

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 26 (1900)
Heft: 4

Artikel: Le funiculaire Lausanne-Signal
Autor: Vautier, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-21454>

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: 29.06.2025

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

Bulletin Technique de la Suisse Romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES. — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

Rédacteur en chef et Editeur responsable : E. IMER-SCHNEIDER, Ingénieur-Consell, GENÈVE, Boulevard James-Pazy, 8

SOMMAIRE : Le funiculaire Lausanne-Signal, par M. A. Vautier, ingénieur. — Dix ans de science (*Suite et fin*). — Conférence de M. Ch.-E. Guillaume à l'assemblée générale de la G.e.P. — La chambre de Schwyz, par M. H. Vulliétty (*avec planche n° 6*). — Tunnel du Simplon : 1^{er} Rapport trimestriel ; 2^e Etat des travaux au mois de juillet.

Le Funiculaire Lausanne-Signal

par A. VAUTIER, ingénieur.

Les habitants de Lausanne ont supporté longtemps sans se plaindre les inconvénients inhérents à sa position pittoresque; rues escarpées, banlieue montueuse et accès difficile de tous côtés ne gênaient guère notre ancienne population paisible et studieuse; mais, depuis la construction des chemins de fer, dont quatre lignes aboutissent à Lausanne, le commerce et l'industrie se sont développés et de nombreux visiteurs ont créé de nouveaux besoins. L'industrie privée, devançant l'action des autorités municipales, a largement contribué à les satisfaire.

Une Société d'hommes dévoués construisit le chemin de fer de Lausanne à Ouchy; ouvert à l'exploitation en 1878, ce fut le premier funiculaire suisse. Puis, après une longue période d'incubation, une autre société dota la ville d'une ceinture de tramways électriques avec embranchements vers les villages voisins.

Le bois de Sauvabelin et son signal restaient à l'écart de ces innovations, mais ce n'était pas faute de projets.

Un Comité d'initiative avait obtenu, en 1885, une concession pour la construction d'un funiculaire entre l'emplacement, alors vacant, de la buanderie et le Signal. Il recueillit beaucoup d'encouragements platoniques, mais très peu d'appui financier.

Cette prudence avait sa raison d'être, car le bois de Sauvabelin n'était guère visité que pendant la belle saison et les fêtes qui y installaient de temps à autre leurs ronds de danse et leurs carrousels ne créaient pas le courant permanent de voyageurs qui est nécessaire à la prospérité d'une entreprise de transports.

Remarquons à ce propos que les funiculaires ont plus besoin encore que d'autres chemins de fer de cette permanence de trafic, car il ne leur est pas possible, sans de coûteuses installations, d'ajouter en temps de grande affluence des voitures supplémentaires. Ils ne peuvent donc profiter que d'une manière restreinte des incidents favorables à leurs recettes.

Cette première Société attendit longtemps des temps meilleurs, puis renonça à sa concession.

Depuis lors, une Société de développement créa dans le bois un lac à patiner, ce qui produisit une circulation d'hiver, puis les tramways se construisirent et rendirent plus accessible l'emplacement d'une gare inférieure; enfin

et surtout, l'affluence inattendue des voyageurs de tramways donna la preuve que le public apprécie beaucoup les moyens de transport.

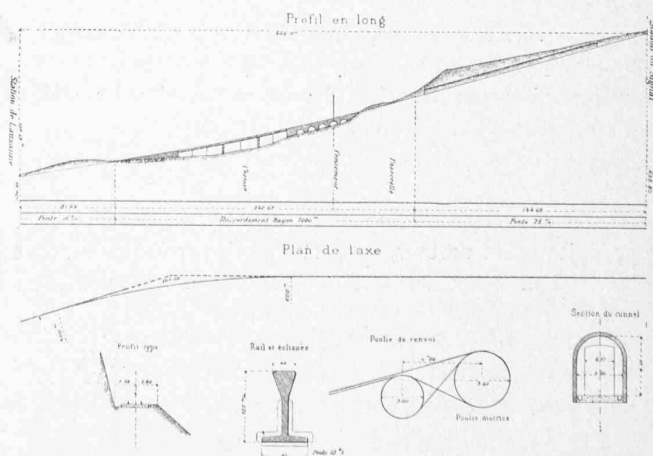
On pouvait donc, sans trop de témérité, reprendre le projet d'un funiculaire Lausanne-Signal. De nouvelles études, développant un avant-projet émis autrefois par notre collègue M. Jules Michaud, placèrent la station inférieure au carrefour des rues de l'Industrie et du Nord, près de l'usine du Vallon. La station supérieure se trouve à occident et en contrebas de l'esplanade du Signal. Les nouveaux concessionnaires réussirent à former une Société par actions à la tête de laquelle nous trouvons : MM. Lucien Vincent, imprimeur, Charles Niess, avocat, Charles Schmidhauser, banquier, Eugène Francillon, négociant, Arthur Prud'hom, géomètre, Alfred Manuel, négociant, L.-O. Du Bois, négociant, et J. Duvillard, ingénieur-mécanicien.

Un syndicat se chargea du capital-actions montant à 225000 francs. Le complément de ressources nécessaires est fourni par un emprunt de 110000 fr. émis en souscription publique.

La constitution de la Société fut grandement facilitée par le fait que notre collègue, M. Alexandre Koller, déjà avantageusement connu par les entreprises des chemins de fer Morges-Bière et de la Wengernalp, offrit de construire le funiculaire d'après ses propres projets pour le prix à forfait de 230000 francs.

Cette somme comprend toutes les installations nécessaires pour le bon fonctionnement de la ligne. Les terrains ont coûté environ 71000 francs en sus.

Le profil en long et le plan ci-joints, planche n° 1, nous dispensent de décrire la ligne. Ils provoquent les observations suivantes.



Le tracé en plan présente une courbe prononcée, ce qui est assez rare pour la traction par câble. Cela n'a produit cependant aucun inconvénient dans le service de l'exploitation. La distribution des pentes s'écarte beaucoup de celle que conseillait la théorie et aurait été inadmissible pour une exploitation par contre-poids d'eau. Elle s'explique par la configuration du coteau et par le désir de réduire le plus possible les frais de construction.

La forte déclivité transversale du terrain naturel interdisait la construction de hauts remblais, sa mauvaise qualité exigeait des fondations profondes et des soins spéciaux. Sur ses 467 mètres de longueur, la ligne présente un viaduc métallique de 82 m. de long prolongé par cinq arches en maçonnerie sur 45 m. et un tunnel de 135 m. de longueur. Il y a en outre une passerelle de dévestiture.

Le viaduc présente sept travées portées par quatre piles en fer et deux en maçonnerie. Il a été construit par l'usine Duvillard. Le tunnel est presque entièrement revêtu de maçonnerie en béton, car il a traversé des bancs de molasse peu compacte et des bancs de marne.

La voie est formée de deux rails d'un type spécial combiné de manière à donner prise aux freins dont nous parlerons plus loin.

Ils sont éclissés latéralement et par-dessous et sont posés sur des traverses métalliques sauf sur le viaduc qui est muni de traverses en bois. Notons ici que les traverses métalliques ne sont pas à recommander pour les voies à fortes pentes à cause de la moindre résistance qu'elles présentent au glissement de la voie. Cela surtout pour les chemins de fer à crémaillère. Elles ont pu être admises pour le Lausanne-Signal qui a un autre système de traction.

Les poulies porteuses du câble, ou galets, sont du type ordinaire.

Les deux voitures attachées aux extrémités du câble se croisent spontanément à cause de la disposition de leurs roues. Pour l'une des voitures les roues de droite sont munies d'un double boudin, tandis que celles de gauche sont cylindriques et très larges; il en résulte que la voiture suit forcément le rail continu qu'elle a à sa droite tandis que la roue cylindrique passe sans obstacle sur les croisements de voie. Pour l'autre voiture c'est l'inverse. Ce système, usité sur plusieurs chemins de fer funiculaires, fonctionne très bien, mais il interdit l'introduction sur la voie de voitures provenant d'autres réseaux.

Les voitures du Lausanne-Signal pèsent à vide 4965 kilogrammes chacune. La charge de 50 personnes et de quelques bagages peut être évaluée à 3335 kg. La charge totale atteint donc 8300 kg. Il y a 24 places assises et deux plateformes où peuvent se tenir debout 26 personnes et le conducteur.

Sur cette ligne, le mouvement alternatif des trains est produit par un moteur, de sorte que les freins ne servent jamais à modérer la vitesse de marche, mais seulement à arrêter les voitures en cas d'accident.

Dans ces conditions, le système de freins à mâchoires, inauguré au funiculaire du Stanserhorn est préférable au frein à crémaillère qui est plus coûteux.

Ce frein à mâchoires est composé de deux pièces très fortes qui serrent le rail lorsque tourne une vis à double filet qui relie leurs extrémités supérieures.

Chaque voiture a trois freins placés du côté où les roues ont double boudin de manière à ne serrer que le rail continu.

Deux de ces freins sont actionnés par le conducteur, le troisième fonctionne lorsque le câble se détend par rupture ou autrement. Il peut aussi être déclenché par le conducteur.

Le serrage du rail est très brusque et énergique de sorte que la voiture est immobilisée instantanément. Il faut alors, pour la remettre en marche, que le conducteur descende et desserre la vis au moyen d'une manivelle.

L'inconvénient des freins automatiques est de fonctionner parfois intempestivement, cela est surtout le cas pour les chemins à faibles pentes car il suffit de peu de chose pour détendre le câble. Celui-ci est attaché aux voitures au moyen du manchon creux-conique employé en premier lieu au chemin Lausanne-Ouchy.

La tension du câble ne dépasse pas 2560 kg.; il pèse trois kilos par mètre et provient de la fabrique Cradock et Cie.

Les voitures proviennent de la fabrique de machines de Berne.

Au sommet de la ligne, le câble s'enroule sur deux poulies à triples gorges en fonte dont l'une est actionnée par le moteur. Les arcs embrassés par le câble sur la poulie motrice équivalent ensemble à trois fois sept dixièmes de tours et comme l'adhérence n'a jamais fait défaut on peut en conclure que le coefficient de frottement est égal ou supérieur à 0,059 comme nous l'avions constaté déjà au Lausanne-Ouchy pour un tambour en bois.

Le projet qui a servi de base au marché à forfait prévoyait l'emploi de l'eau de Brét comme force motrice. Sa pression eût actionné une turbine attelée à une dynamo placée près de la station inférieure. L'électricité produite eût actionné une dynamo réceptrice et chargé des accumulateurs à la station supérieure. Une étude plus détaillée fit renoncer à ce système comme trop onéreux et l'on donna la préférence aux moteurs à benzine, mais en réservant à la Compagnie le droit de réclamer de l'entrepreneur une installation électrique lorsque la ville de Lausanne en sera pourvue et l'offrira à prix convenable.

L'installation actuelle comprend deux moteurs à benzine de 30 chevaux chacun fournis par la fabrique de machines de Winterthur. Cette division en deux moteurs est avantageuse pour une ligne à trafic très variable, car on ne se sert que d'une seule machine lorsque la voiture montante n'a pas plus de 20 voyageurs en sus de la voiture descendante. La seconde machine entre en action lorsque l'affluence des voyageurs montants est plus considérable. La dépense de benzine est ainsi mieux proportionnée au travail utile que si l'on n'avait qu'un seul moteur.

Il y a toutefois à prendre une précaution pour qu'il en soit ainsi. Elle consiste à régler l'admission de benzine de manière que les deux moteurs marchant isolément prennent la même vitesse.

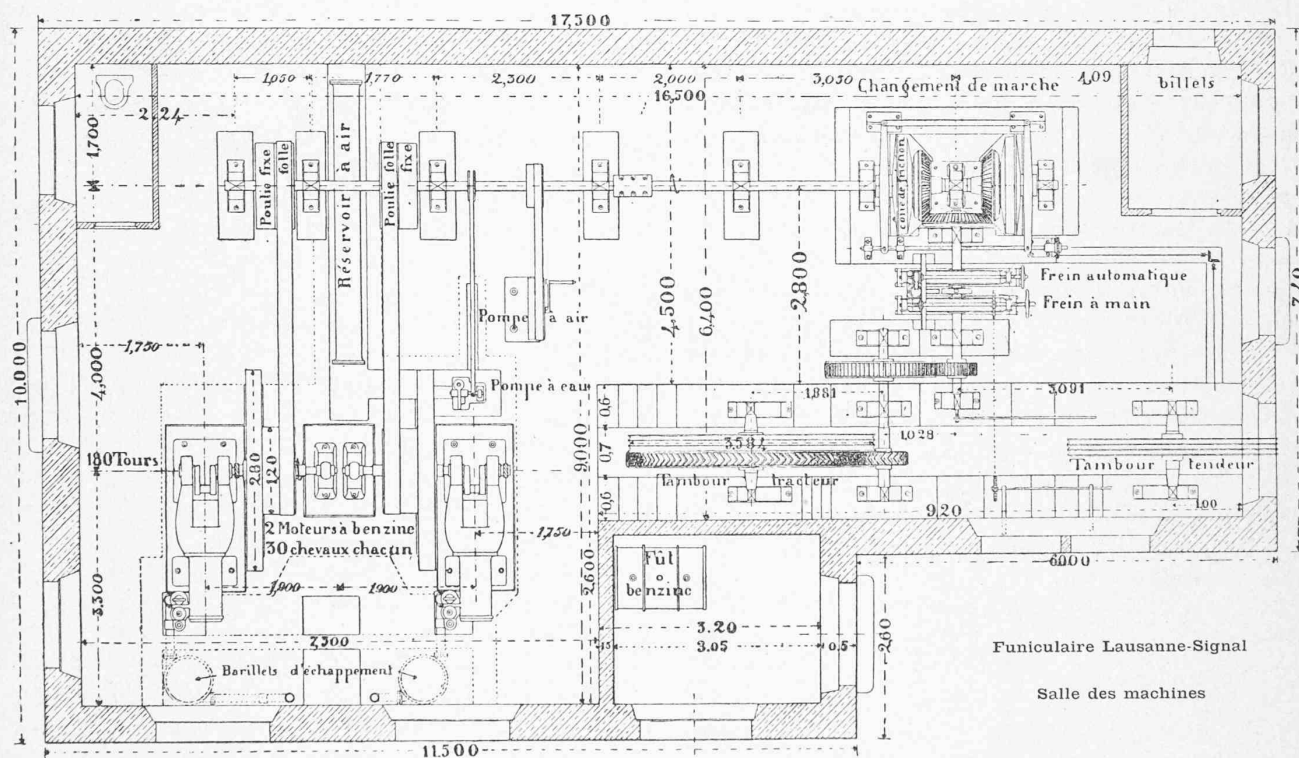
Les moteurs à benzine sont à quatre temps, c'est-à-dire que sur quatre courses simples du piston, l'une aspire le mélange d'air et de benzine, la seconde le comprime dans la chambre d'explosion. A ce moment le mélange est allumé par une étincelle électrique, ce qui produit la troisième course de piston, seule propulsive. La quatrième expulse les gaz brûlés et le cycle recommence.

Un régulateur à force centrifuge supprime le nombre d'explosions nécessaires pour que la vitesse soit presque uniforme. Cette suppression est produite, non par l'obturation du canal d'amenée des gaz explosifs, mais par le maintien, pendant la première course, de l'ouverture d'expulsion

le piston près de la culasse du cylindre, mais il ne court plus guère de danger.

L'explosion et la compression des gaz échauffent beaucoup le cylindre-moteur, ce qui nuit non seulement aux garnitures mais à l'inflammation des gaz. Les constructeurs recommandent d'envoyer, dans la double enveloppe du cylindre, assez d'eau pour qu'elle ne dépasse pas 60° C. L'enveloppe extérieure est alors à la température de la main.

L'installation du Lausanne-Signal présente un réservoir d'eau de 30 mètres cubes entièrement couvert. Cette disposition n'est pas favorable au refroidissement de l'eau,



des gaz brûlés. Il y a là une cause de perte que l'avenir supprimera sans doute.

L'étincelle électrique est produite par un électro-aimant chargé par la marche même du moteur. Une petite lampe peut suppléer à cet organe délicat.

Il est évident que ce genre de moteur exige une mise en train qui se fait à bras d'homme pour les modèles de moins de 5 chevaux, mais qui deviendrait dangereuse et très pénible pour les moteurs plus forts pourvus de très lourds volants. On a donc installé une pompe à air qui peut être actionnée soit par le moteur soit par le mécanicien et permet de créer une réserve de force motrice sous la forme d'air comprimé. Celui-ci agit dans le cylindre du moteur pour produire les premières courses.

Cette disposition ne dispense pas complètement le mécanicien de pousser au volant, ne fût-ce que pour amener

aussi la Compagnie prend-elle des mesures pour créer une circulation constante pendant la saison chaude. Le bruit de l'explosion des gaz est notablement diminué par des étouffeurs, c'est-à-dire par le passage des gaz brûlés dans des entonnoirs remplis de laine et d'autres matières inertes. L'odeur est à peu près nulle et tout danger d'explosion est écarté en plaçant le réservoir à benzine dans un local séparé des moteurs et dans lequel on ne pénètre que de jour.

La dépense de benzine est évaluée à 350 grammes par cheval-heure lorsque le moteur marche à pleine charge, mais la dépense est notablement plus forte lorsque le travail utile est moindre. Il y a en effet des frottements et des pertes qui restent constants.

Pendant les premiers temps de l'exploitation de la ligne on a dépensé à peu près 1,2 kilos de benzine par train, soit environ 48 centimes. Les trains étant espacés de 20 mi-

nutes on arrête les moteurs entre les courses, mais on ne les embraye avec la poulie motrice que lorsqu'ils ont atteint leur vitesse normale. Les organes de transmission entre les moteurs et la poulie motrice sont indiqués sur le plan ci-joint. Ils ont été étudiés et fournis par la fabrique de machines de Berne. On y remarque le système d'embrayage et de changement de marche composé de deux roues d'angle folles sur l'arbre engrenant en permanence avec la roue conique de l'axe transversal; deux poulies à friction, solidaires à l'arbre moteur, actionnent à volonté l'une ou l'autre des roues ou aucune d'entre elles.

Le mécanicien peut donc, de son poste, commander la marche dans les deux sens ou l'arrêt des trains.

Deux freins à friction, très puissants, permettent d'immobiliser l'arbre transversal et par conséquent la poulie du câble.

L'un de ces freins est commandé par le mécanicien, l'autre agit automatiquement lorsque la voiture vient à buter contre un levier en dépassant intempestivement son point d'arrêt. Cela empêche ou au moins atténue les chocs contre le heurtoir.

Une règle parcourue par un curseur et un compteur de tours sont près du mécanicien et lui permettent de régler la vitesse de marche des trains.

Cette vitesse est fixée à 2 mètres par seconde, ce qui correspond à 174 tours du volant des moteurs par minute.

Les stations et les trains communiquent au moyen du système de signaux suivants :

1° Une ligne téléphonique relie les stations extrêmes.

2° Une ligne de sonnerie, munie à son extrémité intérieure d'un bouton de contact, permet au conducteur de donner le signal de départ sans quitter son poste sur la plate-forme de la voiture.

3° Une ligne de sonnerie placée de manière que le conducteur puisse la toucher, pendant la marche du train, avec une baguette en cuivre communiquant par la voiture avec le rail. Cette sonnerie ne sert que lorsqu'un accident sur la voie exige l'arrêt du train. On évite ainsi d'employer les freins de la voiture dont l'action brusque nuit au câble.

4° Lorsque le train n'est plus qu'à 30 mètres de distance des stations, le curseur dont nous avons parlé déclanche une sonnerie électrique. Le mécanicien est ainsi averti à temps de l'approche de la voiture.

5° Les conducteurs sont munis de cornes d'appel. — Les installations électriques ont été exécutées par notre collègue, M. Tzaut.

Dépense de construction.

La construction de la ligne ayant été faite à forfait, nous devons nous borner à extraire des comptes de construction les chiffres les plus intéressants, arrêtés au 31 décembre 1899.

Frais d'organisation, d'administration . . .	Fr.	13458.50
Intérêts du capital d'établissement	»	2591.70
Expropriations	»	70999.12
Total	Fr.	87049.32

Etablissement de la ligne.

Tunnel de 130 m. de longueur	Fr.	46000.—
Ponts, viaducs, ponceaux et aqueducs	»	38000.—
Terrassements, murs, voies d'accès et divers	»	27383.65
Voie de fer	»	14800.—
Bâtiments	»	32725.20
Téléphones et signaux	»	1400.—

Total pour l'établissement de la ligne . . . Fr. 170308.65
soit fr. $170308.65 : 467 = 364700$ francs par kilomètre.

Moteurs et câble	Fr.	53882.70
Deux voitures à voyageurs	»	16511.20
Mobilier et ustensiles	»	2851.—
Dépenses totales	Fr.	320604.07

Exploitation.

L'horaire d'hiver présente 39 trains par jour, celui d'été 44 trains. Ils sont espacés assez régulièrement toutes les 20 minutes. En temps d'affluence il y a des trains supplémentaires. Le service d'hiver commence à 7 h. 20 du matin et cesse à 8 h. 30 du soir. Celui d'été commence à 6 h. du matin et finit à 10 h. du soir.

Le tarif pour le transport des voyageurs est de 30 centimes pour monter, 20 centimes pour descendre et 40 centimes pour la double course.

La Compagnie offre des carnets d'abonnement de 25 courses au prix de 4 fr. et des abonnements d'écoliers pour le même prix, valables pendant un mois pour un nombre quelconque de courses. Les trains transportent les bagages et colis pesant moins de 100 kilos.

Le chef de l'exploitation a sous ses ordres un personnel composé de deux mécaniciens, quatre conducteurs de trains et d'un garde-ligne. L'un des conducteurs remplace les mécaniciens pendant leurs congés.

Pour les jours de grande affluence la vente des billets est faite par un employé spécial placé à la station inférieure, mais, en temps ordinaire, ce service est fait par les conducteurs.

L'exploitation de la ligne a commencé le 18 octobre 1899 et a produit jusqu'ici les recettes suivantes.

		Nombre de voyageurs	Bagages Kil.	Recettes Fr.
En Octobre	1899	12,927	3160	2579.00
« Novembre	»	10,252	4610	2164.35
« Décembre	»	9707	2010	2123.35
« Janvier	1900	7347	2320	1631.25
« Février	»	2621	1300	551.25
« Mars	»	3816	720	826.70
« Avril	»	10,229	4090	2216.55
« Mai	»	10,304	5320	2354.70
« Juin	»	12,651	4720	2826.95

La recette de juillet s'annonce fort belle et dépassera 4500 francs.

Le nombre des voyageurs dépend en hiver de l'état du lac à patiner et, à cet égard, le temps a été peu favorable.

En été le plus ou moins grand nombre de fêtes qui ont lieu dans le bois a une influence prépondérante. Il y a cependant une circulation permanente de la population des hameaux voisins. Le village suisse et le restaurant, récemment construits près de la station supérieure, ont aussi de nombreux visiteurs.

Les dépenses d'exploitation ne peuvent être évaluées qu'approximativement, l'exercice n'étant pas révolu.

Le dépense moyenne par jour est de 49 fr. 30 sans compter le service du capital-obligations. Les frais de traction seuls sont en moyenne de 980 francs par mois, comprenant 365 fr. pour le mécanicien, son remplaçant et son aide, 560 fr. pour la benzine et 55 fr. pour graissage, nettoyage, etc. La conduite des trains coûte 350 fr. par mois. La dépense pour le personnel est donc assez considérable, ce qui provient de l'application de la loi fédérale du 27 juin 1890 concernant la durée du travail dans l'exploitation des chemins de fer.

On peut augurer que la dépense annuelle d'exploitation atteindra 18000 francs environ, dont 12000 pour le service de traction seul.

On voit donc que les chemins de fer funiculaires à moteurs exigent un trafic important et qu'il est en général préférable d'avoir recours au contrepoids d'eau, malgré ses sujétions diverses. Pour le Lausanne-Signal on n'avait pas le choix, car l'eau n'aurait pu être amenée que de très loin et la ligne aurait été plus coûteuse à construire.

L'importance du trafic et son accroissement probable permettent à cette petite ligne des dépenses d'exploitation qui ne seraient pas supportées par une ligne moins bien située.

Lausanne, juillet 1900.

Alph. VAUTIER, ing.

DIX ANS DE SCIENCE

(Suite ; voir le n° 2, p. 19 du Bulletin.)

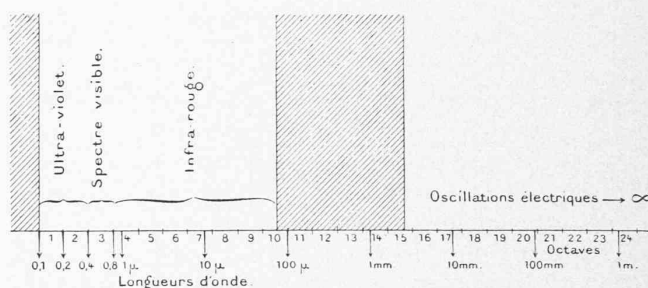
Ces expériences de Hertz eurent un immense retentissement. En tous pays, on les imita, on les perfectionna, on augmenta la puissance de l'induction, et on imagina des appareils plus sensibles pour en constater les effets; on augmenta la fréquence de l'oscillation, et on réduisit proportionnellement la longueur d'onde. On put enfin, avec des appareils de dimensions modestes, imiter sans exception toutes les expériences de l'optique.

Le doute n'était plus permis, les ondes hertziennes étaient des ondes lumineuses, de moindre fréquence, mais d'une nature identique. C'étaient les sons graves de la gamme optique, dont les ondes visibles sont les sons élevés, et les rayons ultraviolets les sons suraigus.

Dans l'étude de la lumière, Maxwell et Hertz avaient découvert un continent nouveau, connu d'abord au point où il fut abordé, mais que l'on explora bientôt dans tous les sens. Peu à peu, on se rapproche des terres déjà connues;

aujourd'hui, les ondes réalisées atteignent 3 mm, tandis que, dans le spectre produit par l'incandescence, on s'est avancé jusqu'à 0,07 mm.

Il est aisé de représenter par un diagramme ce que nous connaissons du spectre :



Formons des octaves de longueurs d'onde en partant de 0,1 μ; entre 0,4 μ et 0,8 μ se trouve le spectre visible, seul connu comme dû à des oscillations transversales de l'éther il y a à peine un demi-siècle, après des millénaires de science. Aujourd'hui, nous possédons deux octaves supérieures et 6 ½ octaves inférieures. Ensuite, vers les grands longueurs d'onde, se trouve un espace inconnu et, à 5 ½ octaves viennent les ondes connues, qui s'étendent jusqu'à l'infini.

Comparons notre connaissance actuelle du spectre à ce qu'elle était il y a dix ans. Du côté du spectre visible, on a franchi 2 à 3 octaves, du côté électrique 6 ou 7, soit 9 ou 10 au total, deux fois plus que l'intervalle encore inconnu. Est-ce à dire que, dans une décade, le vide aura été comblé? Il serait fort imprudent de l'affirmer, car les difficultés vont en croissant aux deux limites de cet espace. Faisons des vœux pour que les deux arches du pont, jetées des deux côtés, se rejoignent bientôt. Il y faudra beaucoup de patience, d'intelligence, peut-être de génie, mais le résultat final n'est pas douteux; le temps nous le donnera.

Partant des phénomènes très anciennement connus de l'optique, nous sommes entrés de plain-pied dans le domaine des oscillations électriques. Parcourons maintenant le chemin inverse; partons des oscillations électriques, dont l'origine est le mouvement de l'électricité dans un conducteur, pour essayer de comprendre la naissance des ondes optiques. S'il peut paraître imprudent d'affirmer l'identité de leur genèse, au moins peut-on mettre cette hypothèse à l'épreuve. Nous pensons, depuis longtemps, que l'émission lumineuse est le résultat d'une réaction directe du mouvement des molécules sur l'éther ambiant. D'autre part l'électrolyse nous enseigne que les atomes portent des charges électriques. La vibration des atomes dans la molécule met donc en mouvement des charges, et ce peut être leur induction qui produit le mouvement lumineux. Si notre raisonnement est exact, cette émission doit être modifiée par la présence d'un champ magnétique, agissant sur les circuits moléculaires. L'expérience enseigne qu'il en est ainsi, et ce résultat, cherché par plusieurs physiciens, mais constaté pour la première fois par Zeeman, est