Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 81 (1955)

Heft: 19-20: École polytechnique fédérale Zurich: centenaire 1855-1955, fasc. no 1

Artikel: Transports en commun: l'horaire des services urbains

Autor: Delapraz, J.-P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-61363

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: 20.07.2025

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

supérieures à celles du rail. Ce fut un des avantages du trolleybus qui, grâce au couple élevé de démarrage du moteur électrique, a été le premier à permettre la mise en service de véhicules de grande capacité. L'autobus n'est pas resté longtemps en retard ; les constructeurs ont augmenté la puissance des moteurs Diesel et ont placé le moteur d'abord à l'arrière de la voiture, avec 125 CV, puis sur le côté sous les sièges latéraux, avec 150 CV. Avec l'emploi du métal léger, il a été possible avec un véhicule de 80 places de tirer une remorque de 60 passagers. Cette exécution date de 1950 et elle est représentée figure 5.

Actuellement, des progrès successifs ont permis de construire des autobus et des trolleybus de 80 passagers avec la même capacité pour leur remorque. Des records de légèreté ont été obtenus ; le Salon de l'Auto exposait un de ces véhicules à carrosserie autoportante en métal léger pesant à peine 7,5 t, avec moteur de 180 CV sous le plancher.

La composition de la figure 4 nécessite en transport urbain trois agents. Pour en économiser un, Zurich a eu recours à l'autobus articulé, figure 6, qui circule actuellement pour le service de Kloten. Sa capacité est de 150 à 180 voyageurs et sa puissance de 240 CV. Son accélération puissante est telle que les usagers de la route ne peuvent le dépasser qu'exceptionnellement. Pour le moment il paraît un peu disproportionné aux artères de nos villes, $2{,}50 \times 16$ m. En outre, aux heures de forte charge (à midi à la gare de Zurich), deux receveurs supplémentaires sont nécessaires.

La question se pose de savoir jusqu'où la capacité pourra être augmentée. Dans les très grandes villes, de plus d'un million d'habitants, le chemin de fer souterrain ne résout pas le problème.

Des systèmes nouveaux à l'état de projets doivent être signalés. Pour atteindre une fréquence suffisante et une capacité convenable, il faut en venir aux systèmes de transport continu. En voici deux exemples :

L'un est conçu par le colonel S. Bingham, qui préside aux transports de New York. Il consiste en une série de cabines transportées à vitesse variable. A l'aide d'un tapis roulant on monte et on descend des cabines à l'endroit où elles sont propulsées à vitesse réduite. Ensuite leur vitesse s'accélère et de nouveau diminue progressivement pour avoir un ralenti correspondant au nouveau tapis roulant.

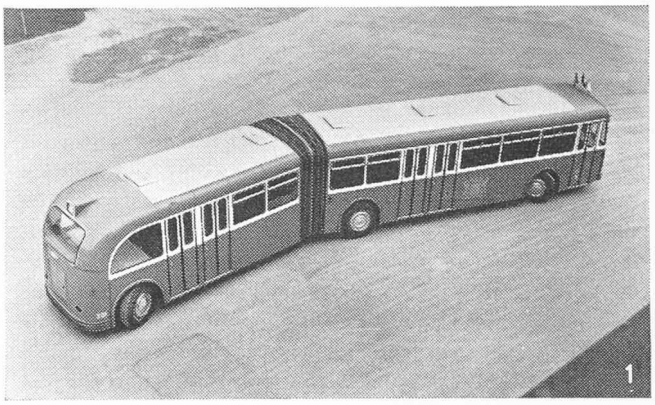

Fig. 6. — Autobus articulé.

L'autre système est celui du professeur Dr V. Immirzi, de l'Université de Naples. Il est appelé « artère mobile ». Il consiste en deux chaînes de véhicules juxtaposés permettant de passer de l'une à l'autre quand la vitesse est synchronisée, 24 km/h. Tandis qu'une des chaînes conserve sa vitesse constante, l'autre ralentit, puis s'arrête, pour que les voyageurs puissent monter et descendre sur le trottoir prévu sur toute la longueur de l'artère mobile. Ce système donne l'avantage de ne pas avoir à changer de chaîne si le parcours est très court.

Des installations de ce genre sont loin de s'imposer dans nos villes de Suisse romande. Il est d'ailleurs si agréable d'y être véhiculé en surface. Je verrais plutôt un genre de tapis roulant établi le long de groupes d'immeubles, au-dessus des magasins, devant un étage réservé aux locaux industriels ou bureaux. La construction pourrait se faire en encorbellement avec un large emploi de matières transparentes. Les rues secondaires pourraient être traversées sans donner l'apparence de lourdes passerelles. La vitesse continue pourrait être de 10 km/h et le ruban d'accès sur deux plans inclinés et une longueur de passage au ruban principal permettraient aux passagers un déplacement rapide et continu.

A cette époque, la circulation sera d'ailleurs si dense qu'il faudra imposer aux propriétaires d'immeubles des servitudes spéciales : garage avec ascenseur et ruban en plastic dans une cage transparente sur façade !

TRANSPORTS EN COMMUN

L'horaire des services urbains

par J.-P. DELAPRAZ, ingénieur E.P.F., Genève

I. Cadre légal

Toute entreprise de transport au bénéfice d'une concession accordée par la Confédération, est tenue d'établir et de publier des horaires conformément aux dispositions légales en la matière. A l'instar des entreprises de chemins de fer et de navigation, les transports urbains sont soumis à cette obligation qui constitue une garantie des prestations offertes au public en échange de la concession.

Les horaires sont établis, en règle générale, pour une année. Les dates de validité sont fixées par le

Département des postes et des chemins de fer, sur la base d'arrangements internationaux pris par la « Conférence européenne des horaires », dont les Chemins de fer fédéraux ont la gérance. Les projets d'horaires doivent être soumis à dates prescrites aux autorités fédérales et cantonales, qui les mettent à l'enquête publique. Les critiques, requêtes et suggestions que suscitent les projets sont transmises pour étude à l'entreprise intéressée qui en tient compte dans la mesure du possible et dans le cadre de l'intérêt général. Les modifications qui en résultent peuvent être admises pour autant qu'elles n'entraînent pas un bouleversement des projets, car ceux-ci ne sont pas soumis une nouvelle fois au public.

Les horaires, établis en principe pour une année, sont cependant publiés deux fois par an, ce qui permet de tenir compte de l'influence des saisons sur le trafic, sous la forme d'un horaire d'été (mai à octobre) et d'un horaire d'hiver (octobre à mai).

Le déroulement de ce processus exige un temps assez long, depuis les premières études, en passant par les étapes décrites, la répartition du travail, l'établissement des documents d'exécution et enfin les publications définitives, qui doivent précéder de trois jours la mise en vigueur. La gestation est ainsi de sept mois environ. Cette indication peut être utile aux personnes qui désirent des adaptations justifiées et qui pensent qu'en les formulant quelques jours avant l'entrée en vigueur du nouvel horaire, celui-ci pourra en tenir compte ! Des modifications ne peuvent être apportées à un horaire en cours qu'à titre exceptionnel, car elles entraînent généralement des désagréments pour le public qui s'est adapté et compte sur une stabilité que lui promet l'horaire publié. Dans ce cas, une rectification à l'horaire en cours doit naturellement être publiée.

II. Rôle de l'horaire

L'horaire, dont la publication renseigne le public sur les services mis à sa disposition, joue un rôle interne important, celui de doser les prestations de l'entreprise de transport. C'est en effet l'horaire, pris dans son sens général, qui conditionne les moyens d'exécution, notamment l'effectif du personnel roulant et le parc des véhicules, ainsi que l'entretien de ces derniers. Il a une action directe sur l'activité de l'entreprise et par conséquent sur ses dépenses.

En réglant l'ampleur et la répartition des prestations, l'horaire doit donc satisfaire à deux principes quelque peu contradictoires, puisqu'il s'agit d'allier l'utilité maximum des services offerts au public avec le coût minimum pour l'entreprise, ce qui n'est pas chose aisée. Il serait facile de satisfaire au premier de ces principes, pour peu qu'on puisse négliger le second, par un service serré commençant tôt et finissant tard, à condition de disposer du personnel et du matériel roulant suffisants. Mais c'est là une situation de rêve que ne connaît aucune entreprise de transport. Il s'agit, au contraire, de mettre en œuvre tous les moyens disponibles pour ménager soit le contribuable, soutien de l'entreprise d'Etat, soit le voyageur, client de la société privée, d'où la nécessité d'obtenir la meilleure utilisation des courses, le degré optimum d'occupation des places offertes, en adaptant l'horaire aux fluctuations du trafic.

III. Critères d'utilité

Le public apprécie les transports urbains en fonction de différents facteurs dont les principaux sont la rapidité, la fréquence des courses, leur judicieuse répartition. Citons encore d'autres critères importants, mais qui n'interviennent pas dans l'établissement des horaires, tels que la régularité, la ponctualité, la sécurité et le confort, qui dépendent de l'exécution du service et du matériel.

1. *La rapidité*

La rapidité des transports est évidemment tributaire des qualités techniques du matériel roulant (puissance, vitesse maximum, accélération et décélération), mais aussi dans une large mesure des caractéristiques de la ligne : tracé et nombre d'arrêts.

a) *Le tracé* n'est souvent pas le plus facile, car les transports publics doivent desservir les rues les plus passantes, les quartiers les plus animés. Dans le centre des agglomérations, les rues sont généralement étroites, encombrées et leur disposition est mal adaptée aux besoins de la circulation... et du stationnement. Les courbes, les bifurcations et les croisements, qu'il s'agisse de trams, de trolleybus ou d'autobus, sont autant d'éléments de ralentissement. De plus, le dédale des rues est parsemé de carrefours auxquels la circulation est réglementée par des agents ou par des signaux optiques. Les carrefours signalisés introduisent dans l'horaire un facteur d'indétermination fort gênant, car leur influence retardatrice peut être très variable et atteindre plusieurs minutes pour une course défavorisée par une succession de feux rouges.

b) *Les arrêts.* Le nombre des arrêts joue un grand rôle, mais son effet est plus ou moins constant, mis à part les arrêts de circulation. La distance entre arrêts dépend de la configuration de la ville ; elle varie pratiquement entre 150 et 400 m. Une agglomération dont l'implantation est ancienne, ce qui va de pair avec une forte densité de population, doit être desservie par de nombreux arrêts. La durée de ceux-ci varie au cours de la journée, selon l'affluence. Il n'est cependant guère possible d'en tenir compte autrement que par sa moyenne, les fluctuations étant compensées par les battements aux terminus. Cette remarque n'est valable que pour un service fréquent dont la trame est rigide ; il n'en va naturellement pas de même pour une ligne à desserte irrégulière, où la durée de chaque course peut être exactement adaptée aux circonstances.

La somme de tous ces éléments, qui sont autant d'obstacles à la rapidité, conditionne la vitesse moyenne d'une course, dite « vitesse commerciale ». Celle-ci, égale au quotient de la longueur de la ligne par la durée du parcours, est très inférieure à la vitesse maximum. Dans nos villes suisses, elle se situe entre 12 et 18 km/h.

2. *La fréquence des courses*

Du point de vue de l'utilité, la fréquence doit être élevée, les véhicules doivent se suivre avec le plus petit intervalle possible. Seul le tapis roulant réaliserait la fréquence idéale, un véhicule se trouvant à chaque instant à chaque point de l'itinéraire. Toutefois, l'inexorable nécessité d'économie impose la recherche de la fréquence optimum.

La fréquence d'un service urbain est donnée en principe par le volume de trafic à vaincre. Il est donc judicieux d'adopter un rythme variant au cours de la journée selon les fluctuations du trafic possible. On adapte ainsi la capacité de transport, l'offre à la demande. Il ne faut cependant pas s'imaginer que l'on obtient ainsi une bonne utilisation des places offertes, même pendant les périodes de faible affluence, car là intervient la notion de commodité du service à l'égard des voyageurs possibles, qui se manifeste par une réaction de la fréquence sur le trafic réel. En effet, dans les limites des fluctuations journalières du trafic possible, ce dernier croît effectivement, dans une certaine mesure, avec la fréquence, et inversement. Il y a donc lieu d'être prudent dans la raréfaction des courses, car elle implique toujours une certaine évasion du trafic.

Pour une ligne donnée, l'intervalle entre les courses est égal au quotient de la durée totale d'une course aller et retour, y compris les temps de battement aux extrémités, par le nombre des véhicules-moteurs qui en assument le service.

Si : n = nombre des véhicules en service
p = durée d'une course aller et retour $= p_o + a$
où p_o = durée de roulement d'une course aller et retour
et a = attente totale aux deux terminus,

$$\text{l'intervalle entre courses } i = \frac{p}{n} = \frac{p_o + a}{n}$$

Ce quotient sera de préférence un sous-multiple de 60, afin que le nombre des minutes indiquant les passages se suivent d'une façon facile à mémoriser, chaque heure comportant un nombre entier de courses. C'est ainsi que l'on fixera l'intervalle à 4, 5, 6 (7-8), 10, 12, 15, 20 minutes.

Les valeurs de i et n n'étant pas quelconques et celle de p_o déterminée par des essais, un certain jeu pour a est nécessaire.

a (attente aux terminus) $= i.n - p_o$.

Le choix de la fréquence est souvent soumis à d'autres sujétions. S'il s'agit d'une ancienne ligne de tramway à voie unique, la fréquence est alors imposée par la distance entre évitements. L'intervalle minimum entre courses est, dans ce cas, le double de la durée du trajet entre deux évitements consécutifs. Un réseau urbain possède généralement un ou plusieurs points importants de croisement ou de jonction de lignes. Il est alors souhaitable que la fréquence soit la même pour les lignes en contact, pour autant que des motifs d'ordre économique ne s'y opposent pas.

IV. L'horaire graphique

L'étude de l'horaire est rendue facile par l'emploi du diagramme « distances-temps », qui permet de représenter graphiquement le mouvement des véhicules en fonction du chemin parcouru porté en ordonnées et du temps porté en abscisses.

La figure 1 représente un exemple numériquement simplifié. Un véhicule parcourt la distance de 200 m qui sépare deux arrêts A et B en 30 secondes. Pendant les dix premières secondes, période de démarrage, la vitesse croît proportionnellement au temps (droite $V_o - V_{10}$), l'accélération étant supposée constante de 1 m/sec^2 ; la courbe horaire est une parabole. De la dixième à la vingtième seconde, la vitesse reste constante ($v_{max} = 36$ km/h $= 10$ m/sec), l'accélération étant nulle ; la courbe horaire est une droite ($S_{10} - S_{20}$), car le chemin parcouru est proportionnel au temps. Les dix dernières secondes correspondent au freinage du véhicule qui se passe, dans cet exemple, dans les mêmes conditions, en sens inverse, que le démarrage.

La courbe des vitesses v est la dérivée de la courbe horaire s. $v = \frac{ds}{dt}$. Or, $\frac{ds}{dt} = \text{tg}\,\alpha$. La vitesse du véhicule est donc représentée en chaque point de la courbe horaire par la valeur de sa tangente. La vitesse maximum qui règne entre les points S_{10} et S_{20} est donc donnée par l'inclinaison maximum de la courbe horaire dont $\text{tg}\,\alpha_{max} = \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ sec}} = 10$ m/sec.

Inversement, on peut établir la courbe horaire en intégrant celle des vitesses. Par exemple, au bout de 6 sec, la vitesse est de 6 m/sec. L'intégration de la surface hachurée donne $\frac{v.t}{2} = \frac{6 \text{ m/sec}.6 \text{ sec}}{2} = 18$ m, distance parcourue par le véhicule au bout des six premières secondes.

La droite qui relie les points A_o et B_{30} est la courbe horaire simplifiée qui tient compte implicitement des périodes de démarrage et de freinage ; son inclinaison $\text{tg}\,\alpha_{moy.} = \frac{200 \text{ m}}{30 \text{ sec}} = 6{,}6$ m/sec correspond à la vitesse moyenne du véhicule pendant son trajet AB.

C'est en se basant sur cette vitesse moyenne, dite aussi « vitesse commerciale », qu'on établit l'horaire graphique. La ligne est divisée en plusieurs tronçons caractéristiques pour lesquels les vitesses moyennes (arrêts compris) sont différentes. La courbe horaire

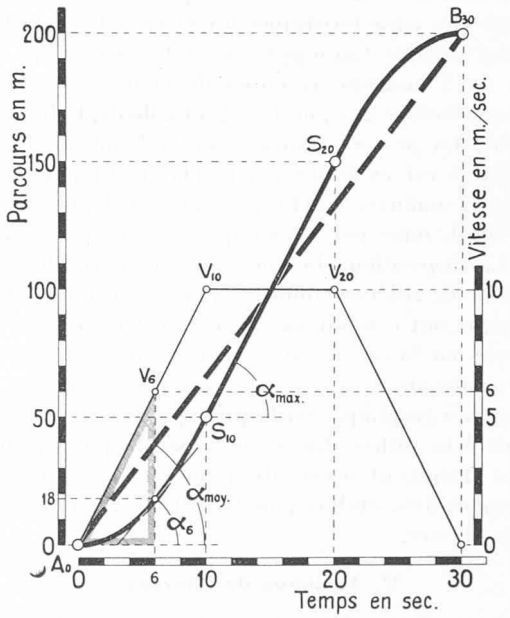

Fig. 1. — Le parcours (s) et la vitesse (v) en fonction du temps.

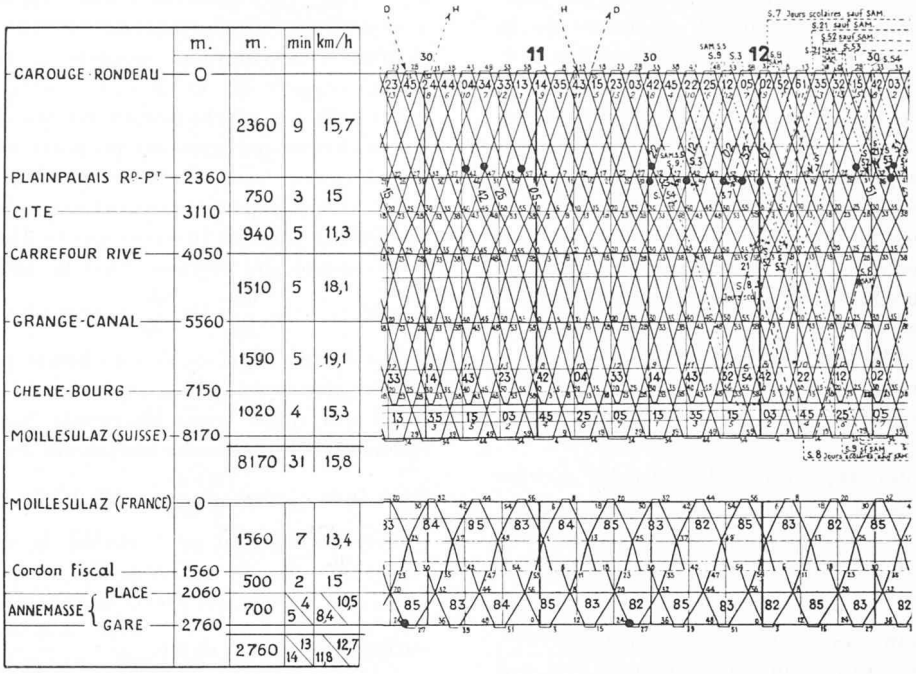

Fig. 2. — Extrait d'un horaire graphique de tramways (C.G.T.E., Genève, ligne 12).

devient ainsi une ligne brisée d'après laquelle on peut confectionner un chablon qui permettra de tracer la courbe de chaque véhicule. A chaque intersection de deux courses horaires correspond un croisement de véhicules dont le lieu et l'heure sont lisibles sur le graphique.

Le graphique est établi pour une journée de service ; l'échelle des temps va donc de 5 heures à 24 heures ou 1 heure du jour suivant. La figure 2 montre un extrait de l'horaire graphique de la ligne de tramways nº 12 de la C.G.T.E. à Genève. Un simple coup d'œil donne une idée des caractéristiques du service de cette ligne. La zone urbaine Carouge-Chêne est desservie à intervalles de 5 minutes, recoupés de courses supplémentaires aux heures de « pointe ». En banlieue, la fréquence diminue. La portion française de la ligne Moillesulaz-Annemasse est exploitée indépendamment par un service à 12 minutes conditionné non seulement par le trafic local, mais par le fait que la ligne est à simple voie. La disposition plus ou moins heureuse des évitements et la sujétion imposée par le cordon douanier de la zone ont conduit au choix de cette fréquence qui n'est pas en harmonie avec celle de 10 minutes de la ligne principale.

L'horaire graphique est la principale pièce de service. Il peut être utilisé directement par l'équipe roulante comme document d'exécution ou servir de base aux horaires chiffrés établis pour chaque véhicule ou pour chaque service.

V. La tenue de l'horaire

Ainsi que le graphique le montre nettement, le mouvement des véhicules en fonction du temps constitue une trame rigide. On peut y introduire un peu d'élasticité par les battements aux terminus. Toutefois, ceux-ci sont limités par des considérations économiques car, si l'attente doit dépasser la valeur $a = i.n - p_o$, il devient nécessaire de mettre un véhicule de plus en service.

D'autre part, le mouvement des véhicules conformément à l'horaire établi est affligé des caractéristiques de l'équilibre instable. En effet, si l'un des véhicules assurant le service d'une ligne est légèrement retardé par un incident de route, le nombre des voyageurs s'accumulant aux arrêts dans la proportion du retard accentue ce dernier. De plus, le véhicule retardé, en diminuant son intervalle avec le suivant, décharge ce dernier, qui aura tendance à prendre de l'avance. Tant que les perturbations restent inférieures à l'intervalle normal, elles sont généralement résorbées par des fluctuations de la durée du parcours et des battements. Mais si ces « réserves » sont insuffisantes, il ne reste plus qu'à retirer provisoirement du circuit le véhicule décalé et à le remettre en service à son heure normale. Cette méthode ne va pas sans inconvénients et entraîne une diminution temporaire de la capacité de transport qui peut être admise, à la rigueur, aux extrémités moins chargées d'une ligne diamétrale. Pour une ligne complètement urbaine, on « injectera » si possible un véhicule supplémentaire au moment où le régulier fait défaut. Ce dernier sera ensuite retiré du service et tenu en réserve pour une prochaine intervention analogue. Si l'augmentation de la durée du parcours à certaines heures de la journée est chronique et persistante, on a intérêt à prévoir d'emblée à l'horaire cette majoration de temps, ainsi que la mise en service du ou des véhicules supplémentaires nécessaires au maintien de la capacité de transport.