

Les tramways lausannois

Autor(en): **Wohnlich, Aug.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **33 (1907)**

Heft 2

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26216>

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

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef: P. MANUEL, ingénieur, professeur à l'École d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction: D^r H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE: *Les tramways lausannois* (suite), par M. Aug. Wohnlich, ingénieur. — *La fixation de l'azote atmosphérique par le carbure de calcium*, par M. Henri Demierre, ingénieur. — **Divers**: Budgets des Chemins de fer fédéraux pour 1907. — Tunnel du Ricken. — Hôtel municipal en l'Île, à Genève.

Les tramways lausannois.

Par M. AUG. WOHLICH, ingénieur.

(Suite)¹

II. RÉSEAU DE DISTRIBUTION.

Fourniture du courant.

Le courant utilisé est le courant continu sous une tension de 550 à 600 volts.

Nous rappelons simplement ici que, de 1895 à 1903, la production du courant s'effectuait par l'usine génératrice de Couvaloup, dont nous parlerons plus loin dans le chapitre des installations de la première période.

La commune de Lausanne s'est réservée, par convention du 25 juin 1901, la fourniture du courant électrique par l'usine municipale de Pierre de Plan, recevant elle-même le courant de l'usine génératrice du Bois Noir près St-Maurice; cette fourniture a commencé régulièrement le 1^{er} octobre 1902.

Les installations de Couvaloup sont devenues la propriété de la commune de Lausanne dès octobre 1902; seul le tableau de distribution a été utilisé jusqu'au 24 septembre 1903, date de la mise en service du tableau de la Solitude.

Pour ce qui concerne la fourniture actuelle du courant, nous prions nos lecteurs de se reporter à l'article publié ici même par M. A. de Montmollin, ingénieur, chef du service de l'électricité, sous le titre « Installations électriques de la commune de Lausanne² ».

Le courant est payé à la ville de Lausanne à raison de Fr. 0,135 le kilowatt-heure pour une consommation allant jusqu'à 1,000,000 de kw. par an, et Fr. 0,12 pour chaque kw. en plus.

Consommation du courant.

Le tableau ci-dessous indique quelques consommations de courant dans les trois périodes successives de construction et d'extension du réseau.

¹ Voir N° du 15 janvier 1907, page 1.

² Voir nos 15, 17 et 18 de 1902, et 1, 2, 4 et 5 de 1903.

| | 1898 1 ^{er} réseau | 1901 réseau en 2 ^{me} période | 1905 réseau en 3 ^{me} période |
|---------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Longueur exploitée, km. | 10,980 | 14,880 | 23,300 |
| Nombre de voyageurs. | 2,815,245 | 3,454,275 | 5,134,959 |
| Km.-voiture parcourus | 615,242 | 760,640 | 1,275,996 |
| Consom. totale d'énergie, kw.-h. | | | |
| Consom. d'énergie par km.-voiture | | | 1 kw, 1 |
| Recette moyenne par km. de ligne, Fr. | 30 261 | 27 755 | 1,385,819 29 136 |
| Recette par kilom.-voiture, cent. | 54,06 | 54,28 | 53,21 |
| Dépense par kilom.-voiture, cent. | 42,7 | 43,5 | 43,6 |

Tableau de distribution.

Le tableau actuel n'est qu'un intermédiaire entre l'usine municipale et les câbles d'alimentation et de retour et ne joue que le rôle de répartiteur entre les divers secteurs de la ligne aérienne; il est installé dans le bâtiment des ateliers de l'ancien dépôt de la Solitude, dans une position centrale par rapport au réseau.

Ce tableau comprend un simple châssis en fers assemblés, divisé en un certain nombre de panneaux. Chaque panneau correspond à une des artères d'alimentation et porte un déclencheur automatique à maximum (300 à 500 ampères) sur base de marbre, directement monté sur le châssis.

Une connexion mobile permet d'intercaler un ampèremètre sur chacun des câbles d'alimentation. Des interrupteurs et des appareils de mesure complètent ce tableau, qui pourra être aisément agrandi si de nouveaux départs devaient être installés.

Le courant est mesuré par deux compteurs de la maison Schuckert, placés en série, et dont l'un est propriété de la commune de Lausanne, l'autre des Tramways lausannois; la moyenne de ces deux compteurs fait règle pour l'établissement de la facture de l'énergie employée.

Câbles d'alimentation et de retour.

L'alimentation du réseau est faite au moyen de plusieurs câbles souterrains, qui partent du tableau central

de distribution de la Solitude, recevant lui-même le courant de l'usine municipale de la ville de Lausanne; ces feeders sont nécessaires pour éviter une trop forte chute de tension.

Le retour du courant s'opère par les rails soudés à des câbles de retour; ceux-ci sont isolés pour éviter la corrosion des conduites d'eau et de gaz et diminuent également la chute de tension dans le circuit de retour.

Les câbles d'alimentation et de retour sont disposés dans des caniveaux en terre cuite (système Falconnier), placés dans le sol à 0^m,70 de profondeur et noyés dans du sable; ils ont été enfouis aux deux époques principales de construction, soit en 1895 et 1903.

La figure 12 donne le schéma des câbles d'alimentation

Les câbles alimentent chacun un secteur du réseau, séparé du voisin par les interrupteurs de ligne, à pont mobile.

En cas d'avarie d'un câble ou d'une boîte d'alimentation, le tronçon défectueux peut être mis hors circuit, soit au tableau de distribution, soit dans les boîtes d'alimentation, tandis que l'alimentation de la ligne de contact est assurée en rétablissant le pont mobile de l'interrupteur de ligne.

Les boîtes d'alimentation avec interrupteurs sont au nombre de 11.

Les câbles de retour sont reliés aux rails par une série de dérivations en fils de cuivre nu, goudronnés et soudés aux éclisses électriques des joints; ces câbles de

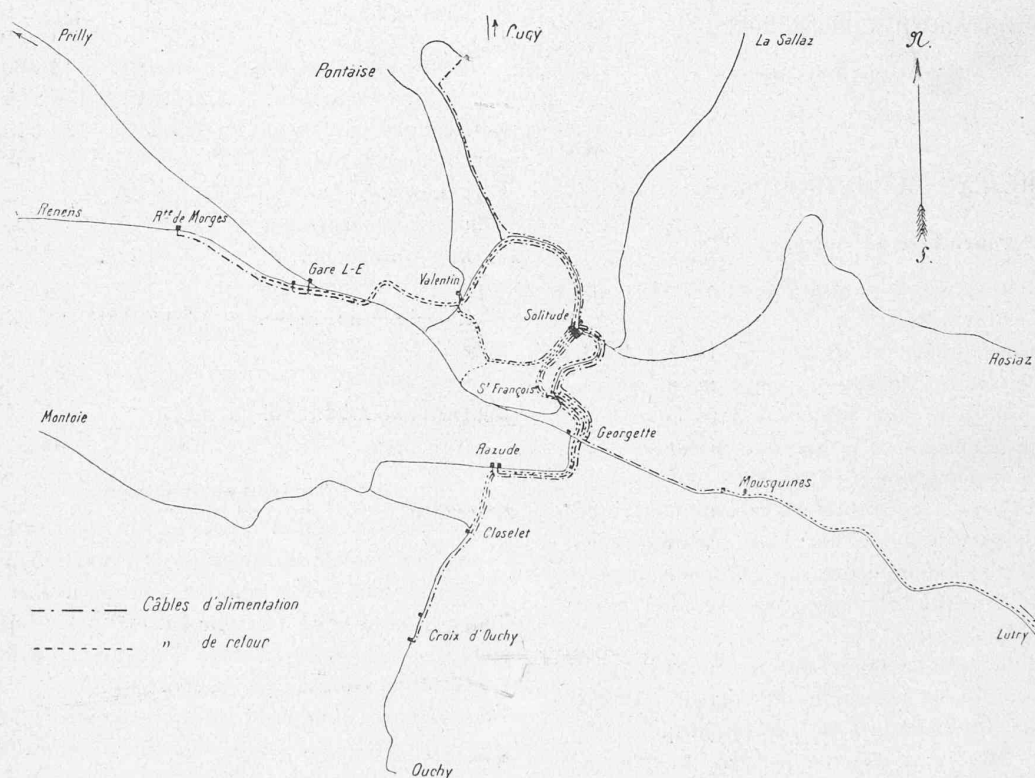


Fig. 12. — Schéma des câbles d'alimentation et de retour.

et de retour. Les sections varient entre 100 et 250 mm² pour les câbles de retour.

Les câbles posés en 1896 proviennent de la Société d'exploitation des câbles système Berthoud, Borel & Cie, à Cortaillod, tandis que les câbles pour les extensions de 1903 ont été livrés par la maison Aubert, Grenier & Cie, à Cossonay.

Les conduites d'alimentation sont réunies aux lignes de contact par des interrupteurs à lames, disposés dans des boîtes d'alimentation métalliques, fixées elle-mêmes aux maisons ou aux poteaux. A partir des caniveaux placés dans le sol, des câbles de dérivation, de 130 mm² de section, se raccordent aux boîtes d'alimentation soit par l'intérieur des poteaux, soit dans des tubes de protection.

retour sont connectés directement au tableau avec les câbles de retour de l'usine municipale.

Lignes aériennes de contact.

Les lignes aériennes de contact ont été calculées pour une tension de 600 volts; la chute de tension est d'environ 50 volts. Avant d'entrer dans plus de détails, disons que le réseau aérien est monté sur poteaux en fer dans tout l'intérieur de la ville et sur poteaux en bois pour les lignes de banlieue; le nombre total des poteaux est de 810, soit 326 poteaux fer et 484 poteaux bois.

Dans l'intérieur de la ville on a autant que possible fixé les haubans de suspension à des rosaces scellées dans les murs des maisons. Pour les parcours à simple voie on a eu recours par économie aux poteaux à console.

Pour les parcours à double voie les poteaux tendeurs sont placés symétriquement, deux à deux, par rapport à la chaussée.

La construction du réseau électrique a nécessité le déplacement de certaines artères téléphoniques et l'emploi de filets de protection en fils d'acier pour protéger la ligne d'alimentation en cas de chute des fils téléphoniques; ces réseaux protecteurs sont aujourd'hui supprimés autant que possible et l'on a recours à la diminution des por-

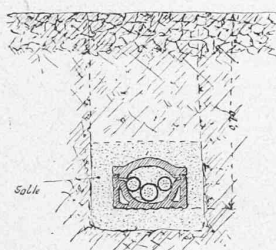


Fig. 11. — Plan de pose des câbles d'alimentation et de retour.

tées et à l'emploi de fils téléphoniques plus résistants en bronze et en acier.

Les fils aériens des abonnés ayant été remplacés par des câbles souterrains, une grande partie des traversées ont été supprimées.

En outre, tous les postes d'abonnés ont été pourvus d'un coupe-circuit spécial pour courants industriels; cette dépense a été couverte en 1905 par une contribution à forfait de Fr. 8000, que la Société des Tramways a versée à l'administration des téléphones.

Lignes aériennes de 1895.

Ces lignes ont été établies par la Compagnie de l'Industrie électrique, à Genève; elles comportent un simple fil pour les parcours à simple voie et un double fil pour les évitements et les doubles voies. Ces fils cylindriques sont en cuivre durci de 8 mm. de diamètre sur tout le réseau, sauf sur les lignes de la Pontaise et de Chailly, où le diamètre de 9 mm. a été adopté.

L'isolation du fil de contact est toujours double; elle comprend l'isolateur de suspension et deux boules isolantes dans le cas de haubans tendeurs, ou bien l'isolateur et un collier isolant dans celui de poteaux à console; les poteaux en bois forment une troisième isolation.

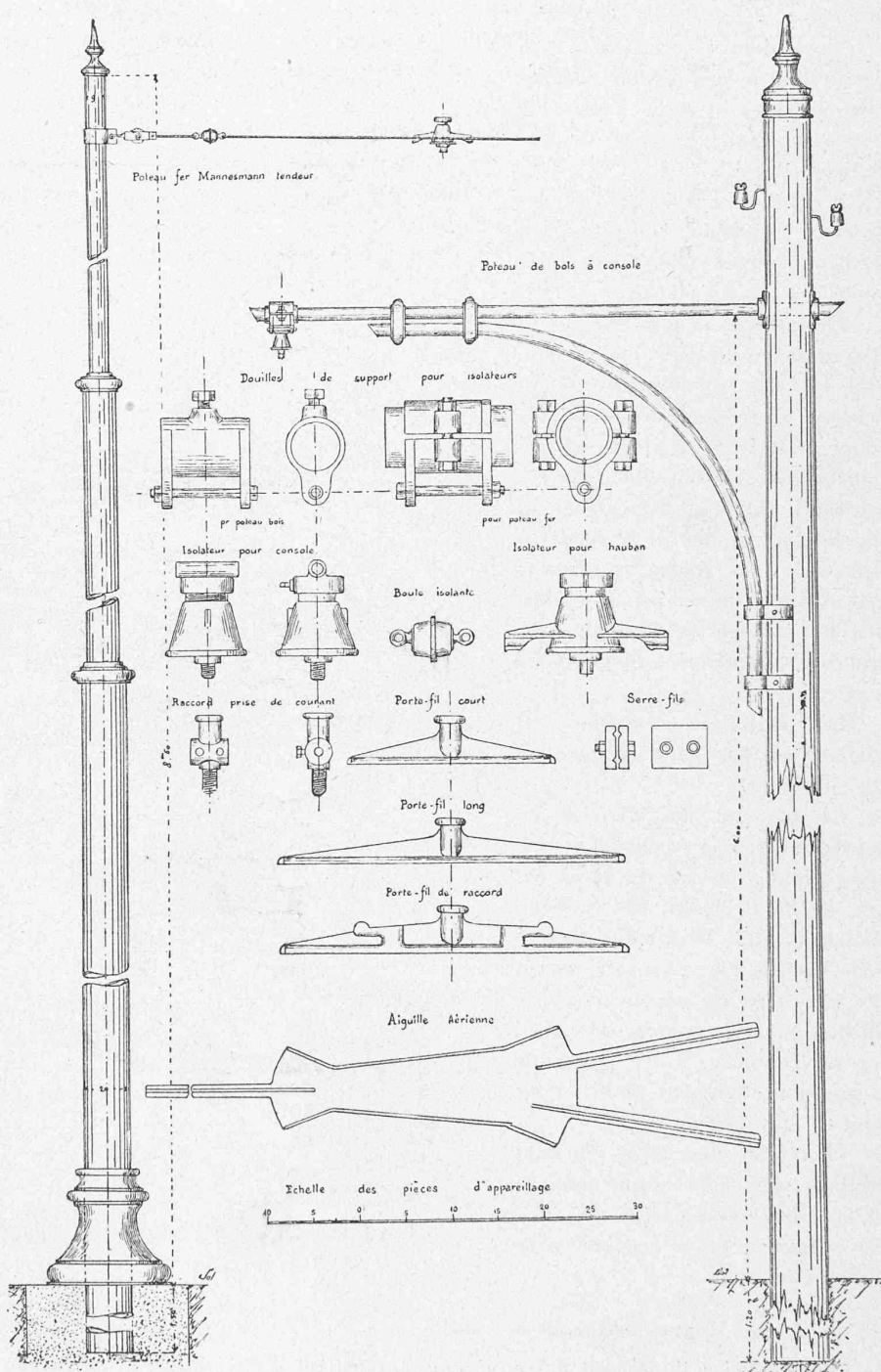


Fig. 13. — Matériel d'appareillage des lignes aériennes établies en 1895.

Les poteaux en fer sont tous du système Mannesmann en tubes d'acier sans soudure, d'une seule pièce, avec deux amincissements; ils sont de trois dimensions différentes, suivant les efforts à supporter, et sont pourvus de garnitures ornementales en fonte, qui en rendent l'aspect plus agréable; ils sont implantés dans une fondation en béton.

En quelques points, on a fait usage de potelets en fer scellés contre les murs bordant les routes.

Les poteaux en bois du réseau de banlieue sont pres-

que tous à console, et vernis.

Nous donnons ci-dessous le dessin d'un poteau tendeur en acier Mannesmann, et d'un poteau de bois à console, avec pièces d'appareillage (fig. 13).

Il est à remarquer que, sur les poteaux à console, la fixation du fil de contact est rigide, ce qui présente des inconvénients.

Le matériel d'appareillage est d'origine américaine. Le fil de contact est fixé par soudure à un porte-fil en bronze, lequel est allongé et effilé; ce porte-fil a l'inconvénient de compliquer les réparations car il faut désouder le fil en cas de rupture et le souder à nouveau; par contre, il possède l'avantage de supprimer les secousses au passage de la cuiller du trolley et augmente la longueur de suspension.

Les aiguilles aériennes sont nombreuses par suite de l'emploi du simple fil.

La hauteur des fils est en moyenne de 6 m.; cependant elle n'est point constante et varie entre 4^m,70 et 6^m,30; elle descend même jusqu'à 3^m,70 au passage sous voie de Pully, où le fil aérien est fixé dans un couloir de garde en bois sous les poutres du pont; les portées libres entre points de suspension atteignent 45 m., mais sont en moyenne de 35 m.

Ce réseau était divisé en cinq sections, alimentées d'une manière indépendante et séparées les unes des autres par les interrupteurs de ligne aérienne.

Lignes aériennes de 1903.

Ces nouvelles lignes ont été entièrement construites par le personnel des Tramways lausannois; elles comportent un double fil de contact de 10 mm. de diamètre, tant pour les parcours à simple voie que pour ceux à double voie; cette disposition réduit au strict nécessaire le nombre des aiguilles aériennes ou des bifurcations et augmente la capacité électrique des lignes. Les deux fils sont reliés de distance en distance pour équilibrer la tension et faciliter l'alimentation.

L'isolation est toujours double et comprend régulièrement l'isolateur de suspension et deux boules isolantes, soit pour les poteaux à tendeurs, soit pour les poteaux à console.

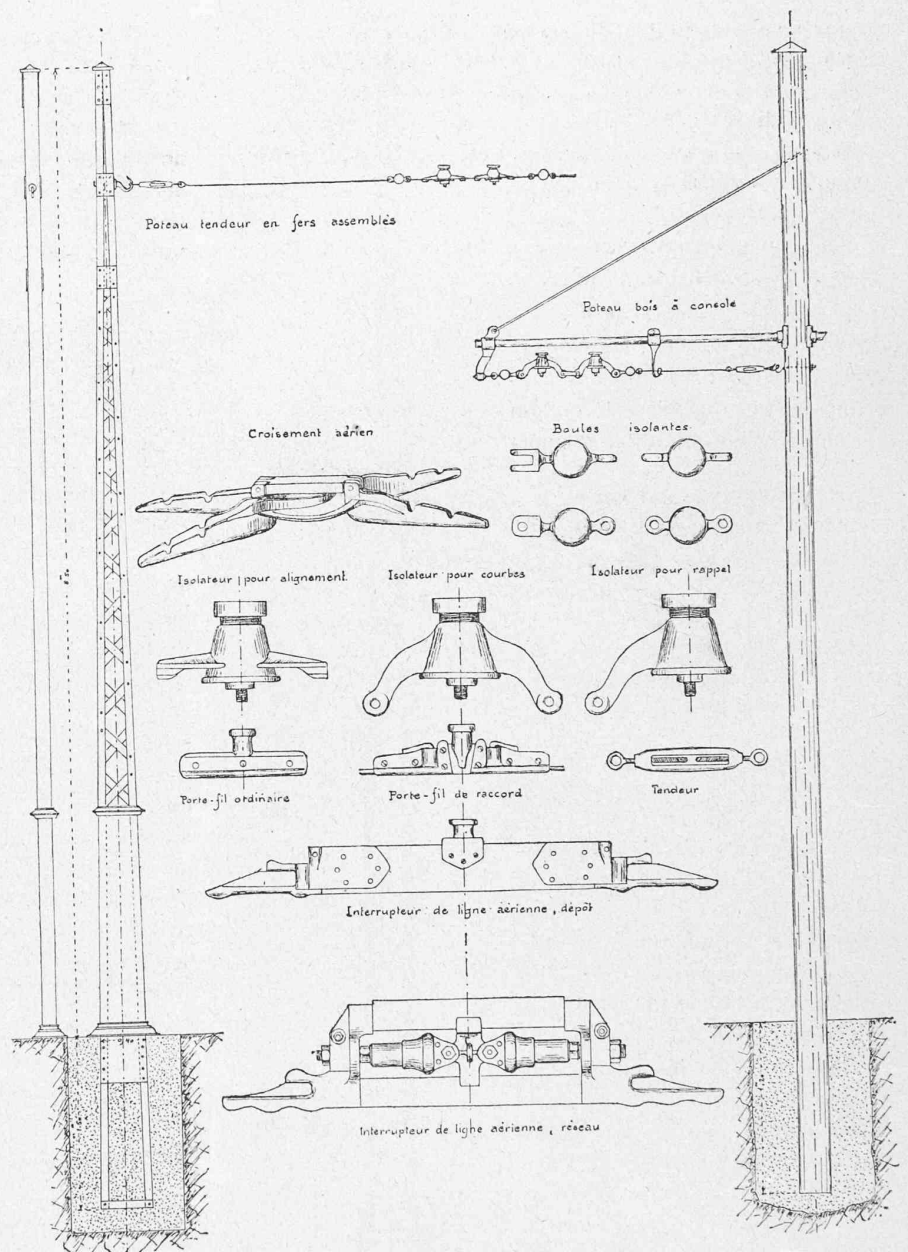


Fig. 14. — Matériel d'appareillage des lignes aériennes établies en 1903.

Les poteaux métalliques, en fers profilés assemblés et à treillis, ont été construits par la maison Schmid, Perret & Cie, à Lausanne; ils sont peut-être un peu moins décoratifs que les poteaux Mannesmann, mais présentent l'avantage d'être d'un coût beaucoup moins élevé. Ils sont de deux types différents; de section rectangulaire pour un effort de traction de 500 kg. appliqué à 7^m,50 du sol, de section carrée pour une tension de 1000 kg. à la même hauteur. Ils sont entourés d'une tôle de fermeture jusqu'à 2 m. du sol et sont implantés également dans des socles en béton (fig. 14).

Les poteaux en bois sont tous imprégnés au sulfate de cuivre; leur base est en outre protégée par un badigeonnage au goudron.

Il y a lieu de remarquer que l'on a partout appliqué

la suspension élastique des isolateurs; ces derniers sont à oreilles pour les alignements et à deux branches pour les courbes; ils sont également d'origine américaine.

Les divers porte-fils pour suspension, alimentation et raccord, sont à pince, de provenance allemande. Le fil est simplement serré entre deux parties se vissant l'une contre l'autre.

Les croisements aériens sont formés de pièces mobiles prenant à volonté l'angle de croisement des lignes.

Les portées moyennes sont de 30 m., mais atteignent 40 m. en quelques points; le fil de contact se trouve en général à 6^m,30 du sol.

Les différents secteurs de la ligne aérienne sont munis d'interrupteurs de lignes de deux modèles.

Le dépôt de Prélaz forme un secteur séparé du réseau; la ligne aérienne de chaque voie pénétrant sous les remises est munie d'un interrupteur distinct, ces dix interrupteurs étant tous reliés à un déclencheur automatique unique. Le réseau aérien du dépôt forme un véritable filet.

III. INSTALLATIONS DE LA 1^{re} PÉRIODE

(1895-1903).

USINES ET DÉPÔTS

Nous passerons rapidement en revue ces installations du début, qui n'existent plus aujourd'hui.

Le choix de l'emplacement de l'usine génératrice a été porté sur les terrains appelés « Les côtes de Couvaloup », dans le but d'obtenir une installation aussi centrale que possible; cet emplacement présentait par contre le désavantage d'être très accidenté et de nécessiter des travaux de terrassement considérables; il faut reconnaître qu'il a été utilisé au mieux (fig. 15).

L'usine génératrice et le bâtiment d'administration ont été placés dans la partie inférieure, en bordure de la rue St-Martin, tandis que le dépôt et les ateliers occupaient la partie supérieure, en bordure de la route de la Solitude.

Les déblais extraits à la partie inférieure, soit 6500 m³ environ, ont été transportés à la partie supérieure, où ils ont été employés à l'établissement de la plateforme sur laquelle a été édiflée la remise des voitures. Le remblai ainsi constitué s'est très bien comporté jusqu'à ce jour, le tassement s'étant opéré régulièrement. Aujourd'hui les constructions de la rue St-Martin subsistent et sont utilisées à d'autres buts par la Ville; après démolition des remises la partie supérieure de ces terrains a été transformée en jardin public depuis la construction du nouveau dépôt des tramways, en Prélaz.

Les travaux de terrassement et construction de l'usine génératrice ont été exécutés par M. Conod, entrepreneur, à Lausanne.

Bâtiment d'administration.

Ce bâtiment, construit en prolongement de la salle des machines, a 16^m,50 de longueur sur 10^m,50 de largeur; nous donnons ci-dessous l'élévation d'une de ses deux façades (fig. 16).

Il comprend un sous-sol, le rez-de-chaussée et deux étages; les plans en ont été dressés par M. Moachon, architecte. Le sous-sol et une partie du rez-de-chaussée sont occupés par la batterie d'accumulateurs; le reste du rez-de-chaussée et le deuxième étage ont servi de logement au chef d'usine, tandis que le premier étage était entièrement réservé aux bureaux de l'Administration (Direction, salle du Conseil d'administration, Caisse, Comptabilité, etc.).

Usine génératrice.

Cette usine comprenait deux corps de bâtiments:

1^o Une salle des machines pour les moteurs à gaz pauvre, les dynamos et le tableau de distribution; cette salle, mesurant 20 m. de longueur sur 15 m. de largeur et 8 m. environ de hauteur, a été prévue pour 4 groupes générateurs. Un pont roulant de 8 tonnes, construit par la maison Bell, à Kriens, circulait sur toute la longueur de la salle des machines; la portée était de 15^m,30 entre des rails de roulement, posés sur encorbellement de granit (fig. 17).

2^o Une salle pour les gazogènes, de 15 m. de longueur sur 12 de largeur, prévue également pour 4 gazogènes, soit un gazogène par groupe générateur.

Ces deux bâtiments sont couverts en ardoises, sur charpente métallique (fermes Polonceau); la ventilation de la salle des gazogènes est assurée par une cage à jalousies placée au faite de la toiture.

L'usine génératrice, prévue pour quatre groupes, a comporté deux groupes seulement au début de l'exploitation (1896); l'augmentation rapide du matériel roulant et l'extension du réseau ont nécessité ensuite l'installation d'un troisième groupe, mis en service à fin janvier 1898.

A côté de la salle des gazogènes, et au niveau supérieur des appareils, se trouve une terrasse en ciment formant charbonnière. Le charbon était transporté par wagon spécial de la gare centrale à la plateforme supérieure de la Solitude, où le fourgon était déchargé dans un couloir amenant directement le charbon dans la charbonnière; un seul transbordement était donc nécessaire à la gare centrale.

Enfin, derrière les bâtiments d'usine étaient installés un gazomètre de 160 m³ et un réservoir à eau cylindrique, en ciment armé d'une capacité utile de 200 m³.

Ce réservoir, qui constituait une réserve en cas d'arrêt dans la distribution, fournissait l'eau de refroidissement des moteurs. Une pompe centrifuge refoulait cette eau dans le réservoir, où elle était introduite par un pulvérisateur afin d'améliorer sa réfrigération. Cette circulation a permis de réaliser une économie sensible dans la consommation d'eau, celle-ci étant payée 5 centimes le m³.

Installations électro-mécaniques de l'usine génératrice.

Le courant était produit par trois dynamos Thury actionnés directement par trois moteurs à gaz pauvre, système Crossley, alimentés eux-mêmes par trois gazogènes Fichet & Heurtey.

La maison Fichet & Heurtey, à Paris, adjudicataire de l'installation mécanique, a eu à fournir trois groupes complets comprenant chacun : 1 gazogène, 1 surchauffeur d'air tubulaire, 2 petites chaudières verticales de 8 m² de surface de chauffe, 1 papillon d'air avec amortisseur, 2 épurateurs à claires métalliques, 1 colonne à coke avec laveur, les vannes et la tuyauterie nécessaire pour relier les gazogènes au gazomètre, 1 moteur Crossley avec amortisseur d'échappement et appareil démarreur, ainsi que toutes les canalisations nécessaires.

Le gazogène Fichet & Heurtey produit le gaz Dowson au fur et à mesure des besoins, en insufflant dans les fours contenant le charbon un mélange de vapeur d'eau et d'air surchauffé. On est arrivé de la sorte, en service courant, à produire le cheval-heure avec une dépense de 550 grammes d'antracite, réalisant ainsi une importante économie de combustible par rapport à une machine à vapeur. Chaque gazogène peut produire la quantité de gaz correspondant à une puissance de 150 chevaux.

Ces gazogènes sont caractérisés par leur décrassage à sôle tournante et par la surchauffe du mélange d'air et de vapeur qui est injecté dans le foyer ; ils permettent l'emploi de charbons maigres très menus.

Le moteur Crossley à gaz Dowson est à deux cylindres opposés, à trois paliers, avec volant de 2^m,40 de diamètre, pesant 6500 kg. et tournant à une vitesse normale de 160 tours par minute ; l'allumage se fait par bougies en porcelaine, maintenues incandescentes par un brûleur alimenté par le gaz des gazogènes ; l'amortissement du bruit causé par l'échappement des gaz a donné lieu à quelques tâtonnements au début, mais s'est bien comporté par la suite.

Le groupe complet, gazogène et moteur, était prévu pour effectuer un service ininterrompu de 18 à 20 heures par jour avec une puissance de 130 chevaux ; les groupes pouvaient fonctionner à volonté ensemble ou séparément.

Les consommations garanties étaient les suivantes :

Charbon : 625 grammes par chev. effectif et par heure, en pleine charge, y compris la consommation de la chaudière, et, à demi-charge (65 chev. effectifs), 925 grammes par cheval-heure.

Eau à 15 degrés : pour un moteur marchant en pleine charge, 30 litres par cheval-heure, l'eau étant utilisable à nouveau. Pour un groupe gazogène et laveur, 30 litres par cheval-heure, eau non utilisable à nouveau.

Huile : 310 grammes par moteur marchant en pleine charge et par heure, savoir : 170 grammes pour les cylindres et 140 grammes pour les paliers.

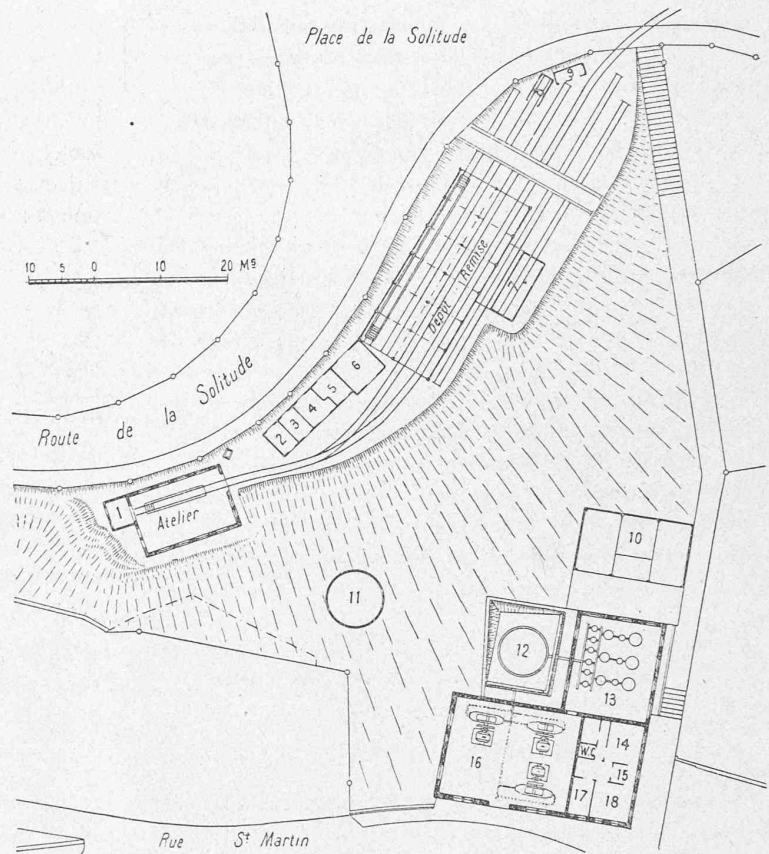


Fig. 15. — Plan des usines et dépôt des Tramways lausannois en Couvaloup, pendant la première période d'exploitation. 1895-1903.

LÉGENDE : 1 = Forge et atelier. — 2 = Electriciens. — 3 = Chef d'atelier. — 4 = Receveurs. — 5 = Bobinage. — 6 = Nettoyage. — 7 = Dépôt, remise et atelier de peinture. — 8 = Remise des moteurs. — 9 = Dépôt de sable. — 10 = Charbonnière. — 11 = Réservoir à eau. — 12 = Gazomètre. — 13 = Halle des gazogènes. — 14 = Bureau de comptabilité et dessin. — 15 = Caisse. — 16 = Salle des machines. — 17 = Bureau du Directeur. — 18 = Salle du Conseil d'administration de la Société des Tramways.

L'installation électrique a été effectuée par la Compagnie de l'Industrie électrique, à Genève, et comprend les parties suivantes :

1^o Trois machines dynamos électriques à courant continu, système Thury, à 6 pôles et à axe horizontal, munies de deux paliers avec graissage à bagues et accouplées directement aux moteurs à gaz Crossley par manchons Raffard. Ces dynamos, isolées du sol, sont établies pour une tension de 550 volts, excitées à volonté en dérivation et en compound, avec induit en tambour et balais à charbons ; chaque machine peut absorber une puissance de 130 chevaux à la vitesse de 160 tours par minute. Le rendement des dynamos est le suivant :

89 % à pleine charge,
88 % à demi-charge.

2^o Un survolteur, pour la charge des éléments de réglage de la batterie d'accumulateurs, composé d'un moteur Thury de 12 chevaux à 550 volts, commandant une génératrice du même type. La vitesse de ce groupe est variable, de manière à produire, en utilisant le courant du tramway, une tension de 50 à 125 volts, avec un débit variable de 140 à 100 ampères.



Fig. 16. — Bâtiment d'administration et usine des Tramways lausannois à la rue St-Martin, pendant la 1^{re} période d'exploitation (1895-1903).
Façade Sud. — Echelle : 1 : 50.

3^o Un tableau de distribution en marbre, monté sur cadre en fer, pour le service des génératrices, du survolteur, des accumulateurs et des cinq lignes d'alimentation, et comprenant les appareils suivants :

- a)* Pour une génératrice : 1 interrupteur à main, 1 disjoncteur automatique, 1 voltmètre, 1 ampèremètre. —
b) Pour le survolteur : 1 ampèremètre, 1 interrupteur avec coupe-circuit, 1 rhéostat d'excitation à main pour la génératrice du groupe. —
c) Pour la batterie d'accumulateurs : 1 déclancheur automatique d'intensité, 1 déclancheur de batterie, 1 voltmètre et 1 ampèremètre.
- 4^o Un réducteur double, monté sur tableau spécial, avec commande à main pour la charge et commande au-

tomatique pour la décharge, avec 3×38 éléments, construit pour un courant de 350 ampères et supportant une décharge exceptionnelle de courte durée de 400 ampères.

5^o Un réducteur de charge pour le survolteur.

6^o Un poste de 6 parafoudres à peignes, avec fusibles au départ des câbles d'alimentation.

Pour faire face aux énormes variations de débits produites par les démarrages et les arrêts des voitures, on a recouru à l'installation d'une batterie d'accumulateurs Pollak, placée dans le sous-sol et le rez-de-chaussée du bâtiment d'administration. Cette batterie, composée de 300 éléments, a une capacité de 700 ampères-heure à la décharge en trois heures ; elle est groupée en parallèle avec

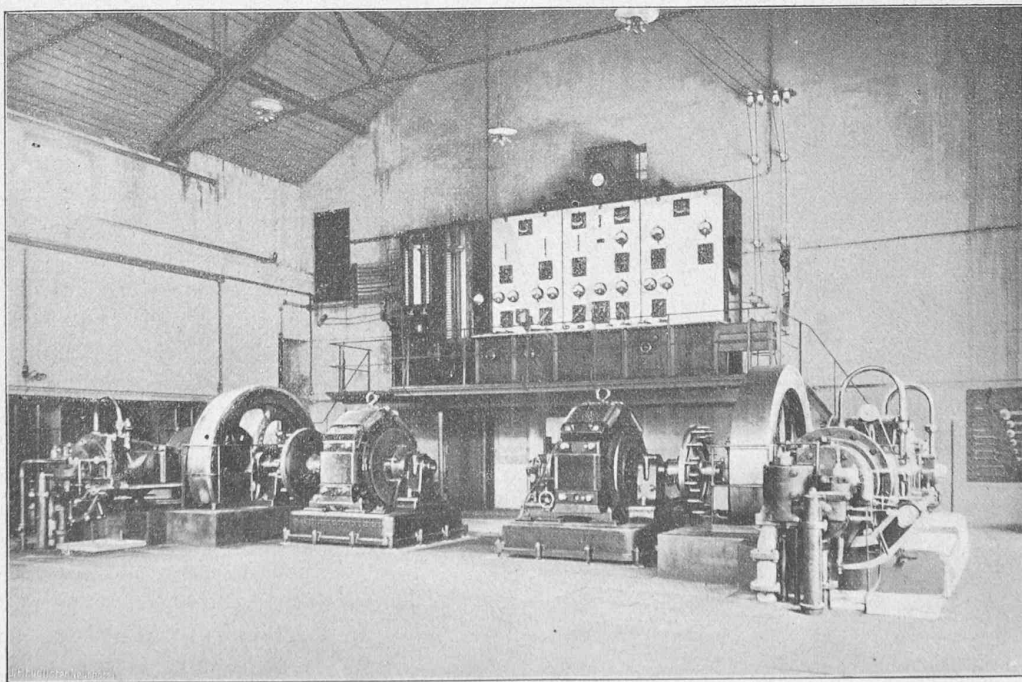


Fig. 17. — L'usine génératrice des Tramways lausannois à la rue St-Martin, pendant la 1^{re} période d'exploitation (1895-1903).

les génératrices et sert à la fois de régulateur pour les variations de charge et de réserve en cas d'accident aux machines.

De cette façon les groupes générateurs travaillent à un régime constant, voisin de la pleine charge, et dans de bonnes conditions de rendement.

Les éléments de réserve, au nombre de 114, étaient groupés 3 à 3 à l'aide d'un réducteur Thury ; la charge de ces éléments de réserve s'effectue en deux séries par le groupe survolteur.

L'usine génératrice a fonctionné pendant plus de six ans, en donnant entière satisfaction, et dans des conditions d'économie remarquables. La consommation de charbon par kilomètre-voiture n'a pas dépassé 1 kg. 150 en comprenant toutes les dépenses pour éclairage de l'usine, du dépôt, des bureaux, des stations et des voitures, ainsi que le chauffage de ces dernières.

Nous donnons, dans le tableau ci-dessous, un résumé du coût de l'énergie électrique produite avec l'installation à gaz pauvre, au cours de trois années consécutives.

L'usine de Couvaloup ayant été rachetée par la Commune de Lausanne aux conditions prévues par le cahier des charges, la Commune a fourni le courant nécessaire à l'alimentation du réseau après l'achèvement des installations des forces motrices du Rhône. Cette fourniture d'énergie fonctionne régulièrement dès le 1^{er} octobre 1902.

Le courant de l'usine municipale ayant été pendant la période de transition amené au tableau de l'usine génératrice, ce dernier a fonctionné encore jusqu'à fin septembre 1903, époque à laquelle a été terminée l'installation du nouveau tableau dans l'ancien atelier de la Solitude, demeuré propriété de la Société des Tramways lausannois et transformé à cet effet.

Dépenses pour la production de l'énergie électrique à l'usine des Tramways lausannois.

Prix du kilowatt-heure aux bornes des génératrices.

| Années | 1899 | 1900 | 1901 |
|---|---------|---------|---------|
| Kilowatts-heure fournis aux bornes des génératrices . . . | 925 300 | 937 550 | 955 300 |
| | Cent. | Cent. | Cent. |
| 1. Administration générale | 0,37 | 0,38 | 0,34 |
| 2. Personnel de l'usine . . . | 1,85 | 1,77 | 1,45 |
| Matières consommées. | | | |
| 3. Combustibles | 4,69 | 4,70 | 5,14 |
| 4. Graissage et nettoyage . . | 0,37 | 0,14 | 0,31 |
| 5. Eau pour l'usine | 0,33 | 0,24 | 0,21 |
| 6. Eau acidulée p ^r accumul. } 7. Divers. } | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Entretien. | | | |
| 8. Gazogènes et accessoires | 0,14 | 0,14 | 0,20 |
| 9. Moteurs à gaz et dynamos | 0,13 | 0,13 | 0,03 |
| 10. Accumulateurs. | 0,65 | 0,64 | 0,57 |

Divers et intérêts.

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| 11. Assurances, accidents, caisse secours | 0,09 | 0,07 | 0,06 |
| 12. Assurance incendie . . . | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 13. Impôts | 0,21 | 0,21 | 0,21 |
| 14. Intérêts au 4% des capitaux de 1 ^{er} établissement ¹ | 2,30 | 2,28 | 2,23 |
| Prix du kilowatt-heure | 11,23 | 10,76 | 10,82 |

Prix moyen des trois années 10,94

Ancien dépôt de la Solitude.

Il n'a pas été possible de faire entrer plusieurs voies directement dans le dépôt de la Solitude vu sa situation ; aussi a-t-il fallu se contenter d'une voie unique, branchée sur la ligne du Tour de Ville, et assurer le service des six voies parallèles à l'aide d'un chariot transbordeur à fosse (fig. 18).

La remise des voitures était constituée par une charpente en fer supportant une couverture en tôle ondulée ; ses dimensions étaient de 30 m. de longueur sur 12 de largeur. Elle abritait quatre voies, pouvait contenir 20 voitures du premier modèle employé ; une des voies était aménagée en fosse (fig. 19).

Les colonnes en fer supportant les sept fermes de la charpente étaient fixées sur des piliers en maçonnerie fondés sur la molasse ; une cloison en planches adaptées aux colonnes de cette remise en forme les parois latérales. Cette construction économique a été exécutée par M. Fatio, constructeur à Lausanne. Lors de l'installation du nouveau dépôt elle a été démontée par le même constructeur et réédifiée en Prélaz, où elle abrite le matériel de voie en réserve.

Le bâtiment des ateliers avait été construit en maçonnerie, avec le même aspect extérieur que l'usine génératrice. Il comprenait une seule grande salle de 9^m,30 sur 13^m,30, les combles étaient aménagés en magasin général. Une voie avec fosse était disposée dans l'atelier. En annexe se trouvaient les W.-C., le dépôt d'huiles et graisses, ainsi qu'un local pour la forge, avec deux feux.

Les ateliers étaient pourvus des machines-outils suivantes : 1 tour à bandages, 2 tours parallèles, 1 perceuse, 1 étai-limeur, 1 grande meule et 1 meule émeri, le tout actionné par un moteur à courant continu de six chevaux alimenté par le courant du tramway ; enfin une presse hydraulique pour l'enlèvement des bandages.

Ce local était suffisant pour toutes les réparations du matériel roulant et son mobilier a été transporté en Prélaz dans le nouveau dépôt. Devenu libre par suite de ce transfert, il a reçu le nouveau tableau de distribution.

L'espace disponible entre la remise et l'atelier était occupé par une annexe comprenant : le bureau du chef d'atelier, un local de recettes, un atelier d'électricien, un atelier de bobinage avec étuve et un local pour le nettoyage des moteurs. Ces constructions provisoires en bois ont été

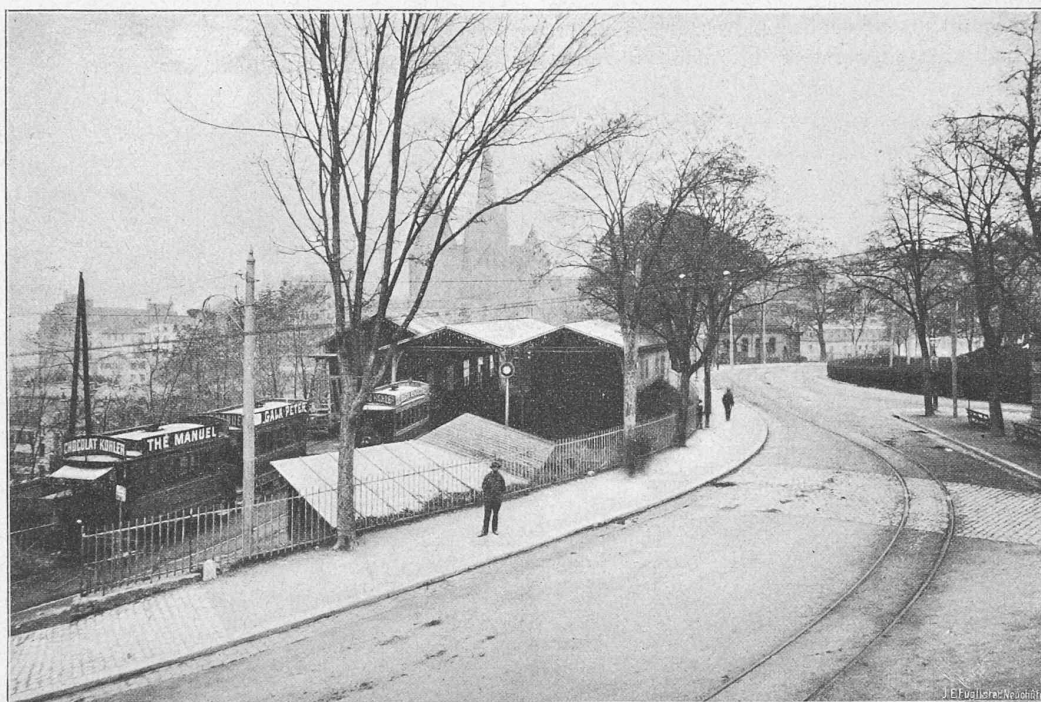


Fig. 18. — Le dépôt des Tramways lausannois à la Solitude pendant la 1^{re} période d'exploitation (1895-1903).

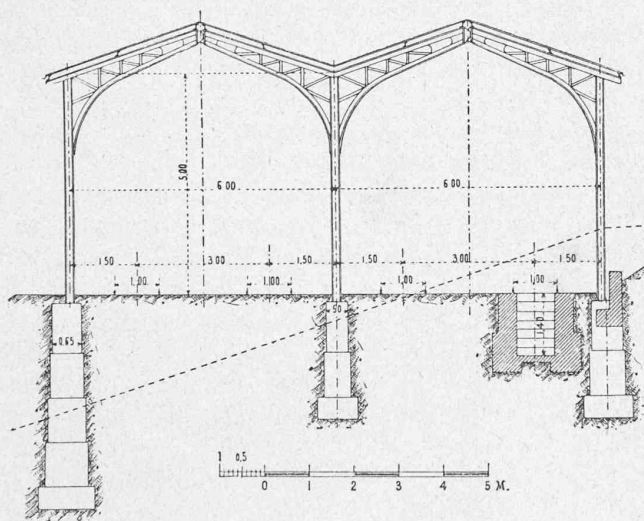


Fig. 19. — La remise des voitures des Tramways lausannois à la Solitude, pendant la 1^{re} période d'exploitation (1895-1903). — Coupe transversale.

utilisées pendant six ans et ont rendu de grands services malgré leur exigüité.

Une annexe à la remise, également en bois, a été aménagée en local de peinture pour les voitures ; cette construction étant devenue insuffisante, il a fallu édifier encore pour ce service une petite remise, sur le terrain de la gare du Chemin de fer Lausanne-Echallens ; elle est utilisée actuellement comme dépôt de matériel de voie.

Enfin, à Lutry, sur la place des Halles, on a établi un auvent pour 2 voitures, sous lequel sont remisées actuellement 2 voitures de remorque.

Ces installations du dépôt et des ateliers ont donné toute satisfaction, bien qu'il ait été difficile d'arriver à placer, dans cet espace très restreint, un service aussi complexe avec un parc dépassant 30 voitures et tout l'outillage pour la voie et la ligne aérienne ; elles avaient le grand avantage d'occuper une position centrale, mais le développement considérable du réseau à partir de 1902, et les extensions prévues, imposèrent la recherche d'un nouvel emplacement.

(A suivre).

La fixation de l'azote atmosphérique par le carbure de calcium.

Par M. HENRI DEMIERRE, D^r ès-sciences.

La consommation d'azote, principalement sous la forme de *nitrate de soude* et de *sulfate d'ammonium* a augmenté pendant les cinquante dernières années dans des proportions considérables. Voici, d'après M. A. Frank¹, les quantités de nitrate exportées du Chili :

| Années. | Exportation (en tonnes). |
|----------------|--------------------------|
| 1860 | 68 000 |
| 1870 | 182 000 |
| 1880 | 225 000 |
| 1890 | 1 025 000 |
| 1900 | 1 453 000 |
| 1905 | 1 567 000 |

¹ Zeitschrift für Elektrochemie, 9, page 858.