

Les trolleybus à Lausanne

Autor(en): **Fatio, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **65 (1939)**

Heft 1

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49972>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ABONNEMENTS :Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. — Organe de publication de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président: R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président: M. IMER, à Genève; secrétaire: J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres: *Fribourg*: MM. L. HERTLING, architecte; A. ROSSIER, ingénieur; *Vaud*: MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; EPITAUX, architecte; E. JOST, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; *Genève*: MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. ODIER, architecte; CH. WEIBEL, architecte; *Neuchâtel*: MM. J. BÉGUIN, architecte; R. GUYE, ingénieur; A. MÉAN, ingénieur cantonal; *Valais*: MM. J. COUCHEPIN, ingénieur, à Martigny; J. DUBUIS, ingénieur, à Sion.

RÉDACTION: H. DEMIERRE, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires,
LA TOUR-DE-PEILZ.

ANNONCES

Le millimètre sur 1 colonne,
largeur 47 mm :
20 centimes.

Rabais pour annonces
répétées.

Tarif spécial
pour fractions de pages.

Régie des annonces :
Annonces Suisses S. A.
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)
Lausanne

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. DOMMER, ingénieur, président; G. EPITAUX, architecte; M. IMER; A. STUCKY, ingénieur.

SOMMAIRE : *Les trolleybus à Lausanne* (suite et fin), par M. FATIO, ingénieur. — *Contribution à l'étude des jetées maritimes*, par G. MATHYS, ingénieur, à Bâle. — *Initiative privée et intervention de l'Etat dans l'économie électrique*. — NÉCROLOGIE : *Edouard Cuénod*. — BIBLIOGRAPHIE. — SERVICE DE PLACEMENT. — DOCUMENTATION.

Les trolleybus à Lausanne

par M. FATIO, ingénieur,
chef de service aux *Tramways lausannois*.
(Suite et fin.)¹

—> Ensuite d'un concours de circonstances que nous déplorons, cette fin d'article n'a pu paraître dans notre dernier numéro de 1938.

La librairie Rouge & Cie, à Lausanne (6, rue Haldimand) fera spontanément le service dudit dernier numéro à nos nouveaux abonnés. Ceux qui, par hasard, auraient été oubliés voudraient bien le lui signaler.

Le même avis est valable pour la note de M. M. Mutrux, sur le "Chauffage au gaz des grands locaux par l'air chaud pulsé" qui a dû aussi être "coupée".
Réd.

Le trolleybus, avec son moteur électrique, tout comme le tramway, démarrera rapidement et atteindra des vitesses élevées en rampe. En effet, le couple du moteur électrique avec excitation série étant proportionnel au carré de l'intensité atteindra, au démarrage, des valeurs maxima et le moteur peut facilement être surchargé momentanément jusqu'à deux à trois fois sa puissance nominale sans inconvénient. Des essais comparatifs ont été faits à Lausanne, à l'avenue Fraisse où l'on pouvait mettre côte à côte tramway, autobus et trolleybus. La figure 4 montre le résultat d'un de ces essais. Quatre véhicules prennent le départ :

1° Un autobus de 100 ch; 2° un trolleybus de 87 ch; 3° un tramway de 60 ch et enfin un tramway de 120 ch.

Au bout de 10 secondes les distances parcourues par les différents véhicules sont respectivement les suivantes :

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Pour l'autobus | 25 mètres |
| » le trolleybus | 52 » |
| » le tramway de 60 ch | 44 » |
| » le tramway de 120 ch | 53 » |

Un autre essai a consisté à déterminer la vitesse commerciale sur lignes à fortes rampes pour les trois sortes de véhicules tramway, autobus et trolleybus.

Les trois véhicules utilisés étaient :

¹ Voir *Bulletin technique* du 17 décembre 1938, page 357.

1 tramway de 9,9 T. de tare, capacité 45 voyageurs, puissance unihoraire des moteurs 120 ch.

1 trolleybus de 8,4 T. de tare, capacité 44 voyageurs, puissance unihoraire 87 ch.

1 autobus à benzine de 8,3 T. de tare, capacité 31 voyageurs, puissance du moteur 100 ch.

Les courbes de la figure 5 ont été tracées pour des arrêts distants de 200 à 300 m, chaque arrêt étant de 10 secondes. Elles donnent la vitesse commerciale en fonction des pentes.

Cet essai montre que, sur route libre, bien dégagée, autrement dit si l'on fait abstraction des embarras de la circulation et que l'on regarde la question seulement au point de vue technique, le tramway et le trolleybus ont une vitesse commerciale à la montée sensiblement égale. A la descente par contre ce sont le trolleybus et l'autobus qui ont des vitesses comparables. Si l'on fait donc la moyenne des vitesses commerciales à la montée et à la descente l'on constate que sur des rampes le trolleybus est le véhicule incontestablement le plus rapide.

Le coût du kilomètre-voiture qui est, avec la vitesse commerciale, un facteur important de l'exploitation est également favorable au trolleybus, ce dernier permettant d'éliminer complètement les dépenses d'entretien et de renouvellement des chaussées et des voies qui ont considérablement augmenté, ces dernières années, avec l'extension du trafic automobile et représentant actuellement les 14 % des dépenses totales.

L'élimination de ces dépenses et l'augmentation de la vitesse commerciale compensent largement l'augmentation du coût d'entretien des lignes aériennes et permettent de réaliser une économie de 15 à 20 % sur le coût du kilomètre-voiture.

Il est à remarquer que si la comparaison des consommations d'énergie pour le tramway et le trolleybus est, à première vue, très défavorable au trolleybus sur les lignes en palier ou à faible déclivité, parce que le coefficient de traction est d'environ 30 kg/tonne pour le trolleybus alors qu'il n'atteint qu'un maximum de 10 kg/tonne pour le tramway, cette différence

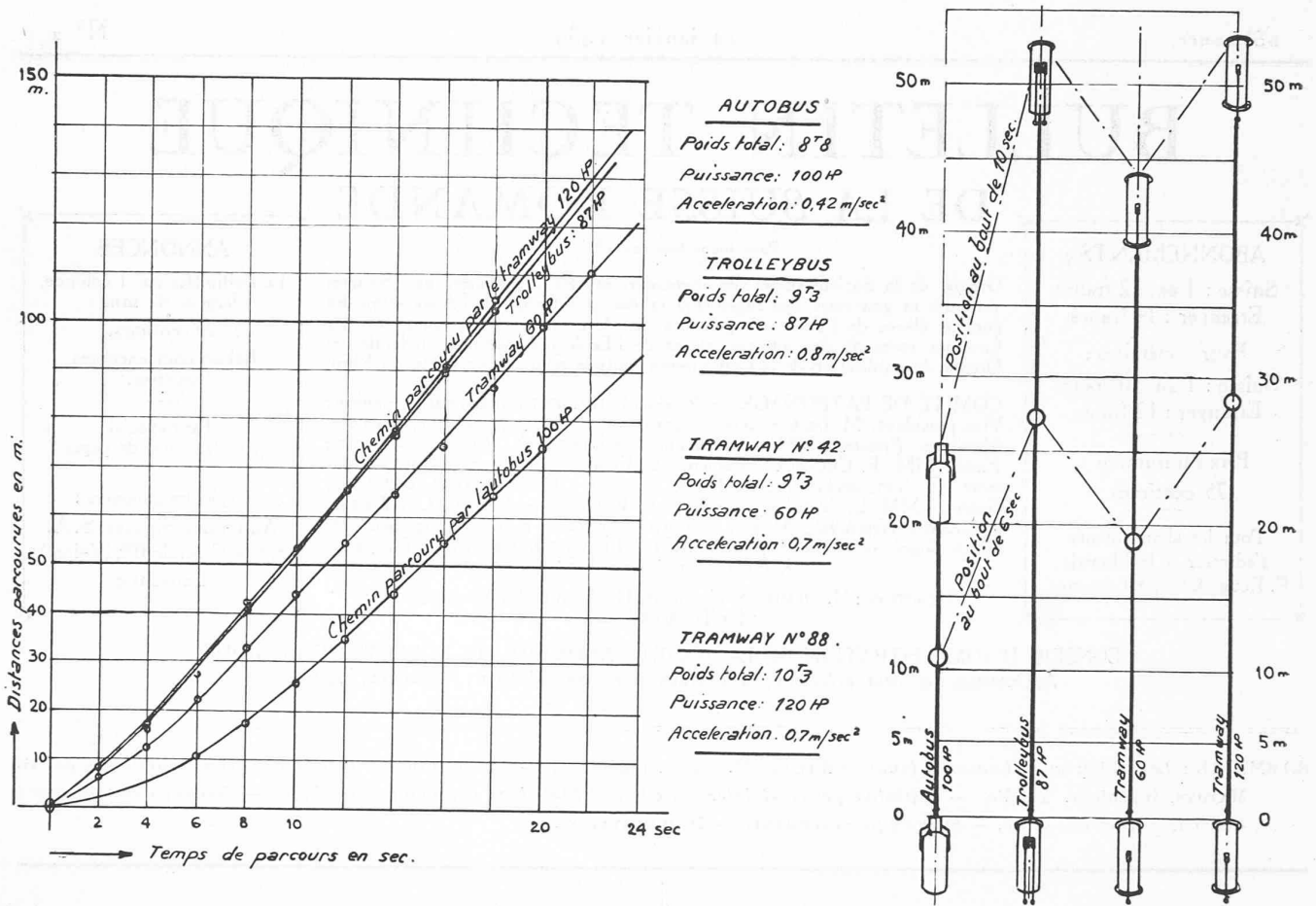


Fig. 4. — Essais de distance de démarrage de différents véhicules, en fonction du temps sur rampe de 85 0/00.

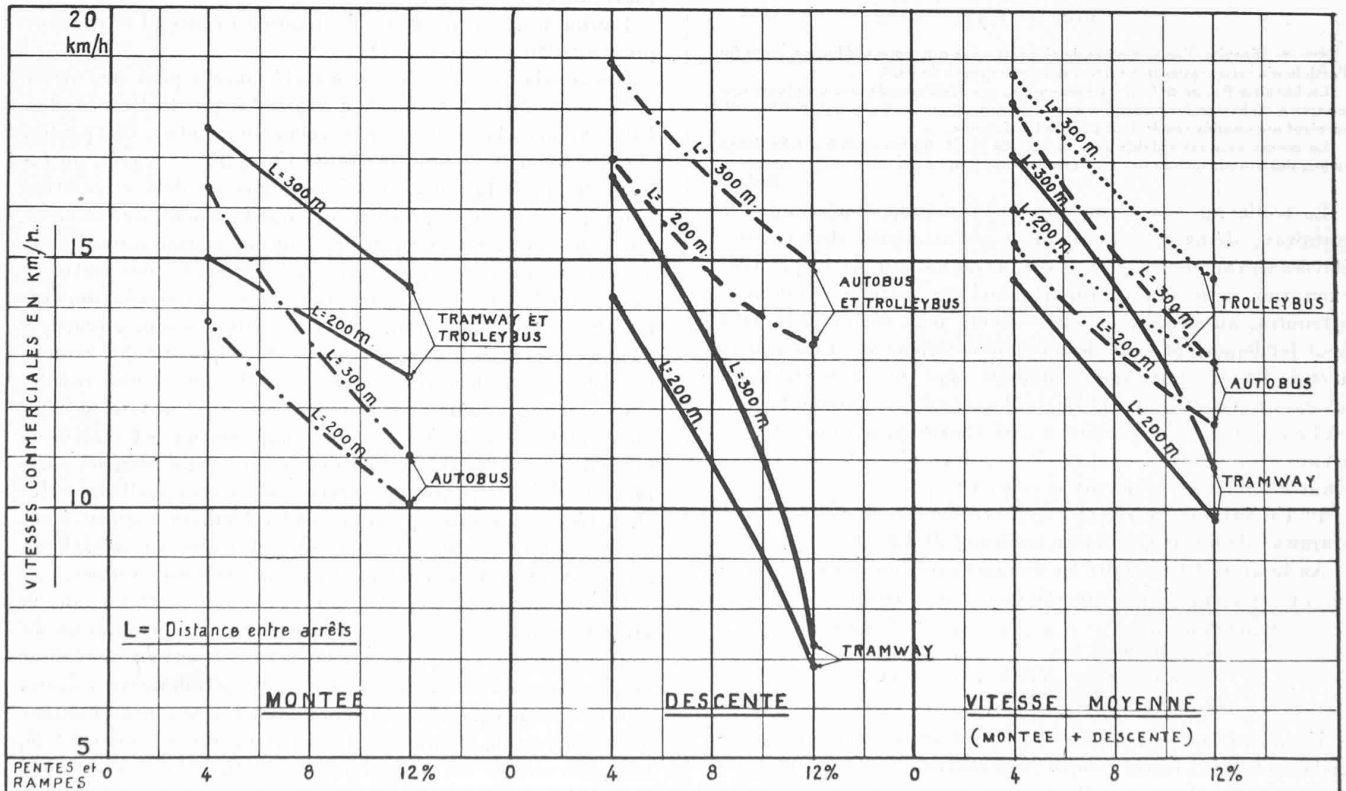


Fig. 5. — Comparaison des vitesses commerciales, en fonction de la pente, des tramways, autobus et trolleybus, sur les lignes à fortes rampes.

est compensée par le poids inférieur du trolleybus (8,4 T. au lieu de 10 T.).

Pour une pente de 10 % par exemple les efforts de traction seront les suivants :

$$\text{tramway : } 10 \times 10 + 10\,000 \times 0,1 = 1100 \text{ kg.}$$

$$\text{trolleybus : } 8,4 \times 30 + 8\,400 \times 0,1 = 1092 \text{ kg.}$$

Là encore, les fortes rampes jouent en faveur du trolleybus.

Rappelons aussi que si le moteur du trolleybus est muni d'une excitation compound avec réglage du courant dans le champ shunt, le moteur peut devenir générateur à la descente et renvoyer de l'énergie dans le réseau. Les expériences faites avec de tels véhicules, aussi bien à l'étranger qu'à Lausanne avec les nouveaux véhicules mis en service ces derniers temps, montrent que cette récupération d'énergie représente environ



Fig. 6. — Une des 32 voitures nécessaires à l'extension du réseau de trolleybus, à Lausanne.

les 20 % de la puissance utilisée pour la traction. Si l'équipement du trolleybus avec moteur shunt coûte un peu plus qu'avec le moteur série, surtout à cause de l'appareillage, l'augmentation des frais est largement compensée par l'économie d'énergie.

Des statistiques ont aussi été établies à Lausanne pour se rendre compte, au moyen de chiffres, quel est le moyen de transport le plus avantageux par km-voiture.

L'on arrive ainsi pour le tramway à Fr. 1,02 par km
 » l'autobus » 1,20 »
 » le trolleybus » 0,87 »

pour un nombre de places et un service comparables.

Dans un réseau urbain le trolleybus est préférable à l'autobus parce qu'il est silencieux et ne dégage pas de fumée ni de gaz. Le trolleybus, tout comme le tramway, utilise de la puissance électrique, force naturelle de la Suisse. Cela est évidemment intéressant pour notre balance commerciale.

Toutes ces considérations ont décidé la Société des Tramways Lausannois à remplacer les lignes de tramways suivantes par des trolleybus :

| | |
|------------|-------------------------------|
| Ligne 1-11 | Parc des Sports—Epinettes. |
| » 2-12 | Bergières—Bois de Vaux. |
| » 4-14 | Saint-François—Ouchy. |
| » 6-16 | La Sallaz—Gare CFF. |
| » 8-18 | Saint-François—Port de Pully. |
| » 7-17 | Tronçon Chauderon—Gare CFF. |

La longueur actuelle exploitée du réseau *T. L.* est de 65,24 km. La transformation en trolleybus la ramènera à 52,70 km. La longueur exploitée du réseau trolleybus sera de 17,15 km. après légères modifications du tracé de certaines lignes. C'est ainsi que la rue Haldimand sera à sens unique pour la montée, le retour des lignes 1, 2 et 6 se fera par la rue Neuve et la rue Mauborget. La ligne 2, depuis la Riponne, passera par le Valentin et l'avenue Vinet et abandonnera donc le Pré-du-Marché.

Comme la ligne de tramways 7-17 la Gare—La Rosiaz sera soudée à la ligne 3-13 Saint-François—Prilly, la ligne 4-14 Ouchy—Saint-François continuera par Chauderon et la Gare pour desservir ce secteur. Cette disposition aura comme avantage de débouteiller la place Saint-François car les voitures de la ligne 4-14 seront dispensées de boucler sur cette place. Provisoirement cependant et jusqu'à transformation complète du réseau, le terminus de la ligne 4-14 se fera en Saint-François. Ensuite, seule la ligne 8-18, venant du Port-de-Pully, gardera son terminus en Saint-François, cette ligne n'ayant pu être soudée, pour le moment, avec aucune autre.

L'étude des trente-deux nouveaux véhicules et des lignes aériennes nécessaires à cette nouvelle exploitation a été entreprise par la Société des Tramways Lausannois en tenant compte des expériences faites sur la ligne d'essais.

Les caractéristiques principales de ces nouveaux trolleybus représentés à la figure 6 sont les suivantes :

Longueur hors tout : 9350 mm.

Largeur hors tout : 2300 mm.

Hauteur : 3000 mm.

Nombre de places assises : 23.

Nombre de places debout : 30.

Poids de la voiture à vide : 7825 kg.

Puissance horaire du moteur compound : 87 ch à 960 t/m, 650 volts.

Rapport de réduction d'engrenage : 1/10,5.

Diamètre des roues en charge : 950 mm (pneus de 20-9,75").

Vitesse à la puissance horaire env. 16 km/h.

Vitesse maximum : 45 km/h.

Ces voitures ont deux essieux et sont munies de deux portes sur le côté droit, l'une derrière l'essieu avant et l'autre derrière l'essieu arrière. Ces portes sont commandées par air comprimé.

A l'avant se trouve un court capot dans lequel est placé le contrôleur des résistances de démarrage et de freinage ainsi que le contrôleur des résistances de réglage du champ shunt du moteur et quelques appareils auxiliaires (fig. 7). Cette disposition des appareils les rend très accessibles. Les résistances de démarrage et de freinage sont placées à l'avant sous la voiture.

Sur le toit de la voiture sont montés deux trolleys très légers construits de façon à pouvoir être tournés simultanément du même côté sans se gêner.

En série avec les trolleys sur le toit de la voiture, se trouvent deux bobines de self contre les surtensions et deux disjoncteurs à maximum, à grande puissance de rupture, à commande à main. Il y a, en outre, sur le toit, un condensateur anti-parasite pour empêcher les perturbations radiophoniques dues, éventuellement, à l'équipement.

Le moteur est monté sous la voiture. Il attaque l'essieu

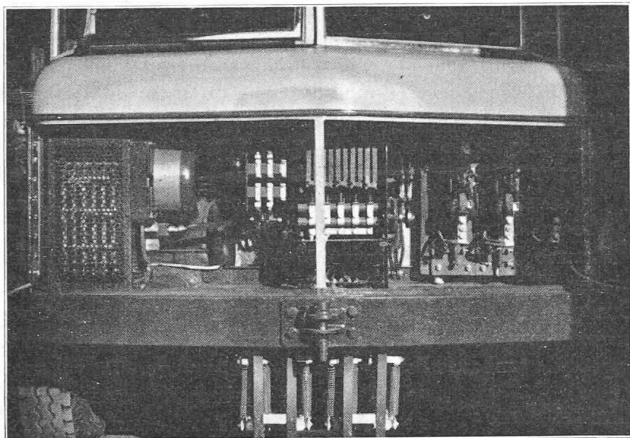


Fig. 7. — Vue, capot ouvert, de la voiture fig. 6.

arrière par un arbre à cardans, un différentiel et une réduction d'engrenages droits à denture hélicoïdale. A ce moteur est accouplée une dynamo d'éclairage de 500 watts, 24 volts, qui travaille en parallèle avec une batterie de 90 Ah., au régime de décharge de 5 heures, laquelle fournit le courant pour l'éclairage, le claxon, les essuie-glaces, les indicateurs de direction à flèche mobile et quelques contacteurs. La voiture est munie d'un frein à air comprimé largement dimensionné agissant sur les quatre roues. L'air comprimé pour le frein et la commande pneumatique des portes est fourni par un compresseur Westinghouse de 100 lit/min. actionné par un moteur à courant continu de 1,1 ch, à 650 volts. Un frein à main, dit « de stationnement », agit sur la transmission entre le moteur et l'arbre à cardans. Cet équipement électrique a été commandé à la Société *Brown, Boveri et Cie*, à Baden.

La partie mécanique semblable en tous points à celle des autobus vient de la maison *F. B. W.* à Wetzikon. Le pont arrière et essieux sont construits en tenant compte des surcharges que peuvent donner le moteur électrique. Ce sont les *Ateliers de constructions mécaniques de Vevey* qui fournissent les châssis (fig. 8).

Les carrosseries sortant de la Maison *Eggl* à Lausanne, comprennent à l'avant : une plate-forme pour fumeurs, de 2 m de longueur. Cette plate-forme est séparée du compartiment arrière par une porte coulissante.

La commande du véhicule se fait au moyen de trois pédales : à droite la pédale de démarrage rhéostatique et d'accélération par réglage du champ shunt du moteur ; au milieu la pédale de freinage rhéostatique et à gauche, la pédale pour la commande du frein à air comprimé.

Le freinage par récupération s'obtient automatiquement par retour en arrière de la pédale de droite, lorsqu'elle travaille sur le rhéostat de champ du moteur. L'inverseur de marche est commandé par une tige à bouton ; il est verrouillé par les contrôleurs de façon à ne pouvoir être manœuvré que lorsque ceux-ci sont à zéro.

Pour démarrer, le conducteur presse donc avec son pied sur la pédale de droite. Dans la première partie de sa course cette pédale commande le contrôleur des résistances de démarrages et la voiture s'accélère jusqu'à environ 15 km/h. En continuant le mouvement de la pédale, celle-ci insère des résistances dans l'excitation shunt du moteur, ce qui augmente la vitesse de la voiture jusqu'à 45 km/h. En laissant revenir la pédale en arrière, le conducteur ralentit la voiture avec le freinage à récupération jusqu'à environ 16 km/h la

résistance shunt est alors de nouveau hors circuit. A cette vitesse, il lâche complètement la pédale de marche qui revient à zéro. Il presse alors sur la pédale du milieu. Celle-ci commande le freinage rhéostatique qui produit presque l'arrêt de la voiture. L'arrêt complet s'obtient alors au moyen de la pédale de gauche qui agit par air comprimé sur les freins des quatre roues.

Comme mesure de sécurité, à part les deux disjoncteurs placés sur le toit de la voiture, celle-ci est encore pourvue d'un relais limiteur de courant de freinage qui insère une résistance supplémentaire dans le circuit de freinage rhéostatique dès que le courant de freinage dépasse 200 ampères et d'un relais de surtension intercalant une résistance dans le circuit d'excitation du moteur pour affaiblir le champ, dès que la tension du moteur dépasse une valeur ajustable entre 750 et 1000 volts et faisant, en même temps, fonctionner un vibreur qui avertit le conducteur.

Les lignes aériennes ont également été étudiées avec soin. Il fallait, en effet, à Lausanne, contrairement à ce qui se fait dans d'autres pays, se soucier de placer cette ligne de façon qu'elle soit le moins inesthétique possible. Pour cela, afin d'éviter une profusion de fils sur les parcours communs au trolleybus et au tramway, les deux types de véhicules utiliseront le même câble positif.

Les fils des nouvelles lignes auront une section de 70 mm². Les fils positifs et négatifs seront écartés de 50 cm et supportés, le plus possible, par des haubans ancrés dans les bâtiments.

Pour ne pas exagérer le nombre des haubans et rappels dans les courbes, l'on utilisera des porte-fils cintrés (fig. 9).

En ligne droite, la suspension de la ligne sera du type élastique, c'est-à-dire que les porte-fils seront mobiles dans tous les sens. La ligne est ainsi suspendue. Le principal avantage de cette disposition est que la ligne peut vibrer sur une très

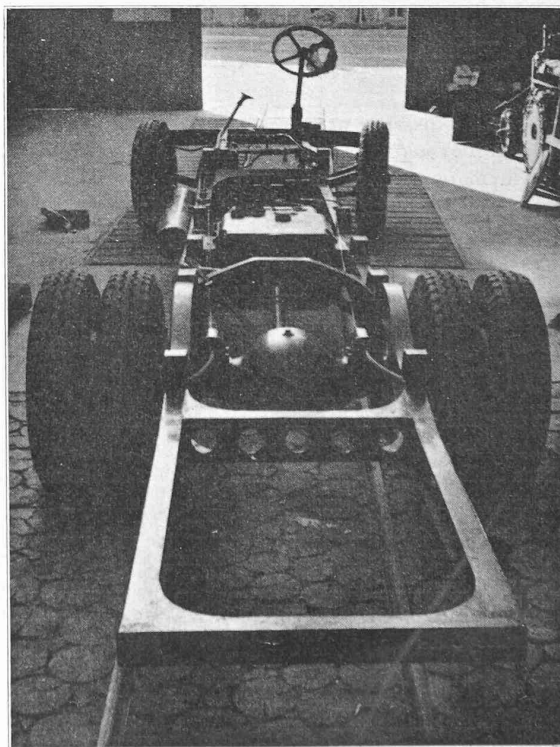


Fig. 8. — Châssis de trolleybus.

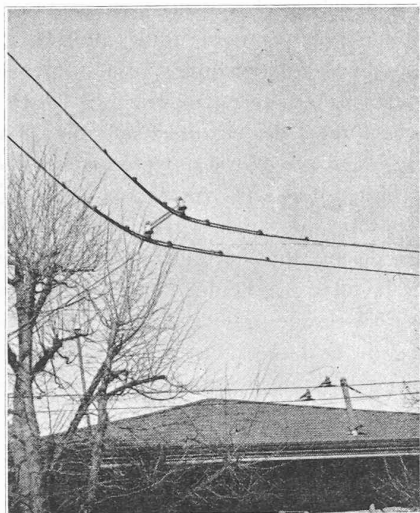


Fig. 9. — Porte-fils cintré.

grande longueur, la fréquence de ces vibrations étant relativement petite. Avec les porte-fils rigides, la fréquence des vibrations était plus élevée. Les trolleys étant assez lourds ne vibraient pas à la même fréquence et déraillaient fréquemment. La présence de points fixes sur la ligne favorisait le déraillement car les trolleys continuaient à vibrer en s'en approchant. Un autre avantage de la suspension élastique est de permettre des portées assez longues, donc d'en diminuer le nombre. A Lausanne l'on a admis comme distance entre supports en ligne droite 30 m.

Les aiguilles aériennes prises en pointe seront du type à lames mobiles actionnées par un électro-aimant. Le conducteur peut faire fonctionner l'aiguille en pressant sur sa pédale de démarrage, faisant passer environ 50 ampères dans le moteur.

Les fils négatifs du trolleybus seront reliés, à tous les carrefours importants où passeront encore des tramways, aux rails de ceux-ci afin de diminuer autant que possible la chute de tension.

Aux terminus l'on prévoira des boucles ou triangles de rebroussement pour tourner les véhicules.

Des appareils spéciaux ont aussi dû être étudiés et mis au point par les Tramways Lausannois. Il s'agit spécialement des appareils de croisement entre les fils du trolleybus et les fils de tramways. Ces deux réseaux et surtout le négatif du trolleybus doivent être bien isolés l'un par rapport à l'autre. Dans ce but, l'on a construit un dispositif qui écarte le fil du tramway des fils du trolleybus. Les trolleys du trolleybus peuvent franchir cet appareil grâce à deux clapets à ressorts qui s'ouvrent et se referment. Le trolley du tramway glisse sur les deux clapets dans leur position de repos.

La formation du personnel-conducteurs a fait également l'objet d'une étude approfondie. Sur la ligne d'essais de l'avenue de La Harpe, seuls des chauffeurs d'autobus ayant l'habitude du volant et de la circulation en dehors des rails avaient l'autorisation de conduire les trolleybus. Pour la nouvelle extension il n'était pas question d'engager de nouveaux chauffeurs puisqu'il fallait utiliser les conducteurs de tramways devenus inutiles par la suppression du rail. Ces derniers, pour devenir conducteurs de trolleybus passent tout d'abord un permis « poids lourds », ce qui les oblige à faire connaissance avec le volant et à circuler correctement en pleine ville. Cet apprentissage « poids lourds » dure environ 20 jours. En-

suite, ces agents apprennent la théorie et la pratique du trolleybus, avec lequel ils roulent également une vingtaine de jours sans public. Ils passent alors l'examen final et conduisent encore ces véhicules pendant quelque temps avec du public sous surveillance spéciale.

La ligne 4-14, Ouchy—Saint-François, première des lignes de l'extension est équipée et a été mise en service régulier le 20 juin 1938, à l'entière satisfaction des Tramways Lausannois et du public. Les prévisions d'une façon générale se sont réalisées. Il est vrai que la ligne est assez courte et que les réfections de chaussée ne permettent pas de se rendre compte exactement de la vitesse commerciale.

Les projets prévoient que, dans le courant de l'automne, la ligne 8-18, Saint-François—Port-de-Pully, sera prête à être mise en service et au printemps de 1939 toutes les autres lignes à transformer seront terminées.

Contribution à l'étude des jetées maritimes,

par G. MATHYS, ingénieur à Bâle.

Tous les ingénieurs qui, de près ou de loin, ont eu à s'occuper de la construction des jetées maritimes, auront salué avec grand intérêt les résultats obtenus par M. le professeur Stucky en étudiant, au modèle, les effets de la mer sur les jetées¹.

Connaissant les éléments des vagues auxquelles les jetées seront exposées, il sera possible, désormais, de dimensionner celles-ci puisque M. Stucky a vérifié, dans ses grandes lignes, l'exactitude de la théorie de M. Sainfloux sur les efforts auxquels les jetées à paroi du large verticale sont soumises et qu'il est à même, dans chaque cas particulier, de dimensionner au modèle les blocs et le profil en travers des jetées en talus.

On ne saurait assez relever l'importance de ces résultats car il n'y a pas très longtemps on en était encore réduit à déterminer empiriquement les dimensions des jetées.

Il est cependant une question que les essais au modèle ne permettront forcément jamais de résoudre et qui, cependant, est d'une importance primordiale pour l'entretien des jetées : Comment leurs éléments constitutifs résistent-ils à l'action destructrice de la mer et quels sont les matériaux les plus aptes à être utilisés ?

Dans les pages qui suivent, l'auteur se propose de résumer les observations qu'il a faites sur un certain nombre de jetées nord-africaines, espagnoles et françaises, telles que grandes jetées en talus de Casablanca, Oran Barcelone, Marseille, le Havre, jetées en talus plus petites de Rabat, Mehedia, Fedhala, Fécamp, contre-jetée de Casablanca, jetées à paroi du large verticale de Dieppe et de Valence. Bien que ces observations datent de 1925,

¹ Contributions à l'étude de l'action des vagues sur une paroi verticale. A. Stucky, « Bulletin technique » 29 septembre et 13 octobre 1934. Action des vagues sur les digues à paroi verticale A. Stucky et D. Bonnard, « Bulletin technique » 7 décembre 1935.

Contributions à l'étude expérimentale des digues maritimes en enrochements. A. Stucky et D. Bonnard, « Bulletin technique » 28 août 1937.