Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 118 (1992)
Heft: 22

Artikel: Ouchy-Vennes: un ascenseur automatique urbain pour Lausanne (fin)
Autor: Delacrétaz, Yves / Gasser, Philippe
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77800

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ouchy-Vennes

Un ascenseur automatique urbain pour Lausanne (fin)

Par Yves Delacrétaz, ing. dipl. EPFL, ITEP-EPFL 1015 Lausanne et Philippe Gasser, ing. dipl. EPFL, Bureau Aragao & Gasser, ingénieurs-conseils SA ch. des Clochetons 1 1004 Lausanne

B. Proposition d'implantation d'un transport automatique à Lausanne

6. Pourquoi une liaison Ouchy-Vennes?

Les villes suisses doivent résoudre les problèmes de congestion de leurs centres et de pollutions atmosphérique et sonore. A Lausanne comme ailleurs, la mise en œuvre des ordonnances fédérales OPAir et OPB nécessitera le recours à des mesures de modération de la circulation et, dans certains secteurs, de limitation du trafic automobile.

Toute restriction du trafic automobile devra être accompagnée d'une augmentation substantielle de l'offre en transport en commun, sous peine d'aggraver encore les problèmes d'accessibilité dont souffre le cœur de la ville. Or le réseau actuel des transports collectifs lausannois, essentiellement constitué de trolleybus et d'autobus (à l'exception du Lausanne-Ouchy et du nouveau TSOL) n'est pas en mesure d'assumer seul l'accroissement d'offre nécessaire.

6.1 Un réseau de trolleybus proche de la saturation

A Lausanne, trois déplacements motorisés sur quatre sont effectués en voiture. Une diminution de 30% du trafic automobile au centre devrait être compensée par un accroissement de plus de 100% de l'offre en transport collectif, un saut quantitatif que le réseau existant ne peut supporter. Même le maintien du trafic automobile à son niveau actuel pendant 10 ans, dans l'hypothèse où l'accroissement de mobilité serait entièrement assumé pendant cette période par le réseau de transports en commun, conduirait l'entreprise des Transports publics Lausannois (TL) à augmenter de 50% son parc de véhicules.

Outre des coûts d'investissement et d'exploitation très élevés, une telle opération poserait des problèmes de stockage des véhicules (rareté des terrains disponibles en ville) et de circulation. Déjà à l'heure actuelle, certains tronçons sont surchargés... de bus qui se gênent mutuellement, malgré la présence de couloirs réservés.

De toute évidence, l'avenir des transports à Lausanne passe par la création d'une ou de plusieurs lignes en site propre, intégrées dans un réseau de bus restructuré. Ce n'est qu'à ce prix que l'on pourra offrir aux habitants de l'agglomération lausannoise un centre agréable et facile d'accès.

6.2 Le LO: précurseur providentiel

La présence en pleine ville du «métro» Lausanne-Ouchy, chemin de fer à crémaillère bien intégré au milieu urbain et remarquablement efficace, constitue pour Lausanne un antécédent précieux.

Créé en 1877, avant tout pour assurer le transport de marchandises entre le port d'Ouchy, la gare de chemin de fer Jura-Simplon et la zone d'entrepôts du Flon située aux portes de la vieille ville, le «métro» relie en quelques minutes les rives du lac au centre de Lausanne. En dépit d'une station supérieure mal située par rapport aux pôles d'activités principaux du centre-ville, le Lausanne-Ouchy, doublé sur la partie supérieure de son tracé par le Lausanne-Gare, constitue la seule ligne de transport collectif lausannoise qui couvre ses frais. Sa grande force réside dans un tracé rectiligne en site propre, s'inscrivant perpendiculairement aux rives du lac, dans la ligne de plus grande pente. C'est en effet dans cette direction que les trolleybus rencontrent le plus de difficultés de circulation: rues sinueuses et étroites, accélérations difficiles en raison des rampes, faible vitesse commerciale. La nécessité de remplacer le matériel roulant du Lausanne-Ouchy, arrivé en fin de vie, incite depuis quelques années la direction du métro et la commune de Lausanne à chercher de quelle manière prolonger la ligne, afin de desservir également les quartiers situés au nord de la ville, où le potentiel de développement est important.

6.3 L'étude RTU

Un groupe d'étude, RTU[1], mandaté en 1988 par la commune pour analyser les possibilités d'extension des transports en site propre vers les secteurs nord et nord-est, constate: *«(...) il faut réaliser, par étapes, un système constitué d'un transport nord-sud en site propre, rapide et performant, dans l'axe médian de l'agglomération (Ouchy-la Sallaz ou la Blécherette), véritable "ascenseur urbain", sur lequel viendront se raccorder les lignes "horizontales" (en site propre ou en site banal). Cette organisation à long terme est dictée par le fait que c'est dans la ligne de plus grande pente que le gain de temps d'un transport nouveau par rapport aux trolleybus sera le plus important.»*

L'extension proposée du réseau en site propre comprend essentiellement la prolongation souterraine de la ligne Lausanne-Ouchy à travers le centre-ville, puis vers le nord, en Y, vers les deux jonctions d'autoroute de Vennes et de la Blécherette.

La liaison en site propre avec les jonctions d'autoroute, combinée avec la création de parkings d'échange, s'inscrit dans une volonté de modération du trafic individuel au centre et a pour but d'inciter les automobilistes à un transfert modal dès leur entrée en ville (fig. 7).

L'embranchement vers Vennes comporte un intérêt particulier: il permet d'offrir une desserte efficace du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV). Avec ses quelque 5000 emplois et 1700 visiteurs par jour, le CHUV constitue le troisième générateur de trafic de la région, après le centre de Lausanne et les Hautes écoles, lesquels bénéficient d'une ligne en site propre depuis la mise en service du TSOL en 1991.

Par ailleurs, l'Etat de Vaud possède, à proximité immédiate de la jonction de Vennes, un grand terrain susceptible d'accueillir un terminal de transports collectifs urbains, une gare routière pour les lignes suburbaines et un parking d'échange.

7. Une solution en transport automatique

7.1 Limiter les coûts

Inscrite de façon cohérente dans l'avenir du réseau des transports lausannois, la réalisation d'un axe Ou-

[1]Robert-Grandpierre et Rapp SA, Transitec Ingénieurs-conseils SA et Urbaplan

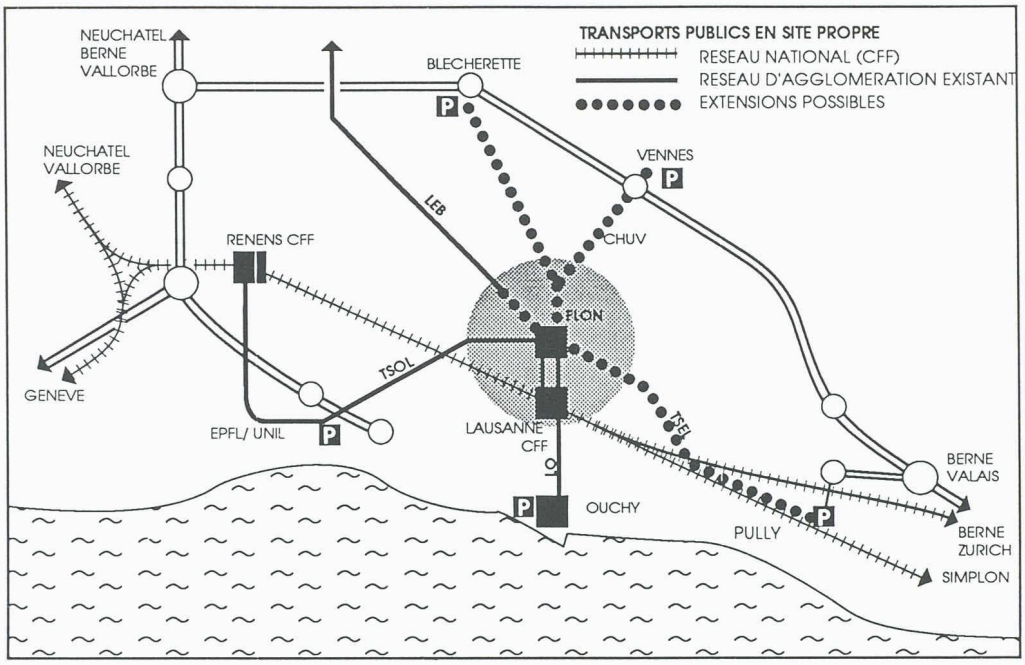


Fig. 7. – Transports en site propre existants et projetés en région lausannoise

Tableau A – Comparaison des systèmes guidés existants à Lausanne et envisageables entre Ouchy et Vennes

	Techniques existantes à Lausanne		*Techniques envisageables sur la transversale Ouchy-Vennes*		
	Métro à crémaillère Lausanne-Ouchy	*Métro léger TSOL (rame double)*	*Métro à crémaillère moderne*[1]	*Métro à tract. magnétique M-Bahn*[1] *(rame double)*	*Transport à câble SK 6000*
Caractéristiques générales					
Automatique	NON	NON	ÉVENT.	OUI	OUI
Pente maximale	12% (confort)	6%	12% (confort)	12% (confort)	12% (confort)
Passagers par convoi (4 p./m²)	190	470	190	160	24
Largeur de porte par 10 passagers	25 cm	30 cm	30 cm	45 cm	80 cm
Vitesse en ligne	max. 32 km/h	max. 60 km/h	max. 40 km/h	max. 80 km/h	36 km/h[2]
Vitesse commerciale sur site lausannois	15 km/h	26 km/h	17 km/h[4]	22 km/h[4]	20 km/h[5]
Fréquence min. théorique		6 min	1 min	1,5 min	17 sec
Fréquence sur site lausannois	7,5 min	10 min[3]	2,5 min[4]	2 min[4]	20 sec[5]
Capacité horaire/direction (4 p./m²)	1500 pass.	3000 pass.	4500 pass.	4800 pass.	5000 pass.
Gabarit					
Hauteur sur rail	4,50 m[6]	4,35 m[6]	3,50 m[6]	2,60 m	2,80 m
Largeur (double voie)	8,10 m	8,10 m	8,10 m	5,20 m	4,60 m
Section de tunnel (double voie)	50 m²	50 m²	40 m²	30 m²	25 m²
Longueur de quai (stations)	32 m	65 m	30 m	24 m	8-10 m
Masse					
Tare	36 tonnes	84 tonnes	43 tonnes	19 tonnes	2,4 tonnes
Tare par passager (4 p./m²)	190 kg	180 kg	225 kg	120 kg	100 kg
Masse totale (4 p./m², 75 kg/p.)	50 tonnes	120 tonnes	56 tonnes	31 tonnes	4,2 tonnes
Consommation énergétique					
Consom. annuelle par km de ligne	800000 kWh	480000 kWh	1000000 kWh	1500000 kWh	250000 kWh

[1] D'après P. Maillard, 1989
[2] Vitesse constante en ligne. En station, les cabines circulent à 1 km/h (un tiers de la vitesse d'un tapis roulant)
[3] Peut être descendue à 7,5 min, ce qui conduirait à une capacité de 4000 pass./h/sens
[4] Tronçon Ouchy-Tunnel, modélisation RAILNET par P. Maillard
[5] Transversale complète Ouchy-Vennes, calcul par Y. Delacrétaz
[6] Y.c. ligne de contact

chy-Vennes en site propre se heurte à un sérieux obstacle: son coût.
Pour une cité de la taille de Lausanne, une traversée complète de la ville (environ 5 km) en site propre, réalisée en souterrain au moyen d'une technique de type «métro», constituerait un investissement considérable en regard de la demande potentielle et des moyens financiers.

Les critères de coût – d'investissement et d'exploitation – entreront donc de manière déterminante dans le choix de la technique appelée à remplacer le Lausanne-Ouchy. Celle-ci doit notamment exiger des gabarits aussi faibles que possible, compte tenu du grand nombre d'ouvrages d'art requis par la topographie mouvementée de la ville. Enfin, le système devra pouvoir fonctionner de manière automatique (sans conducteur) de manière à limiter les frais d'exploitation.

7.2 Un cahier des charges contraignant

L'étude RTU, qui ne propose pas de technique, définit néanmoins les caractéristiques minimales auxquelles doivent répondre les systèmes envisagés:

- possibilité de gravir des pentes de l'ordre de 10 %,
- automatisme intégral,
- fréquence de 2 minutes si nécessaire,
- capacité de 4 à 5000 personnes par sens aux heures de pointe.

Compte tenu de ces exigences, particulièrement celle liée à la pente, seules trois familles de techniques sont envisageables:

- un transport ferroviaire traditionnel à crémaillère du type du métro Lausanne-Ouchy actuel, mais automatique,
- le transport à traction magnétique *M-Bahn*,
- un transport hectométrique par câble du type SK.

Comme le montre le tableau A, le transport hectométrique de type SK requiert des ouvrages de dimensions beaucoup plus faibles que les deux autres techniques. Une solution en viaduc peut ainsi être envisagée sur une partie importante du tracé (hors de «l'hypercentre»). Les coûts de construction sont dès lors sensiblement réduits, de même que la durée des chantiers (la voie aérienne du SK se prête aisément à la préfabrication). Le SK exploite au maximum l'avantage que lui confère son automatisation totale: la possibilité de faire circuler des cabines de petite taille à très

court intervalle. Afin de minimiser les frais de personnel, on cherche dans le cas des transports non automatiques à faire circuler des trains aussi longs que possible, contenant un maximum de voyageurs. Une double rame TSOL peut ainsi transporter 500 voyageurs à l'aide d'un seul conducteur. L'automatisation permet de se libérer de cette importante contrainte. Dès lors, la traction par câble permet au SK d'utiliser un grand nombre de petites cabines et, par rapport à un métro traditionnel, de réduire notablement les charges agissant sur les structures, les gabarits (tunnels, stations, viaducs) et la consommation énergétique.

Autre atout majeur du SK dans le cadre d'une application lausannoise: sa fréquence très élevée. Outre le confort qu'elle apporte à l'utilisation du système, elle facilite la restructuration et l'exploitation du réseau de bus (moins de problèmes de correspondances), de même que la liaison avec d'éventuelles autres lignes SK à venir.

Enfin, rappelons que le système M-Bahn à sustentation et traction magnétiques est très coûteux et n'a pas connu de succès dans son pays d'origine, l'Allemagne.

Sur la base de ces arguments, le travail pratique de diplôme présenté dans cette communication avait pour but de vérifier qu'une technique moderne à câble, telle que le SK, pouvait constituer une réponse cohérente et réaliste au triple problème du renouvellement, de la prolongation et de l'automatisation de la ligne du Lausanne-Ouchy.

8. Un tracé de plus grande pente

L'objet de l'étude est le test de faisabilité d'une ligne en site propre Ouchy-Flon-Centre-CHUV-Vennes prenant en considération le SK 6000, développé par le constructeur ferroviaire Soulé pour l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle. Les principales caractéristiques techniques de ce système de transport sont présentées dans le tableau A. Le travail est basé sur les conclusions de l'étude RTU et réutilise le tracé souterrain proposé entre la station actuelle du Flon et la place du Tunnel.

8.1 Contexte urbain et trafic prévisible

Structure urbaine

La structure urbaine lausannoise est marquée par la topographie, qui divise la ville en trois paliers nettement distincts: «sous-gare» (compris entre les altitudes 375 m et 450 m), le centre (entre 450 et 550 m) et les «hauts» (au-dessus de 550 m).

La ligne à construire s'inscrit comme liaison verticale entre ces trois paliers. Les pôles à desservir, bien que proches les uns des autres, sont séparés par d'importantes dénivellations. La densité de stations doit ainsi être plus importante que pour un tracé en terrain plat.

	Trafic horaire de pointe 1985 par tronçon (lignes TL ou LO +LG)	Capacité horaire de pointe 1991 par tronçon (lignes TL ou LO +LG)	Facteur d'accroissement de la capacité	Capacité retenue pour le dimensionnement (lignes SK)	Configuration des lignes proposées
Vennes					
	700	1600	2 x	3-4000	
Sallaz					
	1200	2500	2 x	4-5000	
CHUV					
	1600	2500	2 x	4-5000	
Riponne					
	1600	2500	3 x	7-8000	
Flon					
	1750	3600	2 x	7-8000	
Gare					
	1200	1600	2 x	3-4000	
Ouchy					

Unité: pers./ heure/sens

Fig. 8. – Estimation de la capacité horaire directionnelle nécessaire à long terme

Trafic prévisible

Compte tenu de l'impact majeur que la nouvelle ligne aurait sur le réseau de transports en commun de la ville – ajout d'une transversale en site propre et profonde restructuration du réseau existant –, il est très aléatoire de procéder à un calcul prévisionnel de la demande.

On peut néanmoins estimer la capacité nécessaire en ordre de grandeur, par des considérations simples et par référence à l'expérience récente du TSOL.

La qualité de service (rapidité, fréquence, régularité) – et donc l'attrait – du nouveau transport est beaucoup plus élevée que celle des bus actuels. Par ailleurs, on attend des mesures de modération du trafic individuel un report de trafic non négligeable sur les transports collectifs. Il en découle que la capacité du nouveau transport doit être nettement plus importante que celle des lignes de bus qu'il est amené à remplacer.

Un premier bilan du TSOL, six mois après l'inauguration de la ligne, offre une mesure de l'accroissement de charge qu'on peut attendre de la mise en service d'une liaison centre – banlieue en site protégé. Avec 7,4 millions de voyageurs par année, le TSOL transporte globalement deux fois plus de trafic que l'ensemble des lignes d'autobus et de trolleybus qu'il a remplacées.

Un accroissement d'au moins la même proportion doit être envisagé dans le cas de la traversée nord-sud. Ainsi, la fig. 8 montre la capacité nécessaire par tronçon pour la ligne projetée, dans l'hypothèse d'un doublement par rapport à la capacité existante (lignes TL, métros LO et LG). Un facteur d'accroissement plus élevé (trois) a été admis sur le tronçon central Flon-Riponne. Contrairement au tronçon Gare CFF-Flon, celui-ci n'est pas desservi à l'heure actuelle par le métro et la liaison bus est peu pratique.

Les besoins de capacité suggèrent un doublement de la ligne SK sur le tronçon Gare CFF-Flon-Riponne. Ce renforcement se justifie d'autant mieux que le doublement Gare CFF – Flon peut s'inscrire dans le tunnel existant du

métro Lausanne-Gare, en remplacement de ce dernier. L'importance de l'interface Flon (TSOL, LEB, nombreuses lignes de bus) amène à proposer deux lignes courtes de doublement indépendantes: Gare CFF-Flon et Flon-Riponne.

8.2 Etudes préliminaires de tracés

Compte tenu du peu de temps à disposition pour l'étude (2 mois), plusieurs hypothèses ont été faites concernant le tracé de la ligne :

- sur sa partie inférieure, la ligne utilise le site propre du métro Lausanne-Ouchy jusqu'à son terminus actuel en station du Flon;
- au-delà, et jusqu'à la place du Tunnel, le tracé admis est celui, souterrain, étudié par RTU;
- entre la place de la Sallaz et la jonction d'autoroute de Vennes, la ligne est en viaduc au centre de la route de Berne. Cette artère à quatre voies se prête bien, en effet, à l'insertion de la voie aérienne élancée du SK.

L'étude de tracé a essentiellement porté sur le tronçon place du Tunnel-place de la Sallaz, non défini à priori. Trois variantes ont été développées pour ce tronçon et comparées selon trois groupes de critères de nature

- technique: longueur, nombre de stations, importance des ouvrages d'art, difficultés de construction particulières;
- fonctionnelle: temps de parcours, qualité de la desserte, confort de la ligne, possibilités de restructuration du réseau de trolleybus;
- urbanistique: insertion dans le site urbain, contribution à un développement harmonieux de la ville.

Les comparaisons effectuées ont conduit à privilégier une variante composée de deux lignes, l'une montant jusqu'au CHUV en souterrain, l'autre partant de la place de l'Ours et suivant en viaduc la rue du Bugnon. Le tracé adopté autorise la suppression de toutes les lignes de bus qui empruntent cette artère (fig. 9).

Une autre conception de traversée du cœur de Lausanne mériterait d'être examinée. Il s'agirait d'inscrire, entre les deux parallèles formées par les axes Ouchy-Riponne et Ours-Vennes un barreau est-ouest traversant en souterrain la colline de la Cité (fig. 10). Ne desservant pas la place du Tunnel, ce tracé serait plus court que l'autre d'environ 600 m et offrirait une meilleure continuité de la ligne. La fig. 11 présente les quatre techniques d'insertion utilisées sur le tracé projeté: tranchée, tranchée couverte, tunnel, viaduc. L'intégration d'un transport en site propre en milieu urbain accidenté requiert en effet une grande souplesse d'adaptation à la topographie.

8.3 Découpage de la ligne en tronçons interconnectés indépendants

A la manière des escaliers mécaniques ou des trottoirs roulants, le SK accompagne les mouvements du piéton. Son principe se différencie de celle des autres modes de transport, où le passager monte et s'installe dans un véhicule.

Prendre le SK, le quitter, changer de ligne se font dans la continuité du mouvement piétonnier. Les cabines sont de plain-pied. Le transbordement entre deux lignes se fait en quelques pas, le temps que les usagers se glissent dans une cabine et la suivante est déjà en station.

Dès lors, plusieurs arguments liés à la réalisation et à l'exploitation du système plaident pour plusieurs lignes successives relativement courtes (1 à 3 km), plutôt qu'une seule longue ligne traversant la ville. On relèvera notamment les avantages ci-après.

a) Meilleure fiabilité du système

Tout incident se produisant sur le système (usager en difficulté, panne, accident) provoque l'arrêt de la cabine en cause et, s'il se prolonge, de la ligne entière. Ainsi, le risque global de panne de la ligne dépend du nombre de cabines et de la longueur de la ligne. Autrement dit, la fiabilité du système est inversement proportionnelle à la longueur des lignes qui le composent. En outre, dans un système de lignes courtes, la panne d'une ligne n'affecte qu'un tronçon de longueur limitée, les autres lignes du système restant en fonctionnement.

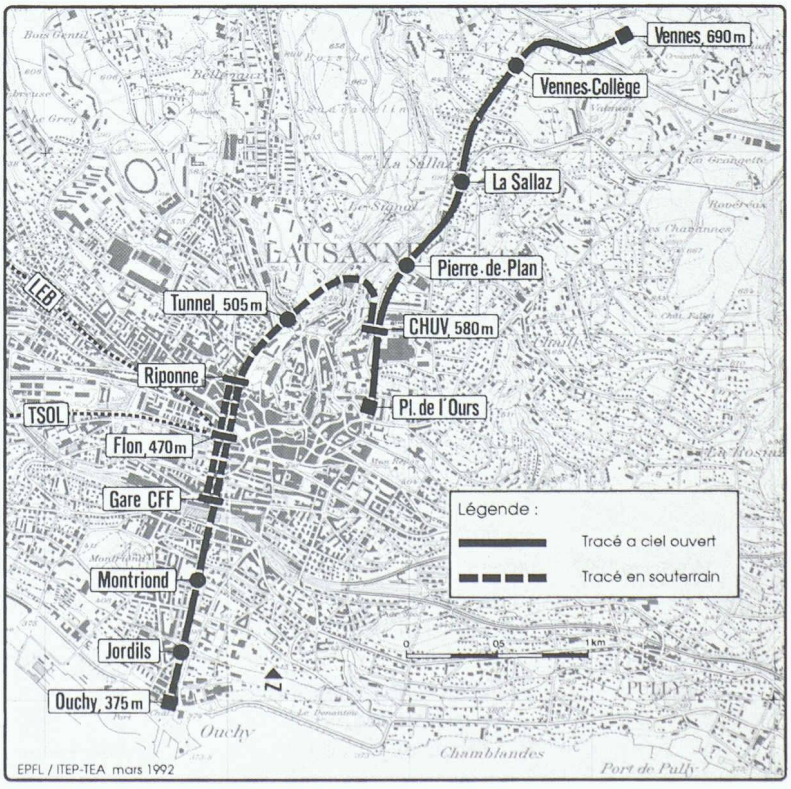


Fig. 9. – Proposition de tracé Ouchy-Vennes exploitant le tracé Flon-place du Tunnel étudié par le groupe RTU

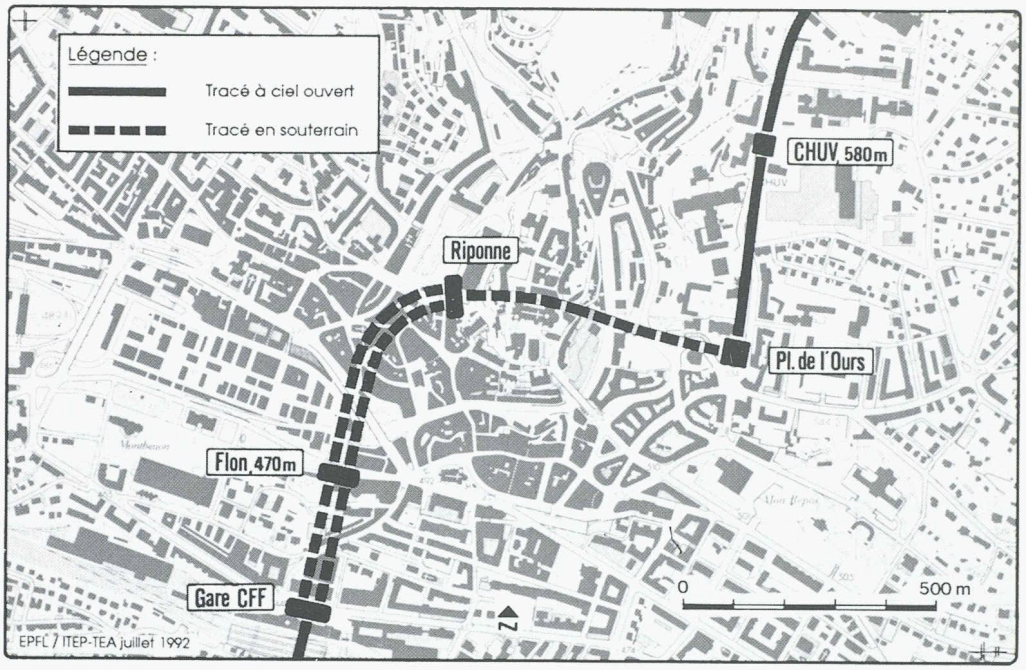


Fig. 10. – Variante non encore étudiée de tracé Flon-Riponne-place de l'Ours traversant la colline de la Cité: plus direct que celui de la figure 9, ce tracé évitant la place du Tunnel ne requerrait que 1000 m de tunnel nouveau au lieu de 1600 m.

b) Plus grande souplesse de variation de la capacité
La capacité d'une ligne SK peut être modifiée rapidement suivant la demande par ajout ou retrait de cabines. Si plusieurs lignes courtes sont installées, la capacité de chacune peut être ajustée indépendamment, d'où économies de frais d'exploitation, d'usure du matériel, d'énergie, etc. De plus, les modifications horaires de capacité, par ajout ou retrait de cabines, sont introduites sur chaque ligne d'autant plus rapidement que celle-ci est plus courte.

c) Construction par étapes plus aisée
Le découpage en plusieurs lignes facilite la réalisation en étapes, chacune d'elles pouvant être construite sans devoir être modifiée lors de l'étape de construction suivante.

Choix d'un découpage

Le choix s'est porté sur un découpage en cinq lignes indépendantes, dont trois sont mises bout à bout pour relier Ouchy à Vennes et correspondent aux trois étapes de construction proposées (fig. 13). Les deux autres lignes sont les doublements Gare CFF-Flon et Flon-Riponne (voir 8.1).

9. Performance, coûts et étapes de réalisation

9.1 Temps de parcours

Les temps de parcours SK ont été calculés à partir des hypothèses suivantes:

- accélération/décélération: 1.0m/s² [2]
- temps de défilement des cabines en station (15 s pour les montées/descentes de passagers, 5 s pour l'ouverture et la fermeture automatiques des portes): 20 sec
- temps requis pour un transbordement
  * à niveau: 40 sec
  * en dénivelé: 60 sec.

Les résultats, illustrés par la figure 12, mettent en évidence les excellentes performances du SK. Dans la figure 12 a), on voit que les gains de temps par rapport à la situation actuelle en automobile ou en trolleybus sont très importants. Or ce graphique ne montre que les temps de parcours à proprement parler, sans tenir compte de l'atout majeur du SK: la disparition des pertes de temps liées à l'attente d'un transport ou au stationnement d'une voiture. Ce phénomène est illustré par la figure 12 b), qui compare les deux systèmes existant entre Ouchy et la plate-forme du Flon avec la ligne SK projetée en tenant compte des temps d'attente moyens. Cette figure met en évidence l'intérêt que représente un transport à fréquence très élevée lorsque les distances sont relativement faibles.

Influence de la vitesse sur les temps de parcours

La vitesse de ligne du SK (36 km/h) peut paraître faible. Une analyse de sensibilité a donc été effectuée pour juger de l'effet qu'aurait une vitesse

[2] Valeur prudente: un chiffre plus élevé peut être admis à plat. Dans les fortes pentes, en revanche, l'accélération et le freinage doivent être limités pour des raisons de confort. La valeur admise ici correspond à l'accélération actuelle du LG à sa sortie de la station Gare CFF (pente 11%).

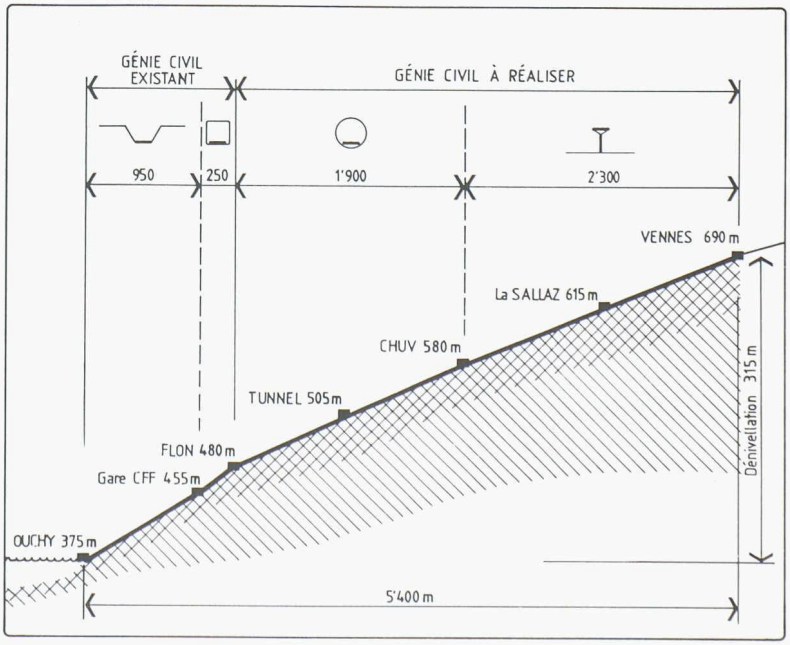


Fig. 11. – Dans une ville à la topographie difficile, caractérisée par des pentes dépassant la limite d'adhérence des tramways et métros classiques, le SK offre une grande souplesse dans le choix des techniques d'insertions.

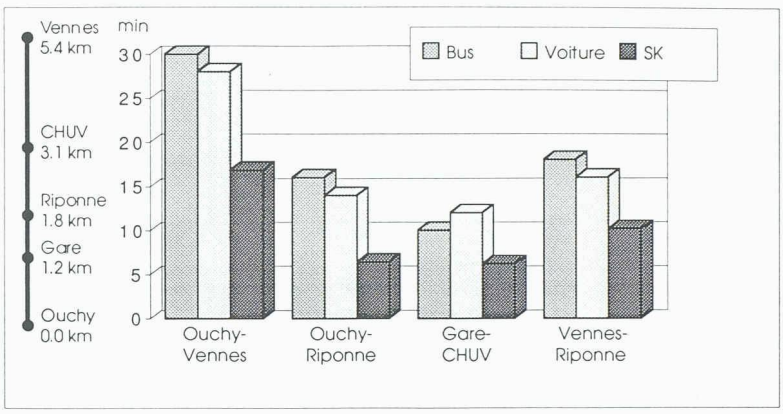
plus élevée sur les temps de parcours. Or, comme l'indique la fig. 12 c), la vitesse proposée par le système se révèle bien adaptée aux conditions locales: une vitesse plus élevée n'apporterait pas d'amélioration significative des temps de parcours.
Deux raisons expliquent ce phénomène:

- la vitesse de 36 km/h n'est pas une vitesse de pointe: elle est constante sur toute la ligne, hormis aux abords des stations; cette caractéristique distingue les transports à câble des systèmes à véhicules automoteurs; ainsi, la vitesse commerciale des lignes SK prévues à Roissy (26 km/h) est équivalente à celle du TSOL, qui dispose pourtant d'une vitesse de pointe de 60 km/h;
- pour offrir une desserte attractive, un nombre important de stations (13) est prévu; aussi la distance entre deux stations, inférieure en moyenne à 500 mètres, fait-elle qu'une vitesse élevée ne pourrait être atteinte que brièvement par les véhicules, en raison des longueurs nécessaires au freinage et à l'accélération, qui s'accroissent fortement avec la vitesse.

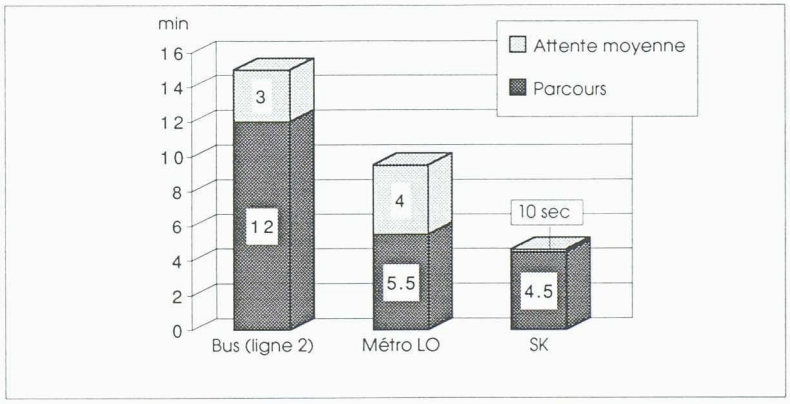
9.2 Exploitation et maintenance

Exploitation

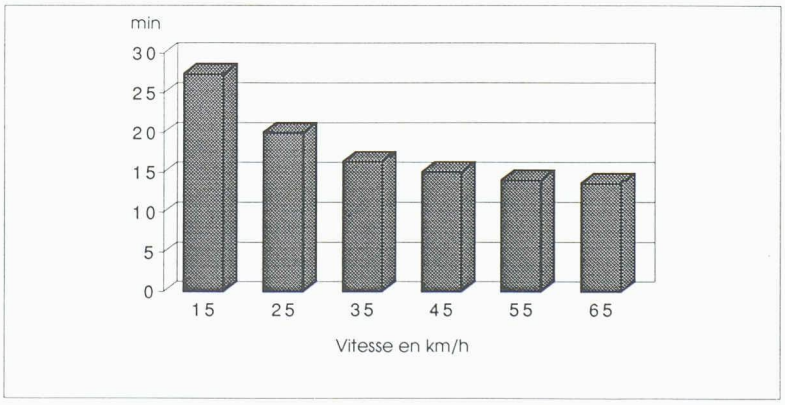
L'exploitation de lignes SK s'apparente à celle des télécabines. Le système est dirigé depuis un poste de commande centralisé, en communication permanente avec les stations et les cabines (caméras, haut-parleurs, interphones).
Les manœuvres de retrait-insertion de cabines, liées aux variations horaires de capacité, sont effectuées automatiquement par le biais d'une plate-forme rotative située sur la voie.
Dans le cadre du projet de Roissy, il est prévu que les cabines retirées traversent une installation de nettoyage automatique avant d'être stockées sur une voie de dépôt disposée le long de la voie principale. L'exploitant peut aussi retirer toutes les cabines lorsque le système n'est pas en fonctionnement (la nuit, par exemple), notamment sur les lignes à ciel ouvert, soumises aux intempéries (et au vandalisme *Réd.*).



a) : Temps de parcours de quelques trajets; comparaison trolleybus-voiture-SK.



b) : Temps de parcours Ouchy-Flon, y compris attente; comparaison trolleybus. (ligne 2), métro, SK



c) : Influence de la vitesse en ligne sur les temps de parcours Ouchy-Vennes.

Fig. 12. – Performances prévues du SK sur site lausannois

Maintenance

Deux ateliers-dépôts d'une superficie de 600 m² chacun sont prévus: le premier à Ouchy, à l'emplacement de l'atelier du Lausanne-Ouchy, le second à Vennes. Les cabines des lignes centrales peuvent y être acheminées soit en passant d'une ligne à l'autre (un dispositif adéquat est prévu), soit par camion.

Besoins en personnel

Le système étant entièrement automatique, une seule personne est nécessaire pour assurer le contrôle de l'ensemble des lignes à partir du poste de commande centralisé. La main-

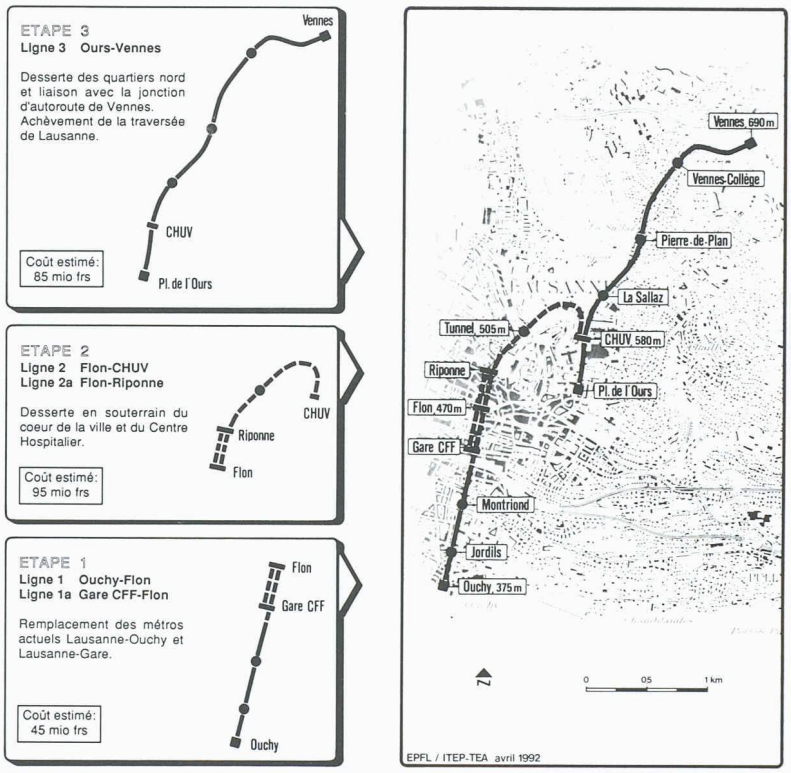


Fig. 13. – Une réalisation en trois étapes permettant un échelonnement des investissements

tenance, l'entretien et la mise en service quotidienne peuvent être assurés par du personnel affecté parallèlement à d'autres tâches au sein de l'entreprise exploitante.

Consommation énergétique

Une caractéristique des transports à traction par câble est d'être peu gourmands en énergie, les éléments moteurs n'étant pas transportés. Le système SK utilise plusieurs moteurs électriques disposés dans les stations. Du fait de la faible tare des cabines, la consommation est fortement tributaire du nombre de passagers transportés.

Dans l'hypothèse d'un trafic de 10 millions de passagers en valeur annuelle (soit 35 % de plus que le TSOL), effectuant en moyenne un trajet de 1,5 km, la consommation atteindrait 1,5 mio kWh par an pour l'ensemble des lignes SK (6500 m). Par comparaison, le Lausanne-Ouchy (1500 m, 5 mio passagers/an) consomme annuellement 1,2 mio kWh.

9.3 Réalisation et coût

Le projet a été conçu dans la perspective d'un échelonnement de la construction en trois étapes indépendantes, comprenant la réalisation d'une ou deux lignes SK (fig. 13). Chaque étape a fait l'objet d'une estimation financière sommaire (fig. 14), portant d'une part sur les ouvrages de génie civil à réaliser (établie par le bureau d'ingénieurs Boss de Renens) et, d'autre part, sur l'installation du système SK (information fournie par le constructeur).

1re étape: Ouchy-Flon

La première étape prévue consiste à remplacer les métros Lausanne-Ouchy (1500 m) et Lausanne-Gare (300 m) par deux lignes SK effectuant les mêmes parcours.

Outre le remplacement nécessaire d'un matériel roulant actuellement en fin de vie, cette étape initiale permettrait d'offrir, sur un premier tronçon, les avantages d'un transport moderne à fréquence élevée et à haute capacité.

Estimée grossièrement à environ 45 millions de francs 1992, cette première réalisation nécessitera des travaux de génie civil importants dans sa partie supérieure: déplacement de la station de la gare en souterrain (proche des passages sous-voies) et construction d'une nouvelle station souterraine au Flon, au même niveau que la future tête de ligne du LEB. A noter que la ligne courte Gare CFF - Flon conservera sa station supérieure à l'emplacement actuel, soit au niveau de la tête de ligne du TSOL.

2e étape: Flon-CHUV

La deuxième étape de construction, estimée à 95 millions de francs 1992, comprend la traversée de l'hypercentre et la desserte du CHUV, sous la forme de deux lignes souterraines parallèles, soit Flon-Riponne-Tunnel-CHUV (1600 m) et Flon-Riponne (350 m).

Compte tenu de l'intérêt immédiat (démontré par l'étude RTU) qu'elle comporte pour le centre de Lausanne,

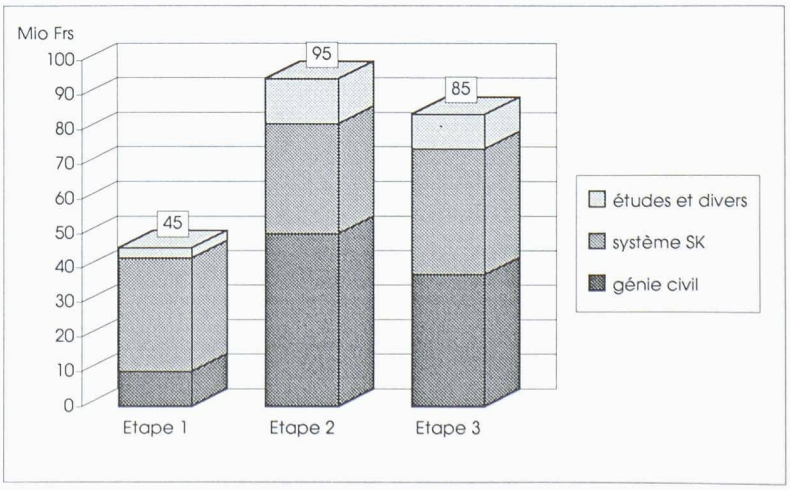


Fig. 14. – Estimations préalables globales du coût du projet

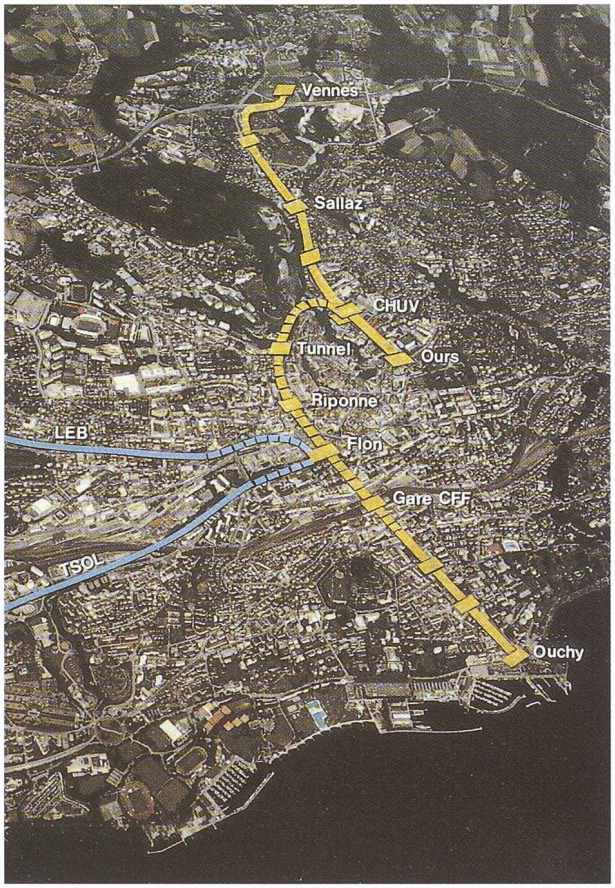


Fig. 15. – Etagée face au lac sur une hauteur de plus de 300 m, Lausanne a besoin d'un transport «de montagne» pour relier les différents paliers qui la composent. Le développement actuel des transports urbains à câble permet de proposer une solution automatique à grande capacité par un transport continu, donc sans stress, respectueux de l'environnement, fiable et bien moins coûteux qu'un métro.

cette deuxième phase devrait être envisagée aussi rapidement que possible.

3e étape: CHUV-Vennes

La ligne planifiée en troisième phase (2800 m) est conçue dans une optique à plus long terme. Sa réalisation favorisera un développement urbain harmonieux de la zone Vennes-la Sallaz, axé autour des transports collectifs, et permettra une restructuration du réseau de bus dans l'ensemble des quartiers nord-est. Cette dernière étape est estimée à 85 millions de francs 1992.

10. En guise de conclusion

Un projet de fin d'études polytechniques ne peut avoir la prétention d'apporter une réponse définitive à un problème majeur du développement des transports publics à Lausanne. Toutefois, la proposition faite s'inscrit dans la logique historique d'une ville à la topographie mouvementée, où des systèmes de transport de montagne – funiculaire, chemin de fer à crémaillère – ont apporté des solutions adéquates à la mobilité des habitants. Le renouveau des transports automatiques par câble et le choix du système SK, tant par les Aéroports de Paris pour la desserte de l'aéroport Charles-de-Gaulle que par la RATP, le plus important transporteur d'Europe occidentale, pour équiper la région Ile-de-France, sont des atouts indéniables pour la solution d'ascenseur urbain Ouchy-Vennes proposée à Lausanne. C'est pourquoi nous espérons que les autorités concernées ouvriront le champ des solutions possibles, en acceptant de considérer une technique nouvelle développée dans un pays voisin et francophone.

Bibliographie

Transports hectométriques, SK

TOUGH J.M. et O'FLAHERTY C.A.: *Passenger Conveyors*, Ian Allen, Londres, 1971

BIEBER A. et al.: «Comparaison des systèmes de transport hectométrique», synthèse INRETS nº 1, Arcueil, avril 1986

Matériels français de transports collectifs urbains, CETUR, Bagneux, 1988

«Automated People Movers II», Actes de la seconde conférence internationale (mars 1989, Miami), American Society of Civil Engineers,

New York, 1989 «Current people movers suppliers», *Trans 21*, Boston, 1990

NEUMANN E.: «Planner's guide to cable-propelled people mover systems for urban activity centers», Dept. of Civil Engineers, Morgantown, 1990

«SK, le rendez-vous réussi», plaquette de présentation du SK, SOULÉ, Bagnères-de-Bigorre,1992

Dossier de presse SK, RATP-SOULÉ, Bagnères-de-Bigorre, 1992

Projet de SK Ouchy-Vennes

PAILLARD J. et al.: «La Compagnie du chemin de fer Lausanne-Ouchy, épopée lausannoise», BVA, Lausanne, 1987

RTU (Robert-Grandpierre et Rapp SA, Transitec SA, Urbaplan): «Transports en site propre des secteurs nord et nord-est, deuxième rapport intermédiaire: prolongement du métro Ouchy – Gare CFF – Flon vers la place du Tunnel», Commune de Lausanne, Lausanne, 1990

BOVY PH. H.: «Pour une politique d'avenir des transports dans la région lausannoise, Lausanne: le Métro Ouest», plaquette d'inauguration, Lausanne, juin 1991

BOVY PH. H.: «Evolution alarmante de la mobilité urbaine en Europe et perspectives suisses», Union des villes suisses, journée d'étude *Les transports dans les agglomérations*, Berne, 26 mai 1992

CUAGNIER M.: «Lausanne prête une oreille attentive à une idée qui fait son chemin», *Journal de Genève et Gazette de Lausanne*, 1er février 1992

CUAGNIER M.: «Priorité au prolongement du Lausanne-Ouchy», entretien avec D. Schmutz, conseiller d'Etat, *Journal de Genève et Gazette de Lausanne*, 4 avril 1992

CUAGNIER M.: «Paris est conquis, à quand Lausanne?», *Journal de Genève et Gazette de Lausanne*, 10 juin 1992