par ailleurs de noter les efforts réalisés à ce jour en faveur des équipements de trolleybus: convertisseurs statiques, refroidissement au fréon des hacheurs, diminution de l'encombrement des moteurs de traction, etc. Ces considérations valent pour les trolleybus et, à fortiori, pour les bi-modes.

4. Autres perspectives

Les installations fixes doivent également faire l'objet d'efforts de rationalisation comme des simplifications de conception et de montage, une amélioration de la conception des aiguillages. Ceci bien que les trolleybus bi-modes permettent de réduire de façon sensible les coûts d'investissement des installations fixes sur les prolongements en antennes, les lignes de service et de détournement, les passages obligés comme les tunnels ou les passages supérieurs trop bas, les croisements à niveau avec les chemins de fer électrifiés, les accès et la desserte des dépôts.

Les trolleybus classiques ou bi-modes constituent des véhicules parfaitement appropriés pour la desserte des quartiers ou des aires dont les véhicules à moteur à combustion interne seraient bannis, par exemple pour des motifs de

protection de l'environnement, ainsi que des zones de tranquillité à circulation modérée. C'est l'un des meilleurs instruments en vue d'une amélioration sensible de la qualité de la vie dans les agglomérations, y compris celles à vocation touristique, où il est en mesure de faire valoir ses qualités de souplesse et de silence. En particulier, il peut s'insérer dans des mails piétonniers comme emprunter des sites propres, des couloirs réservés ou des parcours en souterrain, sans nécessiter de ventilation artificielle. Intrinsèquement, il n'entraîne pas directement de modifications de la voirie, mais il peut fort bien s'en accommoder (particulièrement dans le cas de la bimodalité), voire tirer parti des tunnels existants. Ainsi, il est prévu à Essen (Allemagne fédérale) de faire circuler des trolleybus bi-modes pourvus d'un équipement de guidage mécanique, dans les tunnels du métro léger, à la traversée du centre-ville.

Par ailleurs, on peut considérer les trolleybus comme des instruments de diversification énergétique (diminution de la dépendance pétrolière) parmi les véhicules routiers servant au transport de voyageurs.

A volume d'investissements identique, on peut établir un réseau de trolleybus (classiques ou bimodes) d'une longueur deux à trois fois supérieure à celle d'un système lourd. Le stade du réseau structuré, maillé peut être plus rapidement atteint qu'en métro léger ou lourd, pour des débits naturellement plus faibles.

Tout en affirmant que la bimodalité est de nature à accroître la souplesse opérationnelle des trolleybus, nous reconnaissons cependant que l'accroissement requis de leur durée de vie par rapport aux autobus est de nature à lier les exploitants sur une plus longue période. Celle-ci tend alors à se rapprocher de la durée de vie des installations fixes. Toutefois, les exploitants acquièrent avec des trolleybus bimodes la garantie que leurs véhicules seront aptes à suivre l'évolution de la desserte dictée par la croissance péri-urbaine. Cette flexibilité "stratégique" compense en quelque sorte l'engagement pris à long terme.

5. Recommandation des experts en vue de la diffusion et de l'approfondissement des résultats de recherche

Lors de la dernière réunion des experts de l'action, à Bruxelles, le 9 juillet 1986, comme il est apparu que l'on devait exclure le lancement d'une action 303 bis ayant pour objet général le trolleybus bi-mode, une seule possibilité subsiste : celle d'une action de recherche COST sur un aspect particulier des trolleybus bi-mode . En effet, les travaux d'expérimentation et d'évaluation ont bien permis d'établir l'état de la question : soit les possibilités et les limites de ce système de transport collectif.

On peut situer les recherches à entreprendre ultérieurement sur 3 plans :

- 1) au niveau de la conception technique des véhicules et de leurs composants dans la perspective d'une standardisation européenne
- 2) au niveau du suivi des résultats économiques en exploitation régulière dans le but de déceler les possibilités d'optimisation
- 3) au niveau des interventions réglementaires et financières des pouvoirs publics.

Ce dernier domaine de recherche pourrait porter sur les aspects réglementaires et normatifs (prescriptions sur les poids et les dimensions des véhicules, sur la double isolation électrique et ses applications diverses ainsi que sur les incitations financières à la recherche, au développement, à la démonstration et à l'exploitation que pourraient encore accorder les pouvoirs publics.

Toutefois, il est apparu que les pays qui ont participé à COST 303 n'étaient pas non plus disposés à engager une nouvelle action COST sur l'un de ces thèmes limités. Dans ces conditions et dans une perspective élargie de développement de la propulsion électrique parmi les véhicules de transport public, le comité des experts de l'action COST 303 a décidé de suggérer à l'UITP (Union internationale des transports publics), assuré de l'appui bienveillant de l'AVERE (Association européenne des véhicules électriques routiers), la création d'un groupe de travail "Traction électrique pour véhicules urbains routiers" comme sous-comité de la "Commission pour l'étude des autobus". Le fait de confier à la plus haute instance des entreprises de transport public la mission de poursuivre les recherches doit être compris comme la marque d'une

volonté de mettre la recherche au service des besoins des usagers et des collectivités locales.

Le programme de recherche et développement dans les transports, en cours de préparation par la Commission des Communautés européennes, devrait naturellement réserver une place au trolleybus et constituer également un prolongement adéquat aux travaux du COST 303 (Programme communautaire 1987-1991).

Enfin, les anciens membres du comité de gestion sont convenus de poursuivre, sur une base individuelle, les échanges d'informations sur les développements futurs (projets, essais et expérimentations) qu'ils pourraient être amenés à suivre dans leurs pays respectifs.

A N N E X E I.

QUESTIONNAIRE ET REPONSES
SUR
L'AVENIR DU TROLLEYBUS BI-MODE

PRESENTATION

Après l'achèvement des travaux de l'action COST 303 un questionnaire a été envoyé aux experts qui avaient représenté leur pays au Comité de gestion pour recueillir leur opinion sur les besoins de recherche et l'avenir des trolleybus bi-mode.

Dans les pages suivantes figurent :

- le questionnaire
- les réponses des experts
 - allemand
 - belge
 - britannique
 - finlandais
 - français
 - italien
 - suisse

QUESTIONNAIRE RELATIF A LA PERCEPTION PERSONNELLE DES BESOINS
DE RECHERCHE ET DU FUTUR DES TROLLEYBUS BI-MODE

- (1) Etes-vous d'avis, au vu des résultats de l'expérimentation et de l'Etude économique, qu'il faille entreprendre des recherches et des développements complémentaires en matière de trolleybus bi-mode ? Si oui, sur quels axes principaux ?
- (2) De quels principes conviendrait-il de s'inspirer pour la conception de systèmes nouveaux de trolleybus bi-mode ?
- (3) Quelles pourraient être les incitations financières, fiscales, réglementaires auxquelles les pouvoirs publics pourraient recourir afin de promouvoir la diffusion des trolleybus bi-mode (ou classiques) dans les systèmes de transports urbains ?
- (4) Quelles sont à votre avis les perspectives du marché des trolleybus bi-mode et classiques dans votre pays ?
- (5) Quelles applications futures pourraient connaître les trolleybus bi-mode dans votre pays ?
- (6) Accepteriez-vous de participer, à titre individuel, en prolongement au COST 303, à des échanges d'informations sur les essais, expérimentations et projets concernant les trolleybus bi-mode ?

1. Le prix relativement élevé des trolleybus bi-mode doit être très fortement réduit (modifications des conditions techniques de production, modifications éventuelles de la conception des véhicules, etc.).
 - Mise au point d'un système de captage du courant sûr et performant.
 - Allongement de la durée de vie des éléments mécaniques (adaptation à l'installation électrique).
 - Diminution du poids des véhicules.

2. Intégration de la conception des véhicules dans la famille "bus" (système des éléments normalisés). Unification de la conception des autobus diesel, des trolleybus et des trolleybus bi-mode.
 - Allègement des composants électriques.

3. Intervention financière dans le coût de l'énergie fournie aux transports publics.
 - Aides à l'investissement pour l'achat des véhicules destinés à de nouveaux réseaux de trolleybus.
 - Extension aux véhicules des aides au financement prévues par la loi relative au financement des transports communaux.
 - Simplification de la procédure d'établissement des plans de création des nouvelles lignes de trolleybus ou de trolleybus bi-mode.
 - Soutien d'un projet de démonstration destiné à prouver la rentabilité du mode de traction électrique d'un système trolleybus classique/trolleybus bi-mode dans un cas d'exploitation typique.

4. A l'heure actuelle, les trolleybus n'ont guère de chance de s'imposer sur le marché allemand parce que les considérations de coût l'emportent sur toutes les autres pour les entreprises de transport (moindre taux de couverture des coûts). Les considérations liées à la protection de l'environnement ne sont pas non plus de nature à motiver une plus large diffusion de cette forme de transport parce que les recherches très

actives actuellement menées sur l'épuration des gaz d'échappement des moteurs à combustion interne réduiront à l'avenir l'avantage dont le moteur électrique jouit aujourd'hui par rapport au moteur diesel.

Par ailleurs, la mise "sous cloche" du moteur diesel des autobus a également permis d'atténuer considérablement les nuisances sonores qu'il provoque. Cela étant, il est très difficile aux entreprises de transport de justifier le niveau élevé des coûts d'achat des trolleybus bi-mode et des trolleybus.

5. Les trolleybus bi-mode pourraient être utilisés sur des réseaux de trolleybus existants, remplacer des trolleybus ou compléter un parc de véhicules existants.

- Les trolleybus bi-mode pourraient compléter les tramways ou les métros légers (en tunnel par exemple).
- Leur utilisation dans les villes où les transports urbains sont actuellement assurés par des autobus à moteur diesel ne semble guère possible.

6. Oui.

REPONSE DE MONSIEUR BODDEN (BELGIQUE)

Question n° 1

La réponse mérite une subdivision en deux parties :

- a) en ce qui concerne l'expérimentation, l'étude COST 303 a permis de comparer les différentes filières et de connaître les avantages respectifs de chacune d'elles. Des études R et D ne s'imposent pas en ce qui concerne les bi-mode en tant que "systèmes", par contre au niveau des composants, des recherches industrielles sont encore nécessaires pour améliorer les véhicules sur différents points comme par exemple : la fiabilité, les systèmes automatiques de captation d'énergie, les aménagements intérieurs, la réduction des niveaux sonores, etc...
- b) en ce qui concerne l'étude économique, les enseignements sont très nombreux et assez complets que pour relativiser l'importance de chacun des paramètres, c'est-à-dire qu'une autre étude "type" ne se justifie plus dans les prochaines années.

Par contre, la relative sensibilité à quelques paramètres nous conduit à penser que lorsqu'une exploitation sera envisagée sur une ligne, il conviendra de faire tourner les modèles pour maîtriser davantage les coûts d'exploitation.

Question n° 2

Pour concevoir de nouveaux systèmes de trolleybus bi-mode, il convient :

- a) de prévoir une conception modulaire (utilisant de nombreuses pièces communes aux trolleybus et aux autobus), de façon à diminuer les coûts d'investissements et à augmenter la fiabilité,
- b) de tabler sur une durée de vie des véhicules de 20 ans (enseignement de l'étude économique),
- c) d'opter pour des puissances pas trop élevées sur chacun des modes. L'option "pur sang" se paie non seulement sur les véhicules mais aussi sur l'infrastructure; par contre, la vitesse commerciale diminue beaucoup moins vite que la puissance installée,
- d) de privilégier les modes électriques dans les parties accidentées du réseau.

Question n° 3

Les incitations financières des Etats peuvent être :

- a) prise en charge totale ou partielle des investissements d'infrastructure,

- b) intervention de toutes sortes pour diminuer les coûts de l'énergie électrique (TVA, etc..),
- c) interventions financières dans la construction des véhicules (financement à titre d'expérience, crédit prototypes, etc..).

Question n° 4

Il est trop tôt pour le dire, nous attendons les premiers résultats de l'expérimentation à Gand.

Question n° 5

Idem réponse précédente.

Question n° 6

Les échanges d'informations sur les essais et expérimentations des prochaines années devraient continuer.

A titre individuel, et pour autant que nos autorités supérieures l'acceptent, les délégués belges à l'action COST 303 sont disposés à participer à des échanges d'informations pourvu qu'ils soient limités à un ou deux par an.

Les logiciels de l'étude économique ont été conçus pour permettre d'autres utilisations ultérieures aussi bien en Belgique qu'à l'étranger.

Les conditions de fonctionnement peuvent être précisées auprès des membres de la délégation belge.

1. Recherches et développements complémentaires

Il faut entreprendre des recherches et des développements complémentaires en matière de trolleybus bi-mode, en particulier dans les domaines qui ne sont pas abordés en détail par l'action COST 303 ou qui font l'objet d'une évolution technique.

- Véhicules : Les essais effectués dans le cadre de l'action COST 303 ont fait apparaître des différences telles entre les véhicules que tout nouveau concept ou prototype devrait être soumis à des essais.
- Force motrice : optimisation du rendement et du concept.
- Confort des passagers : niveau sonore à bord du véhicule, vibrations, secousses et gaz d'échappement.
- Environnement : bruit et pollution.
- Etudes économiques : avantages relatifs des trolleybus bi-mode opérant en mode autonome, compte tenu de diverses puissances et configuration.

2. Nouveaux systèmes de trolleybus bi-mode

Les nouveaux systèmes de trolleybus bi-mode peuvent convenir aux moyennes et grandes agglomérations dont la masse des voyageurs empruntant des parcours importants est suffisante pour justifier l'installation d'un réseau aérien de base avec un taux d'utilisation élevé. La configuration de la périphérie et des différents itinéraires déterminera l'équilibre optimum à réaliser dans chaque ville entre l'allongement de ce réseau de base et le fonctionnement en mode autonome, ce qui à son tour déterminera le niveau de puissance adéquat pour le fonctionnement en mode autonome.

Les systèmes de trolleybus bi-mode présentent les meilleurs atouts dans les agglomérations dépourvues de tramways, de métros légers ou de systèmes de transport urbain rapides. En outre, le fonctionnement en captage permettra de diminuer le niveau de pollution.

3. Incitations

Les instances nationales et les collectivités locales pourraient recourir aux incitations suivantes afin de promouvoir la diffusion des trolleybus bi-mode :

- aides à l'infrastructure. Le coût d'installation du réseau aérien et de la fourniture d'énergie constitue un obstacle majeur à la diffusion de nouveaux systèmes de trolleybus bi-mode.
- prime à l'acquisition de véhicules. Les trolleybus bi-mode sont plus chers à l'achat que les autobus diesel et des primes à l'acquisition visant à couvrir ce surcoût faciliteraient leur diffusion.
- prix de l'électricité. La demande généralement prévisible et la répartition plus ou moins équilibrée de la charge en cours de journée et d'année justifient l'instauration, pour les opérations de traction, d'un tarif de faveur exempt de taxes.
- coordination des services. Afin d'optimiser les avantages économiques et écologiques qui peuvent être retirés des trolleybus bi-mode, l'existence simultanée de services de trolleybus et d'autobus diesel sur les mêmes axes devrait être évitée au moyen d'accords ou de licences d'exploitation.
- réglementation relative au poids. Les trolleybus bi-mode sont équipés de deux moteurs et sont donc inévitablement plus lourds que les autobus diesel. Etant donné qu'ils opèrent, en principe, dans des zones limitées et connues, il y aurait lieu de libéraliser la réglementation normale relative au poids.

4. Perspectives du marché

Au cours des cinq prochaines années, le potentiel du marché britannique est d'environ 125 trolleybus bi-mode, ventilés comme suit : 75 pour les villes de Leeds et de Bradford (West Yorkshire Passenger Transport Executive) et 50 pour les villes de Doncaster et Rotherham (South Yorkshire Passenger Transport Executive). Dans les deux cas, la préférence va à des véhicules capables d'opérer en mode autonome dans une proportion de 30 à 50 % par rapport au mode "captage".

5. Applications futures

Si les projets prévus pour le West et le South Yorkshire s'avèrent être une expérience positive, le marché des trolleybus bi-mode pourrait offrir d'autres opportunités, qu'il s'agisse de l'extension des réseaux existants ou de la mise en place de nouveaux réseaux dans d'autres agglomérations importantes.

6. Echanges d'informations

La société des transports du West Yorkshire PTE, qui est l'une des plus importantes sociétés de transports en commun du Royaume-Uni, a toujours œuvré fermement pour la mise en place d'un réseau de trolleybus moderne. A ce titre, il lui serait agréable de participer à de futurs échanges d'information en ce qui concerne les trolleybus bi-mode. En ce qui concerne ce prolongement informel de l'action COST 303, nous maintenons M. R.B. Cobbe en qualité de délégué.

REPONSE DE MONSIEUR LIESAHO (FINLANDE)

Monsieur,

Avant de répondre à vos questions, je tiens avant tout à vous faire part de la décision prise en décembre dernier par les autorités de la ville de Helsinki, qui constitue déjà un début de réponse.

Les autorités viennent, en effet, de décider d'abandonner l'exploitation du réseau de trolleybus, d'arrêter le projet expérimental et de démanteler les lignes aériennes. Le prototype de trolleybus sera conservé pour parer à toute éventualité. La société des transports urbains de Helsinki restera attentive à l'évolution internationale et présentera une nouvelle étude au cas où une modification radicale interviendrait dans les facteurs d'exploitation des trolleybus.

1. Le trolleybus bi-mode constitue une solution hybride, à mi-chemin entre le trolleybus et l'autobus diesel. Ses principaux inconvénients sont le coût, le manque de maniabilité et la complexité. En tant qu'ingénieur, je pense que les priorités de recherche et de développement techniques devraient être axées sur l'amélioration de la compétitivité du trolleybus classique ou bi-mode vis-à-vis des autres modes de transport. Les axes principaux pourraient porter sur une plus large utilisation de l'électronique, sur l'utilisation de moteurs électriques plus légers et plus compacts et sur la recherche d'une nouvelle alternative aux moteurs diesel en mode de fonctionnement autonome. La recherche future pourrait également examiner les moyens permettant de diminuer les frais d'investissement des installations fixes.
2. La conception des systèmes nouveaux devrait tenir compte des besoins des voyageurs et des exploitants. Tout nouveau système devrait avant tout s'attacher à mieux satisfaire ces besoins que les solutions existantes et l'utilisation des trolleybus bi-mode devrait avant tout être dictée par les conditions locales (cf. Seattle).
3. Le développement et la mise en place de nouveaux systèmes de transport doivent avant tout bénéficier du soutien financier des pouvoirs publics.

En Finlande, les exploitants financent tous les projets de développement et les frais d'investissement au moyen de ressources propres.

4. Helsinki est la seule ville finlandaise à s'être intéressée aux trolleybus. Compte tenu de la décision prise par les autorités, les perspectives du marché finlandais sont "nulles".
5. Sauf bouleversement des prix pétroliers ou renversement de certains facteurs, le marché des trolleybus classiques ou bi-mode est sans avenir en Finlande, tout au moins à court terme, parce que le prix du gasole a diminué d'environ 25 % au cours des 12 derniers mois.
6. Les autorités municipales s'étant engagées à suivre l'évolution internationale, j'accepte de participer à des échanges d'informations sur tout ce qui concerne les trolleybus classiques et bi-mode.

REPONSE DE MONSIEUR DUPONT (FRANCE)

- (1) Il est probable que tôt ou tard la traction électrique s'imposera dans les Centres Urbains. Les expérimentations ont montré que le Trolleybus bi-mode, tel que nous le connaissons aujourd'hui, n'est qu'une étape imparfaite dans le processus d'assainissement des villes et d'utilisation toujours croissante de l'énergie électrique.

Le produit proposé aujourd'hui n'est pas encore parfait, la preuve en est, qu'en dehors de la Suisse où la traction électrique est largement diffusée, il n'existe pas de marché naturel pour le produit, essentiellement à cause de son coût jugé prohibitif.

- 1) Il reste donc à améliorer sa flexibilité en améliorant encore le système d'emperchage-déperchage automatique sur le trolleybus tout électrique.
- 2) Poursuivre au minimum une veille technologique, sinon relancer les études sur le trolleybus bi-mode tout électrique.

Les études menées à partir du prototype français ER 180 H, à batteries Cadmium-Nickel, ont prouvé que d'ores et déjà le surcoût par l'utilisation de cette filière reste inférieur à 20 % par rapport au trolleybus classique.

- 3) Coordonner les efforts menés dans les différents pays qui mettent en jeu des budgets importants pour un marché très faible.

Il est essentiel de réduire les coûts d'acquisition du matériel roulant. Ceci ne peut se faire que par :

- Le refus de la surenchère technologique qui pousse à concevoir des produits très sophistiqués qui ne répondent à aucun besoin. Pour ce faire, élaborer un cahier des charges réaliste des trolleybus bi-mode ;
- La coopération entre industriels européens ;
- L'acceptation d'importer du matériel étranger, ce qui est ou était parfaitement accepté pour d'autres matériels : funiculaires, tramways en France avant la mise du point du Tramway standard français dont la première implantation a été réalisée à Nantes.

Dans ce sens, le cahier des charges évoqué, ci-dessus, doit être au minimum européen.

- Pour permettre l'élaboration de ce cahier des charges Européen, l'harmonisation des normes intéressant le trolleybus bi-mode reste à faire, en particulier certaines dérogations à des normes nationales devraient pouvoir être obtenues.

(2) Tel qu'il est défini aujourd'hui, le marché des Transports Urbains ne peut intégrer le trolleybus bi-mode, du fait de l'inévitable surcoût lié à la traction électrique, que sur les axes lourds traversant le centre ville.

Dès lors, le trolleybus bi-mode doit être un véhicule articulé à deux caisses, voire à trois caisses.

Il doit constituer un produit homogène en matière de longévité et donc incorporer un châssis et des organes de transmission spécifiques dont la durée de vie puisse être, à coup sûr, supérieure à quinze ans et de préférence vingt ans.

Le surcoût de l'acquisition est largement compensé par l'abaissement des coûts de maintenance au delà de la dixième année (voir étude Suisse). Néanmoins, il demeure un obstacle majeur à une prise de décision. C'est pourquoi, un effet de série obtenu par standardisation et coopération entre industriels est impératif pour éviter cet écueil.

Cet effet de série, lié à une nécessaire simplification, devrait permettre de diminuer notablement le coût de la chaîne de traction électrique, qui est à ce jour, parfaitement abusif.

(3) Il serait souhaitable que les réseaux utilisant l'électricité pour la traction des trolleybus bénéficient d'une tarification commerciale prenant en compte la consommation globale du réseau et non pas une tarification selon la puissance installée dans chaque sous-station.

(4) A ce jour, quasi inexistant, si ce n'est pour le marché de renouvellement qui interviendra au delà de 1990.

(5) Elles sont très incertaines dans les conditions économiques actuelles.

(6) L'INRETS peut participer à quelques échanges sur cette question mais n'a pas les moyens dans l'état actuel d'assurer une participation régulière à un groupe de travail international.

REPONSE DE MONSIEUR MAZZON (ITALIE)

(1) Malgré l'actuelle descente des prix du pétrole, cette source d'énergie est disponible dans une quantité limitée.

Il est donc raisonnable de penser que dans un avenir plus ou moins proche nous assisterons à un nouveau choc pétrolier. Si l'autobus bi-mode, comme le COST 303 l'a démontré, est un véhicule orienté vers l'économie d'énergie et le remplacement de la source primaire pétrole par des énergies alternatives, il est raisonnable de penser qu'il est opportun d'entreprendre des recherches et développements complémentaires sur l'autobus bi-mode.

C'est justement le chemin entrepris par l'Italie dans le cadre du Projet Finalisé Transports du C.N.R. (Conseil National des Recherches).

(2) Les principes inspirateurs sont ceux dérivant du point (1) : systèmes orientés vers l'économie d'énergie, la flexibilité d'exploitation et l'amélioration des conditions ambiantes dans les centres métropolitains.

(3) En Italie : l'extension de la Loi 308, qui actuellement prévoit des contributions seulement pour les trolleybus bi-mode à batterie à tous les types de véhicules bi-mode, en augmentant le montant de la contribution en compte capital avouée par l'Etat au moins jusqu'à la valeur de la différence entre le prix d'un trolleybus bi-mode et le prix d'un trolleybus traditionnel.

Les entreprises des transports publics seraient par conséquent stimulées à remplacer graduellement les trolleybus traditionnels par les trolleybus bi-mode, ce qui entraînerait des avantages et des économies avec le temps.

(4) Les perspectives dépendent de l'évolution dans les années prochaines de deux facteurs, à savoir :

- la sensibilité des citoyens à la qualité de la vie dans les centres urbains,
- les tendances des prix et la disponibilité de pétrole.

(5) Le développement le plus probable c'est celui d'une possible utilisation des trolleybus bi-mode pour de nouveaux services ou bien pour le remplacement de ceux existants dans des centres urbains moyens et dans des centres touristiques, en tant qu'alternative des trolleybus traditionnels.

(6) Oui, bien sûr.

REPONSE DE MONSIEUR MADZIEL (SUISSE)

Les chiffres renvoient aux questions formulées par le questionnaire daté du 16.5.1986.

- (1) Il n'est pas un projet de recherche qui puisse à aucun moment être considéré comme achevé, ceci vaut aussi pour le COST 303 bien qu'il ait rempli sa mission d'évaluation technique et économique des systèmes. Parallèlement, l'industrie s'est montrée très active et on peut considérer qu'il existe présentement près d'une demi-douzaine de véhicules parvenus à maturité technique, commerciale ou même opérationnelle.

D'où nous aimerions proposer les axes de recherches suivants:

- captation de courant et lignes aériennes
- dispositifs d'emperchage/déperchage automatiques
- équipements embarqués de récupération d'énergie
- optimisation de l'entraînement des auxiliaires
- incidences de l'introduction de trolleybus bi-mode au niveau d'un réseau:
 - . aspects conceptuels
 - . impacts sur l'habitat
 - . incidences opérationnelles (formation du personnel de maintenance et de conduite, politiques de maintenance et d'engagements des véhicules)

La recherche en matière de bi-mode peut difficilement être dissociée de celle sur les trolleybus.

- (2) On peut envisager de partir des données suivantes:
- agglomération ou ville moyenne à relief accidenté
 - desserte de la couronne péri-urbaine insatisfaisante ...
 - présence d'axes forts de circulation et d'urbanisation
 - objectif de réduire le nombre des transbordements
 - volonté d'accroître la capacité de transport et la régularité du transport collectif

- environnement économique acceptable.

- (3) En Suisse, les trolleybus bi-mode et classiques affectés au trafic local ne peuvent pas être développés avec l'aide de l'Etat fédéral, qui exerce en la matière seulement une surveillance technique (homologation des véhicules du point de vue technique et de l'aptitude au transport collectif). Le trafic local est du ressort des entreprises urbaines et de leurs autorités de tutelle, qui peuvent être les communes, les régions, voire les cantons. Toutefois, on pourrait concevoir une incitation financière qui se traduirait par la transformation du mode de remboursement des droits sur les carburants: pour les lignes de bus diesel fortement chargées (seuils et critères restant à définir) octroi d'une subvention en capital unique, en lieu et place des remboursements annuels, destinée aux installations fixes de traction. Le soutien à l'acquisition de véhicules est exclu, mais il est possible en faveur du développement et de l'expérimentation.
- (4) Un aperçu du marché suisse des trolleybus à moyen terme peut se caractériser comme il suit:
- apparition vraisemblable d'une demande de trolleybus bi-mode
 - poursuite du renouvellement du parc trolleybus dans environ huit systèmes. Quelques commandes importantes peuvent donner une impulsion momentanée au marché.
 - marché dans l'ensemble stationnaire et moins important que celui des tramways/métros légers: 23 - 25 véhicules par an en moyenne
 - intérêt pour le trolleybus se manifeste dans les villes moyennes et dans certaines grandes villes (Zurich).
- (5) Une première application se dessine, la décision définitive sera prise cette année encore. Zurich pourrait, sous certaines conditions, constituer un deuxième cas d'introduction.
- (6) La Suisse envisage à titre de prolongement et d'application des résultats de l'Action COST 303 de soutenir la mise au point et l'expérimentation du premier système de bi-mode. Les délégués suisses seraient heureux de pouvoir échanger les informations acquises lors de cette expérience avec leurs collègues du Comité du COST 303

A N N E X E I I

SEMINAIRE INTERNATIONAL
DE
BRUXELLES (5-6 NOVEMBRE 1985)

RESUME DES SESSIONS

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
- PRESENTATION	117
- COMITE D'ORGANISATION	118
- SESSION I : Installations fixes	119
- SESSION II : Matériel roulant	121
- SESSION III : Evolution des besoins et des matériels	125
- SESSION IV : Expérimentation et exploitation du bi-mode en réseau	125
- SESSION V : Evaluation économique : besoins de l'exploitant	130
- CONCLUSIONS	136
- LISTE DES PARTICIPANTS	139

PRESENTATION

Les 5 et 6 novembre 1985 s'est tenu à Bruxelles un séminaire international sur "le trolleybus bi-mode". Ce séminaire a été suivi, le 7 novembre, d'une démonstration de véhicules à GAND.

Organisé par la Commission des Communautés Européennes avec le concours de l'U.I.T.P. ce séminaire avait pour objet de faire le point sur le développement technique atteint par ce type de véhicules et d'évoquer les perspectives de son utilisation.

Les travaux ont été basés sur les résultats de l'action de recherche en coopération européenne, appelée COST 303, qui s'est achevée en septembre 1985. Cette action, située dans le cadre COST (Coopération Européenne dans le domaine de la recherche Scientifique et Technique) a réuni huit pays (Allemagne, Belgique, Danemark, Finlande, France, Italie, Royaume-Uni et Suisse) qui ont procédé ensemble à l'évaluation technique et économique de véhicules, soit prototypes, soit en exploitation, construits dans cinq d'entre ces pays.

COMITE D'ORGANISATION

Président - Chairman - Vorsitzender

Gaston Maggetto
Vrije Universiteit Brussel (B)

Vice-Président - Vice Chairman - Stellvertretender Vorsitzender

André Brechbühl
Verkehrsbetriebe Zürich (CH)

Membres - Members - Mitglieder

Roger B. Cobbe
West Yorkshire Passenger Transport Executive (GB)

Bertrand Dupont
COST 303
S.A.E.M.T.U.L. (F)

Ulrich Koch
COST 303
S.N.V. (D)

P. Laconte
U.I.T.P.

Jean-François Madziel
Service d'Etudes des Transports (CH)

Pieter Roose
Maatschappij voor het Intercommunaal Vervoer te Gent (B)

Diego Vecchio
A.T.M. Milano (I)

Daniel Vincent
Commission des Communautés Européennes

SESSION I : INSTALLATIONS FIXES

Président : B. DUPONT
(S.A.E.M.T.U.L., Laon)

La première séance du Séminaire a porté sur les installations fixes. Elle a permis la présentation des progrès réalisés ces dernières années en matière de lignes aériennes.

En effet, bien que l'intitulé de la séance donnait la possibilité de traiter des sous-stations, aucune intervention n'a été faite à ce sujet.

Néanmoins, une analyse de l'impact de la bi-modalité sur la structure du réseau d'alimentation électrique a été présentée dans la séance IV par Monsieur PULVERIC, du réseau de LYON.

Quatre exposés ont été présentés, trois par des Industriels, fabricants de matériel de ligne aérienne, le dernier par un exploitant (le réseau de LYON en FRANCE).

Les trois fabricants présents étaient ceux qui se partagent le marché d'Europe Occidentale, à savoir : MALICO (FRANCE), KUMMLER et MATTER (SUISSE) DELACHAUX (FRANCE).

Au cours de la dernière décennie, il n'y a pas eu de modifications radicales dans le captage du courant, mais seulement des améliorations importantes dont les effets portent sur les coûts autant que sur les performances.

Il est clair, en effet, que le captage se fait toujours à partir de deux fils de cuivre dont la section et l'écartement restent figés.

C'est au niveau du matériel de suspension de ces fils et des appareils de voie que des nouveautés intéressantes ont été réalisées.

Les objectifs recherchés sont :

- Le coût
- la facilité de pose
- Une diminution de l'impact visuel
- La diminution de la fréquence des déperchages
- l'accroissement des vitesses de passage.

Partant de ces objectifs communs, les fabricants proposent des matériels de conceptions différentes tandis que l'exploitant, à l'examen des incidents qu'il rencontre, présente ses réflexions sur les possibilités d'amélioration.

MALICO : MONSIEUR CHESNEY

La Société MALICO présente un exposé sur les avantages liés à l'utilisation de câbles synthétiques, en l'occurrence le parafil A à la place des fils d'acier pour les transversaux et des alliages légers d'aluminium pour les pièces de suspension.

Le parafil, par ses qualités isolantes, permet de supprimer complètement les isolateurs traditionnels et de redéfinir une nouvelle gamme de matériels de suspension.

KUMMLER ET MATTER : MONSIEUR STEINER

KUMMLER et MATTER exposent les avantages liés à l'utilisation de la suspension pendulaire à parallélogramme déformable qui permet les plus grandes vitesses et dont l'implantation en zig-zag assure automatiquement la compensation de la ligne.

DELACHAUX : MONSIEUR MOREAU

DELACHAUX revient sur l'intérêt présenté par les fibres synthétiques et présente l'ensemble de sa gamme en insistant sur le dispositif d'emperchage-déperchage automatique qu'il commercialise.

SOCIETE DES TRANSPORTS EN COMMUN DE LYON : MONSIEUR POULIN

Les T.C.L. analysent les problèmes d'usure rencontrés pour chaque composant de la chaîne de captage et proposent pour certaines des améliorations réalisables sur ces matériels en particulier sur le support des frotteurs carbone dont la modification devrait permettre une réduction sensible de l'usure de ces derniers.

EN CONCLUSION, il est apparu que l'utilisation de la fibre synthétique pour réaliser les transversaux doit se généraliser.

En plus des avantages d'isolement, de coût et d'esthétique, elle permet en effet, par son élasticité propre, de simplifier notablement les organes de suspension. Dans de nombreux cas, il est possible de relier directement le fil au transversal sans introduire aucun autre dispositif élastique.

Par ailleurs, la bi-modalité impose l'équipement des véhicules en dispositif d'emperchage-déperchage automatique.

Même si le moteur d'autonomie n'est que de faible puissance, l'emperchage-déperchage automatique permet de se placer dans une définition bi-modale de l'exploitation et par là, d'améliorer notablement la structure générale du réseau (Cf la présentation de Monsieur PULVERIC).

SESSION II : MATERIEL ROULANT

Président : L. MAZZON

(Azienda Trasporti Municipali,
Milano)

1. La séance a porté sur la présentation de plusieurs types de véhicules bimode suivie d'une discussion générale.
2. La discussion a mis en lumière les caractéristiques techniques et d'exploitation des trolleybus bimode qui ont été présentés par les orateurs.

Il semble possible de déduire de la description des véhicules présentés aux essais d'évaluation du COST 303 des lignes de tendance sur l'approche technologique aux trolleybus bimode en Europe, qui permettent d'entrevoir quelque possible développement futur.

2.1. On a remarqué deux tendances différentes :

- la première, suivie surtout par les Pays du Centre et du Nord de l'Europe, a visé la réalisation du système bimode en superposant les deux technologies de l'autobus et du trolleybus, désormais parfaitement confirmées et fiables, en un seul véhicule de très haute fiabilité et performances, mais sans donner des solutions particulièrement innovatrices.
- la deuxième tendance, suivie surtout en Italie, a visé, au contraire, à réaliser la plus complète intégration possible au niveau du système entre les technologies de traction traditionnelles et les technologies innovatrices, dans le but d'optimiser les résultats du système global intégré.

2.2. Les résultats de ces deux différentes philosophies d'approche au système bimode ont donné lieu dans le premier cas à des réalisations fiables et performantes de trolleybus bimode qui s'appuient sur des technologies dans l'ensemble tout à fait mûres, tandis que dans l'autre cas ont abouti à deux propositions expérimentales d'un très haut niveau d'innovation qui peuvent démontrer en exploitation deux différentes solutions que l'on peut déjà considérer de la seconde génération.

Cela a signifié, en ce qui concerne les deux derniers véhicules par rapport à ceux de la première génération, la nécessité de payer un prix élevé en termes de difficultés et de temps de mise au point.

ANNEXE : RESUME DES INTERVENTIONS PORTANT SUR LES CAS
SPECIFIQUES

1. Le trolleybus articulé bi-mode MAN - R. Zelinka (M.A.N., Munich, Allemagne)

Les structures de base sont celles de l'autobus articulé de série SG 240 H avec ensemble moteur arrière, boîte de vitesse automatique, traction sur l'essieu central et troisième essieu directionnel. La traction conventionnelle électrique, comme pour les trolleybus avec moteur série à courant continu et hâcheur, se trouve dans la partie avant du véhicule et entraîne également l'essieu central.

Pour cette configuration, MAN a conçu un essieu moteur avec deux entrées; les deux systèmes de propulsion s'enclenchent séparément; les rapports sont adaptés aux différents régimes des moteurs diesel et électrique. En traction diesel, le rapport de l'essieu planétaire est de 1 : 5,93 pour le moteur électrique avec boîte intermédiaire, de 1 : 9,14. Dans les deux cas, on obtient ainsi la vitesse de pointe de 68 km/heure. Le changement de propulsion s'effectue par deux embrayages à crabots conventionnels commandés électromagnétiquement de telle façon qu'une seule chaîne cinétique soit enclenchée à la fois.

2. Perspectives d'avenir des trolleybus - K. Niemann (Daimler-Benz AG, Stuttgart, République Fédérale d'Allemagne)

Les coûts supplémentaires qu'entraîne une exploitation en bimode (exploitation diesel/électricité) par rapport à une exploitation limitée au diesel ont été calculés sur la base de scénarios. Dans le scénario, on a examiné trois niveaux d'extension du réseau de lignes de contact pour le fonctionnement en bi-mode et pour une électrification complète de l'ensemble du réseau pour le fonctionnement en trolley.

Dans le cas de l'extension la plus poussée du réseau bimode (environ 33 % du réseau sont électrifiés), le supplément de coût par rapport au moteur diesel, y compris l'amortissement des véhicules plus coûteux, est d'environ 22 %. Pour une électrification complète avec exploitation en mode trolley, le supplément de coût est d'environ 30 %. Pour ce calcul des coûts, nous nous sommes référés à la structure des coûts d'entreprises de transport allemandes, où la part des coûts du personnel est de 70 % en traction diesel.

3. Le trolleybus articulé bimode électrique/thermique Renault PER 180 H - L. Guilhaumat (Renault Véhicules Industriels, Suresnes, France) & F. Raguideau (Alstom - Atlantique, Paris, France)

La grande nouveauté, la source de progrès du système Trolleybus, c'est l'autonomie.

Ce nouveau concept de deux sources de traction a libéré le trolleybus des fils qui le tenaient au réseau.

Le niveau des performances de l'autonomie est un critère difficile à évaluer. Il est cependant possible de dégager trois grandes tendances :

1. Autonomie ne permettant que des manoeuvres à vide. C'est généralement une autonomie de faible capacité par batteries.
2. Autonomie permettant une exploitation partielle et temporaire à performances réduites.

C'est une autonomie par moteur auxiliaire de faibles performances.

3. Autonomie permettant une exploitation commerciale normale à performances nominales (bi-modalité).

C'est une autonomie par un groupe moteur auxiliaire de performances comparables au groupe moteur électrique de traction. C'est le cas du trolleybus articulé bi-mode Renault.

Le trolleybus articulé Renault PER 180 H est le premier véritable Bimode Electrique/thermique, bénéficiant d'une expérience internationale, construit en série dans le monde.

4. Le trolleybus : un système de transport pour lequel Van Hool et ACEC offrent des solutions adaptées à l'utilisation. - J. Geerts (Van Hool S.A., Lier, Belgique) & P. Colignon (ACEC, Charleroi, Belgique)

VAN HOOL a appliqué sa technique bien connue et particulière du placement latéral du groupe propulseur.

En respectant la même philosophie, le groupe autonome, un moteur diesel sur lequel est couplé un alternateur de 110 kW, se situe latéralement dans la remorque, entre le deuxième et le troisième essieu, laissant une plate-forme large en face de la quatrième porte. Le troisième essieu est du type dirigeable, à mouvement proportionnel ou a proportionnel. Il assure une manoeuvrabilité remarquable du véhicule, tout en limitant la surface balayée.

Pour la marche autonome, ACEC présente deux types de solutions :

- des batteries 24 V chargées en parallèle et placées en séries pour alimenter le moteur électrique, solution la moins chère procurant une autonomie limitée et une puissance faible,
- un groupe électrogène compact et léger constitué d'un moteur diesel sur lequel est directement couplé un alternateur dont le rotor remplace le volant d'inertie du moteur diesel.

5. Le trolleybus bimode Mauri - A. Mauri (Mauri E.C.S.A.S., Desio, Italie) A. Coffetti & P. Moranduzzo (Ercole Marelli Trazione, Milan, Italie)

Les possibilités que l'électronique et l'hydrostatique bimode offrant aux transports publics va permettre aux exploitants potentiels des lignes de trolleybus de ne plus considérer la traction électrique comme "un frein", mais comme la formule de rechange tant attendue pour le bus, tout en limitant les coûts de fonctionnement.

8. Trolleybus bimode "EHM"

H. Hintze (BBC-Séchéron S.A., Genève, Suisse)

Le trolleybus EHM doit être équipé d'un moteur d'appoint. Sa construction est ainsi très proche d'un véhicule bimoteur. Il suffit ensuite de remplacer le moteur d'appoint par un moteur diesel plus puissant pour en arriver au trolleybus bimode.

Au lieu du hacheur généralement utilisé, on se sert comme régulateur en mode trolley d'une boîte automatique d'une part et de la commande par contrôle du champ du moteur de traction d'autre part. Le moteur électrique est en permanence à la tension de la ligne de contact et tourne comme un moteur diesel, même lorsque le véhicule est immobilisé. La mise en marche s'effectue par un rhéostat de démarrage, qui est ensuite court-circuité par un contacteur. Comme c'est le cas pour un véhicule diesel normal, le moteur électrique n'est ainsi mis en marche qu'une fois au démarrage ou lors du passage d'un mode de traction à l'autre.

Le trolleybus traditionnel "EHM" ou trolleybus bimode "EHM" fonctionne comme un autobus diesel. Après avoir connecté la batterie, le moteur électrique se met en marche au point mort. Ce démarrage s'effectue automatiquement, lorsque le conducteur appuie sur un bouton. La sélection des rapports est entièrement automatique et dépend des conditions d'exploitation (tension de la ligne de contact, vitesse, accélération, etc.). Pour le conducteur, il n'y a pas de différence entre un autobus diesel automatique et le trolleybus de type "EHM". Dans le cas du bimode, le véhicule se comporte de façon très similaire en mode trolley et en mode autonome, ce qui est très important pour le conducteur.

Président : P. LACONTE (U.I.T.P.)

1

La séance a porté sur des présentations de cas (voir annexes) suivies d'une discussion générale.

2

La discussion a mis en lumière les avantages et inconvénients du trolleybus bimode : - Il semble possible de dégager certaines caractéristiques liées au contexte géographique et certaines caractéristiques liées au véhicule lui-même qui permettent à ce mode de transport de se situer de manière concurrentielle par rapport à l'autobus :

2.1 Caractéristiques liées au contexte géographique.

2.1.1 Contexte énergétique général favorable à l'électricité.

2.1.2 Contexte géographique local favorable, c'est-à-dire marqué par la concentration d'un trafic important sur quelques lignes empruntant des parcours accidentés où l'autobus diesel classique se trouve en position de faiblesse relative.

2.1.3 Existence d'une infrastructure aérienne et/ou d'alimentation électrique.

2.1.4 Possibilité grâce à la traction électrique d'utiliser des infrastructures souterraines, sans ventilation spéciale.

2.1.5 Contexte politique favorable, c'est-à-dire où le public et les décideurs sont sensibles aux problèmes d'environnement engendrés par la pollution de l'air et par le bruit, et prêts à payer le surcoût éventuel de la traction électrique.

2.2 Caractéristiques liées au véhicule.

2.2.1 Capacité importante permettant de maximiser les avantages de l'alimentation électrique.

2.2.2 Souplesse résultant de l'existence d'un moteur d'appoint pour usages occasionnels et possibilité de prolongement d'une ligne pour un tronçon exploité en énergie thermique.

2.2.3 Longévité permettant de tirer avantage de la robustesse particulière du système de traction électrique et de la réduction d'usure due à l'absence de vibrations. Cette caractéristique se retrouve notamment :

- dans le cas d'un véhicule à châssis traditionnel dont la carrosserie peut être renouvelée,
- dans le cas d'une réutilisation du système de traction en cas de renouvellement du véhicule
- dans le cas d'un véhicule dont tous les éléments sont prévus pour une utilisation prolongée (15 à 20 ans).

Le coût du trolleybus bimode par km est déterminé par le mode d'utilisation principal. Selon les études menées sur 6 ans, le coût d'utilisation du trolleybus bimode est moins favorable que celui du trolleybus classique. En revanche, il se révèle plus favorable que celui de l'autobus à partir de 9 ans.

6. F. PULVERIC (Lyon, France).

Selon l'expérience de Lyon, la bimodalité présente l'avantage principal, par rapport au trolleybus classique, de simplifier le réseau : entrées et sorties de dépôt, demi-tours en ligne, itinéraires occasionnels en propulsion thermique.

- suppression des câbles de secours et de la double source d'alimentation par section à haute tension.
- réduction des sous stations à leur fonction essentielle (câbles ramenés de 66 km à 20 km).
- réduction du personnel chargé de veiller à la maintenance.
- sécurité accrue lors des manoeuvres et des travaux.

Cette simplification peut se traduire, si elle est pleinement exploitée, en d'importantes économies de fonctionnement.

7. W. TEUBNER (Essen, RFA)

L'auteur décrit l'expérience de la ligne pilote d'Essen.

L'agglomération d'Essen (650 000 habitants) est caractérisée par une grande dissémination de l'habitat suburbain et l'existence d'un important réseau de voies ferrées urbaines exploitées par la Deutsche Bundesbahn. L'existence de cet important réseau ferré n'a pas été suffisant pour freiner l'usage croissant de l'automobile. Pour mieux utiliser ces infrastructures, la société des transports publics d'Essen a introduit avec l'aide du Ministère (voir exposé de U. Meyer) l'autobus bimode guidé roulant sur une piste aménagée sur le site même de voies de tramway ou en parallèle avec celles-ci.

8. J. HERB (Esslingen, RFA)

L'auteur rapporte le résultat d'études portant sur des véhicules bimodes.

L'expérience menée sur 2 lignes totalisant 8,2 km a porté sur l'usage du moteur d'appoint diesel et l'usage de batteries, pour assurer la bimodalité. Pour des raisons d'économie de fonctionnement, seule la solution du moteur diesel a été retenue.

L'usage de senseurs a permis une amélioration dans la captation du courant électrique.

3. U. MEYER (Bonn, RFA)

L'orateur décrit les expériences en cours sous l'égide du Ministère allemand de la Recherche et de la Technologie.

Après avoir mené des expériences sur 5 prototypes représentant différentes formes de double alimentation, le Ministère s'est attaché à une expérience d'exploitation conjointe d'autobus et de trolleybus à alimentation bimode sur voie guidée. Cette expérience est actuellement en cours à Essen. La ligne était exploitée en commun avec une ligne de tram. En 1987 une expérience d'exploitation régulière de trolleybus bimodes sans voie réservée sera effectuée à Esslingen.

4. D. DUNOYE (Washington DC, USA)

L'orateur relate les résultats d'une étude effectuée pour le réseau de Seattle, USA.

Cette étude doit être examinée dans le contexte de l'Amérique du Nord où la propulsion bimode a une longue tradition. Par contre, le marché général des bus doit y être qualifié de précaire. On y trouve en effet 11 constructeurs (USA et Canada) pour une demande restreinte et menacée par les politiques du gouvernement fédéral en matière de subvention des investissements de transport public.

Les constructeurs européens intéressés à pénétrer ce marché doivent tenir compte des contraintes techniques imposées (charge maximum par essieu plus faible, exigences de résistance des superstructures et de vitesse de pointe). Souvent la présence d'un dispositif élévateur pour fauteuils roulants est imposé. De même, le conditionnement d'air exige une puissance additionnelle de 40 ch environ. L'allègement des véhicules par l'introduction de nouveaux matériaux s'impose pour réduire les charges par essieu.

Plus spécifiquement, l'expérience du trolleybus de Seattle est à situer dans un contexte urbain marqué par de fortes pentes et la présence d'un tunnel de 2 km en pente de 6 %. Dans ce contexte, le choix recommandé par l'étude s'est porté sur un bus diesel avec équipement électrique auxiliaire simplifié (uniquement traction avant à 40 km/h maximum).

5. J.F. MADZIEL (Berne, Suisse) et A. ROGGERO (Turin, Italie)

Les auteurs font rapport sur les résultats d'une étude portant sur les performances comparées de différentes villes mesurées selon des normes uniformisées.

Les normes de comparaison prévoient une durée de vie du véhicule de 15 à 20 ans (300 000 à 600 000 km pour l'équipement de traction électrique). Dans cette étude, le coût de maintenance du trolleybus au km est légèrement supérieur à celui du bus classique mais il devient inférieur dans le cas du trolleybus articulé.

3

On ne peut cependant pas perdre de vue que les véhicules à moteur thermique font aussi l'objet de progrès techniques qui tendent à réduire l'avantage comparatif de la traction électrique. Il s'agit notamment des systèmes de récupération d'énergie au freinage et des progrès dans l'automatisation de la maintenance.

4

Par ailleurs, on doit noter les réalisations récentes de formes de guidage automatique des véhicules sur pneus (sur tout ou partie de leur trajet) qui augmentent fortement la vitesse commerciale de ces véhicules et économisent l'utilisation d'espace public quel que soit leur mode de traction (électrique ou non).

5

Enfin, il convient de tenir compte, dans un bilan comparatif global, de l'incidence du poids supplémentaire qu'implique la présence, dans un trolleybus bimode, de deux systèmes de traction à pleine puissance.

Annexe : Résumés des interventions portant sur les cas spécifiques

1. G. ABERSON (Enschede, NL)

L'orateur décrit l'utilisation du trolleybus bimode à Arnhem aux Pays-Bas.

Les trolleybus furent introduits aux Pays-Bas en 1927 (à Groningue) où ils furent maintenus jusqu'en 1965. Une nouvelle génération de trolleybus à moteur diesel auxiliaire circule à Arnhem sur des lignes à fréquence élevée (7,5 mn minimum). Un financement spécial des installations fixes a été obtenu pour compenser le coût d'investissement.

Selon l'orateur, le trolleybus bimode peut être utilement introduit parallèlement avec un système de guidage des véhicules sur la partie centrale de la ligne.

2. F. CHRISTOVAM (Sao Paulo, Brésil)

L'orateur décrit l'utilisation du trolleybus à Sao Paulo. Celle-ci résulte d'une allocation volontariste de l'espace public : la partie centrale des grandes artères est réservée aux trolleybus et aux aménagements des points d'arrêt.

La présence d'un groupe propulseur auxiliaire est notamment destinée à pallier au blocage de la ligne en cas de panne d'un véhicule, en permettant à d'autres véhicules de contourner l'obstacle ainsi créé.

9. C. GOULAS (Paris, France)

Les mesures réalisées pendant 5 jours à Nancy sur 4 modes d'utilisation de matériel (bus thermique articulé, bus bimode articulé utilisé en mode thermique et le même utilisé en mode électrique sur 2 types de lignes) donnent pour les bus bimode des résultats de consommation énergétique de 7 à 15 % supérieurs en équivalent d'énergie primaire en fonction des classes de pente. Par ailleurs, les variations dues au comportement des chauffeurs sont plus importantes qu'en bus monomode (nécessité d'un écolage).

10. J.M. PIALOUX (Nancy, France)

L'orateur décrit le fonctionnement du trolleybus bimode à Nancy.

L'expérience de Nancy menée depuis 1980 (48 trolleybus bimode) présente un intérêt particulier du point de vue de l'environnement urbain (ville à caractère historique). Elle est conduite parallèlement à l'utilisation d'autobus diesel classiques. Cette expérience est allée de pair avec la création de 9 km de couloirs réservés, y compris un axe central, et avec une restructuration du réseau. Ses résultats les plus positifs ont été une meilleure fluidité du trafic, la réduction des nuisances, le bon accueil de la population (augmentation du nombre de voyageurs) et l'augmentation de la vitesse commerciale (15,5 km/h pour le bimode par comparaison avec 13,5 km/h pour l'ensemble du réseau).

SESSION V : EVALUATION ECONOMIQUE : BESOINS DE L'EXPLOITANT

Président : A. BRECHBUHL (Verkehrsbetriebe, Zürich)

1. Tous les rapporteurs ont rédigé leur rapport et en ont présenté un résumé. Les exposés ont été suivis de discussions.
2. La plupart des contributions ont porté sur l'utilisation, la conception et les propriétés des trolleybus ainsi que sur les tendances qui s'en dégagent. Plusieurs rapporteurs ont étudié les coûts et comparé les conditions d'exploitation des autobus, des trolleybus et des trolleybus bimodes. Un grand nombre d'entre eux se sont aussi efforcés d'évaluer les perspectives d'avenir ouvertes aux trolleybus bimodes dans les différentes compagnies de transport urbain.

Les principaux points de ces rapports très intéressants peuvent se résumer comme suit :

2.1. Utilisation des trolleybus

- Il faut encourager le remplacement accru des carburants liquides par l'énergie électrique.
- La plupart des entreprises de transport représentées au sein du groupe sont favorables à l'utilisation de trolleybus.
- Les trolleybus sont indubitablement plus silencieux et moins polluants (absence de gaz d'échappement).
- La quasi-totalité des entreprises de transport sont favorables à l'utilisation de trolleybus équipés de groupes autonomes de secours.
- Les trolleybus équipés de tels groupes présentent une souplesse d'exploitation suffisante.
- Les investissements et coûts totaux sont nettement plus bas que ceux des métros légers.

2.2. Etude comparative des coûts et conditions d'exploitation des autobus, trolleybus et trolleybus bimodes.

- Le coût d'achat des trolleybus bimodes est plus élevé que celui des autobus et des trolleybus.
- Les coûts d'exploitation et d'entretien des véhicules sont difficilement comparables d'une entreprise à l'autre.
- Il est souhaitable, dans les études de coûts, de faire des calculs individuels en s'inspirant des modèles élaborés par le Ministère des Communications de Belgique, l'Université Libre de Bruxelles et ETH de Zurich.
- Les conditions d'exploitation, et les chiffres correspondants, ainsi que l'adéquation des différents types de véhicules varient selon les lignes.

2.3. Possibilités d'utilisation des trolleybus bimodes

- La plupart des entreprises de transport sont favorables à l'utilisation de trolleybus équipés de groupes autonomes de secours (accumulateurs ou moteurs à essence ou diesel).

- Les trolleybus bimodes répondent mieux à certaines exigences dictées par les réseaux, le tracé des lignes ou les prescriptions urbanistiques, par exemple pour la desserte de lignes de banlieue qui seraient en partie souterraines.
- Le niveau plus élevé des coûts d'achat, du poids des véhicules et des coûts d'entretien pourrait défavoriser le trolleybus bimode.
- Les travaux de développement des trolleybus bimodes ont eu des effets bénéfiques sur ceux des trolleybus à groupe autonome de secours, quoique certains équipements et installations aient été notablement améliorés.
- Le trolleybus bimode offre de bonnes possibilités de substitution à l'autobus sur le plan énergétique, notamment sur celui de l'utilisation d'énergie électrique.

3. Les efforts consentis par les pouvoirs publics, l'industrie et les entreprises de transport en vue d'étudier, de construire et d'exploiter des trolleybus bimodes rentables sont justifiés et méritent d'être soutenus par tous les milieux intéressés. Le droit des transports, notamment ses dispositions relatives au poids et au pouvoir d'accélération des véhicules, ne devrait ainsi pas empêcher l'utilisation des trolleybus bimodes, notamment là où leur domaine d'utilisation ou les lignes qu'ils desservent n'ont rien à en craindre. Par ailleurs, il faudrait aussi s'efforcer de réduire au minimum les inconvénients que l'utilisation des trolleybus bimodes présente sur le plan des coûts ou de l'économie.

Le séminaire sur les trolleybus bimodes a constitué une préparation excellente à la solution de ces problèmes.

Résumé des rapports sur l'évaluation économique de trolleybus bimode et les demandes des usagers.

1. D. Vecchio (Transports de Milan, Italie)

Le rapporteur présente les résultats chiffrés de l'étude des performances des trolleybus bimodes ainsi que les appréciations portées sur ces performances dans le cadre de l'action EURO-COST 303.

Les "Transports de Milan" ont mesuré l'accélération au démarrage, le degré de progressivité du démarrage, le kilométrage parcouru et la consommation d'énergie en mode tant électrique que diesel de plusieurs prototypes, italiens ou étrangers, de trolleybus bimodes dotés du même équipement informatique.

Les vitesses ont été mesurées directement sur une roue non directrice. Les tests ont porté sur les trolleybus bimodes articulés Daimler-Benz, Van Hool, Renault et Man ainsi que sur les trolleybus articulés simples de 12 m Sisu et Fiat-Iveco.

La consommation d'énergie a été mesurée à différentes vitesses d'accélération, à différentes vitesses constantes et au ralenti. La consommation des auxiliaires a également été mesurée. Les mesures effectuées ont situé la consommation moyenne de tous les véhicules testés après une marche de 15 secondes entre 0,324 et 0,384 kW/tkm (mode électrique) ou 0,0578

et 0,0782 litres de carburant/tkm (mode diesel). L'utilisation des trolleybus bimodes a été jugée intéressante même si leur consommation spécifique est supérieure à celle des autobus et trolleybus classiques.

2. C. Bodden (Ministère Belge des Communications), G. Maggetto, P. Vanden Bossche et J. Wambacq (Université Libre de Bruxelles)

Les rapporteurs font rapport sur une étude comparative de la rentabilité des autobus, des trolleybus classiques et des trolleybus bimodes.

Les rapporteurs se sont fondés sur des relevés effectués sur les lignes 10 et 12 de Liège. Ils ont utilisé pour ce faire un programme de calcul permettant de faire varier diverses grandeurs telles que la progression du trafic, le coût de l'énergie, le coût des conducteurs, les taux d'intérêt, le coût d'achat, la durée de vie, la capacité et la vitesse des véhicules, la durée d'emperchage et de déperchage, la durée des trajets et le mode d'exploitation des lignes.

Une méthode simplifiée à deux niveaux leur a permis de dresser des diagrammes intégrant toutes les données relatives à l'exploitation des autobus rigides et des autobus articulés des transports liégeois, notamment la capacité des véhicules, le nombre de véhicules mis en circulation, les caractéristiques de ces véhicules, la configuration des lignes, la durée des trajets, conditionnée par le nombre de passagers, aux heures de pointe ainsi que le mode d'exploitation aux heures creuses. Le modèle de calcul permet de porter une appréciation objective sur l'exploitation des véhicules.

3. M. Liberatore (Directeur Général des Transports de Milan), A. Caotorta Marzotto (Président de l'Union Italienne des Transports Publics) et Luciano Mazzon (Collaborateur au Service de Recherche et de Développement des Transports de Milan et au Conseil National de la Recherche).

M. Mazzon fait rapport sur les perspectives d'avenir des trolleybus bimodes en Italie. Ils pourraient s'y présenter sous la forme des véhicules articulés de 18 m de long, avec troisième essieu moteur rigide. Conçus comme moyen de transport urbain à grand rayon d'action, les trolleybus bimodes présentent un intérêt stratégique évident et conviennent parfaitement pour les lignes absorbant des trafics de 11.000 personnes par heure et par sens de circulation. Les trolleybus bimodes conviennent le mieux pour les lignes desservant les faubourgs des grandes agglomérations, lignes sur lesquelles ils pourraient circuler en mode diesel dans les faubourgs et en mode électrique dans les centres villes. Ils conviennent également dans les villes d'importance moyenne, dans les villes anciennes, dans les centres villes ainsi que dans les petites villes à forte vocation touristique. La mise en service d'une série expérimentale de trolleybus bimodes est envisagée en Italie.

4. Un décès oblige à différer la présentation du rapport de M. H. Hintze, prévu pour l'avant-midi et de le remplacer par celui de M. A. Brechbühl.

H. Hintze (BBC Sécheron S.A. Genève)
Trolleybus bimode "EHM"

Le rapporteur présente le trolleybus EHM conçu par BBC Sécheron, avec la collaboration de Voith et de MAN. La boîte automatique montée entre le moteur électrique ou diesel et l'essieu moteur permet de simplifier les commandes en traction électrique ainsi que de réduire les coûts. Un trolleybus EHM transformé en trolleybus bimode peut circuler, au choix, en mode électrique ou en mode diesel. Un véhicule expérimental EHM à deux essieux (sans groupe autonome) est expérimenté avec succès à Lausanne depuis quelques mois.

A. Brechbühl (Transports de Zürich)
Trolleybus et trolleybus bimodes en Suisse (exposé présenté pendant la
matinée)

Les sociétés de transport urbains suisses exploitent de nombreux trolleybus depuis de nombreuses années. La Suisse connaît les trolleybus bimodes depuis qu'elle a des trolleybus. Alimenté au départ par des batteries de traction, le groupe de secours est aujourd'hui constitué par un moteur à essence ou diesel. L'exploitation des trolleybus bimodes pose aujourd'hui quelques difficultés d'ordre légal en Suisse (poids maximal autorisé 28 tonnes, démarrage en côte de 16 % et à pleine charge avec le moteur électrique ou diesel. Les trolleybus bimodes y sont en outre considérés comme moins intéressants sur le plan de la consommation d'énergie, des coûts d'achat et des coûts, vraisemblablement plus élevés, d'entretien. Les travaux de recherche ont toutefois permis d'apporter aussi quelques améliorations aux trolleybus, notamment à leur système d'emperchage et de déperchage ainsi qu'à d'autres équipements moins importants.

5. E. Graindor (Chef de Cabinet du Président du Conseil d'Administration de
la Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles)

Le rapporteur se demande si le trolleybus peut occuper un créneau qui lui est propre dans l'éventail des besoins de transport urbain.

Il a étudié pour ce faire la conception, les modes de propulsion et la rentabilité des trolleybus avec groupe autonome de secours (qui ne sont donc pas de véritables trolleybus bimodes). Il est arrivé à la conclusion que l'utilisation de trolleybus est indéfendable sur le plan économique, mais pourrait se justifier plutôt par des arguments d'ordre urbanistique, politique ou industriel et par un souci de protection de l'environnement.

Si l'utilisation du trolleybus devait être encouragée pour ces diverses raisons, il appartiendrait aux autorités politiques compétentes d'indemniser les sociétés de transport du surcoût qu'elle implique. Ces sociétés pourraient dans ces conditions indubitablement opter pour le trolleybus qui pourrait alors certainement avoir aussi la faveur des usagers.

6. P. Roose (Directeur Général des Transports de Gand)

Le rapporteur expose les raisons de l'introduction des trolleybus articulés avec groupe autonome de secours sur le réseau gantois.

Les études ont fait entrer en ligne de compte la situation géographique de la ville, la nature et le mode de fonctionnement du système de

transport, la place des trolleybus dans une nouvelle approche des transports urbains ainsi que divers facteurs d'ordre urbanistique et économique. Ces études ont, selon leur forme, fait appel au modèle de transport "Margérite". Les autorités responsables ayant décidé de renoncer à la construction de tunnels sur l'axe est-ouest, il a été décidé d'y faire circuler des trolleybus plus souples que les trams et moins polluants que les autobus. On s'efforce maintenant d'obtenir une traction électrique à des coûts raisonnables.

Afin de ne pas devoir être, le cas échéant, appelés à assurer des services mixtes, trolleybus-autobus, les véhicules privilégient la traction électrique et ne circulent en mode diesel qu'en cas d'urgence ou uniquement à l'intérieur des ateliers. La qualité de service doit être adaptée de façon à être subventionnée aussi par le contribuable.

7. J. Zahumenszky (Directeur Général des Transports de Budapest) et Agoston Koermendy (Ingénieur en Chef des Transports de Budapest)

M. Koermendy fait un exposé sur les mérites respectifs des trolleybus bimodes et de l'intégration des systèmes trolleybus et autobus. Budapest a étudié la question sur le double plan de la politique des transports et de l'économie.

L'autobus bimode suscite un certain intérêt et a des retombées bénéfiques sur la conception des trolleybus. L'environnement et l'énergie revêtent plus d'importance que l'élargissement de l'offre de transport aux yeux des responsables de la politique des transports de Budapest. Les moyens de transport électriques y ont la préférence.

8. H. Teufl (Directeur des Travaux et des Transports de Salzbourg)

Le rapporteur traite du trolleybus bimode comme engin de transport utilisable comme trolleybus et comme autobus.

Le trolleybus soutient parfaitement la comparaison avec les autres moyens de transport, surtout en milieu urbain. Il sera utilisé plus largement dans le monde dès que les coûts d'achat des véhicules auront diminué. Les systèmes de propulsion doivent être modernisés, rationalisés et rendus mécaniquement plus fiables.

L'intérêt présenté par le trolleybus bimode augmentera quand les progrès déjà réalisés aujourd'hui dans le domaine des accumulateurs seront suffisants pour autoriser l'abandon du moteur diesel.

Salzbourg utilise des trolleybus avec batterie d'accumulateurs pour les trajets de "dépannage".

9. Roger B. Cobbe (Transports du West Yorkshire)

Le West Yorkshire exploite depuis longtemps des trolleybus qu'il a préféré aux tramways pour des raisons financières. Il a fait effectuer par ETH Zurich, une étude approfondie sur l'utilisation des trolleybus sur ses réseaux. Les coûts d'entretien devraient pouvoir être réduits de 25 % sur le réseau de Leeds. Les trolleybus sont plus confortables, moins bruyants, plus stables, plus rapides de 6 % et ne polluent pas l'environnement par leurs gaz d'échappement.

Les trolleybus seront équipés d'un groupe diesel de secours (50 kW). Une partie des lignes de trolleybus pourrait être desservie par des trolleybus bimodes s'il était possible de trouver un type de véhicule répondant aux normes de poids britanniques. Le West Yorkshire devrait étendre son réseau de trolleybus au South Yorkshire, à Doncaster et à Rotherham, tandis que le réseau de Leeds Bradford devrait être étendu. Des prototypes de Dennis, GEC et Alexander sont actuellement à l'essai.

10. Jerry A. Dow (Division Développement des Services de Transport du Grand Seattle, dans l'Etat de Washington - USA)

J.A. Dow fait rapport sur l'autobus bimode de Seattle.

Les entreprises de transport de Seattle exploitent 1.053 autobus, 109 trolleybus et 140 minibus, dont 353 sont des véhicules articulés. Le niveau des investissements nécessités par un métro léger étant trop élevé, il est envisagé de faire circuler les autobus en tunnel. Les trolleybus bimodes, mus à l'électricité sous terre, sont dans ce cas une solution particulièrement bien indiquée. Ils sont plus souples que les trolleybus purs, sans groupes de secours, mais peuvent se passer des lignes aériennes dans les ateliers et les dépôts. Les 48 trolleybus choisis ont été livrés par la firme MAN Truck & Bus.

CONCLUSIONS

par

Le Professeur Gaston MAGGETTO
(Vrije Universiteit Brussel)

Le séminaire a permis de comparer ces résultats aux expériences et aux projets d'autres pays : Autriche, Australie, Brésil, Etats-Unis, Hongrie, Portugal.

Les trente quatre communications présentées et les débats auxquels participaient constructeurs, exploitants et divers experts ont mis en évidence les principales conclusions qui suivent.

Les installations fixes peuvent enfin évoluer vers des structures plus simples offrant des caractéristiques d'isolation meilleures grâce à l'évolution des nouveaux matériaux permettant par exemple la réalisation de suspensions de lignes en fibres synthétiques. La comparaison avec les solutions classiques montrent clairement les tendances à innover sans toutefois qu'il soit déjà possible d'indiquer des règles absolues de choix.

L'exemple de restructuration que constitue le réseau de LYON démontre de manière brillante comment la solution bi-mode rend possible une énorme simplification des installations en lignes aériennes et de leur alimentation en énergie électrique et la réalisation d'importantes économies en personnel par la simplification de la surveillance du réseau.

L'emperchage automatique est indispensable à l'utilisation de bimodes. Il existe mais doit encore évoluer pour répondre aux conditions très dures d'utilisation.

Les engins bimodes présentés et ayant fait l'objet d'une évaluation économique se partagent entre trois conceptions différentes de la chaîne énergétique :

- la filière permettant le choix entre la traction par moteur diesel et la traction par moteur électrique à courant continu ou à courant alternatif;
- la filière ne permettant que la traction par moteur électrique alimenté soit par les lignes aériennes soit par un groupe électrogène soit par un ensemble groupe électrogène-batterie;
- la filière utilisant une transmission hydrostatique.

De la présentation faite par les constructeurs et par les exploitants des réseaux procédant à l'expérimentation ou à l'exploitation de trolleybus bimodes, résultent les idées clefs suivantes :

- Le trolleybus bimode utilisera de préférence la technologie fiable et économique de l'autobus urbain classique par souci de standardisation maximale des composants;
- l'intérêt d'utiliser les mêmes chaînes de production que pour les autobus articulés est évident;
- des avantages précis sont la moindre dépendance vis-à-vis du pétrole, la plus grande compatibilité avec l'environnement, qu'il soit atmosphérique ou urbain, l'indépendance du véhicule par rapport aux obstacles créés dans le "couloir délimité par les fils aériens, la qualité du service liée à la possibilité de réduction des transferts entre lignes d'exploitation électrique et diesel et à l'augmentation de la sécurité d'exploitation, l'adaptation aisée du personnel au matériel, l'existence démontrée d'un effet d'attraction sur les usagers.

Le problème de la production en série étroitement associée à la production classique a mis en évidence une opposition entre l'allongement possible de la durée de vie par l'utilisation de la traction électrique et celle bien connue, des engins à traction thermique. Des opinions très divergentes qui ont été formulées il apparaît clairement que la réponse dépendra d'une part de la politique de renouvellement de matériel appliquée par l'exploitant de réseau et d'autre part des besoins de standardisation.

Le besoin de standardisation a conduit à une question très importante : faut-il standardiser à l'intérieur d'une firme ou faut-il standardiser dans un cadre européen plus large ? La seule réponse rationnelle valable à cette question ne fait l'objet d'aucun doute (cadre européen) mais encore faut-il en arriver à la mise en oeuvre.

Le problème de l'introduction du bimode est essentiellement lié à la crainte d'un coût économique plus élevé malgré l'existence d'avantages de plus en plus reconnus. L'étude COST 303 a montré qu'il existe en Europe des structures de coûts relatifs de l'énergie électrique et de l'énergie thermique utilisant le pétrole très différentes d'un pays à l'autre. Pour certaines de ces structures il apparaît que le coût d'exploitation du bimode peut être inférieur au coût de l'autobus thermique classique et ce dans les conditions actuelles des coûts d'investissements.

La dernière conclusion du séminaire aura été la démonstration que l'action COST 303 a permis à un groupe international d'experts de discuter un modèle d'exploitation de bimode permettant de comparer les données économiques propres à chaque pays et appliquées à l'ensemble des trolleybus bimodes soumis à évaluation.

Ce modèle reste disponible, sous forme de programme comprenant d'une part une simulation du mouvement des engins et de leur consommation d'énergie et d'autre part une simulation de leur exploitation sur une ligne à définir, pour toute étude en réseau. Il est le résultat remarquable d'une action concertée au plan européen qui pourrait servir de base à la poursuite d'études semblables pour le développement du bimode ou d'autres moyens de transport terrestres.

LE TROLLEYBUS BIMODE
Séminaire International

BRUXELLES

5.6. XI. 1985

LISTE DES PARTICIPANTS

Aberson, Gert

**Twentsche Elektrische
Tramwegmaatschappij (TET)
Postbus 236
7500 AE Enschede
The Netherlands**

Albrecht, Bruno

**IVT-ETH Zürich
Eth Hoenggerberg
8093 Zürich
Switzerland**

Appelmans, Paul

**STIB
Avenue de la Toison d'Or 15
1060 Brussels
Belgium**

Armengol, Jose Maria

**S.P.M. Transports Barcelona
Ronda San Pablo 43
08015 Barcelona
Spain**

Arthur, Robert

**British Rail Engineering
St. Peter's House
Gower Street
Derby DE1 1AH
United Kingdom**

Auguste, Jean-Louis

**STIL
Rue du Bassin 119
4030 Liège
Belgium**

Baldini, Giorgio

**Consorzio provinciale Trasporti
Piazza Manzoni 15
Modena
Italy**

Barbieri, Fabrizio

**Breda Costruzioni Ferroviarie
Via Ciliegiole
51100 Pistoia
Italy**

Barbieri, Lodovico

**Azienda Trasporti Consorziali
Via Saliceto N° 3/A
Bologna
Italy**

Barbieri, Maurizio

**C.A.T.
Via G. Pietro 2
54031 Avenza-Carrara
Italy**

Barni, Patrizio

**Breda Costruzioni Ferroviarie
Via Cillegiole
51100 Pistoia
Italy**

Bataille, Robert

**Société Lyonnaise de Transports en
Commun - TCL
Bd. Marius Vivier Merle 19
69212 Lyon Cédex 03
France**

Baumgartner, György

**Ikarus
Margit Str. 2 1630
Budapest XVI
Hungary**

Beaudonnet, Eric

**Syndicat des T.C. Lyon
Boulevard Vivier Merle 21-23
69003 Lyon
France**

Benaglio, Ambrogio

**ACPTTE
Viale Innocenzo XI 18
22100 Como
Italy**

Bertrand, Jacques

**STIL
Rue du Bassin 119
4030 Liège
Belgium**

Bisqueret, Jacques	Brown Boveri SA/NV Rue de Stalle 96 1180 Brussels Belgium
Bodden, Claude	Administration des Transports Cantersteen 12 1000 Brussels Belgium
Boegner, Jochem	Essener Verkehrs AG Zweigerstraße 34 43 Essen I Germany
Bohlig, Dieter	SNV Studiengesellschaft Nahverkehr Lokstedter Weg 24 2000 Hamburg 20 Germany
Bolleman-Kylstra, Benno	Rotterdam Electric Tram Kleiweg 244 Rotterdam The Netherlands
Boucquey, Alain	Van Hool SA Bernard van Hoolstraat 58 2578 Koningshooikt Belgium
Brechbuehl, André	Verkehrsbetriebe Zürich Hastenstraße 1 8903 Birmensdorf Switzerland
Brenez, Charles	Fabricom SA Rue Gatti de Gamond 254 1180 Brussels Belgium

Brichaux, Marc

**ACEC
BP 4
6000 Charleroi
Belgium**

Brocchetti, Giovanni

**Ercole Marelli Trazione
Viale Edison 110
Milano
Italy**

Brosse, Jack

**CGEE-Alsthom
Rue Ampère 9
91 Massy
France**

Broyles, Richard M.

**MVRTA Dayton OH
600 Longworth Street
Dayton, OH 45402
USA**

Brusaglino, Giampiero

**Centro Ricerche-Fiat
Strada Torino 50
Orbassano
Italy**

Buisson, Christian

**Semitan
Rue Bélier 3
44300 Nantes
France**

Bultynck, Robert

**MIVG
Brusselsesteenweg 361
9219 Gent
Belgium**

Burette, Roger

**Ministère des Travaux Publics
Cité Administrative de l'Etat
Quartier Esplanade 9
1010 Brussels
Belgium**

Calberg, Gérard

**Evelec
Rue de la Pépinière 41
1000 Brussels
Belgium**

Caldeo, Antonio

**Amt Trasporti Urbani
Via Francesco Torbido 3A
Verona
Italy**

Chesney, Marc

**Maltco
Rue Jean-Baptiste Marcet
38600 Fontaine
France**

Chiesa, Diego

**ATP Autotrasporti Padova SpA
Via Trieste 42
35121 Padova
Italy**

Christovam, Francisco

**CMTC - SAO Paulo
Rua Santa Rita 590
03020 Sao Paulo
Brazil**

Clavel, Roland

**S.T.A.S.
25 Place Bellevue
42100 St. Etienne
France**

Cobbe, Roger B.

**Metro
Metro House
West Parade
Wakefield WF1 INS
United Kingdom**

Coffetti, Alberto

**Ercole Marelli Trazione
Viale Edison 110
Sesto San Giovanni
Italy**

Colignon, Philippe

**ACEC
Boite Postale 4
6000 Charleroi
Belgium**

Coquet, Gérard

**RATVM/RTM - Dépôt Catalans
83 Corniche Kennedy
13007 Marseille
France**

Cottier, Anton

**GFM/TF
Rue des Pilettes 3
1701 Fribourg
Switzerland**

Cremonini, Graziano

**Consorzio Provinciale Trasporti
Piazza Manzoni 15
Modena
Italy**

Crespi, Luigi

**Azienda Trasporti Consorziali
Via Saliceto Nr. 3A
Bologna
Italy**

Crombez, Jacques

**Ministère des Travaux Publics
Rue du Saphir 17
1040 Brussels
Belgium**

Danielsson, Michael

**Kumler + Matter
Hohlstrasse 176
8026 Zurich
Switzerland**

De Cock, Etienne

**MIVG
Brusselsesteenweg 361
9212 Gent
Belgium**

Debano, Pierre

**Transports Urbains Reims ZI Ouest
Rue André Huet
51100 Reims
France**

Debatte, Pierre

**CGFTE
Avenue de Boufflers 11
54000 Nancy
France**

Deletang, Jean-Michel

**Transportation Develop.
Simplon 3A
1006 Lausanne
Switzerland**

Devroye, Jacques

**STIB
Avenue de la Toison d'Or 15
1060 Brussels
Belgium**

Dezutter, Jean-Pierre

**CRTH
2ème Zone Industrielle
6040 Jumet
Belgium**

Dow, Jerry

**Metro
Second Avenue 821
Seattle Washington 98105
USA**

Dumont, Daniel

**UTP
Rue d'Aumale 5-7
75009 Paris
France**

Dumont, André

**ACEC
Bp. 4
6000 Charleroi
Belgium**

Dunoyé, Daniel

**Lea Elliott Mcgean & Co.
Dulles International Airport
PO Box 17030
Washington, DC 20041
USA**

Dunoyé, Daniel

**Lea Elliott Mcgean & Co.
Dulles International Airport
PO Box 17030
Washington, DC 20041
USA**

Dupont, Bertrand

**S.A.E.M.T.U.L.
Place du Maréchal Leclerc 13B
02000 Laon
France**

Ehringer, Eduard

**Innsbrucker Verkehrsbetriebe AG
Pastorstraße 5
6020 Innsbruck
Austria**

Faber, Wim

**Clayslaan 82
1030 Brussels
Belgium**

Fabre, Francis

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Fahrthann, Günter

**GEA
Wallensteig 4
7056 Weinstadt
Germany**

Flor, Rafael

**S.P.M. Transports Barcelona
Ronda San Pablo 43
08015 Barcelona
Spain**

Formicola, Agnielo

**Azienda Trasporto Public.
Via Leopardi 1
Napoli
Italy**

Gaigalat, Bodo

**Dornier-System
Postfach 1390
799 Friedrichshafen
Germany**

Galli, Gianluigi

**ACPTE
Viale Innocenzo XI 18
22100 Como
Italy**

Galloni, Romano

**Consorzio Provinciale Trasporti
Piazza Manzoni 15
Modena
Italy**

Galloni, Romano

**Consorzio Provinciale Trasporti
Piazza Manzoni 15
Modena
Italy**

Gantois, Philippe

**Alsthom
Tour Neptune
Cédex 20
92086 Paris la Défense
France**

Garbarini, G.

Italy

Gauthier, Serge

**District Urbain
Rue Albert Ier 4
54600 Villers les Nancy
France**

Geerts, Jos

**Van Hool SA
Bernard Van Hoolstraat 58
2578 Koningshooikt
Belgium**

Genoud, André

**GFM/TF
Rue des Pilettes 3
1701 Fribourg
Switzerland**

Goes, Antonio Silva De

**CMTC-SAO Paulo
R. Santa Rita 590
03020 Sao Paulo
Brazil**

Graindor, Etienne

**STIB
Avenue de la Toison d'Or 15
1060 Brussels
Belgium**

Guilhamat, Louis

**Renault Véhicules Industriels
Quai Léon Blum 8
92156 Suresnes
France**

Gurickx, Annie

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Gustin, Claude

**Alsthom
Tour Neptune
Cédex 20
92086 Paris la Défense
France**

Hartmann, Peter

**Dornier System GmbH
Postfach 1360
7990 Friedrichshafen
Germany**

Heinz, Hartwig

**Siemens AG - Abt E41
Werner V. Siemens-Strasse 50
8520 Erlangen
Germany**

Hintze, Harald

**BBC-Sécheron SA
Case Postale 40
1211 Geneva 21
Switzerland**

Homoki, Istvan

**Ganz Electrical Works
2 Loevoehaaz U.
39 Budapest 1024
Hungary**

Huober, Wolfram

**Kiepe Elektrik GmbH
Thorner Strasse 1
4000 Düsseldorf 13
Germany**

Jackson, Robert L.

**Department of Transport
Room P2/052
Marsham Street 2
London SW1P 3EB
United Kingdom**

Jacob, Christian

**I.A.U.R.I.F. Div. Transports
Rue Miollis 21
75015 Paris
France**

Jacobs, André

**Secrétariat Général Honoraire UITP
Clos des Chênes 7
1170 Brussels
Belgium**

Jeschke, Hartmut

**Daimler-Benz AG
Postfach 202
7000 Stuttgart
Germany**

Jordan, John

**South Yorkshire P.T.E.
Training Centre
Amos Road 41
Sheffield S91 BX South Yorks
United Kingdom**

Karamitsos, Fotis

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Karlsson, Karl-Erik

**Goteborgs Sparvägar
Gothenburg Transport
Box 424
40126 Goeteborg
Sweden**

Karvinen, Jouko

**Kymi Stroemberg Oy
P.O. Box 118
00101 Helsinki
Finland**

Kiepe, Helmut

**Konsul von Danemark
Industriestrasse 4
5108 Monschau-Ingbr
Denmark**

Klotz, Hugo

**AEG Aktiengesellschaft GB Bahntech.
Nonnendammallee 15-21
1000 Berlin 20
Germany**

Koch, Ulrich

**SNV Studiengesellschaft Nahverker
Lokstedter Weg 24
2000 Hamburg 20
Germany**

Koermendy, Agoston

**Budapesti Kozlekedesi Vallalat
Akacfa Utca 15
1980 Budapest
Hungary**

Kuhn, Francis

**INRETS-CRESTA
Immeuble Métroport
Place Salvador Allende 10
59650 Villeneuve d'Ascq
France**

Lambert, Jacques

**MIVG
Brusselsesteenweg 361
9219 Gent
Belgium**

Lange, Jean

**ACEC
Avenue Lloyd George 7
1050 Brussels
Belgium**

Largy, Bertrand

**Alsthom
Tour Neptune
Cédex 20
92086 Paris la Défense
France**

Lauger, Erik

**Magistraten Odense
Klosterbakken 12
5000 Odense C
Denmark**

Leconte, P.

**Secrétaire Général U.I.T.P.
Avenue de l'Uruguay 19
1050 Brussels
Belgium**

Leembruggen, Roy

**Elroy Engineering PTY Ltd.
Lutanda Close 20
Pennant Hills 2120
Australia**

Liesaho, Kari

**Helsinki City Transport
Toinen Linja 7
00530 Helsinki
Finland**

Liggio, Leonardo

**Azienda Siciliana Trasporti
Via S. Cuccia 1
Palermo
Italy**

Lipari, Francesco

**ATM-Milano
Foro Bonaparte 61
20121 Milano
Italy**

Lombardi, Vincenzo

**Azienda Trasporto Pubblic.
Via Leopardi 1
Napoli
Italy**

Looses, Bertrand

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Luyckx, Gilbert

**BN-Spoorwegmaterieel en Metaal-
constructies
Vaardijk 5
8200 Brugge
Belgium**

Madziel, Jean-François

**Service d'Etude des Transports
Effingerstrasse 14
3003 Berne
Switzerland**

Maggetto, Gaston

**V.U.B.
TW Etec
Pleinlaan 2
1050 Brussels
Belgium**

Mansuy, Philippe

**CETE
Place St. Thiebault 27
BP 1091
57036 Metz Cédex
France**

Marchi, Giuseppe

**ATM-Milano
Foro Bonaparte 61
20121 Milano
Italy**

Mark, Eric

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Martini, Jean

**RATVM/RTM - Service TCFE
Boulevard du Métro 80
13013 Marseille
France**

Martiny, André

**District Urbain
Rue Albert Ier 4
54600 Villers les Nancy
France**

Mathiasen, Tom

**Magistraten Odense
Klosterbakken 12
5000 Odense C
Denmark**

Mauri, Ambrogio

**Mauri & CSDS
Via Caravaggio 24
20033 Desio
Italy**

Mayer, Leopold

**Oeaf-Graef & Stift
Carlberggasse 40-42
1230 Vienna
Austria**

Mazzon, Luciano

**ATM-Milano
Foro Bonaparte 61
20121 Milano
Italy**

Meinel, Gerhard

**Stadtwerke Osnabrück AG
Alte Poststrasse 9
4500 Osnabrück
Germany**

Meyer, Uwe

**Bundesminist. f. Forschung
Keferat 522
Postfach 200100
5300 Bonn 2
Germany**

Minutolo, Mario

**Azienda Trasporto Public.
Via Leopardi 1
Napoli
Italy**

Mondini, Guglielmo

**Menarini SpA
Via San Donato 190
40127 Bologna
Italy**

Moreau, Jean-Luc

**Delachaux SA
Avenue Louis Roche 119
92231 Gennevilliers
France**

Morotti, Luciano

**C.A.T.
Via G. Pietro 2
54031 Avenza-Carrara
Italy**

Muhr, Willi

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Nastari, Jose Carlos

**Companhia Do Metropolitan Metro
R. Augusta 1626
Sao Paulo CEP 01304
Brazil**

Niemann, Klaus

**Daimler-Benz AG
Postfach 202
7000 Stuttgart 60
Germany**

Nissen, Ole Stig

**Energy Research Lab.
Niels Bohrs Alle 25
5230 Odense M.
Denmark**

O'Donovan, Bob

**Garrett International
Avenue Matignon 5
75008 Paris
France**

Olislaegers, Maurice

**MIVG
Brusselsesteenweg 361
9219 Gent
Belgium**

Perlaux, Roger

**STIB
Avenue de la Toison d'Or 15
1060 Brussels
Belgium**

Personeni, Luigi

**AMT Trasporti Urbani
Via F. Torbido 3A
Verona
Italy**

Pialoux, Jean-Michel

**CGFTE
Avenue de Boufflers 11
54000 Nancy
France**

Pirani, Franco

**Azienda Trasporti Consorziali
Via Saliceto 3/A
Bologna
Italy**

Plancher, Giampaolo

**Tecnomasio Italiano
Brown Boveri SpA
P. Le Lodi 3
20137 Milano
Italy**

Poulin, François

**Société Lyonnaise T-C
Immeuble le Lyonnais
Boulevard Vivier Merle 19
69212 Lyon
France**

Pratt, Vincent Bernard

**South Yorkshire P.T.E.
Training Centre
Amos Road 41
Sheffield S91BX South Yorks
United Kingdom**

Pulvéric, Fernand

**Société Lyonnaise T.C.
Immeuble le Lyonnais
Boulevard Vivier Merle 19
69212 Lyon
France**

Raguideau, François

**Alsthom
Tour Neptune
Cédex 20
92086 Paris la Défense
France**

Raimondo, Giovanni

**Azienda Siciliana Trasporti
Via Simone Cuccia 1
Palermo
Italy**

Renaux, Geneviève

**Agence Press Production
Rue Veydt 13A
1050 Brussels
Belgium**

Riccardi, Noberto

**C.A.T.
Via G. Pietro 2
54031 Avenza-Carrara
Italy**

Rieck, Gerhard

**M.A.N.
Dachauerstrasse 667
8000 Munich
Germany**

Rodrigues, Jose Eduardo

**Companhia Do Metropolitan Metro
R. Augusta 1626
Sao Paulo CEP 01304
Brazil**

Roggero, Alberto

**Centro Ricerche Fiat
Strada Torino 50
Orbassano
Italy**

Roose, Pieter

**MIVG
Brusselsesteenweg 361
9219 Gent
Belgium**

Sahm, Karl

**Staetdtische Verkehrsbetriebe
Esslingen
Heilbronner Strasse 70
7300 Esslingen
Germany**

Sauna-Aho, Jussi

**Ministry of Communications
Etelaesplanadi 16
00130 Helsinki
Finland**

Savage, Ian

**Booz Allen
Charles II Street 30
London SW1Y 4AD
United Kingdom**

Schoofs, René

**STIB - M.R.A.
Avenue de la Toison d'Or 15
1060 Brussels
Belgium**

Siraut, André

**STIB
Avenue de la Toison d'Or 15
1060 Brussels
Belgium**

Sordini, A.

Italy

Soulas, Claude

**AFME
Rue Louis Vicat 27
75015 Paris
France**

Spada, Silvano

**Ansaldo Trasporti SpA
Via Bergognone 34
20144 Milano
Italy**

Steiner, Daniel

**Kummler+Matter AG
Hohlstrasse 176
8026 Zürich
Switzerland**

Stockreiter, Helmuth

**Elin-Union
Penzingerstrasse 76
1140 Vienna
Austria**

Tamo, André

**STIL
Rue du Bassin 119
4030 Liège
Belgium**

Terranova, Guido

**ATP Autotrasporti Padova SpA
Via Trieste 42
35121 Padova
Italy**

Teubner, Wolfgang

**Essener Verkehrs-AG
Zweigert Strasse 34
4300 Essen 1
Germany**

Teufel, Hans

**Salzburger Stadtwerke Verkehrsbet.
Alpenstrasse 91
5020 Salzburg
Austria**

Ticianelli, Edgard A.

**Mafersa S.A.
Av. R. Pereira de Magalhaes 230
Caixa Post. 11881
Sao Paulo 05092
Brazil**

Todesco, Ernesto

**ATP Autotrasporti Padova SpA
Via Trieste 42
35121 Padova
Italy**

Urstoeger, Rupert

**Siemens AG-Abt E41
Werner V. Siemens-Strasse 50
8520 Erlangen
Germany**

Valente da Cruz, Henrique J.

**Companhia Do Metropolitan Metro
R. Augusta 1626
Sao Paulo CEP 01304
Brazil**

Van Altenburg, Johannes CD

**Holec Machines en Apparaten
Postbox 4050
2980 GB Ridderkerk
The Netherlands**

Van Daele, Léo

**Van Hool SA
Bernard Van Hoolstraat 58
2578 Koningshooikt
Belgium**

Van Den Bossche, Peter

**VUB-TW-ETEC
Pleinlaan 2
1050 Brussels
Belgium**

Van Dongen, Léo

**Netherlands Railways
Moreelsepark 1
P.O. Box 2025
3500 HA Utrecht
The Netherlands**

Van Vliet, Paul

**Westnederland N.V.
Postbus 3
2770 AA Boskoop
The Netherlands**

Van Wolvelaer, Raymond

**Bevac Consulting Eng. SA
Camille Huysmanslaan 67
2020 Antwerp
Belgium**

Vandenbril, Guido

**Miva
Grotehondstraat 58
2018 Antwerp
Belgium**

Vasconcelos, Antonio

**Efacec
Apartado 18
4466 Mamede de Infesta Codex
Portugal**

Vecchio, Diego

**ATM Milano
Foro Bonaparte 61
20121 Milano
Italy**

Vedovato, Giovanni

**ACAP
Via F. Rismondo 28
35100 Padova
Italy**

Verhelst, Urbain

**MIVG
Brusselsesteenweg 361
9219 Gent
Belgium**

Veysse, Henri

**Trégie
Avenue du 18 Juin 1940 9-11
92500 Rueil Malmaison
France**

Vincent, Daniel

**C.E.C. - DG VII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Vogel

**Gemeente Vervoersbedrijf
Postbus 292
6800 AJ Arnhem
The Netherlands**

Vogt, Dieter

**U.I.T.P.
Avenue de l'Uruguay 19
1050 Brussels
Belgium**

Voos, Jacques

**Evelec
Rue de la Pépinière 41
1000 Brussels
Belgium**

Wallochny, Félix

**VK/MN - Brown Boveri & Cie AG
Neustädter Strasse 62
6800 Mannheim
Germany**

Werner, Franz

**Daimler Benz AG
Postfach 202
7000 Stuttgart 60
Germany**

Wild, Fritz

**Brown Boveri KLM A2
5401 Baden
Switzerland**

Winberg, Harri

**Kymi-Stroemberg Oy
P.O. Box 118
00101 Helsinki
Finland**

Wurm, Joseph

**C.E.C. - DG XII
Rue de la Loi 200
1049 Brussels
Belgium**

Zelinka, Robert

**M.A.N.
Abteilung T.V.E.
Dachauerstrasse 667
8000 Munich
Germany**

Zottis, Gimo

**ATVO
Spona Di Piave
Italy**

Communautés européennes — Commission

EUR 10993 — Cost 303 — Évaluation technique et économique des programmes nationaux de trolleybus bi-mode

Édité par: F. Fabre, A. Klose

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes

1987 — XIV, 164 p., 9 tab., 16 fig., 15 ph. — 16,2 x 22,9 cm

Série «Recherche - Transport»

DE, EN, FR

ISBN 92-825-7004-5

N° de catalogue: CD-NA-10993-FR-C

Prix publics au Luxembourg, TVA exclue

Écu 12,90 BFR 550 FF 88

Depuis 1975, plus de dix prototypes de trolleybus bi-mode ont été réalisés en Europe. Dès lors, une réflexion commune au niveau européen s'avérait particulièrement opportune. Il apparaissait en effet important de pouvoir dégager, par l'analyse des différents programmes en cours au niveau européen, les éléments de comparaison nécessaires à la prise de décision sur la mise en œuvre de systèmes de trolleybus bi-mode. Il s'agissait également de dégager, sur la base des éléments disponible, les actions de recherche complémentaires à engager pour favoriser le développement de cette nouvelle filière de transport collectif urbain et de proposer d'éventuelles recommandations qui pourraient être prises au niveau européen, en particulier en matière de normes, pour faciliter l'exportation d'un produit dont le marché à court terme reste limité. C'est la mission qui a été confiée au comité de gestion de l'action COST 303.

Tous les aspects du trolleybus bi-mode ont été étudiés à partir de thèmes dont la responsabilité était confiée à des pays différents. Chacun de ces thèmes a donné lieu à la rédaction des rapports spécifiques dont les conclusions sont présentées, thème par thème, dans ce rapport de synthèse. Outre les conclusions par thème, ce rapport présente:

- une conclusion générale qui constitue la véritable réponse à la question posée au COST 303, c'est-à-dire: faut-il oui ou non favoriser le développement des trolleybus bi-mode? et, si oui, quelles orientations donner à ce développement?
- le point de vue des différents pays sur les suites à donner à l'action COST 303
- les rapports des présidents de séance du séminaire qui s'est tenu à Bruxelles en novembre 1983 pour améliorer encore la diffusion des travaux du COST 303 et pour permettre d'y intégrer certains aspects qui auraient pu être omis.

