

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 79 (1953)  
**Heft:** 9-10: École polytechnique de l'Université de Lausanne: publication du centenaire 1853-1953, fasc. no 1

**Artikel:** L'évolution des transports en commun  
**Autor:** Bourgeois, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-59764>

### **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:** 15.07.2025

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

Si donc, la construction des routes en béton n'offre pas de difficultés essentielles, en revanche, elle exige un grand soin et une surveillance constante des nombreux détails dont l'expérience a montré l'importance, et les fâcheuses conséquences que peuvent avoir des

négligences dans leur exécution. C'est à cette condition que le revêtement en béton aura la grande durée qu'on est en droit d'attendre de lui, durée qui compensera largement les frais de ces soins particuliers et de la surveillance qu'ils impliquent.

## L'ÉVOLUTION DES TRANSPORTS EN COMMUN

par R. BOURGEOIS, ingénieur, administrateur-délégué de la Société des Tramways lausannois

Les Transports en commun dans la terminologie technique désignent plus particulièrement l'ensemble des moyens de transport utilisés dans les régions urbaines et suburbaines.

On les distingue ainsi des chemins de fer d'intérêt local ou des chemins de fer des grands réseaux d'intérêt général.

Tant au point de vue technique qu'économique, ces trois groupes diffèrent sensiblement puisqu'ils ont à satisfaire à des conditions d'exploitation fort différentes. Ses principales conditions sont : les distances, les capacités de transport, les vitesses commerciales, la nature du trafic voyageurs et marchandises, l'utilisation des voies publiques ou de tracés indépendants, enfin, les dispositions légales.

Pour les uns et les autres on peut distinguer, bien que solidaires, une évolution technique et une évolution économique.

### L'évolution technique des transports en commun

On peut attribuer aux chemins de fer la succession des moyens de transport fort anciens tels que les diligences, les cochers de campagne ou cochers d'eau qui sillonnaient routes et voies d'eau.

Les Transports en commun ont leur origine plus récente dans les fiacres et les omnibus dits à pavé qui commencent à circuler au début du XIX<sup>e</sup> siècle dans les grandes villes européennes ; véhicules bien inconfortables que ces omnibus à pavé tractés par deux à quatre chevaux et d'une capacité de 15 à 25 voyageurs.

Ils n'en rendirent pas moins des services fort appréciés et certaines de leurs exploitations se perpétuèrent au-delà de 1900.

Un premier progrès d'importance venu d'Amérique se révèle dès 1850 : la pose des premiers rails dans les artères urbaines.

L'omnibus roule sur des rails constitués par un fer à  renversé, fixés par des ailes sur des longrines ou traverses en bois noyées dans la chaussée.

Le confort y gagne, ainsi que les conditions de la traction chevaline. L'omnibus perd son nom et s'appelle désormais le tramway.

Son utilisation se développe considérablement malgré le prix de revient élevé. Les voitures utilisées ont une capacité de 40 voyageurs, pèsent 2 tonnes et sont tractées par deux chevaux. La vitesse commerciale ne dépasse pas 8 km à l'heure.

Pour une voiture en service il faut un effectif de dix chevaux en écurie, compte tenu du parcours journalier admissible, des malades, des chevaux de renfort et des jours de repos. Les tarifs en usage étaient cinq à six fois plus élevés en valeur-or qu'actuellement.

Les tramways à traction chevaline, malgré ses inconvénients, eurent une longue existence. En parcourant les comptes rendus des congrès de l'Union internationale des Tramways, on trouve encore en 1894 et 1896 comme questions à l'étude : la nourriture des chevaux, l'emploi de l'avoine, la ferrure, le harnachement, les soins à donner aux chevaux, les races les plus recommandables. Dans ces mêmes congrès, dès 1890 apparaissent les premières études sur la traction électrique.

La traction à vapeur avait bien fait l'objet de quelques applications, sans grands succès pour les transports urbains alors qu'elle se développait rapidement dans les relations interurbaines.

L'air comprimé, les gaz, la traction par câbles souterrains n'eurent pas plus de succès.

1890 marque le début d'une époque, celle de l'électricité dans ses applications à la traction des véhicules.

Les Transports en commun vont connaître une ère de prospérité et d'extension qui leur permettront de satisfaire à l'augmentation démographique des villes et de leur banlieue.

Leur évolution technique fut d'abord lente de 1890 à 1920, puis plus rapide pour faire face à la concurrence des moyens individuels de transport : bicyclettes et automobiles, et au développement des centres urbains et industriels.

Les législations auxquelles furent soumis les Transports en commun dans la première période ont eu généralement un effet retardateur. C'est ainsi que les vitesses prescrites dans nombre de pays pour le tramway ne dépassaient pas 12 à 20 km à l'heure.

Ces prescriptions légales conditionnèrent les premiers types de voitures de tramways à deux essieux, équipés de moteurs série lents de faible puissance, insuffisants pour le remorquage qui n'était du reste pas autorisé en l'absence d'un frein continu.

Dès 1892, le trolley a remplacé le chariot de prise de courant.

L'introduction du freinage à air comprimé allait permettre l'accouplement de remorques nécessitant l'augmentation de la puissance des moteurs.

Ainsi constitué, le tramway était un véhicule simple, robuste, par contre les organes de suspension rudimentaires, ses démarrages lents, sa vitesse réduite ; l'état des voies en faisait un véhicule brinqueballant dans un bruit de ferraille, selon l'image consacrée dans la littérature.

L'accroissement du nombre des voyageurs oblige les exploitants à augmenter la capacité en utilisant des motrices et remorques à boggies. La longueur des convois, leur lenteur provoquaient un encombrement certain dans les grandes villes, et cela même avant le développement de l'automobile.

Cette situation trouve une solution dès 1900 dans la construction de chemins de fer souterrains dits métropolitains.

La guerre de 1914-1918 voit naître et se développer rapidement le véhicule automobile.

A l'issue de la guerre, les exploitants adoptent l'autobus comme moyen complémentaire. Les vitesses supérieures admises pour ces véhicules allaient rendre possible une révision des législations appliquées aux tramways électriques, dans le sens d'une augmentation des vitesses maxima jusqu'à 30 km-heure puis à 50 km.

Dès lors apparaissent de nombreux perfectionnements techniques tels que :

Utilisation de moteurs rapides autoventilés tournant à 1300 tours avec un fort couple de démarrage.

Soudure aluminothermique des joints de rails dont es profils à orniture augmentent de 30 à 50 kg et 60 kg au mètre.

Remplacement du trolley par l'archet puis par le pantographe.

Amélioration de la suspension des voitures, généralisation des voitures à boggies et roues élastiques, abaissement du niveau des carrosseries et augmentation du confort et des accès.

Les installations de freinage sont renforcées par l'emploi de sabots magnétiques aux automotrices et remorques.

Tous ces perfectionnements tendent à élever les vitesses commerciales soit par les facteurs d'accélération et de décélération, soit par la vitesse maxima de marche.

Les accélérations passent de 0,50 m sec<sup>2</sup> à 2 m sec<sup>2</sup> et les décélérations de 0,70 m sec<sup>2</sup> à 2,50 m sec<sup>2</sup>, les vitesses maxima de 20 km à 50 km-heure.

Ces valeurs, qui atteignent les limites des possibilités d'adhérence et du confort des voyageurs, ont permis de créer le type moderne de la voiture de tramway adopté par la plupart des exploitants.

Voiture de 15 m de longueur à boggies et roues élastiques, équipée de quatre moteurs ventilés de 50 HP et d'une capacité de 100 à 120 voyageurs ; sa puissance lui permet de tracter une ou deux remorques de même capacité ; matériel robuste dont le poids a été réduit au minimum par l'emploi de métaux légers.

Le tramway moderne constitue pour l'exploitant le moyen le plus économique dès qu'il s'agit d'un transport de masses.

La construction de boucles aux terminus s'imposait, avec l'emploi constant des remorques ; elles permettent d'équiper les motrices d'un seul poste de commande et font gagner un temps précieux.

Les voies entièrement soudées, la construction des

lignes aériennes élastiques réduisent au minimum les possibilités d'incidents d'exploitation.

L'alimentation des réseaux a bénéficié de sérieuses améliorations des tensions par l'emploi de sous-stations automatiques à redresseur.

Les lignes suburbaines ont suivi également les mêmes progrès.

Dotées de convois à unités motrices multiples, leur capacité de transport et leurs vitesses commerciales ont été considérablement élevées, particulièrement là où elles ont pu être placées sur un corps de voie indépendant.

Dans le même temps, l'autobus se perfectionnait en capacité, puissance et confort. L'application du moteur Diesel dès 1930 permit d'abaisser sensiblement les frais de carburant.

L'autobus moderne est un véhicule à deux ou trois essieux, d'une capacité de 80 voyageurs, équipé de moteur Diesel de 140 HP placé en arrière ou latéralement, vertical ou horizontal.

Les derniers perfectionnements tendent à faciliter la conduite du véhicule par des changements de vitesse automatiques, la servo-direction et le freinage à air comprimé.

L'autobus moderne est susceptible de tracter une remorque de 40 places sur un tracé peu accidenté.

Le trolleybus équipé de deux perches de trolley se développe particulièrement en Angleterre de 1920 à 1930. Il fut précédé par l'autobus électrique à prise de courant par chariot avec câbles de raccord à la voiture. Une telle installation a fonctionné entre Fribourg et Farvagny dès 1912.

Dans sa construction actuelle, le trolleybus est un véhicule à deux ou trois essieux, équipé de un ou de deux moteurs série ou un moteur compound, capable de transporter 80 à 100 voyageurs.

Les trolleybus articulés de Rome et Milan, de 18 m de longueur, ont une capacité de 140 voyageurs.

Grâce à la puissance électrique installée 120 à 200 HP, le trolleybus est susceptible d'accélération rapide. C'est le véhicule idéal pour les lignes accidentées et les trafics moyens où il remplace de plus le tramway.

Silencieux, s'adaptant à la circulation, il a des perspectives d'avenir, particulièrement si l'on généralise l'adjonction de remorques. Les remorques modernes ont une capacité de 50 voyageurs, leurs quatre roues orientables inscrivent en courbe leur gabarit rigoureusement dans celui de la motrice.

Les chemins de fer souterrains, type métropolitain, ont un coût de construction considérable que seules les villes de plus d'un million d'habitants peuvent envisager.

Une solution moins onéreuse a été réalisée par les tramways souterrains placés directement sous les chaussées principales dans une galerie rectangulaire. Toutefois, cette solution ne se justifie économiquement que sur les tronçons communs à plusieurs lignes de tramways. La ville de Stockholm vient d'inaugurer un tel réseau souterrain.

Enfin, nous citerons le dernier-né des véhicules offert aux exploitants, le gyrobus, qui emmagasine et restitue sa puissance dans un volant. Il lui incombe encore de faire ses preuves, notamment dans la question du rendement global, puisque dans ce système l'énergie subit plusieurs transformations.

### Evolution économique des Transports en commun

Cette évolution est intimement liée au développement démographique des régions urbaines et suburbaines qui caractérise la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Elle est commune à tous les pays civilisés et industrialisés.

De nombreuses villes ont vu leur population doubler en même temps que les règles d'urbanisme recherchaient, pour des raisons sociales, à décentraliser les zones d'habitation.

A l'accroissement du volume des transports se superposait l'augmentation des distances.

Ce dernier facteur a provoqué une utilisation plus intense des transports en commun.

Le nombre des voyages par an et par habitant, qui variait en 1910 de 80 à 250 pour des villes de 40 000 à 1 million et plus d'habitants, atteint en 1950 les chiffres de 150 à 500.

Ainsi, à une population double, correspond un volume de transport quadruple.

Les valeurs actuelles de 150 à 500 voyages par an et par habitant montrent que chaque jour les transports en commun transportent en moyenne un nombre de voyageurs équivalant au 50 % à 150 % de la population totale intéressée au réseau.

Le rôle social des Transports en commun a pris une importance sans cesse accrue malgré le développement des moyens de transport individuels, bicyclettes, motos, automobiles.

Conscients de leurs responsabilités, les exploitants ont recherché les perfectionnements techniques propres à assurer la rapidité, le confort et l'abaissement du prix de revient.

Si l'on veut comparer les transports en commun à une industrie, on peut caractériser leur production par le nombre de places qu'elle offre dans l'unité de temps.

Cette production est influencée par l'augmentation de la vitesse commerciale et par la capacité de transport, cette dernière fonction de la fréquence des véhicules et du volume de ces véhicules.

L'augmentation de la vitesse commerciale est le principal élément de l'abaissement du prix de revient alors que la capacité de transport présente un point optimum pour une possibilité de transport déterminée.

Au point de vue économique l'exploitant ne dispose pas de formules précises, il utilise la comparaison et la statistique qui lui permettent de déterminer le tracé des lignes, le genre de véhicule, leur capacité et la fréquence.

Les Transports en commun possèdent actuellement une gamme de moyens d'exploitation dont chacun a sa zone d'application, son emploi le plus économique et sa capacité bien déterminée.

Cependant, divers autres facteurs locaux peuvent être déterminants dans le choix des moyens, c'est la topographie du réseau, la largeur des chaussées et l'encombrement, questions d'esthétique et d'urbanisme, coût de l'électricité ou du carburant.

L'exploitant a donc à faire le choix après une étude approfondie de tous ces facteurs entre l'autobus, le trolleybus, le tramway, le tramway souterrain, le métropolitain.

La plupart des réseaux auront recours à plusieurs

de ces moyens, ils auront alors comme tâche de les coordonner.

Si l'on examine l'aspect économique des différents genres d'exploitation, il y a lieu de distinguer pour chacun des véhicules les caractéristiques suivantes :

a) La *capacité* des véhicules, soit le nombre de places assises et debout.

b) La *fréquence*, qui est le nombre de convois par heure passant en un point déterminé et dans un même sens de circulation.

Les fréquences admissibles dépendent non seulement des distances de sécurité mais aussi des temps d'arrêt nécessaires à l'échange des voyageurs, l'encombrement des voies publiques et leurs divers croisements.

c) La *vitesse commerciale* en km par heure, fonction de la puissance des véhicules, de leur accélération ou décélération, de la topographie du tracé, du nombre d'arrêts, etc.

d) La *capacité de transport horaire* en un point déterminé est le produit de la capacité des véhicules par la fréquence à l'heure.

e) La *puissance de transport horaire* est le nombre de km voyageurs offert pendant une heure; elle est le produit de la capacité de transport horaire par la vitesse commerciale en km heure.

Cette puissance horaire est le facteur économique principal qui permet la comparaison des différents moyens au point de vue débit et qui entre dans la formation du prix de revient.

Tableau des différents facteurs économiques

	Autobus	Trolleybus	Tramway avec 1 remorque	Métropolitain 6 voitures de 20 m
a) Capacité des véhicules .....	80	90	220	1 500
b) Fréquences .....	60	60	40	30
c) Vitesses commerciales .....	18	18	18	28
d) Capacité de transport .....	4 800	5 400	8 800	45 000
e) Puissance de transport .....	86 400	97 000	158 000	1 350 000

Ces chiffres ont engagé les exploitants à choisir l'autobus ou le trolleybus pour les lignes à faible trafic, le tramway pour les trafics plus importants qui se présentent dans les villes dont la population ne dépasse pas 800 000 à 1 million d'habitants. Au-dessus, le métropolitain s'impose comme seul capable des transports de grandes masses à longues distances.

L'échelle de répartition des puissances de transport correspond également à celle des frais d'installation, garages mis à part.

Pour l'autobus ces frais sont quasi nuls, pour le trolleybus les lignes aériennes et stations d'alimentation représentent en Suisse environ 80 000 fr. le km de double voie, pour le tramway 480 000 fr.; quant au métropolitain, les frais d'établissement sont considérables et atteignent, suivant les terrains traversés, 8 à 15 millions de francs le km.

Le coût du matériel rapporté à l'unité de place assise ou debout peut être estimé à 1800 fr. pour l'autobus, 1700 fr. pour le trolleybus, 1500 fr. pour le tramway avec remorque et 1200 fr. pour le métropolitain.

Les trafics de pointe qui caractérisent le mouvement journalier des voyageurs constituent une des difficultés principales des exploitations. L'importance de ces

pointes varie selon les conditions locales ; elles se situent entre 7 h. et 8 h. le matin, 11 h. 30 et 12 h. 30, 13 h. 30 et 14 h. l'après-midi et 17 à 18 h. 30 le soir. Rapportées au trafic moyen journalier 1, elles peuvent être estimées à 1,5, 2,5 et 1,7.

Elles nécessitent la mise en service d'un matériel supplémentaire important dont l'utilisation est peu économique. A ce point de vue, le tramway, par l'adjonction d'une ou deux remorques, est le moyen le plus avantageux.

L'échelonnement des entrées et sorties de bureaux et d'ateliers, la suppression de la pose de midi réalisés dans de nombreuses villes permettent d'étaler fortement l'importance des pointes.

Le prix de revient des différents moyens de transport au km voiture se laisse difficilement analyser ; il dépend avant tout des conditions locales qui déterminent les vitesses commerciales et du coût de l'énergie. Les dépenses pour le personnel atteignent jusqu'à 80 % du prix de revient.

Là où le tramway peut utiliser les remorques, le prix de revient est 20 à 30 % plus bas que l'autobus ou le trolleybus. Cet avantage serait fortement atténué par l'adjonction de remorques à l'autobus et particulièrement au trolleybus, pour autant que les vitesses commerciales ne subissent pas une diminution sensible par insuffisance de puissance ou par l'encombrement des voies publiques.

Les tarifs comportent toute une série de dispositions à but social, en sorte que le plein tarif n'est guère acquitté que par le 40 ou 50 % des voyageurs. Abonnements de toutes catégories, tarifs ouvriers et enfants, cartes ou tickets à rabais abaissent le tarif moyen à 60 % du tarif normal et donnent lieu à des exploitations souvent déficitaires que les pouvoirs publics sont généralement obligés d'équilibrer aux frais du contribuable.

Quelles sont les perspectives d'avenir des Transports en commun urbains en présence du développement des transports individuels ? Des statistiques récentes établies dans différentes villes européennes montrent qu'en un point de passage déterminé d'une artère à forte circulation, les transports en commun sont utilisés par 75 à 80 % des voyageurs, le solde, 20 à 25 %, est dévolu aux taxis, autos particulières, motos et vélos.

Une modification sensible de cette proportion en faveur des transports individuels conduirait à un encombrement tel que ces moyens perdraient de leur intérêt. Un exemple de ce fait est actuellement vécu

dans les grandes villes américaines, où des zones urbaines étendues ont dû être fermées à la circulation individuelle. Enfin on ne conçoit pas à brève échéance un enrichissement de la population tel que les proportions indiquées soient profondément modifiées.

D'aucuns prévoient la suppression du tramway au profit de l'autobus ; là encore la capacité, le prix de revient s'opposent à une transformation radicale, tout au moins dans les villes qui ne peuvent faire la dépense d'un métropolitain.

On peut néanmoins prévoir que certains tronçons de lignes de tramways seront placés en souterrain et que les urbanistes trouveront dans le rélargissement des artères la place normale du tramway à double voie au milieu de la chaussée avec deux voies routières latérales et les refuges nécessaires, soit des artères ayant au minimum 13 m de largeur carrossable.

Le trolleybus ou l'autobus remplaceront les lignes de tramways à une seule voie ou à trafic trop faible. L'adjonction de remorques à ces deux véhicules routiers étendra leur zone d'application économique.

Néanmoins aucune solution n'apportera un remède suffisant à l'encombrement de la circulation tant que le problème du stationnement des véhicules ne sera pas résolu.

En conclusion, le développement des régions urbaines et suburbaines a été générateur d'une évolution constante et rapide de la technique et de l'économie des transports en commun. Le rôle social qu'ils remplissent en a fait un service public indispensable à la vie des cités, et à ce titre ils ont retenu partout l'attention des autorités à qui il incombe d'assurer des possibilités d'exploitations normales. Dans les plans d'urbanisme on ne saurait omettre les dispositions nécessaires à leur développement.

La variété des moyens de transport permet à l'exploitant d'affecter à chaque cas la solution économique la plus appropriée et à en coordonner l'ensemble.

La compétition entre transports en commun et transports individuels a produit une saine émulation génératrice de progrès constants.

Il importe dès lors que les législations qui régissent les transports en commun ne soient pas une entrave à cette compétition mais qu'elles évoluent au fur et à mesure des progrès techniques.

A ces conditions l'avenir des Transports en commun ne paraît pas être compromis par le développement des transports individuels.

## RECHERCHES FAITES AU SUJET DE LA RUPTURE D'UN CÂBLE DE FUNICULAIRE

par J. PERRET, ingénieur E. P. U. L.,  
Directeur de la C<sup>ie</sup> du Chemin de Fer de Lausanne à Ouchy et des Eaux de Bret

### I. Préambule

Le 7 mars 1952, le câble de traction du funiculaire Lausanne-Gare s'est rompu en service. Les examens périodiques de ce câble n'avaient rien révélé d'anormal avant l'accident. Lors de la dernière visite faite le

3 mars 1952, on avait constaté une usure normale, un allongement de 0,47 % par rapport à l'état neuf, aucun fil apparent n'était cassé et le câble ne présentait pas de déformation. Afin de déterminer les causes probables de cet accident la Compagnie du chemin de fer