

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 4 (1878)
Heft: 2

Artikel: Notice historique, statistique et descriptive sur les chemins de fer de la Suisse occidentale au point de vue spécial de la construction
Autor: Meyer, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-5903>

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: 02.07.2025

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

correspondant est de 15^m,64. La pente du canal est de 0,0045, et pour le régime uniforme la pente superficielle de l'eau aura cette même valeur. De quel débit ce canal est-il capable? — On calculera d'abord le rayon moyen $\frac{S}{p}$, qui vaut 1,20; on prendra donc sur la figure l'abscisse 1,20, puis en montant verticalement jusqu'à la courbe des parois en terre, on trouve pour K la valeur 41,8. Introduisant alors cette valeur dans la formule du débit, on trouve $Q = 57$ mètres cubes par seconde, ou plus exactement 57^m,704. On voit en même temps et sans calcul qu'une variation d'une unité du coefficient K aurait pour effet une variation de près d'un et demi mètre cube pour le débit.

Le problème se pose en général sous la forme suivante : *Quelles sont les dimensions à donner à un canal qui aura telle pente et devra être capable de tel débit?* On choisit alors à vue une section qu'on présume devoir être capable de ce débit, et l'on vérifie par la formule si elle en est réellement capable. C'est donc par tâtonnements successifs, et après des essais souvent nombreux qu'on arrive à résoudre le problème d'une manière satisfaisante; tout procédé tendant à abrégé ces tâtonnements sera bien accueilli par les gens de l'art.

Dans l'exemple ci-dessus, la vitesse *moyenne* de l'eau sera de $\frac{57.7}{48.78}$ soit de 3^m,07 par seconde. L'ingénieur examinera si cette vitesse est admissible, ce qui dépend de plusieurs considérations variant pour chaque cas particulier, entre autres du plus ou moins de fréquence probable du débit maximal, de la quantité et de la nature des matières charriées, du degré de nuisance des érosions et de la plus ou moins grande tendance du cours d'eau à déposer les matières en suspension. Si l'on en croyait la plupart des traités d'hydraulique, la vitesse *au fond* d'un canal en terre ne devrait pas dépasser 8 centimètres, et 15 centimètres pour l'argile tendre. Ces mêmes ouvrages fixent une vitesse maximale de 3 mètres au fond d'un canal en granit. On serait souvent fort embarrassé de suivre ces règles dans la pratique, mais on cherchera à s'en rapprocher en changeant la forme de la section de manière à modifier le rayon moyen, si l'on ne peut modifier la pente. En même temps, on doit tenir compte de l'équilibre entre les remblais et les déblais.

Dans tel cas donné, les parois d'un lit creusé dans la terre se recouvriront assez promptement de galets pour admettre une vitesse d'un mètre au fond.

En choisissant la forme de la section normale, on ne perdra pas de vue la recherche d'un équilibre entre le danger des érosions et la production des dépôts; on réunira autant que possible les basses eaux dans un lit mineur, sorte de cunette peu large creusée dans l'axe du canal.

On a longtemps admis que la rugosité des parois mouillées n'avait qu'une faible influence sur la vitesse de l'eau; on supposait, à peu de distance de la paroi, l'existence d'une *paroi d'eau*, immobile et lisse, sur laquelle aurait glissé la masse centrale de la veine. L'examen de nos courbes fait voir qu'il n'en est pas ainsi, mais qu'au contraire les rugosités de la paroi doivent donner naissance à des tourbillons, à des mouvements intérieurs qui ne sont pas dirigés dans le sens du courant et qui diminuent la vitesse de la veine liquide tout entière, qui pénètrent le volume total de l'eau et absorbent une puissance vive considérable, en transformant constamment une partie du

mouvement utile au débit en mouvements divers contraires à celui-ci.

C'est ainsi que pour le rayon moyen 1,5, par exemple, la substitution de parois en maçonnerie de moellons aux parois en terre, porte le coefficient K de 44,1 à 59,9, et augmente par conséquent le débit dans la proportion de 1 à 1,36.

NOTICE

HISTORIQUE, STATISTIQUE ET DESCRIPTIVE

sur

LES CHEMINS DE FER DE LA SUISSE OCCIDENTALE

AU POINT DE VUE SPÉCIAL DE LA CONSTRUCTION

par J. MEYER

ingénieur en chef de la construction des chemins de fer de la Suisse occidentale.

Le réseau de la Compagnie des chemins de fer de la Suisse occidentale a été constitué par la fusion des lignes ayant appartenu aux trois compagnies ci-après :

	Etendue.
1 ^o Compagnie de l'Ouest-Suisse	150 kilom.
2 ^o Compagnie de Lausanne-Fribourg-frontière bernoise et Genève-Versoir	99
3 ^o Compagnie du Franco-Suisse	72
Total,	321 kilom.

Nous reviendrons plus loin sur la constitution du réseau de chacune de ces lignes.

Ce sont elles qui forment l'*ancien réseau*, dont la fusion eut lieu en 1872.

Le nouveau réseau se compose des *accessions* faites depuis, soit :

1 ^o La ligne de la <i>Broye longitudinale</i> de Palézieux (jonction avec la ligne Lausanne-Berne) à Fraeschels où elle se raccorde au chemin de fer du Jura - Berne, fusionnée par convention des 31 mars et 12 avril 1873	69
2 ^o La ligne de la <i>Broye transversale</i> , soit de Fribourg à Payerne (où elle croise la ligne longitudinale) et à Yverdon, dont la concession a été cédée à la Suisse occidentale également en 1873 . . .	51
3 ^o La ligne de Jougne (de la frontière franco-suisse, près Vallorbes, où elle forme le prolongement d'un embranchement appartenant au Paris-Lyon-Méditerranée, aboutissant à Pontarlier) à Eclépens, près de la gare de Cossonay, sur la ligne Yverdon-Lausanne, appartenant à la Suisse occidentale. En 1873, la Compagnie avait acheté la presque totalité des titres de cette compagnie et passé avec elle un traité d'exploitation; en 1876, un traité de fusion l'a fait passer définitivement dans la propriété de la Suisse occidentale . . .	40

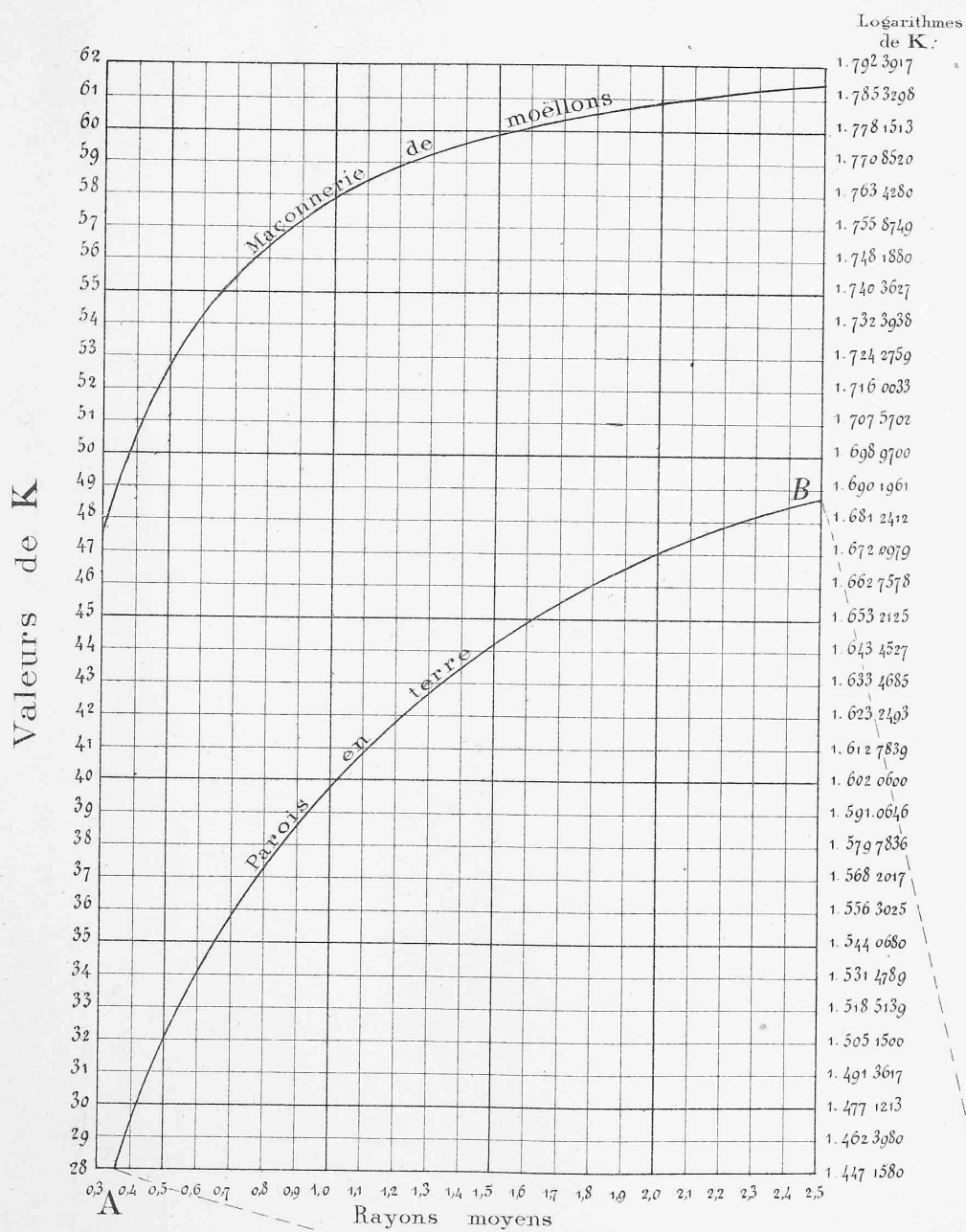
Total du nouveau réseau, 160 kilom.

Total des lignes appartenant à la Suisse occidentale, 481 kilom.

Par suite de traités d'exploitation, la Compagnie de la Suisse occidentale est chargée de l'exploitation des lignes suivantes :

MOUVEMENT DE L'EAU DANS LES CANAUX DÉCOUVERTS

$$Q = K S \sqrt{\frac{Si}{p}}$$



Lausanne, le 10 Avril 1878.

Ed. Pellis.

Seite / page

10(3)

leer / vide /
blank

	Report,	Etendue. 481 kilom.
1 ^o Ligne de la frontière bernoise à la gare de Berne, appartenant à la Compagnie du Central-Suisse	11	
2 ^o Ligne de Pontarlier à la frontière franco-suisse près des Verrières, appartenant à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée . . .	11.3	
3 ^o Ligne de Pontarlier à la frontière franco-suisse près de Vallorbes et appartenant à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée . . .	22.7	
4 ^o Ligne de Bulle à Romont appartenant à une compagnie locale	19	
5 ^o Ligne actuellement en exploitation et appartenant à la Compagnie du Simplon (la Compagnie de la Suisse occidentale possède la moitié des actions de cette compagnie), soit du Bouveret à Saint-Maurice-Sion et Louèche dans la vallée du Rhône	90	
L'année 1878 verra s'ouvrir le prolongement de Louèche à Brigue (soit au pied et à l'entrée du tunnel projeté du Simplon) d'une longueur de 29 kilomètres.		
Total,	154	

Ainsi donc, la Compagnie de la Suisse occidentale exploite un réseau de 635 kilom.

A. Concessions primitives et constitution du réseau, période de la construction de l'ancien réseau.

I. ANCIENNES LIGNES DE LA COMPAGNIE DE L'OUEST SUISSE

a) *Concessions*. — La première concession rentrant dans le réseau de cette compagnie, fut celle accordée le 8 juin 1852, par le gouvernement du canton, à M. Jacques Sulzberger ingénieur, d'une ligne de Morges à Lausanne par Bussigny et à Yverdon. Cette concession reçut la ratification fédérale le 17 avril 1852; elle fut cédée à la Compagnie de l'Ouest-Suisse, qui se fonda la même année.

Vient ensuite la concession accordée à la Compagnie de l'Ouest, le 10 juin 1853, d'une ligne de la frontière genevoise près Versoix à Morges et d'Yverdon vers Berne, en passant par Estavayer, Payerne, Morat et Laupen. La Compagnie de l'Ouest-Suisse n'exécuta que la ligne de Versoix à Morges, les autres lignes lui furent enlevées par un décret postérieur qui en annulait la concession et dont il sera question plus loin à l'occasion de la ligne Lausanne-Fribourg. Nous verrons plus loin, à l'occasion du nouveau réseau, comment une partie de ces lignes furent concessionnées à nouveau et reprises en 1873 par la Compagnie de la Suisse occidentale, sous le nom de lignes de la Broye (transversale et longitudinale).

A la même date, une autre concession fut accordée à la Compagnie de l'Ouest, ce fut celle d'une ligne de Jougne à Eclépens et de Lausanne à Saint-Maurice, frontière du Valais. Cette concession fut renouvelée et modifiée le 8 janvier 1855. La Compagnie de l'Ouest n'exécuta elle-même que la dernière de ces lignes et elle céda la concession de la ligne de Jougne-Eclépens à une compagnie qui se forma dans ce but en 1866, concession ratifiée par le gouvernement vaudois le 24 septembre

et par la Confédération le 12 octobre 1866. Nous avons dit plus haut qu'en 1876 cette ligne fut de nouveau fusionnée avec le réseau de la Suisse occidentale.

Par décret du 13 septembre 1856 du gouvernement vaudois, ratifié le 23 septembre 1857 par la Confédération, la Compagnie de l'Ouest obtint encore la concession de la ligne d'Yverdon à Vaumarcus (frontière neuchâteloise).

Voir, pour toutes ces désignations locales, les profils en long généraux du réseau Suisse occidentale que nous avons joint à la collection.

Ainsi donc, la Compagnie de l'Ouest construisit réellement les lignes suivantes :

1^o De Morges à Lausanne et à Yverdon par Bussigny avec raccordement direct de Morges sur Lausanne.

2^o De la frontière genevoise près Versoix (soit de l'extrémité de la ligne de Genève à Versoix), qui forme le prolongement de la ligne de Lyon à Genève, à Morges où elle se raccorde avec les précédentes qui en forment le prolongement.

3^o D'Yverdon à Vaumarcus, où elle va se raccorder avec la ligne du littoral du lac de Neuchâtel, concessionnée à la Compagnie du Franco-Suisse et qui en forme le prolongement.

4^o La ligne de Lausanne à la frontière valaisanne qui, avec les lignes 1 et 2, forme une ligne continue sur le littoral vaudois du lac Léman et la vallée du Rhône; à la frontière valaisanne, elle se raccorde avec la ligne qui fut concédée à la Compagnie dite d'Italie et appartenant actuellement à celle du Simplon par suite de déchéance de la première concession; ligne que l'on se propose de diriger vers l'Italie en traversant les Alpes par le col du Simplon.

Toutes ces lignes sont situées sur le territoire du canton de Vaud et ont, comme nous l'avons dit plus haut, une longueur de 150 kilomètres.

La construction de ces lignes commença en 1853, le dernier tronçon fut livré à l'exploitation le 2 avril 1861. Voici les dates successives d'ouverture de chacun des tronçons :

		kilomètres.
Yverdon-Bussigny	7 mai 1855,	30,978
Bussigny-Renens-Morges . . .	1 ^{er} juillet 1855,	10,600
Renens-Lausanne		4,438
et Bussigny-Echandens (raccordement direct)	5 mai 1856,	0,932
Villeneuve-Bex	10 juin 1857,	18,168
Morges-Coppet	14 avril 1858,	32,795
Coppet-Versoix	21 avril 1858,	3,026
Yverdon-Vaumarcus	7 nov. 1859,	15,065
Bex-Saint-Maurice (frontière valaisanne, aiguille des Paluds) . . .	1 ^{er} nov. 1860,	2,530
Lausanne-Villeneuve	2 avril 1861,	22,322

b) *Capital social*. — L'organisation sociale de cette compagnie et la fixation de son capital a subi différentes modifications au fur et à mesure des concessions successives, et le capital social fut définitivement fixé à 39 millions, qui se décomposent en 68 000 actions ordinaires à 500 fr. = 34 millions et 10 000 actions privilégiées à 500 fr. = 5 millions, total, 39 millions. Au moment de la fusion avec la Suisse occidentale, soit au 31 décembre 1871, les dettes de cette compagnie, soit les emprunts par obligations, s'élevaient à 34 367 600 fr. et le total du passif à 76 511 303 fr. 19 cent.

c) *Description de la ligne et période de la construction.* —

Comme nous l'avons dit, depuis Versoix à Lausanne, la ligne dessert le littoral du lac de Genève, sans cependant s'en approcher beaucoup, elle s'étend sur les premiers contreforts du Jura et, sans qu'elle ait rencontré des difficultés considérables, ces contreforts sont cependant coupés de plusieurs ravins qui ont donné lieu à des ouvrages d'une certaine importance, tels que celui de l'Aubonne traversé par un viaduc dont nous parlerons plus loin et qui est représenté par l'une de nos photographies, ceux de la Promenthouse, des abords de Nyon, du Nant, du Boiron et la traversée de la vallée de la Venoge, au moyen du viaduc dit de la Poudrière d'Echandens; des tranchées assez importantes ont donné lieu à des travaux d'assainissement considérables, entre autres celles de Nyon, de la Redoute de Prangins, de Beaulieu et la grande tranchée de Montbenon. De Lausanne à Villeneuve, la ligne a rencontré d'assez grandes difficultés, d'abord des expropriations très coûteuses dans le plus beau vignoble de Lavaux; enfin, elle traverse, près de Lausanne, le ravin de la Paudèse, sur un viaduc important, également représenté par une de nos photographies et dont nous donnerons plus loin la description. Depuis Lutry, le tracé suit de près le lac, enserré par les coteaux abrupts de Lavaux; cette partie a nécessité des courbes fréquentes et des travaux de soutènement et d'enrochement importants, plusieurs déviations de la route d'Italie; à Rivaz, la ligne arrive tout au bord du lac. Près de Lutry, ces contreforts ont nécessité la construction de deux tunnels, celui de Paudex de 72^m,15 de long et celui de Bertholoz 135^m,75. A Vevey, la ligne traverse le torrent de la Veveyse sur un pont de 25^m. Nous avons ensuite le tunnel des Crêtes d'une longueur de 301^m,25 et les ponts sur torrents de la Baye de Clarens et de Montreux, puis de Veytaux, un pont à une arche de 20^m à Territet, et deux passages de torrents, ceux de la Verraye et de la Tinière en aqueduc avec radier, au-dessus de la voie, dans les points où les tranchées coupaient les cônes de déjection de ces cours d'eau.

De Villeneuve jusqu'au Rhône, la construction n'a pas rencontré de difficultés; la ligne suit le fond de la vallée du Rhône relativement plat, marécageux en certains points. Il n'y a à traverser que trois cours d'eau un peu importants, la Grande-Eau, près Aigle, qui est franchie par un pont en tôle de 12^m,56 d'ouverture. La Gryonne, entre Saint-Triphon et Bex, par un pont en tôle de 8^m d'ouverture. Une correction assez importante, avec bassin de dépôt, a été faite à la traversée de cette rivière torrentielle descendant des Diablerets. Malgré cela, de fréquents débordements ont eu lieu, qui ont occasionné des arrêts dans l'exploitation et des dégâts. Le remède ne peut être cherché que dans une correction complète poussée jusque dans la haute vallée. Ce n'est que dernièrement, après de laborieuses négociations, qu'un syndicat a pu être formé entre les communes et les propriétaires bordiers, pour entreprendre cette correction, suivant un plan d'ensemble; un subside de la Confédération est assuré à cette entreprise, la compagnie s'y intéresse aussi pour une somme assez importante. A Massongex, entre Bex et Saint-Maurice, le tracé atteint et traverse le Rhône, qui forme en même temps la limite des cantons de Vaud et du Valais, au moyen d'un pont en tôle dont nous joignons une photographie et donnerons plus loin la description détaillée. A partir de

l'axe du pont, un raccordement sur le territoire valaisan, d'une longueur de 676^m,25, va réunir cette ligne au moyen d'une aiguille en pleine voie dite aiguille des Paluds, à la ligne du Bouveret à Louèche par Saint-Maurice et Sion, dont la concession appartient à la Compagnie du Simplon et qui est exploitée maintenant par la Compagnie de la Suisse occidentale.

La ligne de Morges à Yverdon et Vaumarcus se détache de la précédente près du pont dit de la Poudrière, sur la Venoge; à Bussigny, se raccorde un embranchement qui va près de Renens se rejoindre à la direction de Lausanne, ces trois branches forment ici un delta que l'on désigne sous le nom de delta de la Sorge ou de Bussigny. La ligne suit la vallée de la Venoge qu'elle traverse cinq fois sur des ponts en tôle de 12^m à 20^m et qui a dû être corrigée plusieurs fois; le tracé traverse en outre huit fois, par des ouvrages de moindre importance, des canaux de décharge ou des biefs industriels dépendants de la Venoge. A la station de Cossonay se raccorde la ligne dite de Jougne qui va par Vallorbes et Jougne à Pontarlier; cette dernière ligne emprunte sur 4883^m la plate-forme double voie de l'Ouest. A Eclépens, la ligne traverse l'éperon jurassique du Mauren qui forme le col entre les bassins de la Venoge et de la Thielle ou de l'Orbe, c'est-à-dire en même temps entre ceux du Léman ou du Rhône et de la Méditerranée, et du lac de Neuchâtel ou du Rhin et de la mer du Nord. Là se trouvent deux tunnels, l'un de 301^m,80 et l'autre de 181^m,80 de longueur. Ce point, qui est à l'altitude de 457^m,95 au-dessus de la mer, est en même temps le point culminant du réseau de l'Ouest, tandis que le point le plus bas est à 377^m,77 près de Villeneuve.

Depuis la sortie de ces tunnels, la ligne traverse la plaine marécageuse de l'Orbe jusqu'à Yverdon, le tracé est peu accidenté et ne présente aucun ouvrage saillant. A Yverdon, au moyen de courbes de 332^m, 562^m, 400^m et 402^m, qui sont les plus raides que l'on rencontre sur tout ce réseau, le tracé se reporte sur l'extrémité méridionale du lac de Neuchâtel où se trouve la gare d'Yverdon. C'est là que s'embranchent la ligne nouvelle dite transversale qui se dirige sur Fribourg par Payerne et dont nous parlerons plus loin. Il franchit la rivière la Thielle tout près de son embouchure dans le lac de Neuchâtel, au moyen d'un pont en tôle de 80^m de long, dont nous donnerons la description; par la seconde branche de la courbe en S., le tracé se reporte sur la rive gauche ou occidentale du lac de Neuchâtel qu'il suit jusque vers Vaumarcus à la frontière neuchâteloise où il se raccorde avec la ligne du Franco-Suisse de Vaumarcus au Landeron par Neuchâtel dite du Littoral, qui en forme le prolongement. Cette dernière partie ne présente aucun travail saillant, elle est peu accidentée, le seul ouvrage d'une certaine importance est le pont en tôle de 13^m sur la rivière de l'Arnon, près de son embouchure dans le lac. Des travaux de défense assez importants et consistant en perrés protégés eux-mêmes par des enrochements, ont dû être exécutés sur une partie de la longueur pour se défendre contre les eaux du lac.

Profils-types. — L'infrastructure des lignes de l'Ouest-Suisse est entièrement construite pour la double voie. Les terrassements présentent en tranchée une largeur de 11^m de fossés compris à la hauteur de la plate-forme et le remblais une largeur de 10^m,32 également à cette hauteur.

La double voie est posée entre Lausanne et la bifurcation de la Sorge, près de Renens, et de la bifurcation de la Poudrière, près Bussigny, à Morges et jusque vers la frontière genevoise; sur la ligne de Versoix à Genève, soit le prolongement dont nous parlerons plus loin, la double voie est également posée. Dans le courant de cette année, on comblera la lacune de double voie entre les deux bifurcations de la Sorge et de la Poudrière, de manière à avoir une double voie continue de Lausanne à Genève et l'on posera la double voie de Bussigny dans la direction d'Yverdon jusqu'à la bifurcation de la ligne de Jougne, près de Cossonay.

En % de la
longueur totale.

d) Alignements et courbes, déclivités.

— La longueur totale des alignements

droits est de	82 172 ^m	55,95
La longueur totale des courbes de 300		
à 600 ^m de R. est de	13 804 ^m	
de 600 à 900 ^m de R.	9 847 ^m	
de 900 à 1200 ^m de R.	9 751 ^m	
au-dessus de 1200 ^m de R.	31 649 ^m	
	146 863 ^m	100 %

Le rayon moyen de toutes les courbes est de 986 mètres. Il y a deux courbes de 332 et 362 mètres de rayon; après cela, le minimum du rayon est de 400 mètres.

En % de la
longueur totale.

La longueur des paliers horizont. est de	46 225 ^m	31,465
Rampes de 5 ‰ et au-dessous	21 784 ^m	
» de 5 ‰ à 10 ‰	34 857 ^m	
Hauteur totale rachetée	360 ^m 60 ‰	
Rampe moyenne	6 ^m 37 ‰	
Rampe maxima :	10 ‰	
Pentes de 5 ‰ et au-des-		
sous	13 244 ^m	
» de 5 ‰ à 10 ‰	30 756 ^m	
	146 863 ^m	100 %

Abaissement total	284 ^m 90
Pente moyenne	6 ^m 47 ‰
Pente maxima	10 ‰
Longueur totale de la voie principale	146 862 ^m
» de la double voie	46 239 ^m
» des voies d'évitement et de garage	60 386 ^m
» totale des voies	253 485 ^m

Nombre. Longr. totale. Longr. du plus
grand.

e) Description générale des travaux. — Tunnels	5	969 ^m	302 ^m 60
Ponts en maçonnerie sur cours d'eau	3		136 ^m 15
Ponts en fer sur cours d'eau	16		93 ^m
Viaducs sur des vallées	3	354 ^m 30	180 ^m
Ponts en fer de moins de 10 ^m	31		
» en maçonnerie	31		
» en bois	10		
Coulisses et aqueducs de moins de 2 mètres	320		
Passages sur rails (pass. supér.)	45		
Passages sous rails (pas. infér.)	63		
Passages à niveau du rail	330		

f) Direction des travaux. — Les travaux de la ligne de Morges à Lausanne et Yverdon furent commencés en 1853 et adjugés à forfait à MM. Thorn et Co, entrepreneurs anglais; ils furent dirigés par MM. Ch. Vignoles et Phipps, ingénieurs anglais, qui eurent pour collaborateurs principaux MM. F. Laurent et Gilliéron, ingénieurs suisses.

Lorsque la Compagnie de l'Ouest se constitua plus largement et que sa position fut assurée, surtout par la participation du Crédit mobilier de Paris, la direction des travaux fut confiée à M. Léon Lalanne, ingénieur en chef des ponts et chaussées de France; il eut pour collaborateurs principaux MM. Michel et Arnoux, ingénieurs des ponts et chaussées, sous-directeurs des travaux. M. Laurent, dont nous avons parlé plus haut, fut chargé des travaux de parachèvement importants de la ligne de Morges-Lausanne-Yverdon, laissés fort peu achevés par l'entreprise Thorn; il fut plus tard chargé du service de la voie et de la traction. Nous verrons, à l'occasion de la description des ouvrages spéciaux, les noms de quelques autres ingénieurs qui ont coopéré à ces travaux. Mentionnons ici M. Gaudard, attaché au bureau de la direction et qui a fait l'étude spéciale de tous les ponts en fer; M. Lommel, qui était chargé du matériel fixe et des installations spéciales des gares; M. Thouvenot, des études du matériel roulant; M. Franel, architecte, du service des bâtiments.

g) Description spéciale et coût des principaux ouvrages d'art. — Viaduc d'Allaman. — Cet ouvrage, qui est représenté par une de nos photographies grand format, se trouve à la traversée de la vallée et de la rivière de l'Aubonne, entre la ville de ce nom et le village d'Allaman.

Sa longueur totale est de 136^m 275. Il est en maçonnerie et se compose de dix arches en plein cintre de 9^m et d'une arche centrale de 13^m 50. La hauteur du rail au-dessus de l'étiage est de 22^m 10. La plus grande hauteur d'une pile entre le dessous des fondations et le rail est de 24^m 590. La largeur des piles entre les parements extérieurs est de 9^m au-dessous des cordons et jusqu'aux naissances, les tympans n'ayant pas de fruit, et de 11^m aux fondations. La largeur intérieure entre les parapets est de 8^m 40.

La surface totale latérale au-dessus du terrain naturel est de 2593^m 2

La surface des pleins est de 1005^m 2

La surface des vides est de 1588^m 2

La proportion des pleins aux vides de 1 : 1,59. L'ouvrage est construit en maçonnerie hydraulique, les parements, en moellons smillés de 0^m 35 de hauteur, avec moellons d'appareils aux angles, les cordons des naissances, les voussoirs de tête, les cordons de la plinthe et du parapet sont en pierre de taille calcaire. Les fondations se composent de massifs de béton hydraulique sur lesquels se trouvent deux assises de libages en pierre calcaire.

Les quantités de travaux sont : fouilles, 9135^m 3, béton, 2093^m 5, maçonnerie sèche, 71^m 3, maçonnerie ordinaire, 5367^m 5, maçonnerie de moellons de parement, 1659^m 5, maçonnerie de pierre de taille et libages, 1670^m 5, soit en tout 10840^m 5 de maçonneries diverses et béton. La surface des parements vus et rejointoiements est de 14170^m 2. La surface des chapes est de 2335^m 2.

Le coût total de l'ouvrage s'est élevé à 791 666 fr., ce

qui fait, par mètre carré de surface latérale apparente, $\frac{791\,666 \text{ fr.}}{2593 \text{ m}^2} = 305 \text{ fr. } 31.$

Ce coût élevé s'explique par la nécessité où l'on a été de construire sur toute la vallée une estacade en charpente, qui a servi aux transports des terrassements pour ne pas les retarder et en même temps comme pont de service; cette estacade figure pour 105 000 fr. dans la somme ci-dessus.

Les fondations ont été commencées le 1^{er} septembre 1856 et le viaduc a été complètement achevé en janvier de l'année 1858; les trains d'exploitation y ont circulé dès le 19 avril 1858.

Le travail a été exécuté sous la direction de M. Jules Michel, ingénieur des ponts et chaussées, déjà cité. MM. Morin et Butticaz, ingénieurs, ont dirigé les travaux sur place. Les travaux ont été exécutés par l'entreprise Laudon et C^e.

Viaduc de Beaulieu. — Ce viaduc traverse un ravin dans le parc de la propriété de Beaulieu, près de Rolle. On y avait prévu d'abord un aqueduc et un remblai, et il a été construit ensuite de la demande du propriétaire, M. Eynard, qui le préférerait au remblai par des motifs de convenance esthétique. Il est en maçonnerie, a une longueur totale de 38^m90, une hauteur de 13^m au-dessus du sol, de 14^m20 au-dessus des fondations. Il se compose de deux arches de 8^m en plein cintre et d'une arche de 2^m dans la culée pour le passage d'un chemin. La surface latérale totale et apparente est de 293^m2. La surface des pleins de 151^m2, celle des vides de 142^m, la proportion est de 1 : 1,07.

Les fouilles cubent 997^m5, le béton 310^m5, la maçonnerie ordinaire 739^m5, celle de moellons de parement 321^m5, la taille 123^m5. Le cube total des maçonneries de toute espèce, y compris le béton, 1593^m5. La surface des parements vus 1232^m2, les chapas 554^m2.

Le coût total a été de 96 734 fr., soit par mètre carré de surface latérale apparente, 330 fr. 50.

Là, comme à Allaman, la nécessité de construire une estacade de service, utilisée soit pour le transport des terrassements à travers le ravin, soit comme pont de service pour les maçonneries, a dû exercer une augmentation sur le coût total. Cette estacade a coûté 17 200 fr., compris dans le total ci-dessus.

Cet ouvrage a été dirigé par les mêmes ingénieurs et construit par les mêmes entrepreneurs que le viaduc d'Allaman.

Viaduc de la Paudèze, sur le ravin de la Paudèze, à 3 kilomètres de Lausanne, sur la ligne de Villeneuve. — Cet ouvrage a une longueur entre les culées de . . . 165^m90

Il se compose de 4 travées métalliques en poutres en tôle à parois pleines.

La longueur de chacune des travées extrêmes est de	34 ^m 95
Celle des travées intermédiaires est de	45 ^m 30
La longueur totale des poutres en fer est de . . .	171 ^m 80
La hauteur du rail au-dessus de l'étiage est de . .	30 ^m 00
» de la culée, côté Lausanne, sur la fondation	25 ^m 30
» de la culée, côté Villeneuve, sur la fondation	16 ^m 54
» de la pile n° 1 sur la fondation	25 ^m 23
» de la pile n° 2 »	25 ^m 12
» de la pile n° 3 »	29 ^m 39

Les piles sont en maçonnerie avec angles et cordons en taille calcaire de Saint-Triphon, parements en moellons tétués à bossage, de même provenance.

Les quantités de travaux sont : béton 1621^m5, maçonnerie ordinaire 1882^m5, moellons de parement 481^m5, maçonnerie de pierre de taille 482^m5. Les maçonneries de toute nature, y compris le béton, 4466^m5. Le coût total des maçonneries est de 107 797 fr.

Le poids total des tôles du tablier est de . . .	544 962 kilos.
» des fers forgés pour boulons, etc.	24 268 »
» des fontes pour garde-corps	1100 »
» des fontes pour plaques	25 880 »
» du plomb pour scellement	4354 »

Le cube des bois de platelage en chêne est de 118^m578.

Le poids du tablier par mètre courant pour deux voies, y compris les garde-corps, 3113 kilos.

Le coût total du tablier métallique est de 449 890 fr., soit par mètre courant $\frac{449\,890 \text{ fr.}}{171\,80} = 2618 \text{ fr.}$

Le coût total de l'ouvrage s'est élevé à 557 687 fr.

La surface latérale totale apparente est de 3800^m2.

Le coût par mètre carré de cette surface = 146 fr. 80.

La surface des pleins est de 930^m2, celle des vides de 2870^m2. La proportion de 1 : 3,086.

Cet ouvrage a été exécuté en 1858 et 1859 sous la direction de M. Michel, ingénieur des ponts et chaussées, sous-directeur des travaux; l'étude du tablier métallique est de M. l'ingénieur Gaudard, déjà cité (actuellement professeur à la faculté technique de l'académie de Lausanne). Les ingénieurs qui ont dirigé les travaux sur place sont MM. Mongeot et Lochmann. Les maçonneries ont été exécutées par MM. Paul et Arnaud, entrepreneurs, et le tablier métallique par MM. Bonzon et fils (M. Gustave Bridel, ingénieur).

Pont sur le Rhône, à Massongex, près Saint-Maurice. —

Une difficulté avait surgi entre la Compagnie de l'Ouest et la Compagnie dite d'Italie (actuellement du Simplon) au sujet du raccordement; elle fut tranchée par décision fédérale et la Compagnie de l'Ouest dut exécuter rapidement ce raccordement qui comprenait le passage du Rhône en ce point. Elle fut forcée de construire un pont provisoire en bois. Ce pont fut construit en 1860 et en quelques semaines, et exécuté en régie sous la direction de M. Thouvenot, ingénieur, malheureusement avec des bois verts; il souffrit beaucoup et, en 1870, il devint tellement caduc, malgré d'importantes réparations, qu'on dut le remplacer par une construction définitive, que nous allons décrire.

Le pont représenté sur une de nos photographies est biais à 67°30' sur l'axe du fleuve. Il a une longueur totale de 93 mètres, une travée centrale en fer de 60 mètres d'ouverture droite et deux travées de halage également en fer de 6 mètres d'ouverture droite (la longueur des poutres de ces travées étant de 8 mètres) derrière les piles culées. Il est construit à une voie. La longueur des poutres de la travée centrale est de 71 mètres, leur hauteur de 6^m500. Ce sont des poutres à latices.

Les fondations ont été faites par caissons pneumatiques.

La profondeur des basses eaux au-dessous du rail est de 9 mètres, celle des hautes eaux de 6 mètres, la plus grande profondeur des fondations au-dessous du rail est de 17^m30.



PONT SUR LE RHONE (à MASSONGEX)

LIGNE DE LAUSANNE A SAINT-MAURICE

Longueur totale, 93^m. Ouverture droite de la travée principale, 60^m. Biais à 67°30'. Longueur réelle, 71^m. Hauteur du rail aux fondations, 17^m30.
Fondations pneumatiques.

Seite / page

14(3)

leer / vide /
blank

Le poids des fers de la grande travée est de 192 000 kilos, celui des deux passages de rive de 8000 kilos, le poids des fontes de 11 500 kilos. Le cube des maçonneries est de 1095m^3 , celui des bois du tablier de 40m^3 .

Le travail a été adjugé à forfait pour 205 000 fr., mais avec quelques travaux supplémentaires, notamment un approfondissement des fondations, il est revenu à 221 824 fr.

La surface latérale totale apparente est de 996m^2 . Ce qui fait que le coût par mètre carré de cette surface est de 222 fr. 71.

Les pleins représentent 456m^2 , les vides 540m^2 , la proportion est de 1 : 1,184.

Les fondations pneumatiques sont revenues à 107 fr. le mètre cube de plein.

Les travaux ont été adjugés en janvier 1871, ils ont été commencés le 1^{er} février, le pont a été mis en service le 1^{er} décembre 1871.

L'auteur du projet est M. l'ingénieur Gaudard, déjà cité; M. E. Cuénod, ingénieur, a dirigé les travaux sur place.

Les entrepreneurs étaient : MM. A. Pillichody et Gaulis (spécialement pour les fondations et maçonneries), Ott et C^e, Probst, ingénieurs, ces derniers spécialement pour la partie métallique.

Pont sur la Thièle, à Yverdon. — Ce pont est biais à $34^{\circ}45'$ sur l'axe de la rivière, il a une ouverture entre les culées de $76\text{m}30$, la longueur totale des poutres à parois pleines est de $80\text{m}25$. L'ouverture de chaque travée entre les plaques d'appui est de $24\text{m}75$. La hauteur de la poutre est de $2\text{m}20$. Le pont est à double voie, il y a d'un côté une passerelle à piétons de $2\text{m}00$, supportée par les pièces du pont prolongées comme consoles.

La hauteur des plus hautes eaux connues est de $0\text{m}30$ en-dessous du rail. Comme on le voit, on était fort gêné; même pour franchir cette hauteur, on a dû s'imposer des sujétions dans le niveau de la gare d'Yverdon. Nous renonçons ici à la détermination du prix par mètre de surface latérale, ce renseignement n'ayant aucune valeur et n'étant pas comparable dans ces conditions. La largeur totale entre les poutres est de $8\text{m}40$. Les fondations, dans un sol vaseux, à cause des biais considérables des piles, ont été formées de deux massifs cylindriques de deux mètres de diamètre dans le haut et supportant chaque poutre séparément. Elles ont été difficiles et ont exigé un grand nombre de pieux et de palplanches, en tout, 580m^3 de bois, dont 432 pieux ayant pris une fiche moyenne de $5\text{m}92$ et un développement de $74\text{m}30$ de palplanches, avec une fiche moyenne de $2\text{m}13$ et 6525 kil. de fer pour sabots, frêtes, etc. Le coût de ces pilotages s'est élevé à 37 692 fr. Nous avons 1854m^3 de béton, 1761m^3 d'enrochement, 212m^3 de maçonnerie ordinaire, 66m^370 de carraudage et 170m^3 de pierre de taille, soit 4063m^3 de maçonneries de toutes espèces qui ont coûté, avec les fouilles et dragages, 126 000 fr. Le poids des fers est de 3194 kilos 94 par mètre courant. Le poids des fers et tôles cornières est de 247 814 kilos; celui des fers forgés pour boulons, clous, garde-corps, 8580 kilos; de la fonte pour plaques, rouleaux, de 13 109 kilos; du plomb pour scellement, 1792 kilos; de l'étain pour scellement, 97 kilos; le bois de chêne pour platelage, 72m^3 . Le coût total du tablier a été de 203 767 fr., soit par mètre courant de portée, 2670 fr. Le coût total de l'ouvrage a été de 408 460 fr., soit par mètre courant de portée, de 5353 fr. 33. Cet ouvrage a été construit dans les années 1858 et 1859, sous la direction de M. Arnoux, ingénieur, sous-

directeur des travaux; MM. Duhail et Dorsat ont dirigé les travaux sur place. Les pilotages ont été faits par MM. Laudon et C^e, entrepreneurs; les maçonneries par M. Eugène Gulerat; la partie métallique, par MM. Bonzon et fils (G. Bridel, ingénieur).

Bâtiments. — Il y a sur les lignes de l'Ouest-Suisse quatre gares de première classe : Lausanne, Morges, Yverdon, Vevey; six stations de seconde classe, dix-huit stations de troisième classe et cinq haltes à voyageurs.

La gare de Lausanne est un bâtiment provisoire en briques qui ne présente rien de remarquable au point de vue architectural et qui a été agrandi en 1877. Celles de Vevey, Montreux et Yverdon ne présentent rien non plus de saillant. Nous joignons une photographie de celle d'Aigle, donnant le type de celles de seconde classe, duquel celles de troisième classe se rapprochent beaucoup. Les bâtiments d'Ependes, Grandson, Onnens et Concise sont provisoires et en bois.

A Yverdon se trouvent les grands ateliers et le dépôt central des locomotives, qui est une remise circulaire pour 16 machines; à Bex, se trouvent aussi des ateliers qui ne servent plus à cet usage, tout ayant été centralisé à Yverdon, et une remise rectangulaire pour locomotives; il y a également des remises pour 9 locomotives à Lausanne, pour 6 à Morges, pour 2 à Nyon. Les architectes qui ont édifié ces constructions sont MM. De la Harpe et Bertholini, pour la ligne Morges-Lausanne-Yverdon, et Franel pour le restant.

En 1872, les ateliers d'Yverdon ont été considérablement agrandis, sous la direction du soussigné et de M. Bezencenet, architecte. En 1877, sous la direction du soussigné et de M. Gateuil, s'est effectuée la restauration et l'agrandissement de la gare de Lausanne et la construction d'un bâtiment définitif de deuxième classe à Renens, qui, de simple halte à voyageurs, est devenue la gare de triage pour Lausanne.

Matériel roulant. — La Compagnie de l'Ouest possédait le matériel suivant :

5 machines locomotives à marchandises de 32 tonnes, à 6 roues accouplées de $1\text{m}300$, type du Bourbonnais et provenant de l'usine Cail, à Paris.

20 machines à voyageurs, à 4 roues accouplées de $1\text{m}674$ à $1\text{m}680$, pesant de 23 à 26 tonnes; 15 proviennent des ateliers de Kessler, à Carlsruhe, et 5 des ateliers de Cail, à Paris.

35 voitures de 1^{re} classe, à 2 essieux.

6 breacks-salons de 1^{re} classe, à 2 essieux.

16 voitures mixtes 1^{re} et 2^{me} classe, à 2 essieux.

63 voitures de 2^{me} classe, à 2 essieux.

100 voitures de 3^{me} classe, à 2 essieux.

220 voitures à voyageurs, à 2 essieux, toutes du système français.

43 fourgons à bagages, à 2 essieux.

110 wagons couverts, à 2 essieux.

57 wagons découverts, à hauts bords, à 2 essieux.

154 wagons plate-forme, à 2 essieux.

6 wagons écurie à stalles, à 2 essieux.

370 wagons à marchandises, à 2 essieux.

3 grues roulantes.

Ce matériel, déjà ancien, ne présente rien de remarquable;

je me dispense de le décrire, les types et détails se trouvent dans la collection de dessins que j'ai joints à la présente. Il était de provenance suisse, belge et française, mais en plus grande partie de provenance française. (Guillat et Janin, à Paris; de Dietrich, à Niederbonn, chantiers de la Buire).

Dépenses générales de la construction. — La manière dont la Compagnie de l'Ouest a tenu ses écritures générales ne nous permet pas de donner pour les dépenses de la construction une spécification plus détaillée que celle qui suit, comme nous avons pu le faire pour les autres lignes. Cette décomposition se rapporte au bilan arrêté au 31 décembre 1871, époque à partir de laquelle les dépenses de parachèvement et d'extension ont été supportées par la Compagnie fusionnée de la Suisse occidentale.

1° Etudes et direction des travaux	Fr. 3030 413
2° Acquisition de terrains	» 9082 416
3° Terrassements, ouvrages d'art, tunnels . . .	» 30031 243
4° Superstructure, voie, ballastage, signaux, matériel fixe de la voie	» 7884 702
5° Stations et maisons de gardes	» 6338 120
6° Ateliers et dépenses diverses	» 1369 146
7° Matériel roulant	» 6594 282
8° Frais généraux, frais d'administration, service des capitaux, frais d'émissions, intérêts pendant la construction	» 10530 300

Total des frais de construction, Fr. 74 860 622

Soit par kilomètre $\frac{74\,860\,622 \text{ fr.}}{150 \text{ km.}} = 499\,071 \text{ fr.}$

Le bilan de la Compagnie, au 31 décembre 1871, ne compte que Fr. 71 649 808
La différence vient :

1° De ce que l'on a défalqué du coût une subvention de l'Etat de Vaud, Fr. 2 250 000	
2° De ce que l'on a également défalqué la somme payée par l'Ouest sur le matériel roulant acquis en commun par les trois compagnies associées par	» 960 814 » 3210 814

Ce qui produit le total ci-dessus, représentant la dépense réelle Fr. 74 860 622

II. LIGNE DE LAUSANNE A LA FRONTIÈRE BERNOISE ET DE GENÈVE A VERSOIX.

Origine et concession. — Dès l'origine et à propos même de sa création, cette ligne se trouva en conflit avec la Compagnie de l'Ouest-Suisse. La Compagnie de l'Ouest, d'accord avec celle du Central-Suisse, avait, comme nous l'avons vu, obtenu des autorités fédérales et du canton de Vaud, le 10 juin 1853, une concession pour la construction d'une ligne de la frontière genevoise à Berne en passant par Yverdon, Payerne, Morat et Laupen. Cette ligne ne touchait le canton de Fribourg qu'à Estavayer et Morat, laissant la capitale de côté; aussi le canton de Fribourg ne put-il s'arranger de cette solution et ne voulut-il accorder la concession sur son territoire.

La question resta longtemps pendante, et ce n'est qu'en 1855 que les deux cantons et les compagnies tombèrent d'accord pour la direction d'Yverdon par Payerne, Fribourg et Thœrishaus. Le 27 novembre 1855, le Grand Conseil de Fribourg décréta cette entreprise d'utilité publique sous le nom de *Chemin de fer du canton de Fribourg ou du Centre-Ouest-Suisse*, qui devait s'exécuter par l'Etat avec le concours d'une société d'actionnaires que l'Etat se chargea d'organiser. Le capital de construction de cette ligne était estimé à 10 400 000 fr. suivant les devis de l'ingénieur Etzel, sur une longueur de 46,76 kilomètres à la traversée du canton de Fribourg, soit par kilomètre, 215 000 fr.

L'approbation de cette concession fut octroyée par les Chambres fédérales le 6 février 1856, à l'encontre de la demande des Compagnies du Central et de l'Ouest d'une concession forcée sur le canton de Fribourg pour le passage par Morat; mais les difficultés continuant avec le canton de Vaud et la Compagnie de l'Ouest pour le raccordement, le canton de Fribourg fit étudier une ligne directe de Fribourg à Lausanne, tracé connu sous le nom de ligne d'Oron, qui en caractérisait la direction, et se mit en rapport avec une société composée de MM. Rivet, Hely-d'Oisel, Bartholony, Kohler, Ador, général Dufour, financiers français et genevois et administrateurs de la ligne de Lyon à Genève et de Lyon à la Méditerranée; il passa avec eux, le 8 avril, une convention portant concession de cette ligne, sous réserve de ratification du Grand Conseil et des autorités fédérales. Cette concession impliquait naturellement l'abandon de la ligne de Fribourg-Payerne-Yverdon, pour lui substituer celle de Fribourg à Lausanne. La concession cantonale fut accordée le 24 mai 1856, mais la ratification fédérale souleva de nouveau un conflit resté mémorable entre les cantons de Vaud et de Fribourg et les deux compagnies.

La concession fut approuvée le 23 septembre 1856 par les Chambres, mais sous réserve d'une médiation par le Conseil fédéral, et la question ne fut définitivement tranchée que par un arrêté fédéral du 31 juillet 1857, écartant définitivement la demande de concession forcée par Morat.

Bien que le conflit fût ainsi officiellement tranché, la lutte n'en persista pas moins et toutes les difficultés furent soulevées contre la Compagnie d'Oron pendant la construction. Cette lutte stérile n'eut pour effet que d'entraver la Compagnie d'Oron dans l'exécution de ses travaux, dans son crédit, et de provoquer ainsi un renchérissement de ses dépenses de construction. Elle prit définitivement fin par un arrêté du Conseil d'Etat vaudois, du 11 avril 1862, par lequel il déclare vouloir dorénavant exercer ses droits de concession sur cette ligne, arrêté ratifié par la Confédération le 22 avril 1862 et par une convention entre les deux Etats de Vaud et de Fribourg en date du 14 juin 1864, ratifiée le 24 novembre 1864 par le Grand Conseil vaudois, et par laquelle l'Etat de Vaud reconnaissait celui de Fribourg comme substitué à la Compagnie concessionnaire de la ligne. Nous reviendrons sur cette substitution.

C'est par une convention passée le 4 août 1855 et ratifiée par le Grand Conseil le 1^{er} septembre 1855, que l'Etat de Genève accorda à MM. le général Dufour, François Bartholony, Christian Kohler et Louis Ador, ou à la Compagnie de Lyon-Genève dont ils faisaient partie, la concession de la ligne de Genève à Versoix, y compris l'enclave de Céligny. Cette concession fut ratifiée, ainsi que le cahier des charges du 2 novembre 1855, par

arrêté fédéral du 7 février 1856. Par un traité du 16 avril 1858, la Compagnie de Lyon-Genève céda cette concession à la Compagnie de Lausanne à la frontière bernoise (Compagnie d'Oron).

La construction de la ligne de Lausanne-frontière bernoise ne commença sérieusement qu'en 1857, après le règlement du conflit, bien que des commencements d'exécution aient eu lieu avant, surtout entre Fribourg et Berne et près de Romont, au tunnel de Vauderens et aux abords de Lausanne.

La ligne de Lausanne-frontière bernoise, qui se raccorde à Lausanne à celles de l'Ouest-Suisse, a depuis ce point jusqu'à son extrémité à la frontière bernoise, au milieu du pont sur la rivière de la Singine, où elle se raccorde avec celle du Central de Thœrishaus à Berne qui en forme le prolongement, une longueur de 86^k255^m

Dont sur le territoire vaudois 21^k550^m
et sur territoire fribourgeois 64^k705^m

La ligne de *Genève à Versoix*, qui forme le prolongement vers Genève de celle de Morges à Versoix, appartenant à la Compagnie de l'Ouest, et qui se raccorde à Genève avec celle de Lyon à Genève, a une longueur totale de 11^k829^m

Dont depuis l'origine près de la gare de Genève à la frontière vaudoise près Versoix 10^k142^m
et l'enclave de Céligny 1^k686^m

Entre ces deux tronçons se trouve l'enclave vaudoise de Coppet d'une longueur de 5^k861^m qui appartenait à la Compagnie de l'Ouest-Suisse.

La concession subit encore une modification. Les difficultés financières, soit l'augmentation des dépenses de construction sur les prévisions, pour la ligne de Lausanne-frontière bernoise surtout, et les difficultés d'émission du capital-actions et obligations, en présence de la lutte dont nous avons parlé, forcèrent l'Etat de Fribourg à s'intéresser toujours plus financièrement à cette entreprise, dès l'origine, par une forte prise d'actions, en 1860, par la garantie d'un emprunt de 16 millions. Un nouvel emprunt de 7 ¹/₂ millions, négocié directement par la compagnie au commencement de 1861, ne fut pas suffisant, et la compagnie se trouvant en présence de nouveaux besoins importants pour terminer la ligne et faire face à ses engagements et ne pouvant les obtenir, une convention fut passée, le 12 novembre 1863, entre la Compagnie et l'Etat de Fribourg, par laquelle la Compagnie cédait ses deux lignes au dit Etat qui prenait à lui toutes ses dettes et réservait des droits de jouissance aux anciens actionnaires, soit dans le cas de rachat par la Confédération, soit dans le cas où les produits de la ligne, après l'avoir couvert de ses avances, laisseraient un disponible.

Par une clause spéciale, l'Etat mettait sur un pied d'égalité avec les actions une part de son prêt de 16 millions égale au montant versé sur les actions entièrement libérées au moment de la conclusion de la convention au plus tard. Cette cession fut ratifiée par décret du 30 janvier 1864, du Grand Conseil de Fribourg, et par décret du 24 novembre 1864, du Grand Conseil du canton de Vaud. La ratification par le gouvernement de Genève, en ce qui concerne la ligne de Versoix, souleva des difficultés à cause des conditions onéreuses que Genève voulait y rattacher; enfin, après que la question eût été portée devant les autorités fédérales, une entente directe eut lieu entre les deux Etats par une convention du 9 mai 1869.

L'ouverture des lignes à l'exploitation a eu lieu :

Pour la ligne de Genève à Versoix, le 25 juin 1858, 11^k829^m

Pour la section de la frontière bernoise à Balliswyl (rive droite de la Sarine, près Fribourg), le 1^{er} juillet 1860 16^k654^m

Pour la partie de Balliswyl à Lausanne, le 4 septembre 1862 69^k601^m

b) *Capital social*. — Le capital social avait été fixé à 20 000 000 en 40 000 actions de 500 fr. pour la ligne d'Oron; celle-ci étant estimée dans l'origine à 28 500 000 fr., le restant devait être couvert par des émissions d'obligations. L'acquisition de la ligne de Versoix avait fait l'objet d'une émission spéciale d'obligations pour 5 500 000 fr.

Plustard, cet emprunt fut remboursé et l'Etat de Fribourg fit une nouvelle émission de 6 300 000 fr. pour cette même ligne.

Les anciens actionnaires de la Compagnie du Centre-Ouest-Suisse échangèrent en grande partie leurs actions contre des actions de la nouvelle Compagnie, au nombre de 10 000 environ. L'Etat de Fribourg avait aliéné par la convention de concession une subvention de 50 000 fr. par kilomètre ou 4 250 000 fr. et souscrit 4000 actions et la ville de Fribourg 4000 autres. Par une convention subséquente du 17 juin 1859, l'Etat de Fribourg souscrivit en échange de cette subvention 8000 nouvelles actions; à ce moment-là les statuts furent modifiés, les actions souscrites par divers souscripteurs en dehors de l'Etat et au nombre de 32 104 furent dédoublées, ce qui faisait donc avec les 12 000 ci-dessus, 28 052 actions. La presque totalité des souscripteurs à l'emprunt de la ville de Fribourg profitèrent de la faculté du dédoublement. Il fut alors émis 12 000 actions privilégiées. Cette émission ne réussit pas et ne produisit que 350 000 fr. au lieu de 600 000 et les versements ne s'effectuèrent pas. Nous n'entrons pas dans le détail des difficultés financières et nous rappellerons ce que nous avons dit en commençant, que l'Etat de Fribourg dut successivement prendre toute l'affaire en mains; la totalité des versements sur actions n'ayant produit que 9 500 000 fr. environ au lieu de 20 000 000 fr., et nous avons vu comment l'Etat dut couvrir toutes les dépenses de la construction et se faire céder la ligne par la convention du 12 novembre 1863, dont nous avons parlé.

c) *Description de la ligne*. — A partir de Lausanne et à la cote de 450 mètres, le tracé se développe sur le flanc des monts de Lavaux qui forment la rive nord du Léman. Cette partie a présenté d'assez grandes difficultés par la configuration et la nature du terrain, les coteaux sont coupés de plusieurs ravins profonds qui ont nécessité des ouvrages exceptionnels, tels que le viaduc de la Paudèze, l'aqueduc du ravin de la Lutrive, le viaduc du Châtelard, l'aqueduc des ravins de Riez et du Crêt-d'Epesses; des tranchées profondes, celles de la Brélaz et du Daley surtout, et des remblais considérables, celui des Marionnettes, de la Lutrive, de Villette, de Riez entre autres; des tunnels, ceux du Châtelard, de Grandvaux et de la Cornallaz. La nature argileuse et humide du terrain, le plongement des couches vers le lac, ont nécessité des travaux d'assainissement, de consolidation et de soutènement importants. C'est tout particulièrement de cette partie de la ligne que les experts consultés par ses adversaires avaient dit qu'elle était impossible, qu'elle traversait des molasses fluentes. Cette opinion

pessimiste aura eu pour effet de provoquer une étude plus attentive du terrain et un surcroît de précautions qu'on n'eût pas pris sans cela.

Au tunnel de la Cornallaz, près de Chexbres, le tracé franchit un des cols des monts de Lavaux, quitte la direction est-ouest que suit le lac, pour se reporter vers le nord. Un peu plus loin, il franchit par la grande tranchée du Corbeyron et à la cote de 685 mètres le col de délimitation du bassin du Rhône et du Rhin. C'est là aussi, au kilomètre 16, que finit la rampe de 18 ‰ qui est presque constante depuis Lausanne. Jusqu'à Palézieux (où s'embranchent la ligne de la vallée de la Broye), il y a une légère contre-pente; à partir de Palézieux, la ligne s'élève de nouveau par des pentes variant entre 8, 10 et 12 pour mille jusqu'au tunnel de Vauderens, à l'extrémité côté Berne, duquel se trouve le point culminant de toute la ligne à la cote de 768 mètres au-dessus du niveau de la mer. Dans ce parcours se rencontrent également quelques ravins ayant donné lieu à des ouvrages importants, celui de la Broye qui est franchi par un ouvrage voûté de 12^m, surchargé d'un remblai de 28^m.

Celui de la Mionnaz, qui est franchi par un viaduc que nous décrirons plus loin; celui du Flon, qui est franchi par un aqueduc de 3 mètres, surmonté d'un remblai de 28 mètres et d'autres moins importants que nous ne mentionnons pas. De Vauderens à Fribourg, le tracé n'est pas très accidenté, cependant il y a un mouvement de terres assez considérable, nous citerons surtout les tranchées de la Maladeyre, près de Romont, celles de Neyruz, de Rosé et surtout celle de Péraules, aux abords de la gare de Fribourg. Un seul ouvrage d'art important est le viaduc de Macconnens, que nous décrirons plus loin. La gare de Fribourg elle-même a donné lieu à un mouvement de terres considérable, elle se trouve en partie sur le ravin des Pilettes, qui a 27 mètres de profondeur sur l'axe de la voie.

Entre Fribourg et la Sarine se rencontrent encore des tranchées et remblais importants, et la Sarine est franchie à Grandfey par le grand viaduc bien connu que nous décrirons plus loin. A Guin, la vallée du Tagglibach est également franchie par un viaduc, dont nous donnerons la description. A Mülhethal, se rencontre un tunnel qui nous reporte dans la vallée de la Tafferna, qu'on suit à une certaine hauteur au-dessus du thalweg, sur le flanc droit, pour la traverser près de Flamatt, par un pont voûté de 8 mètres, surmonté d'un remblai de 21^m40; ce pont double donne passage à la route de Fribourg à Berne et au ruisseau de la Tafferna. Peu après, un petit tunnel, celui de Flamatt, nous reporte sur le flanc gauche de la vallée de la Singine, dont on suit les flancs rocheux jusqu'au point où on la traverse. Cette partie a donné lieu à des déblais, à mi-coteau et tranchées considérables dans la molasse, sa nature délitable a nécessité des travaux de revêtement et de consolidation importants.

Le viaduc sur la Singine, que nous décrirons, est le dernier ouvrage; sa pile du milieu forme la limite entre les deux cantons de Berne et de Fribourg et en même temps la limite des deux concessions, le tronçon qui de là va jusqu'à Berne et forme le prolongement de la ligne d'Oron appartenant à la Compagnie du Central; comme nous l'avons dit, ce pont a été construit à frais communs par les deux compagnies.

Profils-types. — L'infrastructure de la ligne est en très majeure partie faite pour deux voies. Tous les ouvrages d'art et tunnels sont faits pour deux voies, à l'exception des viaducs du

Châtelard, Mionnaz, Macconnens, Guin et la Singine et de quelques petits ponceaux où les maçonneries étant faites pour deux voies on n'a encore posé qu'un tablier métallique. Les terrassements manquant pour la double voie ne représentent pas plus de 15 % du cube total. Les expropriations sont partout faites pour deux voies. Les terrassements présentent une largeur de 10^m80 en tranchée, fossés compris, à la hauteur de la plate-forme et les remblais une largeur de 9 mètres à la même hauteur. La double voie n'est posée sur aucune partie du parcours.

	Totale.	En % de la long ^r totale.
<i>d) Alignements et courbes, déclivités.</i>		
— La longueur totale des alignements droits est de	44 ^k 420 ^m	49,22
La longueur des courbes de 1200 ^m de rayon et au-dessus est de	3 ^k 019 ^m	
La longueur des courbes de 1200 à 900 mètres	6 ^k 268 ^m	
La longueur des courbes de 900 à 600 mètres	11 ^k 878 ^m	
La longueur des courbes de 600 à 300 mètres	23 ^k 316 ^m	
La longueur totale des courbes est de	44 ^k 481 ^m	50,78
Longueur totale du tracé	85 ^k 901 ^m	100
Le rayon moyen de toutes les courbes est de 518 mètres, le plus petit rayon est de 350 mètres.		
La longueur des paliers horizontaux est de	18 ^k 877 ^m	21,975
La longueur des rampes de 5 ‰ et au-dessous est de	5 ^k 880 ^m	
La longueur des rampes de 5 à 10 ‰ est de	13 ^k 407 ^m	
La longueur des rampes de 10 à 20 ‰ est de	15 ^k 778 ^m	
La longueur totale des rampes est de	35 ^k 065 ^m	46,641
La hauteur totale rachetée est de	404 ^m 0	
La rampe moyenne est de	11,52 ‰	
La rampe maxima est de	19,61 ‰	
La longueur des pentes de 5 ‰ et au-dessous est de	5 ^k 298 ^m	
La longueur des pentes de 5 à 10 ‰ est de	23 ^k 373 ^m	
La longueur des pentes de 10 à 20 ‰ est de	3 ^k 288 ^m	
La longueur totale des pentes est de	31 ^k 959 ^m	31,384
	85 ^k 901 ^m	100
L'abaissement total est de	281 ^m 42	
La pente moyenne de	8,81 ‰	
La pente maxima de	12 ‰	
La longueur totale de la voie principale est de	85 ^k 901 ^m	
Celle de la double voie de	1 ^k 000 ^m	
Celle des voies d'évitement et de garage	15 ^k 873 ^m	
Le développement total des voies est de	103 ^k 774 ^m	

	Nombre.	Long ^r totale.	Long ^r du plus grand.
e) Description générale des travaux. — Tunnels . . .	6	2468 ^m	921 ^m 50
Ponts en maç. sur cours d'eau	3		
Ponts en fer	5		
Viaducs sur vallées . . .	3	610 ^m	382 ^m 60 long ^r 78 ^m 70 haut ^r
Petits ponts de moins de 9 mètres, en pierre	19		
Coulisses et aqueducs de moins de 2 mètres d'ouverture . .	167		
Passages sur rails	17		
» sous rails	33		
» à niveau des rails . . .	112		

f) *Etudes et direction des travaux.* — Les premières études de la ligne de Fribourg à la frontière bernoise, du temps de la Compagnie du Centre-Ouest-Suisse, ont été faites par M. Blotnitzki, sous la direction de M. Etzel. Ce fut aussi M. Blotnitzki qui fit, avant la constitution de la nouvelle compagnie, le premier avant-projet sur la carte, de la ligne de Lausanne à Fribourg. Une fois la Compagnie de Lausanne-frontière bernoise constituée, la direction en fut confiée à M. Thirion, qui était en même temps directeur de la Compagnie de Lyon-Genève, assisté de M. Jacqmin, comme directeur-adjoint et qui était attaché à la même compagnie. M. W. Nordling fut désigné comme ingénieur en chef, résidant en Suisse. Ce dernier ne tarda pas à quitter la compagnie et fut remplacé par M. Durbach, ingénieur des ponts et chaussées de France. Ensuite d'une réorganisation de la compagnie, qui plaça le siège de la société en Suisse, M. Durbach devint directeur de la compagnie et MM. Thirion et Jacqmin y restèrent attachés comme conseils. MM. C. Houël, Jundzill, de Mutach, étaient ingénieurs de section; M. H. Durbach quitta la compagnie pour entrer à celle de l'Est français avant la fin des travaux, et fut remplacé comme ingénieur en chef par M. Houël.

g) *Description spéciale des principaux travaux.* — Viaduc de la Paudèze, près de la Conversion, à 3 1/2 kil. de Lausanne. — Cet ouvrage, entièrement en maçonnerie, a une longueur totale de 199 mètres et de 177 mètres entre les culées.

La hauteur du rail au-dessus des eaux moyennes du ruisseau de la Paudèze est de 47^m30 et la hauteur maxima au-dessus des fondations est de 49^m50.

La hauteur de la plus haute pile au-dessous des naissances des voûtes est de 36^m86.

Il se compose de 12 arches de 12 mètres d'ouverture en plein cintre, l'axe de l'ouvrage est en courbe de 500 mètres courant de rayon et la voie a une pente continue de 0^m018. La largeur entre les parapets est de 8^m00. La largeur des piles aux naissances est de 8^m40 et leur épaisseur de 3^m00.

Le cube total des maçonneries de toutes espèces est de 24 000^m 3.

La surface totale latérale (pleins et vides) est de . . . 5660^m 2

» » des vides est de . . . 3610^m 2

» » des pleins est de . . . 2050^m 2

La proportion des pleins aux vides est de . . . 1 : 1,76

Le coût total de l'ouvrage s'est élevé à 798 000 fr., ce qui fait par mètre carré de surface totale, 141 fr.

Les carrières de Meillerie, en Savoie, sur le bord du lac Léman, fournirent les moellons de parement et de remplissage.

Le transport depuis le port voisin de Paudex jusque sur place fut très difficile à cause des chemins rapides. Les carrières d'Arvel, près de Villeneuve, et celles de Saint-Triphon, près d'Aigle, fournirent la pierre de taille et les libages. Les mortiers furent composés de chaux de Virieux et de sable du lac de Genève.

Les travaux furent commencés en octobre 1858, la dernière voûte fut fermée en juin 1862, l'ouvrage terminé en juillet et l'ouverture à l'exploitation eut lieu le 2 septembre de la même année.

Ce travail fut dirigé par M. Houël, ingénieur de section, et M. Gein fut l'ingénieur qui dirigea les travaux sur place.

Les entrepreneurs furent MM. Ladet et Alphaise.

Viaduc du Châtelard. — Cet ouvrage, qui traverse le ravin du Châtelard, à 7 kilomètres de Lausanne, a une longueur totale de 136^m30 et de 124^m70 entre les culées. Il se compose de trois travées métalliques, deux travées de rive de 36 et une travée centrale de 45 mètres. Il est en ligne droite et en rampe de 0,018.

La plus grande hauteur d'une pile comptée depuis le rail jusqu'au sol est de 28^m80, et jusqu'aux fondations de 32^m35. Les maçonneries, deux piles et deux culées, sont faites pour deux voies et ont donné lieu aux travaux suivants :

Fouilles, 6490^m 3; béton, 910^m 3; maçonnerie ordinaire, 440^m 3; de moellons de parement, 352^m 3; de taille, 178^m 3; culée générale des maçonneries, 1880^m 3; coût total des maçonneries, 145 000 fr.

Le tablier métallique pour une voie seulement a une longueur de 127^m50, une hauteur de 4^m092, il pèse 204 000 kil., soit par mètre courant 1600 kil. Le coût de ce tablier a été de 148 000 fr., soit par mètre courant, 1160 fr. Le coût total a donc été de 293 000 fr.

La surface totale latérale (pleins et vides) et de . . . 2652^m 2

» des pleins est de . . . 812^m 2

» des vides » . . . 1840^m 2

La proportion des pleins aux vides est de . . . 1 : 2,26

Pour comparer avec les autres ouvrages entièrement en maçonnerie et les viaducs métalliques pour deux voies, il faut ajouter le prix d'un second tablier bien qu'on eût eu de ce chef une diminution notable si l'on avait fait d'abord un tablier pour deux voies, on aurait donc $\frac{441\,000\text{ fr.}}{2652\text{ m}^2} = 166\text{ fr. } 29\text{ c.}$ par mètre carré de surface latérale.

Ce travail, comme celui de la Paudèze, a été fait sous la direction de M. Houël, ingénieur de section. M. Gein, ingénieur, dirigeait les travaux sur place. MM. Ladet et Alphaise ont été les entrepreneurs des maçonneries. Le tablier métallique a été construit par la maison Derosne et Cail, de Paris.

Il a été exécuté dans les années 1859 à 1861. Notre photographie a été prise en 1874 pendant une réparation qu'on faisait à la culée du côté de Berne.

Viaduc de la Mionnaz. — Cet ouvrage situé sur le ravin de la Mionnaz entre Oron et Palézieux, kil. 23, est assez semblable au précédent. Il a une longueur totale de 125^m30 et de 111^m85 entre les culées; deux travées métalliques de 32 mètres et une de 40^m.

La plus grande hauteur d'une pile est de 30^m40. La construction des maçonneries a donné lieu aux travaux suivants :

Fouilles, 7310^{m³}; béton, 1040^{m³}; maçonnerie sèche, 258^{m³}; maçonnerie de remplissage, 2337^{m³}; maçonnerie de moellons de parement, 485^{m³}; de pierres de taille, 205^{m³}; soit un cube de maçonnerie de toutes espèces de 4505^{m³}, qui ont coûté 108 500 fr.

Des travaux de consolidation et d'assainissement importants ont été faits à deux reprises. Les premiers puits, galeries d'assainissement, contre-forts ont nécessité un cube de fouilles de 3060^{m³} et de béton et maçonnerie de toute espèce de 2102^{m³} avec de nombreux boisages, et ont coûté 159 516 fr.

En 1865, on a prolongé cet ouvrage en reliant la culée à la rive par un massif de maçonnerie, ou mur en retour, qui a donné lieu à un cube de fouilles de 1120^{m³} et de béton maçonneries de toutes espèces de 2405^{m³}, et a coûté 51 840 fr.

Le tablier métallique, pour une seule voie a 112 mètres de longueur, il pèse 161 000 kil., soit par mètre courant 1437 k. 50; il a coûté 119 250 fr., soit par mètre courant 1000 fr.

La surface latérale apparente (pleins et vides) est .	2382 ^{m²}
» des pleins est de	723 ^{m²}
» des vides »	1559 ^{m²}
Proportion	1 : 2,15

Le coût total a été :

1° Sans les travaux de consolidation de . .	Fr. 227 750
2° Avec » » . . »	387 266
3° Et avec les travaux de prolongement de la culée, côté Fribourg	» 439 106

Et le coût du mètre carré de surface apparente toujours en ajoutant un second tablier métallique :

1° Sans les travaux de consolidation	$\frac{347\,000 \text{ fr.}}{2382^{\text{m}^2}} = 147 \text{ } 50$
2° Avec » »	$\frac{506\,516 \text{ fr.}}{2382^{\text{m}^2}} = 212 \text{ } —$
3° Avec le prolongement à la culée, côté Fribourg, (dont la surface = 131 ^{m²})	$\frac{558\,836 \text{ fr.}}{2513^{\text{m}^2}} = 222 \text{ } —$

Les travaux ont été dirigés par M. Houël, ingénieur de section, et M. Weibel, ingénieur, qui avait la surveillance sur place. Les travaux de consolidation en 1865, ont été dirigés par l'auteur de la présente note, et sur place par M. Ermoglio, chef de section.

Les maçonneries ont été exécuté par MM. Joseph Arnaud et Cie, et les travaux de consolidation de 1865, par MM. Herzog et Vicarino. Le tablier métallique par MM. Derosne et Cail, à Paris. L'époque de l'exécution est 1860-1862.

Les chiffres importants indiqués plus haut pour les travaux de consolidation, révèlent la nature des difficultés. Ce sont des mouvements du sous-sol qui ont compromis la solidité des fondations, qui ont dû être reprises en sous-œuvre.

Viaduc de *Macconnens*. — Cet ouvrage se trouve à la traversée du ravin de Macconnens, au kil. 47, entre les stations de Villaz-Saint-Pierre et de Chénens. Il a une longueur totale de 75^m et se compose de deux parties en maçonnerie, ayant chacune deux arches de 9 mètres en plein cintre, et d'une travée métallique centrale, pour une voie seulement, de 25 mètres de portée.

Les quantités de travaux sont les suivantes :

Fouilles, 2046^{m³}; béton, 60^{m³}; maçonnerie de remplissage,

2085^{m³}; de moellon des parement, 408^{m³}; de pierre de taille, 374^{m³}; chapes en béton, 277^{m³}; cube total des maçonneries de toute espèce, 2958^{m³}; coût total des maçonneries, 117 457 fr.; poids total du tablier métallique pour une voie, 38 000 kil.; soit par mètre courant 1520 kil.; coût d'un tablier, 26 000 fr., coût total de l'ouvrage, 143 457 fr.; surface latérale totale, 1200^{m²}; surface des pleins, 381^{m²}; des vides, 819^{m²}; proportion, 1 : 2,15; coût par mètre carré de surface totale (le tablier compté à deux voies), 141 fr. 21 c. Ce travail a été commencé le 10 juin 1861; le 25 septembre on posait le tablier et il fut terminé le 30 novembre de la même année.

Ingénieur de section, M. de Mutach, ingénieur chargé de la surveillance spéciale, M. Meyer (actuellement ingénieur en chef de la Suisse-Occidentale et auteur de la présente note). Les maçonneries ont été exécutées par l'entreprise générale Joseph Arnaud et Cie; le tablier métallique par la maison Derosne et Cail, à Paris.

Viaduc sur la Sarine à *Grandfey*, près *Fribourg*. — Ce magnifique ouvrage d'art est le plus important de tout le réseau de la Suisse-Occidentale et même le plus important qu'on rencontre en Suisse. Il est très connu pour avoir fait partie de l'exposition du Creusot, qui l'a construit, soit à Paris, en 1867, soit à Vienne, en 1873. En outre, la Société suisse des ingénieurs et architectes expose, parmi la collection de ses publications, le bel album en douze feuilles, qu'elle a publié en 1864, sur cet ouvrage et d'après les documents mis à sa disposition par la Compagnie.

Je me dispenserai donc d'entrer dans de grands détails sur cet ouvrage, en renvoyant aux sources ci-dessus indiquées.

Cet ouvrage important a fait l'objet des études spéciales des deux ingénieurs en chef de la Compagnie, qui se sont succédés, M. de Nordling (actuellement directeur général des chemins de fer au ministère impérial autrichien), et M. Durbach (actuellement ingénieur en chef de l'exploitation du chemin de fer de l'Est), et examiné par une commission composée de MM. Didion, Jullien et Talabot (directeurs des compagnies de Lyon, de la Méditerranée et de l'Ouest). Il fut adjugé en 1857 à MM. Schneider et Cie, du Creusot, à la suite d'un concours auquel prirent part les premiers constructeurs, et pour le prix à forfait de 2 160 000 fr. (l'estimation était de 2 360 000 fr.)

Le projet d'exécution fut étudié par M. Mathieu, ingénieur en chef du Creusot, sous la direction et le contrôle de l'ingénieur en chef de la Compagnie et de la commission sus-nommée. La surveillance spéciale des travaux sur place fut confiée successivement à MM. les ingénieurs Straub, Smiczinsky et Roguski. Le Creusot sous-traita les maçonneries à MM. Studer-Wirth et Cie. La construction commença à la fin de 1857 et fut terminée en août 1862. Ce prolongement est dû plutôt aux difficultés financières de la Compagnie qu'à l'entreprise, qui s'était engagée et aurait pu le terminer plus tôt et était en mesure de le faire; une indemnité lui a même été allouée pour ces retards.

Les dimensions principales de l'ouvrage sont les suivantes :

Longueur totale y compris les culées . . .	382 ^m 64
Longueur entre les culées (soit de la partie mét.	333 ^m 84
Hauteur moyenne	72 ^m —
Hauteur maxima des rails au-dessus du fond de la rivière	78 ^m 72

Altitude des rails au-dessus de la mer . . .	600 ^m 73
Hauteur du rail au-dessus du point le plus bas de la fondation	79 ^m 93
Hauteur de la partie métallique des piles au-dessous du tablier	43 ^m 23
Plus grande hauteur de la maçonnerie d'une pile au-dessus de la fondation	32 ^m 15
Portée des deux travées de rives	44 ^m 90
» » cinq » intermédiaires	48 ^m 80
Hauteur du treillage	3 ^m 96
Largeur entre les gardes-corps	7 ^m 79
Cube total des maçonneries, qui étaient évaluées au devis à 476 761 fr.	20 000 ^m 5 —
Le cube des bois du tablier est de	385 ^m 3
Le poids total des fers et fonte est de	3 150 000 kil.
» du tablier, proprement dit, est de	1 450 000 »
Soit par mètre courant de tablier (deux voies)	4343 »
Les piles en fer et fonte pèsent par mètre courant	7520 »
Le poids total du pont par mètre courant est de	13 155 »
Les fontes pour arbalétriers, entablement et socles des piles pèsent	1 300 000 »
Les fers pour treillage et contreventement des piles	650 000 »
La surface totale latérale de l'ouvrage est de	48 450 ^m 2
» des pleins est de	5250 ^m 2
» des vides »	43 200 ^m 2
Et la proportion	1 : 8,05
Le coût total de l'ouvrage s'établit :	
Montant du forfait	Fr. 2 160 000
Sommes allouées par arbitrage en règlement de compte :	
1 ^o Travaux supplémentaires im-	
prévus	Fr. 96 120
2 ^o Indemnité pour retards et perte	
d'intérêt »	169 000
	265 120
	Fr. 2 425 120

Coût par mètre carré de surface latérale apparente	Fr. 50 —
Coût par mètre courant de longueur totale de l'ouvrage (382 ^m 64) »	6337 70
Coût par mètre courant de la longueur mesurée entre la culée (333 ^m 84) »	7264 —

Le procédé de halage de cet ouvrage était remarquable ; il était alors complètement nouveau et a beaucoup été employé depuis. Le treillage, monté sur la rive, était glissé en avant sur des rouleaux par un cabestan, et muni à l'avant d'un avantbec et d'une grue roulante, les travées restant sur la rive, qu'on montait à mesure de l'avancement faisaient équilibre à celle en porte à faux ; les flexions de ce porte à faux étaient combattues par un système de haubans. Arrivé sur l'axe d'une pile on arrêtait le halage et on se servait du tablier pour transporter et de la grue roulante placée au bout pour descendre les matériaux de la pile qu'on construisait, puis l'on avançait d'une travée. Les détails de ces engins de halage se trouvent également dans l'album déjà cité de la Société des ingénieurs et architectes suisses.

Viaduc de *Guin*. — Cet ouvrage se trouve à la traversée de la vallée du Tâggeloch, près de la station de Guin, et à 6 kil. de Fribourg.

Il a une longueur totale de 120^m et se compose d'une poutre métallique continue d'une longueur de 115^m20 reposant sur trois piles ; deux travées ont 23^m70 et deux autres 28^m60 de portée. La plus grande hauteur d'une pile au-dessus du sol est de 32^m50 et 34^m50 au-dessus des fondations. Le cube total des maçonneries a été de 5400^m3 qui ont coûté 164 000 fr. Le poids total de la poutre métallique, pour une voie seulement, est de 140 000 kil., soit par mètre courant 1180 kil. Elle a coûté 96 000 fr.

Le coût total de l'ouvrage est de 260 000 fr.

Surface latérale totale 3043^m2

» des pleins 500^m2

» des vides 2543^m2

Proportion 1 : 5,086

Le coût par mètre carré de surface (en doublant le prix du tablier) compté pour deux voies, 117 fr. Le travail a été commencé en septembre 1856 et fini en octobre 1859.

L'ingénieur qui a fait le projet est M. Blotnizky, M. de Mutach, ingénieur de section, a dirigé les travaux. Les maçonneries ont été exécutées par MM. Glauser et Cie, entrepreneurs, et le tablier par la maison Derosne et Cail, à Paris.

Viaduc de la *Singine*. — Cet ouvrage traverse la rivière de la Singine qui forme en même temps la limite cantonale et celle de la concession ; il a été construit par la Compagnie Lausanne-Fribourg-Berne, mais avec participation de moitié de celle du Central. La longueur totale est de 83^m50 ; il est biais à 60° et se compose de deux travées métalliques avec une pile en rivière de 16^m85 de hauteur.

La longueur totale de la poutre est de 78^m75. Les maçonneries et fondations comprennent les quantités suivantes :

Fouilles, 5351^m3 ; béton, 1301^m3 ; maçonnerie de remplissage à sec en blocs de molasse, 2292^m3 ; id. à mortier, 347^m3 ; maçonnerie de parement en molasse, 498^m3 ; maçonnerie de pierre de taille calcaire, 55^m3 ; total des maçonneries de toutes espèces, 4500^m3 ; coût total des fondations et maçonneries, 233 089 fr. ; poids de la poutre (pour une voie), 120 000 kil. ; par mètre courant pour un voie, 1525 kil.

Coût de la poutre métallique 82 000 fr.

Soit par mètre courant pour une voie 1839 »

Surface latérale apparente totale 1280^m2

» des pleins 450^m2

» des vides 830^m2

Proportion 1 : 1,844

Coût total 315 090 fr.

Avec un tablier pour deux voies, le coût serait de 397 090 fr. et par mètre carré de surface apparente, 310 fr. 10 c. ; par mètre courant (pour deux voies) 4 776 fr.

Cet travail a été fait de 1858 à 1860.

Ingénieur de section, M. de Mutach, ingénieur chargé de la surveillance spéciale, M. de Werdth, entrepreneurs des maçonneries, MM. Studer-Wirth, Herzog et Gribi ; du tablier métallique, la maison Derosne et Cail, à Paris.

Tunnels. — Profil-type. — Les tunnels sont tracés avec un rayon intérieur de 4 mètres à 1^m80 au-dessus du rail au niveau desquels ils ont 7^m15 de largeur. La hauteur au centre

au-dessus du rail est de 5^m80. Les revêtements varient suivant la nature du terrain. Il y a un aqueduc central dallé de 0^m30 sur 0^m45 d'ouverture. Dans les terrains très meubles on a ajouté un radier de fond.

Tunnel du Châtelard. — Ce tunnel a été substitué à une tranchée ébouleuse et construit en partie à ciel ouvert. Il est entièrement revêtu avec radier de fond. Il a été construit de juin 1860 à juin 1862. Ingénieur de section, M. Houël; ingénieur de la surveillance spéciale, M. Gein; entrepr., MM. Ladet et Alphaise.

Longueur entre les têtes, 75 mètres.

Coût total, 155 709 fr.; par mètre courant . . . 2076 fr.

Tunnel de Grandvaux. — Percé dans des terrains marneux et des grès avec alternances de marne, ayant nécessité un revêtement complet et par place des radiers. Construit de août 1857 à février 1861. M. Houël, ingénieur de section; M. Henri, conducteur, chargé de la surveillance spéciale. Entrepren., M. L. Favre (actuellement entrepren. du grand tunnel du Gotthard.)

Longueur total du tunnel 392^m50
Cube des déblais 24 752^m5
soit par mètre courant 75^m5 12
Coût des déblais 415 763 fr.
Cube des maçonneries 6742^m5
soit par mètre courant 20^m5 46
Coût des maçonneries 177 237 »
» total 593 000 fr.
soit par mètre courant 1508 fr. 30

Tunnel de la Cornallaz. — Ce tunnel a été construit dans des terrains très-détritiques, marnes et argiles glaciaires très-humides; il a exigé des boisages nombreux un revêtement complet avec radier de fond. Date de l'exécution, 1858 février à 1861 novembre. Ingénieur de section, M. Houël, surveillance spéciale, M. Henri. Entrepreneur, M. Louis Favre.

Longueur totale 493^m
Cube d'extraction 39 395^m5
soit par mètre courant 80^m5
Qui ont coûté d'extraction 672 892 fr.
Maçonneries 14 619^m5
soit par mètre courant du tunnel . . . 29^m5 65
Qui ont coûté 377 562 »
Le coût total de tunnel est de 1 050 454 fr.
soit par mètre courant 2106 fr. 50 c.

Tunnel de Vauderens. — Percé en grande partie dans la molasse, il n'a exigé que très peu de revêtements.

Construit de mai 1857 à avril 1861. Ingénieur de section, M. Houël; ingénieur de la surveillance spéciale, M. Waibel. Entrepreneurs, MM. Vigne et Uebertal.

Longueur totale 921^m50
Cube des déblais 45 470^m5
Cube par mètre courant 49^m5 35
Cube des maçonneries 11 426^m5
soit par mètre courant 12^m5 40
Coût total 842 170 fr.
soit par mètre courant 915 »

Tunnel de Mühlethal. — Percé dans la molasse, mais avec quelques bancs marneux, a nécessité des revêtements partiels. Ingénieur de section, M. de Mutach. Surveillance spéciale, M. Lambert, conducteur. Entrepreneurs, MM. Curty et Trollet. Construit de novembre 1856 à mai 1858.

Longueur totale 399^m
Cube d'extraction (approximatif) . . . 20 000^m5
soit par mètre courant 50^m5
Cube de maçonnerie de revêtement
approximatif) 3330^m5
Par mètre courant 8^m5 30
Coût total 350 000 fr.
soit par mètre courant 892 »

Tunnel de Flamatt. — Percé également dans la molasse n'ayant nécessité que des revêtements partiels. Construit de avril 1857 à novembre 1858. Ingénieur de section, M. de Mutach. Surveillance spéciale, M. Lambert. Entrepreneur, M. Lehmann.

Longueur totale 187^m
Cube d'extraction 13 070^m5
soit par mètre courant 70^m5
Coût des déblais 174 058 fr.
Cube des maçonneries 1015^m5
soit par mètre courant 5^m 42
Coût des maçonneries 20 200 »
Coût total 199 000 fr.
soit par mètre courant 1064 fr. 25 c.

RÉSUMÉ DES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES TUNNELS

DÉSIGNATION	LONGUEUR totale	CUBE d'extraction	CUBE des maçonneries	DÉBLAIS par mètre courant	MAÇONNERIE par mètre courant	COUT TOTAL	COUT par mètre courant
	Mèt. cour.	Mèt. cubes	Mèt. cubes	Mèt. cubes	Mèt. cubes	Francs	Francs
1. Tunnel du Châtelard...	75.—	6.750 *	2.250 *	90.— *	30.— *	155 709	2076 — *
2. Tunnel de Grandvaux..	392.50	24.752	6.742	75.12	20.46	593 000	1508 —
3. Tunnel de la Cornallaz.	493.—	39.395	14.619	80.—	29.65	1 050 454	2106 50
4. Tunnel de Vauderens..	921.50	45.470	11.426	49.35	12.40	842 170	915 —
5. Tunnel de Mühlethal ..	399.—	20.000 *	3.330 *	50.— *	8.30 *	350 000	892 — *
6. Tunnel de Flamatt	187.—	13.070	1.015	70.—	5.42	199 000	1064 —
	2468.—	149.437	39.382	60.14	15.96	2 690 333	1090 90

* Approximatif.

h) *Bâtiments*. — Les bâtiments de cette ligne ne présentent rien de remarquable; vu l'exiguïté des ressources de la compagnie, on dut se contenter de faire des constructions provisoires, qui furent cependant installées dans des conditions de solidité telles qu'elles subsistent encore.

Seule la gare de Fribourg a été reconstruite définitivement dans les années 1871 à 1874, c'est-à-dire que les dépenses de cette construction sont en majeure partie comprises dans celles des travaux de parachèvement de la Compagnie de la Suisse occidentale depuis la fusion.

Le bâtiment principal des voyageurs a une longueur de 57 mètres et une largeur de 12 mètres sur le fronton principal et de 11 mètres sur les ailes. Il est flanqué de deux bâtiments accessoires de 8 mètres sur 5 mètres; le tout, mesurant ensemble une superficie de 720^{m²}, a coûté, y compris les abords et un quai asphalté de 105^m de longueur et 5 mètres de large, la somme de 207 200 fr.

La halle recouvrant ce quai et trois voies a une longueur de 103 mètres et une portée de 17^m85. Elle recouvre une surface totale de 2023^{m²}. Elle est construite en fer avec des fermes forme Polonceau rivées, et couverte en zinc ondulé et verre. Elle pèse 85 518 kil. et a coûté 88 260 fr.

Ces travaux ont été exécutés sous la direction de M. J. Meyer, ingénieur en chef de la compagnie, auteur de la présente note; M. Fraisse, architecte, a dirigé les travaux du bâtiment et la halle a été construite par la Société de construction de wagons de Fribourg. Cette halle est représentée sur notre collection et accompagnée d'une notice spéciale à laquelle nous renvoyons. A la même époque et dans la même gare, il a été construit, sous la direction du soussigné et de M. Bezencenet, architecte, une remise semi-circulaire pour 14 locomotives, d'une superficie de 1500^{m²}, qui a coûté 205 820 fr., soit par locomotive 14 843 fr. et par mètre carré de superficie 137 fr. 20.

Cette construction, entièrement en maçonnerie, avec charpentes en fer, a rencontré des difficultés de fondations, se trouvant à moitié sur terrain naturel et à moitié sur un remblai qui atteignait une hauteur de 22 mètres. Elles ont été vaincues par des pilotages sous les supports des fermes, et des chainages; aucun tassement ni lézardes ne se sont produits.

i) *Matériel roulant*. — Le matériel roulant propre à cette ligne se composait, au moment de la fusion, de 12 locomotives-tender à 2 essieux accouplés, pesant 43 tonnes, construites dans les ateliers de Kessler, à Esslingen;

5 voitures de 1^{re} classe à 2 essieux;

10 » de 1^{re} et 2^{me} classe à 4 essieux;

10 » de 2^{me} et 3^{me} classe à 4 essieux;

15 » de 3^{me} classe à 4 essieux;

40 en tout, toutes dans le système américain avec couloir central, qui ont été construites dans les ateliers de Neuhausen, près de Schaffhouse.

10 fourgons à bagages à 4 essieux;

60 wagons couverts à 2 essieux;

20 » découverts à haut bord à 2 essieux;

40 » » à bords mobiles à 2 essieux;

50 » » à plate-forme à 2 essieux;

180 » de toutes espèces, qui ont été construits en majeure partie aux ateliers de Neuhausen, près Schaffhouse,

et le restant dans les ateliers de la Compagnie du Central, à Olten.

M. Richard Wieland, ingénieur du matériel et plus tard entrepreneur de la traction, a dirigé la construction de ce matériel.

k) *Dépenses générales de la construction*. — Les dépenses ci-après indiquées sont celles qui figurent au bilan du 31 décembre 1871 et qui ont servi de base à la constitution du capital de la Compagnie de la Suisse occidentale, toutes les dépenses subséquentes ayant été comptabilisées par cette dernière Compagnie.

1 ^o Etudes et direction des travaux . . .	Fr. 1 483 358
2 ^o Acquisitions de terrains . . .	» 2 170 074
3 ^o Terrassements et ouvrages d'art . . .	» 22 118 691
4 ^o Superstructure, voie de fer . . .	» 3 738 997
5 ^o Signaux . . .	» 33 831
6 ^o Stations et maisons de gardes . . .	» 875 627
7 ^o Ateliers et installations diverses . . .	» 311 845
8 ^o Matériel roulant . . .	» 2 109 572
9 ^o Frais généraux, soit frais d'administration, service des capitaux, frais d'émission, intérêts pendant la construction . . .	» 2 120 507
Total,	Fr. 34 962 502

Soit par kil. $\frac{34\,962\,502 \text{ fr.}}{87} = 401\,866 \text{ fr.}$

III. LIGNE DE GENÈVE A VERSOIX

a) *Concession et description générale*. — Comme nous l'avons vu plus haut, la ligne de Genève à Versoix fut d'abord concédée à la Compagnie de Lyon à Genève, qui la céda à la Compagnie d'Oron (Lausanne-Fribourg-Berne) par traité du 16 avril 1858. Les travaux de la ligne étaient dirigés par la Compagnie de Lyon-Genève pour celle d'Oron. Il fut émis par la Compagnie d'Oron et remis en paiement à la Compagnie de Genève des obligations 3 % au taux de 270 fr. jusqu'à concurrence de 5 500 000 fr. Ce prix de cession comprenait, outre le coût réel des dépenses de construction, une indemnité de 1 500 000 fr., représentant l'abandon d'une subvention que la ville de Genève avait promise à la Compagnie de Genève pour la construction de la gare de cette ville à un emplacement donné, subvention à laquelle la Compagnie de Genève dut renoncer, parce que la construction de la ligne de Versoix l'empêcha de construire la gare à l'emplacement promis. Par cette convention, la Compagnie de Genève concédait à celle d'Oron l'usage commun de la gare de Genève moyennant une redevance foncière de 20 000 fr. par an, et elle se chargeait pour le compte de la Compagnie d'Oron de l'exploitation de ce tronçon de 11 kilomètres moyennant une part aux recettes. Mais au moment de la mise en exploitation, par suite d'arrangements particuliers, la Compagnie de Genève chargea celle de l'Ouest-Suisse de la plupart des services de l'exploitation. Cet état de choses fut consacré par un traité du 20 juin 1862 entre la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, dans laquelle la Compagnie de Genève s'était fusionnée et qui lui était dès lors substituée, et la Compagnie de l'Ouest, par lequel la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée chargeait celle de l'Ouest des obligations de l'exploitation qui lui incombait en vertu du traité sus-rappelé du 16 avril 1858 avec la Compagnie d'Oron. Il en fut ainsi jusqu'au

1^{er} janvier 1865, époque à laquelle commença l'exploitation par l'Association des chemins de fer de la Suisse occidentale.

Nous avons dit plus haut comment l'Etat de Fribourg se fit céder, par le traité du 12 novembre 1863, les lignes de la Compagnie d'Oron et celle de Versoix. Nous avons parlé du conflit qui eut lieu entre l'Etat de Fribourg et celui de Genève au sujet de cette cession, difficultés qui ne furent tranchées que par une convention du 9 mai 1869. Ensuite d'un traité de novembre 1864, par lequel la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée reconnut la cession de la ligne à l'Etat de Fribourg, il fut convenu que ce dernier émettrait un emprunt et rachèterait les obligations qui avaient été données en paiement de la ligne et solderait les comptes de construction.

La ligne de Genève à Versoix, dont nous avons indiqué plus haut le tracé général, ne présente rien de saillant comme travaux; elle a son origine à l'extrémité de la gare de Genève et atteint une première fois au delà de Versoix la frontière vaudoise; cette première partie a une longueur de 10^k142^m depuis l'axe de la gare de Genève, et de 9^k547,85^m depuis l'origine de la ligne. L'enclave vaudoise de Coppet qui suit a une longueur de 5860,90^m et appartient à la Compagnie de l'Ouest-Suisse; ensuite vient l'enclave genevoise de Céliny, qui a une longueur de 1^k686,10^m.

La longueur totale est donc de 11^k829^m en comptant depuis l'axe de la gare de Genève, et de 11^k241^m si on excepte ce tronçon et que l'on ne compte que depuis l'origine de la ligne.

Il n'y a pas eu de difficultés sérieuses; quelques terrassements importants, les tranchées et remblais de l'Impératrice et les tranchées et remblais aux abords de Versoix. En fait d'ouvrages d'art, il n'y a à noter que ceux sur la rivière et les canaux de décharge de la Versoix et le passage inférieur sous le remblai de ce nom, travaux d'une certaine importance, mais qui ne méritent cependant pas une mention spéciale.

Les travaux de cette ligne, construite, comme nous l'avons dit plus haut, dans les années 1856-1858, ont été dirigés par M. Schlemmer, ingénieur des ponts et chaussées et ingénieur en chef de la ligne de Lyon-Genève, assisté de M. Desfosses, ingénieur résidant à Genève.

Le profil-type est le même que celui que nous avons décrit pour l'Ouest-Suisse.

La ligne est construite et exploitée à double voie.

b) Alignements, courbes, inclinaisons, déclivités.

La longueur totale des paliers horizontaux est de 3^k966^m 35,28 %

La longueur totale des rampes de 5 ‰ et au-dessous est de . . . 2060^m

La longueur totale des rampes de 5 à 10 ‰ est de . . . 1733^m 3^k793^m 33,73 %

La longueur totale des pentes de 5 ‰ et au-dessous est de . . . 3232^m

La longueur totale des pentes de 5 à 10 ‰ est de . . . 250^m 3^k482^m 30,99 %

Total, 11^k241^m 100 %

La hauteur totale rachetée est de 22,40^m

La rampe moyenne de . . . 5,91 ‰

La rampe maxima de . . . 9 ‰

L'abaissement total est de . . 11,65^m

La pente moyenne de . . . 3,35 ‰

La pente maxima de . . . 6,00 ‰

La longueur totale des alignements

droits est de 7^k356^m 65,44 %

La longueur des courbes de 1200 mètres de R et au-dessus est de . . 472^m

La longueur des courbes de 900 à 1200 mètres de R et au-dessus est de 1020^m

La longueur des courbes de 600 à 900 mètres de R est de 2393^m 3^k885^m 34,56 %

11^k241^m 100 %

Le rayon moyen est de 765 mètres et le plus petit rayon de 600 mètres.

c) *Ouvrages d'art.* — Il y a deux ponts en pierre sur la Versoix et le canal de la dite rivière. Le premier, le plus grand, a deux arches de 15 mètres en plein cintre et une longueur totale de 40 mètres. Il y a cinq ponceaux en maçonnerie, compris entre 2 et 5 mètres d'ouverture et 24 coulisses et aqueducs, 16 passages à niveau, 10 passages supérieurs et 7 passages inférieurs.

Ce chemin de fer ne possédait pas de matériel roulant à lui propre.

d) *Dépenses de construction.* — Les dépenses de la construction de cette ligne, arrêtées au 31 décembre 1871, se décomposent comme suit :

1 ^o Frais de tracé et d'études	Fr.	82127
2 ^o Acquisitions de terrains	»	1 265 429
3 ^o Terrassements et ouvrages d'art	»	1 394 728
4 ^o Etablissement de la voie et ballastage	»	837 591
5 ^o Etablissement du télégraphe	»	5923
6 ^o Stations et maisons de gardes	»	153 245
7 ^o Travaux divers	»	8874
8 ^o Frais généraux d'administration, de surveillance, service des capitaux pendant la construction (y compris la prime de 1 500 000 fr. payée pour la concession)	»	2 235 204

Total, Fr. 5 988 121

Soit par kilomètre $\frac{5\,988\,121 \text{ fr.}}{11\,241^{\text{m}}} = 532\,615 \text{ fr.}$

IV. LIGNES DE LA COMPAGNIE DU FRANCO-SUISSE.

a) *Concession.* — Les premières études et travaux relatifs à la construction de cette ligne remontent à 1852. C'est à cette époque-là que les initiateurs, MM. Leuba et consorts, dont nous citerons les noms plus loin, lièrent, le 20 août 1852, un compromis avec la Compagnie du Nord à Zurich et le 15 septembre de même année avec M. de Grimaldi, administrateur des Salines de l'Est et concessionnaire de chemin de fer de Dôle à Salins, compromis qui devait assurer la constitution d'une compagnie pour construire une ligne de Salins par les Verrières et Neuchâtel à Zurich. Cette combinaison n'aboutit pas et cela surtout parce que le gouvernement de Neuchâtel n'accorda pas la garantie qui lui était demandée. Celui-ci se montra plus favo-

rable à une entreprise, alors considérée comme concurrente, celle du Jura industriel.

La concession des lignes formant le réseau de cette Compagnie, soit :

1° D'une ligne de la frontière suisse près des Verrières à Neuchâtel et de Neuchâtel à la Thielle, frontière du canton de Berne ;

2° D'un embranchement se dirigeant de Neuchâtel sur le canton de Vaud, à Vaumarcus, près d'Yverdon ; fut accordée par le Grand Conseil neuchâtelois le 16 décembre 1853, à MM. Beslay, Besnard, Morris Lelièvre et Cie.

Cette concession fut ratifiée les 2/6 février 1854 par les Chambres fédérales. Elle fut cédée à MM. Leuba et consorts, représentant un comité d'initiative qui s'occupa de la formation d'une compagnie. Par arrêté du 25 juin 1855, le Conseil fédéral reconnut suffisantes les garanties offertes par MM. Leuba et consorts. Le 17 juillet 1856, les Chambres fédérales ratifièrent un décret du 9 juin 1856 du Grand Conseil neuchâtelois prolongeant les délais pour l'achèvement de ces lignes. Ce ne fut qu'à cette époque que les courageux initiateurs de cette ligne: MM. Auguste Leuba, Charles Jaccot-Guillarmod, colonel Denzler et Fritz Lambelet, parvinrent à constituer une compagnie en s'assurant le concours de la Compagnie de Paris à Lyon, représentée par MM. Dassier et Hottinger qui, par traité du 2 avril 1856, s'engagèrent à prendre ferme 4000 actions de 500 francs, en réservant 7000 aux actionnaires de la compagnie de Lyon, tandis que MM. Leuba et consorts s'engagèrent à en prendre 13 000 sur les 24 000 qui devaient former le capital de 12 000 000 fr. de la compagnie. Ce ne fut aussi que depuis ce moment que les travaux purent marcher sérieusement.

Pour ce qui suit, nous empruntons la plupart de nos données à un très intéressant et remarquable travail de M. Ruelle, directeur de la construction du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, mémoire inséré dans les annales des Ponts et chaussées de 1865. Comme la Compagnie du Paris-Lyon prit une large part à l'entreprise du Franco-Suisse, elle se réserva une certaine prépondérance dans son administration et M. Ruelle, alors ingénieur en chef du Paris-Lyon, fit partie de l'administration de la Compagnie Franco-Suisse et fut chargé de la direction de la construction. J'ai complété ces renseignements au moyen de recherches dans les archives et les documents officiels de cette compagnie.

Les lignes qui composent le réseau du Franco-Suisse sont mieux connues sous les noms de : *Ligne des Verrières* ou du Val de Travers, qui dès les Verrières forme le prolongement de la ligne de Dijon à Dôle et Pontarlier aux Verrières (frontière franco-suisse) par Mouchard et va jusqu'à Neuchâtel en traversant le Val-de-Travers. Sa longueur est de 35 151 mètres. Elle se raccorde à Auvernier avec la *ligne du Littoral*, de Vaumarcus à Neuchâtel et à la frontière bernoise près de Neuveville au bord du lac de Bienne. Dès Vaumarcus elle forme le prolongement de la ligne de Genève, Morges et Lausanne, par Yverdon, et, à Neuveville elle se joint à la ligne appartenant à la Compagnie du Jura-Berne, qui passe par Bienne, forme le prolongement vers l'est et le nord de la Suisse, c'est-à-dire à Bâle par Delémont ou Olten, à Zurich et au lac de Constance par Olten. Cette ligne a une longueur de 35 115 mètres, les deux ensemble 70^k 266 ; elles sont entièrement situées sur le territoire du canton de Neuchâtel.

Les travaux ont été commencés vers la fin de 1856. Ces lignes ont été ouvertes à l'exploitation aux dates suivantes :

1° Vaumarcus-Neuchâtel-frontière bernoise (entre Landeron et Neuveville), le 7 novembre 1859 ;

2° Verrières à Auvernier, le 24 juillet 1860.

b) *Capital social*. — Comme nous l'avons dit plus haut, les statuts de la Compagnie de 1856 fixaient le capital social à 12 millions de francs en 24 000 actions de 500 francs qui ont été toutes émises et libérées.

La compagnie émit plus tard pour 12 millions d'obligations rapportant 20 fr. d'intérêt annuel et remboursables par 500 fr. en 99 ans. Ces obligations, au nombre de 30 000, ont été placées au cours moyen de 375 fr., tous frais déduits, elles ont donc produit 11 250 000 fr. et le total des ressources dont disposait la compagnie était de 23 250 000 fr. Comme nous le verrons plus loin, cette somme ne suffit point pour couvrir toutes les dépenses de la construction, qui s'élevèrent à 25 999 781 fr.

Le surplus des ressources fut fourni à la Compagnie du Franco-Suisse par celle de Paris-Lyon-Méditerranée. Mais en 1868, il intervint une combinaison pour consolider la situation financière de la compagnie fortement ébranlée ; du consentement de la plupart des porteurs de titres (27 131 consentirent, 2600 s'y refusèrent), on procéda à la conversion de ces titres en obligations ne rapportant plus que 15 fr. d'intérêt, mais remboursables par 550 fr. Il fut créé 5580 obligations du nouveau type qui furent remises à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée en paiement de ses avances. A cette opération de 1868 fut reliée une constitution d'hypothèque sur la ligne en faveur de toutes les obligations émises, y compris les 2600 qui ne participèrent pas à la conversion. Le total des obligations émises fut donc de 35 580 ; ce total n'était que de 35 314 au moment de la conversion, à cause des remboursements antérieurs.

c) *Description des lignes et période de la construction*. — Le but capital du chemin de fer Franco-Suisse a été d'ouvrir une nouvelle communication entre le centre de la France et le centre de la Suisse, en traversant cette longue et large barrière que forment les montagnes du Jura.

La longueur de cette chaîne, de Culoz à Bâle, est de 250 kilomètres et l'épaisseur moyenne du massif, de Besançon au lac de Neuchâtel, est de 70 kilom. environ. Sur le sol français, le relief général se compose de trois étages successifs, formés par des chaînes principales dirigées du sud-ouest au nord-est et séparées par de hauts plateaux. Sur le versant suisse, le massif a moins d'étendue et se réduit au versant sud-est de la troisième chaîne, jusqu'à la dépression entre les Alpes et le Jura qui est occupée par les lacs de Genève, de Neuchâtel, de Bienne et le cours inférieur de l'Aar.

La hauteur des points culminants varie entre 1300 et 1700 mètres, et celle des cols entre 900 et 1100 mètres.

Ligne des Verrières. — Le Val-de-Travers du côté suisse pénètre obliquement à travers ces montagnes et aboutit à un cirque profond. Du côté français, le second plateau entre Pontarlier et Arbois se maintient au niveau moyen de 800 à 850

mètres sauf quelques rides partielles de 900 à 1000 mètres. L'étage inférieur se trouve généralement à la cote 640 et est limité par la vallée du Doubs; il borde la vaste plaine de la Bresse, de Bourg à Dôle, à la cote 180 à 200 mètres.

Nous nous dispenserons de décrire la partie française de cette ligne, bien que cette ligne internationale commence à proprement parler à la station de Mouchard, où commence l'ascension du premier plateau, ou à Pontarlier vers l'extrémité du second plateau à la cote 840 mètres. De là le tracé se développe dans la vallée du Doubs d'abord et de la Morte ensuite, avec des pentes variant de 0^m004 à 0^m012 par mètre sur un développement de 12 kilomètres, en franchissant au kilomètre 41 (de Neuchâtel) la frontière française aux Verrières de Joux et passant par les Verrières suisses où se trouve la gare douanière suisse, il atteint un peu plus loin au kilomètre 38 (de Neuchâtel) le point culminant au col des Bayards à une altitude de 941^m,10 (c'est le plus bas de toute la chaîne centrale du Jura.)

A partir de là le tracé descend avec des pentes de 0^m018 et 0^m020 par mètre sur les flancs escarpés du Vallon ou cirque de Saint-Sulpice, dans lequel il pénètre par le tunnel du Haut de la Tour; c'est là que commence le Val-de-Travers proprement dit, il passe au-dessus du beau village de Fleurier. Les stations de Boveresse, Couvet et Travers interrompent seules cette pente rapide, c'est sur ce parcours que se rencontrent les deux tunnels du Haut de la Tour et des sources de la Reuse, suivis des deux viaducs de Prise Milord et de l'Huguenaz, celui de Fleurier, un troisième viaduc précède la station de Couvet. C'est un peu au-dessous de Travers que le tracé rejoint le thalweg de la vallée de la Reuse, assez plate en ce point, c'est là que se termine la première partie des travaux difficiles; cette partie a environ 11,5 kilomètres de longueur, exécutés tantôt dans les calcaires jurassiques, tantôt dans les marnes et les terrains détritiques. Sur plusieurs points, il a fallu établir des pierrées d'assainissement très profondes et d'autres ouvrages de consolidation, pour assurer l'assiette du chemin de fer et prévenir l'éboulement du flanc de la montagne.

Depuis Travers le tracé se maintient presque horizontalement au fond de la vallée à la cote de 730 mètres et dans des terrains tourbeux et des alluvions modernes, sur 4 kilom. jusqu'à Noiraigue. C'est tout de suite après cette dernière station que le tracé pénètre dans la gorge sauvage ou défilé où la main de l'homme a dû lutter à chaque pas contre la nature pour asseoir le chemin de fer sur des roches presque verticales; c'est sur le flanc gauche de la vallée que le tracé se développe avec une pente continue de 0,020 sur plus de 11 kilomètres et des courbes de 350 mètres de rayon.

C'est sur cette partie que se rencontrent huit tunnels, le pont sur la Reuse dit de la Baleine, des murs de soutènement très importants et de grandes tranchées dans le roc. La formation géologique est des plus tourmentées, et l'on y rencontre les exemples les plus intéressants de repliement de couches. Le cadre de ce travail ne nous permet pas d'entrer dans ces détails, nous renvoyons au travail de M. Ruelle déjà cité et aux travaux géologiques faits par feu M. Armand Græsly et M. Dessor, géologues de la compagnie.

En face du village de Trois Rods le tracé abandonne le cours de la Reuse pour suivre le sol moins tourmenté du versant occidental du Jura. La pente est encore de 0^m020 par mètre sur

3 kilomètres, puis elle se réduit à 0^m015 et à 0^m010 pour se raccorder avec la ligne dite du littoral vis-à-vis du village d'Auvernier.

Ligne du Littoral. — Cette seconde ligne, dont la direction est parallèle au lac de Neuchâtel depuis Vaumarcus (près Grandson) jusqu'à Saint-Blaise, forme, ainsi que nous l'avons déjà dit, un tronçon de la grande artère qui va de Lausanne à Bâle et du lac de Genève au lac de Constance, et qui se maintient dans la large dépression creusée entre la chaîne du Jura et le massif des Alpes.

Les 35 kilomètres de la ligne du littoral sont loin d'offrir les mêmes difficultés que les 35 kilomètres de celle des Verrières; néanmoins le sol est encore très tourmenté, et il a fallu recourir à des courbes et contre-courbes très multipliées, coïncidant avec une succession de pentes et de rampes de 0^m,01 par mètre pour réduire le cube des terrassements. Il a même été impossible d'éviter quelques grands ouvrages, qui augmentent sensiblement le prix de revient, savoir :

1^o Le viaduc de Boudry, à la traversée de la Reuse.

2^o Le viaduc de Serrières, à la traversée de la gorge de ce nom, entre Auvernier et Neuchâtel.

3^o Le souterrain du Seyon.

4^o Le souterrain de Saint-Blaise.

Ouvrages dont nous donnerons plus loin la description détaillée.

Le prix élevé des terrains traversés, où se trouvent beaucoup de riches vignobles et de propriétés d'agrément, surtout aux abords immédiats de Neuchâtel, ont été une cause notable de l'accroissement des dépenses.

Après le souterrain de Saint-Blaise, le tracé gagne le thalweg très plat de la vallée de la Thielle, près de Cornaux, et le suit en passant par Cressier et Landeron jusque à la frontière bernoise, près de la petite ville de Neuveville et à l'extrémité sud du lac de Bienne. Là il se raccorde avec la ligne se dirigeant vers Bienne et la Suisse allemande qui en forme le prolongement et appartient actuellement à la Compagnie du Jura-Berne.

Le lac de Neuchâtel est à la cote de 435 mètres, la ligne est à la hauteur de 453^m93 à son origine près de Vaumarcus. Elle s'élève pour atteindre son point culminant entre Bevaix et Boudry à la cote de 504^m51, et se maintient sur plusieurs kilomètres dans les environs de cette altitude de 500 mètres, passe au-dessus de Neuchâtel avec 482^m48, de là redescend avec 0^m01 pour atteindre à la cote de 439^m01 vers Cornaux le thalweg de la vallée de la Thielle; le point le plus bas est à la frontière, 437^m45. Le rayon minimal des courbes sur la ligne du littoral est de 400 mètres.

Profils-types. — Les terrassements et ouvrages d'art sont entièrement exécutés à double voie. La largeur des terrassements est de 9 à 10 mètres (roc ou terre) en tranchée à la hauteur de la plate-forme et les fossés compris, et de 9^m40 pour les remblais à la même hauteur. La double voie n'est posée que depuis Auvernier jusqu'à la jonction de la ligne du littoral, sur 650 mètres environ, et de Neuchâtel jusqu'à la bifurcation de la ligne de la Chaux-de-Fonds dite du Jura industriel, près du Seyon, sur 1100 mètres environ.

d) *Déclivités, alignements et courbes.* — 1° Pentes, rampes, paliers.

	Long ^r totale.	Long ^r en % de long ^r totale.
a) La longueur totale des rampes de 0 ^m 005 par mètre et au-dessous est de	8410 ^m	
La longueur totale des rampes de plus de 0 ^m 005 jusqu'à 0 ^m 010 pour un mètre est de	5099 ^m	
La longueur totale des rampes de plus de 0 ^m 010 jusqu'à 0 ^m 020 pour un mètre est de	4080 ^m	
La longueur totale des rampes est de	17 ^k 589 ^m	25,01 %
La hauteur rachetée est de 120 ^m 32, la rampe moyenne de 0 ^m 00684 et la rampe maximale de	0,0013 ^m	

b) La longueur totale des pentes de 0^m005 par mètre et au-dessous est de 4711^m

La longueur totale des pentes de plus de 0^m005 et jusqu'à 0^m010 pour un mètre est de 10 549^m

La longueur totale des pentes de plus de 0^m010 et jusqu'à 0^m020 pour un mètre est de 21 903^m

La longueur totale des pentes de plus de 0^m020 pour un mètre est de 2297^m

La longueur totale des pentes est de 39^k460^m 56,09 »

L'abaissement total est de 564^m43, la pente moyenne de 0^m0143 pour un mètre et la pente maximale de 0^m02058 pour un mètre.

c) La longueur totale des paliers horizontaux est de	13 ^k 289 ^m	18,90 »
Longueur totale de la ligne	70 ^k 338 ^m	100 %

2° Alignements et courbes. —

a) La longueur totale des courbes de 1200^m de rayon et au-dessus est de 3214^m

Celles de moins de 1200 jusqu'à 900 mètres est de 4452^m

Celles de moins de 900 jusqu'à 600 mètres est de 6152^m

Celles de moins de 600 jusqu'à 300 mètres est de 19741^m

La longueur totale des courbes est de 33^k559^m 47,71

b) La longueur totale des alignements est de 36^k779^m 52,29

Longueur totale de la ligne 70^k338^m 100 %

La somme des degrés des angles au centre de toutes les courbes est de 3608°, le rayon moyen de 533 mètres et le rayon minima de 350 mètres.

La longueur totale de la voie principale est de	70 ^k 338 ^m
La longueur de la double voie est de	1 ^k 830 ^m
» (utile) des voies d'évitement et de garage	15 ^k 595 ^m
» totale des voies	87 ^k 763 ^m

	Nombre.	Long ^r totale.	Long ^r du plus grand.
e) <i>Description générale des travaux.</i> — Tunnels	13	2662 ^m	546 ^m
Grands ponts sur cours d'eau	2		
Maximum d'ouverture d'une arche 13 ^m 80, longueur totale du plus grand, 48 ^m 70, viaducs traversant des vallées (Boudry)	5	615 ^m 20	224 ^m 60
Hauteur du plus élevé, 38 ^m 50 (Boudry).			

	Nombre.
Nombre d'arches du plus grand (Boudry)	11
Petits ponts sur cours d'eau de 1 à 9 mètres :	
En pierre	10
En fer	8
En bois	5
Coulisses et aqueducs	97
Passages à niveau	76
» par-dessus le chemin de fer	5
» par-dessous le chemin de fer	52
Longueur totale des tranchées de plus de un mètre de profondeur	25,500 ^m
Plus grande profondeur de l'une d'elles	20 ^m
Longueur totale des remblais de plus de 1 ^m 50 de hauteur	19,500 ^m
Maximum de hauteur	38 ^m

f) *Direction des travaux.* — Les premières études définitives et le commencement des travaux en régie, sous la direction des premiers concessionnaires, MM. Leuba, Guillardmod et Cie, furent dirigés par M. Charles Leuba, ingénieur. Dès que la compagnie se constitua définitivement avec l'appui de la Compagnie de Paris-Lyon, la direction des travaux fut, comme nous l'avons vu, confiée à M. Ruelle, ingénieur en chef du Paris-Lyon, qui devint membre du Comité de direction du Franco-Suisse. Il eut sous ses ordres M. Chevannes, ingénieur en chef, MM. Dürschmidt et Eugène Perdu, ingénieurs principaux, et MM. Auguste Merian, Paul de Meuron et Perdu, chefs de section. M. Rau, chef de section de l'entretien, fut plus tard chargé de diriger de nombreux et importants travaux de parachèvement et surtout de consolidation et d'assainissement, principalement dans les gorges de l'Areuse, travaux qui se prolongèrent jusqu'à ces derniers temps.

g) *Description spéciale des principaux travaux et ouvrages d'art.* — Viaduc de Boudry. — Cet ouvrage, le plus considérable, se trouve à la sortie des gorges de la Reuse, sur la vallée et la rivière de ce nom et en dessus de la ville de Boudry, il livre passage à la ligne du littoral. Il est entièrement en maçonnerie et en ligne droite.

Sa longueur totale entre les extrémités des culées est de 224^m57, soit entre les culées de 203^m80. Sa largeur entre les têtes sous le couronnement est de 8 mètres. La hauteur de la plus haute pile, du dessus des traverses à l'étiage de l'eau ou

au fond de la vallée, est de 38^m50, cette même hauteur au-dessus des fondations est de 42^m30.

Il se compose de 11 arches en plein cintre, dont 1 centrale de 20 mètres sur la rivière et 10 de 15 mètres de diamètre.

Le fruit des piles est de $\frac{1}{40}$ à l'intérieur (suivant l'axe) et de $\frac{1}{30}$ à l'extérieur, normalement à l'axe.

La section, à la base de la plus haute pile est de 72^m98, la charge totale sur cette section est de 5058 tonnes. Ce qui donne par centimètre carré, 696 kilog. Il est construit en ligne droite mais avec une pente de 0^m010 pour 1 mètre.

Les matériaux employés sont pour les voussours, cordons, libages, plinthes et assises courantes, en un mot pour la taille : le roc calcaire gris et pour les angles des piles et culées en moellons piqués d'appareil avec ciselures pour les parements, des moellons smillés en calcaire néocomien jaune sur 0^m33 d'épaisseur, la maçonnerie de remplissage également en calcaire néocomien jaune. Les fondations sont en béton hydraulique.

Cet ouvrage a coûté 706 000 fr. Sa surface latérale apparente est de 5900 mètres carrés, dont 2070^{m²} pour les pleins, 3830^{m²} pour les vides, proportion, 1,85 entre les vides et les pleins. Il en ressort un prix de 119 fr. par mètre carré de surface latérale apparente.

Les travaux ont été exécutés sous la direction de M. Chevannes, ingénieur en chef, et de M. Perdu, ingénieur de section, par MM. Klein et Pipaud, entrepreneurs. Commencés en janvier 1858, ils ont été terminés en septembre 1859.

Viaduc de Serrières. — Ce viaduc est construit au débouché de la gorge du ruisseau de la Serrières, au-dessus du village industriel de ce nom et un peu en amont du beau pont sur la route cantonale.

Il a une longueur totale de 79^m65 et entre les culées de 66^m65, est en ligne droite et en palier et se compose de trois arches en plein cintre de 20 mètres d'ouverture. La largeur entre les têtes au couronnement est de 8 mètres. Le fruit des piles est le même qu'au viaduc de Boudry.

La plus grande hauteur des piles au-dessus des fondations (roc) et en même temps du sol est de 31^m70.

La section horizontale d'une pile au-dessus des fondations est de 46^m44, la charge totale sur cette section est de 3131 tonnes, soit 675 kilogrammes par centimètre carré.

Les matériaux employés sont les mêmes qu'au viaduc de Boudry.

La surface latérale apparente est de 1415 mètres carrés, celle des pleins de 585 mètres carrés, celle des vides de 830^{m²}, la proportion des premiers aux seconds de 1,41. Le coût total de 160 000 fr., soit par mètre carré de surface latérale apparente, 113 fr.

Il a été construit de mai 1858 à juillet 1859, par les mêmes entrepreneurs et sous la direction des mêmes ingénieurs que celui de Boudry.

Viaduc de la Prise-Milord. — Sur le ravin de ce nom et au-dessus du vallon de St-Sulpice, il a une longueur totale de 91^m50 entre les extrémités des culées. Il est en courbe de 350 mètres de rayon et en pente de 0^m19 pour un mètre. La largeur totale entre les têtes au couronnement est de 8^m50. La hauteur maximale des traverses de la voie au-dessus du fond de

la vallée est de 25^m35 et au-dessus des fondations de 27^m30. Le fruit des piles est le même qu'au viaduc de Boudry. Il se compose de 4 arches en plein cintre de 12 mètres d'ouverture chacune. La surface totale latérale est de 1500 mètres carrés, celle des pleins y entre pour 592 mètres carrés, celle des vides pour 908 mètres, la proportion des premiers aux seconds est de 1,59.

Le coût total est de 326 760 fr., soit par mètre de surface latérale apparente, 217 fr. 80.

La section horizontale de la plus haute pile aux fondations est de 57^m24, la charge totale sur cette section de 3234 tonnes, soit par centimètre carré 565 kilogrammes.

Il a été construit de mai 1858 à mars 1859, par M. Mouton, entrepreneur, sous la direction de MM. Chevannes, ingénieur en chef, et Auguste Mérian, ingénieur de section.

Viaduc de l'Huguenaz. — Sur le ravin de ce nom, un peu en aval du premier. Sa longueur totale entre les parements intérieurs des culées est de 106^m10. Il est en courbe de 350 mètres de rayon et en pente de 0^m019 pour 1^m00, il se compose de 4 arches en plein cintre de 12 mètres et d'une anse ou voûte de décharge cachée dans la culée ouest. La plus grande hauteur d'une pile entre l'affleurement du sol et le dessus des traverses est de 31^m65; cette même hauteur, mesurée des fondations, est de 43^m65. La largeur entre les têtes au couronnement est de 8^m50.

La section de la plus haute des piles aux fondations est de 70^m96, la charge totale sur cette section de 3630 tonnes, ce qui donne par centimètre carré 512 kilogrammes.

La surface latérale apparente est de 2000 mètres carrés, dont 704^{m²} pour les pleins et 1260^{m²} pour les vides. La proportion des premiers aux seconds est de 1,70.

Il a été construit de mars 1858 à mai 1859, par MM. Ackermann et Dumoulin, entrepreneurs, sous la direction de MM. Chevannes, ingénieur en chef, et Paul de Meuron, ingénieur de section.

Sa construction a rencontré de grandes difficultés vu la nature mouvante des terrains, qui ont exigé des fondations très profondes et de grands massifs de béton, aussi le coût total s'est-il élevé à 355 000 fr., soit 177 fr. 50 par mètre.

Malgré cela, il y a eu quelques mouvements, ainsi notre photographie, prise en décembre 1877, le représente-t-il au moment où on avait enlevé le parapet d'amont (côté extérieur de la courbe) qui est remplacé par une barrière provisoire en bois, pour faire une réfection du parement en moellons qui s'était détaché du massif et quelques autres travaux de réfection.

Viaduc de Couvet. — Ce viaduc se trouve sur le ravin du Sucre, au-dessus du village de Couvet. Il a une longueur totale de 113^m10, se trouve en ligne droite et en pente de 0^m020 par mètre, il se compose de 6 arches en plein cintre de 12 mètres d'ouverture. La largeur entre les têtes aux naissances est de 8^m50. La hauteur maximale d'une pile au-dessus du sol et jusqu'aux traverses est de 25^m50, cette même hauteur au-dessus des fondations est de 27^m40. La section horizontale de la plus haute pile aux fondations est de 43^m86. La charge totale sur cette section est de 1370 tonnes, soit par centimètre carré de section, 573 kilogrammes.

La surface totale latérale apparente est de 2028 mètres carrés, où les pleins figurent pour 854 mètres carrés et les vides pour 1174 mètres carrés, soit une proportion des premiers aux seconds de 1,37.

Le coût total s'est élevé à 262 000 fr., soit par mètre carré de surface apparente 129 fr. Il a été construit d'avril 1856 à mars 1858, sous la direction de MM. Chevannes, ingénieur en chef, et Paul de Meuron, ingénieur de section, par MM. Ackermann et Dumoulin, entrepreneurs.

Le coût élevé des viaducs de la Prise Milord et de l'Huguenaz tient surtout à la profondeur des fondations et à la longueur des murs en retour enfouis dans le terrain naturel. Pour le viaduc de la Prise Milord il y a eu en outre un renchérissement des maçonneries à cause de la difficulté d'approche des matériaux.

Il y a encore sur la Reuse deux ponts moins importants, celui du *Furcil* et celui du *Plan de l'Eau* ou de la Baleine, tous deux près de Noiraigue à l'entrée des gorges de la Reuse; ils sont tous deux en maçonnerie; le premier a coûté 55 000 fr. et le second 65 000 fr. Ils ont été commencés, le premier en juin 1858, le second en mars 1858 et achevés en septembre 1859, sous la direction de MM. Chevannes, ingénieur en chef, et Dürschmidt, ingénieur de section, par MM. Rollet et Faivre, entrepreneurs.

Tunnels. — Nous avons vu plus haut que le nombre des tunnels qu'on rencontre sur les lignes du Franco-Suisse est de treize.

Ces souterrains ont tous 8 mètres de largeur au niveau du rail et 5^m70 entre le niveau du rail et la clef: la voûte est en plein cintre, les piédroits ont 1^m70 de hauteur en contre-haut du rail et 0^m50 en contrebas. La section entière du déblai effectué est de 55 mètres carrés dans la roche dure et de 64 mètres carrés dans les marnes et les terrains détritiques. Dans ce dernier cas, le ballast repose sur un radier en voûte renversée; dans l'autre cas, la roche est dressée suivant des plans inclinés de $\frac{1}{10}$ qui se rencontrent sur l'axe même du souterrain à 0^m80 à 1^m00 en dessous du niveau du rail.

Les maçonneries de la voûte et des piédroits ont été exécutées en moellons d'appareil; leur épaisseur varie avec la nature du terrain traversé. Mais on peut grouper les souterrains des lignes du Franco-Suisse en deux catégories.

La première, comprenant tous ceux exécutés dans le roc plus ou moins dur et revêtus en maçonneries, donnant en moyenne 55 mètres cubes de déblai à 12 fr. le mètre cube, 10 mètres cubes de maçonnerie de parement et remplissage à 33 fr. et 115 fr. d'étais et cintres; en totalité 1105 fr. par mètre courant.

La seconde catégorie ne comprend que le souterrain de la Verrière, qui a été percé à travers les marnes et les terrains détritiques et dont l'exécution a donné 64 mètres cubes de déblai à 8 fr., et 20 mètres cubes de maçonnerie à 30 fr., plus 211 fr. pour étais, cintres et époussetage, soit 1323 fr. en tout par mètre courant. Toutefois ce travail a subi des mouvements qui ont nécessité de nombreux travaux de consolidation depuis la mise en exploitation, travaux qui peuvent être estimés à 40 000 fr.

Voici le résumé des conditions d'établissement des tunnels:

DÉSIGNATION DES SOUTERRAINS	Longueur	Prix total	Prix par mètre courant
<i>1^o Ligne des Verrières.</i>	Mètres cour.	Francs	Francs
Souterrain du Haut de la Tour ...	303	376 023	1241
» des sources de la Reuse	255	313 650	1230
» de Fleurier	544	610 368	1122
» du Saut de Brot	454	410 786	1059
» de Brot	66	69 036	1046
» des Moyats	322	330 372	1026
» du Bois de Ban	151	156 587	1037
» de la Verrière	153	202 419	1323
» du Champ Rouge	84	89 376	1064
» de Rochefort	63	58 338	926
» De la Loge	40	36 720	918
	2435	2 723 675	1118
<i>2^o Ligne du Littoral.</i>			
Souterrain du Seyon	56	53 200	950
» de Saint-Blaise	153	156 366	1022
	209	209 566	1002
Totaux et moyenne des prix	2644	2 933 241	1105

Les dépenses afférentes à l'exécution des têtes de ces treize souterrains s'élèvent à 60 300 fr. pour 26 têtes, qui fait, par tête, 2319 fr.

Nous empruntons encore à la note de M. Ruelle quelques autres détails sur les frais de construction.

h) Acquisitions de terrains. — Sur la ligne du Val-de-Travers, l'emprise se compose de 50 hectares, 35 ares, 99 centiares, en champs, à 59 fr. 18 c. l'are; 3 hectares, 14 ares et 90 centiares, en prés, à 40 fr. 17 c. l'are; 105 hectares, 35 ares, 93 centiares, en bois, à 13 fr. 20 c. l'are; 1 hectare, 80 ares, 91 centiares, en vigne, à 350 fr. 20 c. l'are; 4 hectares, 9 ares, 31 centiares, en jardins et vergers, etc., à 108 fr. 76 c. Bâtiments et dépendance: 39 ares, 44 centiares, soit à 1513 fr. 8 c. l'are; friches broussailles, 7 hectares, 80 ares et 94 centiares, à 11 fr. 53 c. l'are; mines d'asphalte soumiées, et 1 avec 85 centiares en bloc, à 6226 fr. 18 c.

Soit en totalité, 172 hectares, 99 ares et 27 centiares, qui ont coûté net, 604 650 fr. 85 c. ou 34 fr. 95 c. par are.

Ce qui donne une surface de 4 hectares, 92 ares et 12 centiares par kilomètre, coûtant, 17 199 fr. 20 c., soit par mètre courant une surface de 49^m20 (équivalant à cette moyenne de largeur d'emprise) coûtant 17 fr. 20 c., ce qui revient à 0 fr. 349 le mètre carré et à 3495 fr. l'hectare.

Sur la ligne du littoral nous avons:

	Contenance			Prix de l'are
	Hectares	Ares	Centiares	
Champs	22	50	31	à Fr. 75 88
Prés	9	49	38	» 56 60
Bois	4	88	88	» 19 62
Vignes	45	65	40	» 236 94
Vergers et jardins . .	9	45	88	» 266 72
Bâtim. et dépendances		62	64	
Ensemb. 374213 fr. 03 c.				
<i>A reporter,</i>	92	62	49	

	Contenance			Prix de l'are
	Hectares	Ares	Centiares	
Report,	92	62	49	
Friches, broussailles, pâturages	2	35	22	à Fr. 28 81
Mines, chemins, fontaines, etc.		6	55	
Ensemb. 46 904 fr. 08 c.				
Soit en totalité : . . .	95	04	26	

qui ont coûté net, 2 034 945 fr. 80 cent.

Ce qui fait ressortir le prix moyen de l'are à 214 fr. 12 c., et donne par kilom. une surface de 2 hectares, 70 ares et 66 centiares coûtant 57 953 fr. 72 c., soit par mètre courant 27^m06 (= largeur moyenne de l'emprise), coûtant 57 fr. 95 c., ce qui revient à 2 fr. 14 c. le mètre carré et à 21 412 fr. l'hectare.

En cumulant les résultats des deux lignes on a un total de 2 640 000 fr. pour 268 hectares.

Il en résulte donc, pour l'ensemble des deux lignes, dont la longueur totale est de 70 kilom. 338 mètres, un prix moyen de 9850 fr. par hectare et de 35 117 fr. par kilomètre pour une surface de 3 hectares, 60 ares (largeur moyenne de l'emprise, 36 mètres), le prix du mètre carré se trouve être de 0 fr. 99 c.

i) Terrassements. — Ligne du Val-de-Travers ou des Verrières.

452 000 ^m roc à la poudre, à 4 fr. transport compris	Fr. 1 808 000
1 120 000 ^m déblais de toute autre nature y compris le transp. à 1 fr. 80 c. »	2 016 000
Dépenses accessoires, règlement de talus, remaniement, empiérement de chemins, etc. . . »	233 000
1 572 000 ^m pour	Fr. 4 057 000

Ce qui donne 2 fr. 58 c. par mètre courant et 115 400 fr. par kilomètre.

Ligne du littoral.

158 000 ^m de roc comme ci-dessus à 3 fr. 90 c.	Fr. 616 200
615 000 ^m de déblai autre que le roc à 10 fr. 60 cent. »	984 000
Dépenses accessoires »	159 800
773 000 ^m	Fr. 1 760 000

Soit par mètre carré de déblai 2 fr. 27 c. et par kilomètre 50 100 fr.

Pour les deux lignes ensemble nous avons : 2 345 000^m pour 5 817 000 fr.

Ce qui donne par mètre carré 2 fr. 486 et par kilomètre de ligne un cube moyen de 33 173^m20 ou 33^m17 par mètre courant (soit un mouvement de terre ou profil moyen de 66^m34) et un coût moyen 82 644 fr. 43 c.

k) Ouvrages d'art. — Nous avons donné plus haut le coût des tunnels et des grands ouvrages d'art. Les autres ouvrages d'art ont coûté 552 000 fr. pour la ligne des Verrières. L'ensemble de tous les ouvrages d'art de cette ligne a donné lieu aux quantités d'ouvrages suivants :

Pour la ligne du littoral les ouvrages d'art, dont nous n'avons

pas donné la description spéciale, ont coûté 543 000 fr., et tous les ouvrages ensemble ont donné lieu aux quantités des travaux et dépenses ci-après détaillés :

DÉSIGNATION DES DÉPENSES	Quantités	Prix moyen	Produit
<i>Ligne du Val-de-Travers</i>			
Mètres cubes de fouilles dans la terre	105 500	1 62	171 200
Mètres cubes de fouilles dans le roc	8 130	4 47	36 400
Mètres cubes de maçonnerie de moellons bruts à mortier ou de béton	47 160	17 60	831 900
Mètres cubes de maçonnerie en moellons épincés avec mortier	3 840	25 40	97 500
Mètres cubes de maçonnerie en moellons d'appareil avec mortier	3 995	38 25	152 800
Mètres cubes de maçonnerie de libages en pierre de taille avec mortier	2 905	63 33	184 000
Mètres carrés de parements vus de moellons piqués avec rejointoiement	13 700	4 50	61 700
Mètres carrés de parements vus de libages et de pierre de taille avec rejointoiement	7 350	8 35	61 500
Mètres carrés de chapes en ciment	4 690	3 —	14 000
Mètres cubes de maçonnerie de moellons à sec	33 000	6 —	198 000
Mètres courants de cintres et échafaudages des viaducs	308	200 —	61 600
Cintres de 19 ponts et aqueducs	—	—	18 500
Fourniture et pose de poutres en tôle et frais accessoires	—	—	6 700
Dépenses non classées pour boisage des fouilles, battage de pieux, batardeaux, ponts de service, remaniements, pilonnages grandes coupes, etc.	—	—	247 300
Total	—	—	2 143 100
Si l'on ajoute les dépenses afférentes aux 11 souterrains de cette ligne dont nous avons donné le détail plus haut par	—	—	2 725 000
Et celle des têtes de ces tunnels par	—	—	52 000
On arrive pour la ligne des Verrières à une dépense totale pour les ouvrages d'art de	—	—	4 920 100
Soit par kilomètre	—	—	139 970
<i>Ligne du Littoral</i>			
Mètres cubes de fouilles dans la terre	41 920	1 63	68 400
Mètres cubes de fouilles dans le roc	3 750	5 18	19 400
Mètres cubes de maçonnerie de moellons bruts à mortier	40 800	17 97	733 400
Mètres cubes de maçonnerie de moellons épincés avec mortier	3 130	28 83	74 600
Mètres cubes de maçonnerie de moellons d'appareil avec mortier	4 470	35 32	157 900
Mètres cubes de maçonnerie de libages et de pierre de taille	2 080	62 50	130 000
Mètres cubes de maçonnerie de moellons piqués pour angle	200	47 —	9 400
Mètres carrés de parements vus de moellons épincés avec rejointoiement	15 560	4 62	71 900
Mètres carrés de parements vus de libages et de taille avec rejointoiement	5 830	8 60	50 100
Mètres carrés de chapes	4 320	2 55	11 000
Mètres cubes de maçonnerie de moellons bruts à sec	12 360	7 53	93 100
Mètres courants de cintres et échafaudages de viaducs	271	371 35	86 100
Cintres des 24 petits ouvrages	—	—	14 100
Garde-corps des viaducs de Boudry et de Serrière	—	—	23 000
A reporter . . . . .	.....	.....	1 542 400

DÉSIGNATION DES DÉPENSES	Quantités	Prix moyen	Produit
		Fr. C.	Francs
Report....			1 542 400
Dépenses non classées pour barrages et épuisements des fouilles, battage de pieux, batardeaux, ponts de service, remaniements, pilonnages, etc.....	—	—	145 800
Total....	—	—	1 688 200
En ajoutant à ce total le coût de deux souterrains de cette ligne, détaillé plus haut, et s'élevant à.....	—	—	217 769
Et celui afférant aux têtes de ces souterrains par.....	—	—	8 300
On obtient pour le total des ouvrages d'art de la ligne du littoral..			1 914 269
Soit par kilomètre une dépense moyenne de.....	—	—	54 510

l) *Bâtiments.* — Les bâtiments de ces lignes ont été construits avec la plus stricte économie. Ceux destinés aux voyageurs ont été construits sur la ligne des Verrières en maçonnerie de briques maintenue par des cadres et des fermes en charpente, ce qu'on appelle règle-mur dans le pays. Ceux de deuxième classe, de 14 mètres sur 6, soit 84 mètres carrés, ont coûté 7560 fr. et ceux de troisième classe, de 11 mètres sur 6, ont coûté 6000 fr. Sur la ligne du littoral ils ont été construits encore plus simplement et en pans de bois avec revêtements à couvre-joint.

Celui d'Auvernier a 17^m50 sur 6, soit 105 mètres carrés et a coûté 7000 fr. Les autres ont 11 mètres sur 6^m10, ou 67 mètres carrés, et ont coûté 5220 fr.; la halte de Cressier a 7^m20 sur 6, soit 43^m20, et a coûté 3500 fr. Sur les deux lignes, les halles à marchandises sont également à pans de bois reposant sur un quai en maçonnerie. Sur la ligne des Verrières, celle de Verrières a 25 mètres sur 5, soit 229 mètres carrés, et a coûté 14 000 fr., soit 62 fr. le mètre carré; les autres ont 15 mètres carrés sur 9, soit 135 mètres carrés, et ont coûté 8500 fr., soit 63 fr. 50 c. le mètre carré. Sur la ligne du littoral elles sont de ce dernier type. A la gare de Neuchâtel les bâtiments sont d'un type spécial, mais également provisoires. Le bâtiment des voyageurs a 45 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur; il est également construit en bois et briques, soit en règle-mur et entouré d'une marquise en fer et zinc ondulé; il a coûté 70 000 fr., soit 155 fr. 60 c. le mètre carré.

La halle à marchandises, entièrement en bois, a 70 mètres (elle a été prolongée depuis et a actuellement 118 mètres de longueur), sur 11^m50 de largeur, soit 805 mètres carrés; elle a coûté 35 000 fr., soit 43 fr. 50 par mètre carré.

La remise des voitures, entièrement en bois, a 58 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur, soit 928 mètres carrés; elle peut abriter 24 voitures, et a coûté 30 000 fr., soit 32 fr. 30 c. par mètre carré.

La remise des locomotives a 50 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur, soit 800 mètres carrés; elle peut abriter 9 machines; elle a coûté 45 000 fr., soit 56 fr. 25 par mètre carré ou 5000 fr. par locomotive. Le bâtiment du chef de dépôt, qui y est attenant, a 11^m50 sur 9^m50, soit 109^m25; il a coûté 16 000 fr., soit 146 fr. 45 c. par mètre carré.

Ces deux derniers bâtiments sont en maçonnerie ordinaire

avec angles en moellons d'appareil. Il y a encore les bureaux de la petite vitesse, des lieux d'aisance, un bâtiment ou magasin qui ne méritent une mention spéciale.

m) *Matériel roulant.* — Les lignes du Franco-Suisse ayant été dès l'origine exploitées par la Compagnie de Paris-Lyon, il n'a pas été fait d'acquisition de matériel roulant. Il en a été de même depuis 1865, époque où elles sont entrées dans l'Association des chemins de fer de la Suisse occidentale, elles se sont bornées à participer aux acquisitions de matériel en accroissement, faites par cette association.

n) *Dépenses générales de la construction des lignes du Franco-Suisse.* — Voici les dépenses générales de la construction au bilan du 31 décembre 1871, qui a servi de base constitutive pour la fusion des lignes dont nous parlerons plus loin.

1 ^o Etudes et direction des travaux . . .	Fr.	771 571
2 ^o Acquisitions de terrains	»	2708 456
3 ^o Terrassements et ouvrages d'art (infrast- structure)	»	13 403 628
4 ^o Voie et ballastage (superstructure) . .	»	3 345 754
5 ^o Signaux	»	25 000
6 ^o Bâtiments, stations et maisons de gardes	»	821 387
7 ^o Travaux divers, ateliers, clôtures, ma- tériel fixe, etc.	»	78 992
8 ^o Matériel roulant (part à l'amortissement du matériel acheté par l'Association Suisse occidentale)	»	218 180
9 ^o Frais généraux, administration générale, service des capitaux, frais d'émission, intérêts pendant la construction, etc.	»	5 485 230
Total,	Fr.	26 860 098

$$\text{Soit par kilomètre } \frac{26\,860\,098 \text{ fr.}}{70,338} = 380\,447 \text{ fr.}$$

Cette somme diffère de celle de 23 234 589 fr. indiquée dans le travail de M. Ruelle. La différence provient de ce que M. Ruelle s'est basé sur le chiffre des dépenses arrêtées au 31 décembre 1860, auquel sont venues s'ajouter quelques différences pour des comptes qui n'étaient pas liquidés alors, plus tous les travaux d'extension et de parachèvement exécutés de 1861 à 1871 et, enfin, aux frais généraux, les frais de conversion de l'emprunt en 1868 et d'émission des 5580 obligations créées à cette époque.

B. Association d'exploitation suivie de la fusion des trois Compagnies de l'Ouest, du Franco-Suisse et de Lausanne-Fribourg-Berne, sous le nom de Chemins de fer de la Suisse occidentale.

a) *Historique de l'association de 1864.* — Avant de passer à la description des lignes qui ont été acquises ou construites par la nouvelle compagnie fusionnée des chemins de fer de la Suisse occidentale et qui forment la deuxième rubrique de notre préambule avec une étendue de 160 kilomètres, nous croyons indispensable de faire l'historique de cette fusion et des causes et circonstances qui l'ont amenée.

Les trois compagnies isolées se sont trouvées, comme on l'a vu, dès le début en concurrence; à la ligne unique que l'on projetait pour relier l'ouest et l'est de la Suisse sont venues se substituer deux lignes concurrentes et parallèles, celle par les lacs du Jura, soit par Yverdon et Neuchâtel, trouvant son prolongement vers l'est par Bienne et Herzogenbuchsee, et celle par Fribourg et Berne (ligne d'Oron), se rencontrant à Herzogenbuchsee avec la première, d'où elles suivaient par Olten vers Bâle, Zurich et le lac de Constance.

La Compagnie de l'Ouest avait sous ce rapport un intérêt commun avec celle du Franco-Suisse, pour lutter contre la ligne par Fribourg ou d'Oron. Cette dernière, en revanche, par sa possession de la tête de ligne de Genève à Versoix, s'était assurée une position assez prépondérante. D'un autre côté, les deux Compagnies de l'Ouest et du Franco-Suisse se trouvaient au moment de l'ouverture de la ligne d'Oron, en 1862, dans une situation financière très embarrassée, le coût de la construction ayant dépassé notamment les prévisions, et les recettes du trafic étant restées bien au-dessous des prévisions. La Compagnie d'Oron se trouvait dans le même cas et ne voyait son salut que dans son absorption par l'Etat de Fribourg.

Cette lutte se dessina à l'occasion des discussions pour l'établissement des tarifs du service direct, où la possession de la tête de ligne de Genève à Versoix permit à la Compagnie d'Oron de prendre une position prépondérante. Ces discussions aboutirent à une convention en date du 27 février 1863 sur le partage du trafic direct des marchandises par les deux voies concurrentes, convention dans laquelle le principe de la plus courte distance étant admis, on attribua les $\frac{17}{24}$ du trafic total à la ligne de l'Ouest et du Franco-Suisse, dite ligne des lacs, et les $\frac{7}{24}$ à la ligne d'Oron.

C'est dans ces discussions que surgit la première fois l'idée d'une fusion d'exploitation, non-seulement dans le but de supprimer la concurrence et de solidariser les intérêts, mais de centraliser les services d'exploitation et de réaliser des économies considérables.

Les administrations de ces compagnies croyaient trouver là le seul moyen de sauver leurs entreprises de la ruine et de relever leur crédit, et l'expérience a pleinement confirmé cette sage résolution.

Après de laborieuses négociations, cette idée prit corps dans un projet de convention de 1863, auquel fut substituée une convention du 8 avril 1864, qui fut ratifiée dans le courant de la même année et entra en vigueur le 1^{er} janvier 1865.

D'après cette convention, l'exploitation des trois lignes fut mise en commun. Chacune d'elles apportait à la masse ses lignes, son matériel et son outillage. Les produits du réseau formaient une masse commune à partager dans une certaine proportion déterminée. Pour cette répartition on avait pris pour base les recettes des deux années qui avaient précédé l'association et on avait convenu d'un certain coefficient de majoration. Les dépenses d'exploitation devaient être réparties au prorata des kilomètres.

L'administration des lignes fusionnées était confiée à un Conseil de surveillance de sept membres, dont trois étaient nommés par la Compagnie de l'Ouest, deux par celle du Franco-

Suisse et deux par l'Etat de Fribourg, et la direction spéciale à un Comité d'exploitation composé de trois membres nommés par chacune des compagnies associées. Cette administration n'avait à s'occuper que de ce qui concerne l'exploitation du réseau mis en commun, chacune des compagnies continuant à gérer elle-même ses affaires financières, comme aussi à régler son organisation intérieure, à pourvoir à l'achèvement de ses travaux, etc.

Ce traité fut conclu pour dix années, mais une clause spéciale consacrait que l'intention des parties contractantes était d'arriver à une fusion définitive et complète des intérêts et que cette exploitation commune ou association était considérée comme une période transitoire et préparatoire à la fusion définitive.

En ce qui concerne l'organisation de l'exploitation, il est bon de rappeler que dès l'ouverture de sa ligne, la Compagnie de Lausanne-Fribourg en avait confié l'exploitation à un entrepreneur à forfait, M. Charles Bergeron, ingénieur français. La Compagnie de l'Ouest-Suisse, dans la crise financière qu'elle a eu à subir en 1863, fut amenée, pour réduire les dépenses de ses services d'exploitation organisés avec un luxe hors de proportion avec ses ressources, à adopter une combinaison analogue. Par un traité de novembre 1863, elle confia l'exploitation de ses lignes à MM. Laurent, Bergeron et C^{ie}, entrepreneurs. (M. Laurent avait été jusque-là ingénieur des services techniques de l'exploitation de la Compagnie de l'Ouest.)

Les administrations associées furent naturellement amenées à adopter une combinaison analogue, et, par un traité du 9 juillet 1864, elles remirent l'exploitation des lignes fusionnées à la Société en nom collectif Laurent-Bergeron et C^{ie}, moyennant le prix à forfait de 8000 fr. par an et par kilomètre, correspondant à une recette brute kilométrique de 18000 fr. (recette approximative au moment de la mise en commun des lignes) avec une progression proportionnée à l'augmentation des produits. Ce traité fut conclu pour la même durée que le traité d'association, mais avec des conditions de résiliation moyennant une indemnité qui allait en diminuant au fur et à mesure que l'on s'approchait du terme final pour devenir nulle à ce moment. C'est dans ces conditions que l'*Association des chemins de fer de la Suisse occidentale* prit naissance et entra en vigueur le 1^{er} janvier 1865.

Par le tableau résumé qui suit et qui récapitule les recettes d'exploitation de ces lignes, d'abord dans les deux années 1863 et 1864, qui étaient les premières ayant précédé la mise en commun et où les lignes qui ont formé le réseau associé étaient ouvertes à l'exploitation en entier, et ensuite les années 1865 à 1875 qui ont été sous le régime de l'exploitation commune, on verra quelle influence incontestable a eu cette association sur le développement du trafic et les économies d'exploitation.

Pour les années 1863 et 1864, qui ont précédé la mise en commun, nous n'avons naturellement pas pu grouper les quantités, chacune des compagnies les indiquant séparément et la même unité de trafic ayant transité sur plusieurs des lignes. Il y aurait un double emploi et la comparaison eût été faussée, nous n'avons pu grouper que les produits.

b) Résumé chronologique des recettes et dépenses.

Années	QUANTITÉS TRANSPORTÉES				PRODUITS BRUTS KILOMÉTRIQUES					Nombre de kilom. en exploitation	Observations
	Nombre de voyageurs	Tonnes de bagages	Nombre de chevaux et bestiaux	Tonnes de marchan- dises	des voyageurs	des bagages	des chevaux et bestiaux	des marchan- dises	TOTAUX		
					Francs	Francs	Francs	Francs	Francs		
1863	.....	.....	.....	.....	10061	736	322	6277	17851	332	
1864	.....	.....	.....	.....	9685	691	339	6540	10821	»	
1865	2294781	8069	75383	337627	10726	792	435	7088	19302	»	
1866	2193390	8666	79699	365944	10051	782	458	7635	19240	»	Guerre austro-allemande.
1867	2101609	9341	85745	368720	10650	854	403	7632	19805	»	
1868	2168745	9447	78375	383309	10853	860	377	8154	20513	»	
1869	2292914	10011	86620	410911	11675	919	406	8810	22099	»	
1870	2322827	11173	97417	509622	11715	1018	570	11128	24706	»	
1871	2636417	12545	173046	612084	14867	1215	747	15099	32329	»	Guerre franco-allemande.
1872	2652447	13020	129100	741087	14387	1236	537	17129	33797	»	
1873	2839432	14812	124641	808589	15317	1336	533	18258	36258	»	
1874	3033116	15464	96125	799439	15727	1363	432	17649	36016	»	
1875	3172444	16053	106538	843477	15603	1346	505	18401	36623	»	Ouverture partielle des lignes de la Broye.
1876	3464845	18755	106152	922170	14874	1228	574	18796	36763	367	

c) Quant à la comparaison des dépenses d'exploitation et du produit net, chacune des trois lignes anciennes ayant conservé, pendant la première période de l'exploitation commune, jusqu'en 1870 et avant la fusion définitive, quelques charges particulières, nous sommes obligés de faire cette comparaison par ligne.

Nous avons les résultats ci-après :

1. Ancien réseau de la Compagnie de l'Ouest-Suisse.
(150 kilomètres.)

Années	Produit brut kilo- métrique	Dépenses d'exploitation par kilomètre	Produit net par kilomètre	Proportion des dépenses aux recettes
	Francs	Francs	Francs	
1863	19960	9644	10265	51,5 %
1864	19562	11261	8502	43,9 »
1865	21051	12584	8467	40,2 »
1866	21090	12824	8266	34,4 »
1867	21448	12956	8493	39,6 »
1868	22010	13359	8650	39,3 »
1869	23503	13999	9508	40,9 »
1870	28011	15967	12044	42,9 »

2. Lignes du Franco-Suisse. (72 kilom.)

1863	15305	10559	4746	69,0 %
1864	15761	10540	5221	66,2 »
1865	18419	10365	8054	56,3 »
1866	18401	10099	8303	54,8 »
1867	19362	10315	9048	46,7 »
1868	20086	10402	9684	51,8 »
1869	21592	11255	10337	52,0 »
1870	23831	12161	11670	55,2 »

3. Ligne de Lausanne-Fribourg-Berne. (87 kilom.)

Années	Produit brut kilo- métrique	Dépenses d'exploitation par kilomètre	Produit net par kilomètre	Proportion des dépenses aux recettes
	Francs	Francs	Francs	
1863	13961	8582	5378	61,5 %
1864	14574	8581	5994	58,8 »
1865	15808	9239	6569	58,5 »
1866	15722	8893	6829	56,5 »
1867	16671	9199	7473	55,2 »
1868	17516	9465	8051	54,0 »
1869	21145	11534	9514	54,6 »
1870	23939	12219	11718	51,0 »

4. Ligne de Genève à Versoix. (11 kilom.)

1863	36315	14394	21921	39,6 %
1864	37576	14808	22758	39,1 »
1865	36476	11675	24801	31,9 »
1866	36345	11602	24742	31,9 »
1867	36615	11777	24838	32,1 »
1868	37332	11855	25477	31,8 »
1869	38825	12648	27844	32,6 »
1870	41665	13437	26178	30,1 »

d) *Renouvellement de l'association en 1871.* — Mais si cette association d'exploitation a, comme le prouve le développement des recettes accusé par les tableaux ci-dessus, donné de bons résultats, elle ne suffisait plus aux besoins. Le développement considérable et exceptionnel du trafic qui s'accusa depuis la guerre franco-allemande de 1870, nécessitait des sacrifices considérables pour y faire face, tant en installations fixes qu'en matériel roulant. Les compagnies trouvaient difficilement à se procurer les capitaux nécessaires pour y faire face. C'est pour-

quoi, avant l'expiration du traité d'association, on songea à son renouvellement sur des bases plus larges, en donnant plus de compétence aux organes centraux de l'association, conseil et comité, et en lui donnant, entre autres, la compétence d'émettre des emprunts pour faire face à ces charges communes.

Ce traité de renouvellement fut adopté par les assemblées générales des trois compagnies, en septembre 1871, et applicable à cette année. Il fut conclu pour le terme de trente ans. A la même époque, les compagnies résilièrent pour la fin de l'année 1871, le traité d'exploitation Laurent et Bergeron et reprirent, dès le commencement de 1872, l'exploitation en régie sous la direction du Comité de direction de la compagnie.

e) *Fusion définitive en 1873.* — Mais l'approbation de ce renouvellement de l'association souleva des difficultés de la part des gouvernements cantonaux et de celui de Vaud en particulier. C'est alors que l'on s'occupa de réaliser la fusion définitive des trois compagnies en une seule, ce qui eut lieu par un acte du 7 août 1872. Les parties convinrent d'en faire remonter les effets au 1^{er} janvier 1872.

L'approbation de cet acte de fusion par les gouvernements cantonaux et sa ratification par les autorités fédérales donnèrent lieu à de nombreuses tractations; cette dernière ratification devint nécessaire parce que, dans l'intervalle, la nouvelle loi fédérale sur les chemins de fer du 23 décembre 1872 était entrée en vigueur; elle intervint le 9 juillet 1873. Le transfert des concessions des trois anciennes compagnies à la nouvelle, en d'autres termes, la ratification de la fusion fit l'objet d'un arrêté des Chambres fédérales en date du 8 août 1873.

Les cantons mirent à leur consentement à cette fusion, quelques conditions onéreuses dont nous parlerons plus loin.

Il résulte de ce que nous venons de dire que, soit sous le régime transitoire du traité de renouvellement de l'association, soit sous celui de la fusion, il y eut plus de centralisation, en ce qui concerne les dépenses d'exploitation, c'est pourquoi nous donnons pour l'ensemble du réseau et à partir de 1871 le tableau comparatif du produit brut et du produit net que jusqu'à cette époque nous avons donné pour chaque ligne en particulier.

5. Réseau de la Suisse Occidentale en entier.

Années	Nombre de kilomètres en exploitation	Produits bruts kilométriques	Dépenses de l'exploitation par kilomètre	Produits nets par kilomètre	Proportion des dépenses aux recettes
		Francs	Francs	Francs	
1871	332	32329	14459	17870	44,7 %
1872	332	33797	16197	17600	47,9 »
1873	332	36258	17959	18299	49,1 »
1874	332	36016	19632	16384	54,6 »
1875	332	36623	19646	16977	52,4 »
1876	367	36763	16330	20433	45,33 »

L'élévation des dépenses d'exploitation dans les années 1872 à 1876 provint surtout, de ce que l'on fut obligé de faire des réfections de voie très considérables, en raison de ce que, pendant la période de l'exploitation à l'entreprise, il n'avait été fait que l'entretien le plus strictement nécessaire.

Nous avons dit que les gouvernements cantonaux, et surtout le gouvernement vaudois, imposèrent comme condition de leur approbation à la fusion, des charges onéreuses.

La plus lourde de ces charges fut l'obligation de construire ou d'accepter, dans la fusion, la ligne longitudinale de la Broye, de Palézieux à Fraeschels, dont nous parlerons plus loin, ce qui fit l'objet d'un traité spécial du 31 mars 1873. La compagnie prit l'engagement de délivrer de ses actions en échange des actions et subventions souscrites par l'état, les communes et particuliers, ce qui augmente de 3 950 000 fr. son capital-action, et de fournir le capital-obligation nécessaire pour parfaire les frais de la construction. Ces frais totaux, qui ne sont pas encore définitivement liquidés, s'élèveront à la somme de 8 900 000 fr. La différence est de 4 950 000 fr.; pour y faire face, la compagnie de la Suisse occidentale a dû émettre un emprunt spécial de 4 240 000 fr. et prendre le restant sur le produit de ses autres émissions.

La Compagnie de la Suisse occidentale fut, par ce fait, entraînée à prendre, à des conditions analogues, la ligne dite transversale, de Fribourg à Yverdon. Le montant des subventions de l'état et des communes, s'élève à 2 487 554 fr., dont 1 652 000 fr. en actions, contre lesquelles la Suisse occidentale délivrera de ses actions, et 835 554 fr. en subventions à fonds perdu qui viennent en atténuation des dépenses. Les dépenses totales de la construction de cette ligne, qui, comme nous le verrons plus loin, ne sont pas encore entièrement liquidées, s'élèveront à environ 9 000 000 fr. En déduisant les actions et subventions, il restera 6 500 000 fr. que la compagnie a été obligée de prélever sur ses ressources générales, c'est-à-dire sur le produit de ses émissions.

Enfin, comme nous le dirons plus loin, la Compagnie de la Suisse occidentale s'assura de nouveau de la possession de la ligne de Jougne à Eclépens en achetant, en février 1874, la plupart des titres de cette ligne, soit 6424 actions de 500 fr., sur 8200, et 14 000 obligations (émises à 250 fr. rapportant 15 fr. d'intérêt et remboursables à 500 fr.), sur 16 400; le tout pour 5 142 400 fr.; elle passa en même temps un traité pour l'exploitation de cette ligne, s'engageant à garantir l'intérêt de la totalité des obligations et à faire les avances nécessaires pour les travaux de parachèvement.

Enfin, après que la jonction de la ligne de Jougne avec le Paris-Lyon, dans la direction de Pontarlier, fut assurée, il intervint le 10 avril 1876 une convention assurant la fusion définitive de cette ligne. Il fut délivré une action de la Suisse occidentale pour 5 actions de Jougne, ce qui nécessita 355 actions Suisse occidentale, pour échanger contre les 1776 actions Jougne-Eclépens que la Suisse occidentale ne possédait pas encore. La compagnie de la Suisse occidentale renonça à toutes réclamations contre celle de Jougne pour les avances faites pour son compte, et qui se sont élevées à 1 169 000 fr.

En comptant ceci et le prix précédemment payé, et la valeur au cours du jour des 355 actions Suisse occidentale et que cette compagnie possédait en portefeuille, ainsi que l'évaluation des déficits des années prochaines en découvert et parachèvements, cette ligne aura coûté à la Compagnie Suisse occidentale 6 500 000 fr., soit pour 35 kilomètres, 191 500 fr. le kilomètre.

Nous donnerons plus loin une description spéciale de chacune de ces lignes.

Enfin, pour se rendre compte du capital de construction de la Suisse occidentale, il faut ajouter, qu'outre les dépenses faites par chacune des trois compagnies de l'Ouest, du Franco-

Suisse et de Lausanne-Fribourg arrêtées au 31 décembre 1871 et dont nous avons donné la décomposition plus haut; et, pour ramener tous les titres-actions au même niveau, lors de la fusion, en prenant l'action ordinaire de l'Ouest-Suisse comme type, on dut payer des majorations aux porteurs des actions privilégiées de l'Ouest-Suisse et des actions du Franco-Suisse dont la valeur était supérieure aux actions ordinaires de l'Ouest-Suisse assimilées aux actions nouvelles de la Suisse occidentale, pour les échanger contre ces dernières. Ces majorations atteignirent le chiffre de 14 millions de francs qui furent payés en obligations nouvellement émises.

f) *Travaux de parachèvement et d'extension.* — Comme nous l'avons dit, une des raisons principales qui amenèrent les compagnies à la fusion fut la nécessité de se procurer les ressources pour faire face aux dépenses des travaux d'extension et des acquisitions de matériel roulant qu'exigeait l'accroissement du trafic. Ces dépenses se sont élevées au 31 décembre 1876 à 14 936 921 fr., parmi lesquelles le matériel roulant seul figure pour 7 772 254 fr.

Ces travaux de parachèvement, exécutés sous la direction de J. Meyer, ingénieur en chef et auteur de la présente note, se décomposent comme suit :

1° Frais généraux et administration des travaux, Fr.	654 944
2° Acquisitions de terrains en dehors de ceux destinés aux gares »	38 706
3° Terrassements et ouvrages d'art »	195 950
4° Doubles-voies »	617 809
5° Agrandissement de 36 gares et stations, parmi celles-ci nous citerons les plus importantes : Fribourg, construction de la gare définitive 496 666 fr.; Lausanne, agrandissement (non terminé), 694 534 fr.; Neuchâtel (non terminé), 568 753 fr.; Montreux, 98 580 fr.; Verrières, 58 141 fr. »	2 310 200
6° Bâtiments de l'administration »	385 353
7° Maisons de gardes »	195 197
8° Entrepôt de blé à Morges »	229 428
9° Magasin à sels pour l'état »	14 393
10° Entrepôts à céréales de Genève (achat de terrains et terrassements pour créer l'emplacement, la construction en a été ajournée) . . . »	199 106
11° Agrandissement des ateliers d'Yverdon . . . »	993 505
12° Construction d'un dépôt (remise demi-circulaire) pour 14 locomotives, installations qui en dépendent et agrandissement des ateliers de Fribourg »	306 466
13° Agrandissement des installations des dépôts de Neuchâtel »	89 822
14° Construction d'une gare de triage à Renens »	428 998
15° Travaux de parachèvement divers »	158 086
16° Matériel fixe »	25 330
17° Matériel roulant et accessoires se composant de : 47 locomotives avec tenders et leur outillage; 26 voitures à voyageurs de première	

A reporter, Fr. 6 843 293

Report, Fr. 6 843 293

et deuxième classe; 15 fourgons à bagages; 1195 wagons à marchandises; des pièces de rechange pour 127 778 fr. et des accessoires pour 99 335 fr. »	7 772 253
18° Outillages divers »	117 731
19° Mobiliers divers »	203 645
	Fr. 14 936 922

g) *Dépenses générales d'établissement et actif du bilan.*

— En tenant compte des majorations qui ont été accordées aux actionnaires de l'Ouest-Suisse et du Franco-Suisse pour la conversion, les dépenses de l'ancien réseau se résument comme suit au 31 décembre 1876 :

1° Construction du réseau Ouest-Suisse . . . Fr.	82 320 611 81
2° Construc. du réseau Franco-Suisse . . . »	29 036 847 50
3° Construc. du réseau Lausanne - Fribourg - Berne - Genève - Versoix »	40 937 327 99
4° Construc. du réseau Jougne-Eclépens . . . »	6 302 836 89
	158 597 624 19
5° Travaux de parachèvement et d'extension de l'ancien réseau Suisse occidentale faits par la nouvelle compagnie, comme ci-dessus Fr.	14 936 921 53
Total des frais d'établissement et de parachèvement de l'ancien réseau Fr.	173 534 545 72

A cela viennent s'ajouter les dépenses des lignes de la Broye qui ne sont pas encore liquidées et s'élevaient, au 31 décembre 1876, à la somme de 12 665 604 fr. 72 c.

Et la participation de la Compagnie de la Suisse occidentale à l'entreprise du Simplon. En 1872 lorsque la déchéance de l'ancienne Compagnie d'Italie, concessionnaire de ces lignes (c'est-à-dire de celles du lac de Genève au Bouveret, se prolongeant jusqu'au pied du Simplon à Brigue en passant par Saint-Maurice et Sion) fut prononcée et que la vente aux enchères de la ligne et de la concession fut ordonnée, la Compagnie de la Suisse occidentale entra dans un syndicat avec une société financière et fut adjudicataire de cette ligne. Il se forma une Compagnie au capital de 4 000 000 de francs pour remplir les obligations de l'adjudication, c'est-à-dire payer le prix de la vente, parachever et prolonger la ligne. La Suisse occidentale participa pour la moitié à la formation de ce capital-actions, elle céda plus tard une partie de ces titres et il lui en resta pour une somme de 1 848 750 fr. qui viennent s'ajouter aux sommes ci-dessus. Ajoutons que cette Compagnie du Simplon s'est organisée depuis, d'une manière tout à fait indépendante de la Suisse occidentale, et qu'une fusion ou un achat par la Suisse occidentale projeté en 1876 n'aboutit pas.

L'actif du bilan au 31 décembre 1876, compte encore les versements à recevoir sur les actions et subventions par 2 920 750 fr.; les frais de prorogation et d'émission de deux emprunts par 1 060 994 fr. 82 c.; les approvisionnements par 3 150 446 fr. 98 cent.; et enfin, les comptes débiteurs par 7 144 460 fr. 52 c. Le total s'élève à 202 325 552 fr. 10 c.

h) *Capital social et passif du bilan.* — Le capital social de la Compagnie se compose de :

68 000 actions anciennes de la Compagnie de l'Ouest-Suisse de 500 fr. assimilées aux nouvelles Suisse occidentale	Fr. 34 000 000
74 000 actions nouvelles de la Suisse occidentale de 500 fr. émises au moment de la fusion et échangées avec celles du Franco-Suisse ou remise à l'état de Fribourg	» 37 000 000
28 000 actions privilégiées de la Suisse occidentale de 500 fr. émises en 1874	» 14 000 000
170 000 actions de 500 fr.	Fr. 85 000 000

Les emprunts ou capital-obligations sont représentés par :

a) Emprunts des anciennes Compagnies fusionnées, somme, non encore amortie au 31 décembre 1876 :

Emprunt Ouest-Suisse de 1854 de 2 millions Fr.	4 520 400
» » » 1856 » 8 » »	7 799 600
» » » 1857 » 10 » »	9 750 000
» » » 1859 » 6 » »	5 998 000
» » » 1865 » 6 » »	5 907 600
» du Franco-Suisse de 1868 de 14 millions	» 13 794 000
» de Lausanne - Fribourg - Berne de 1866 de 14 millions	» 14 000 000
» de Genève - Versoix de 1865 de 6 300 000 fr.	» 6 300 000
	Fr. 65 069 600

b) Emprunts émis par la Suisse occidentale :

Emprunt Suisse occidentale de 1873 . . .	Fr. 22 700 000
» » » 1876 . . . »	6 000 000
» » » 1875 par la Broye longitudinale	» 4 216 400
Emprunt Jougne-Eclépens pris par la Suisse Occidentale	» 4 038 000
	Fr. 36 954 400

Ce qui fait un capital-obligations total de . **Fr. 102 024 000**

Le passif du bilan de 1876 accuse encore les chiffres suivants :

Emprunts temporaires par créances hypothécaires sur le domaine	Fr. 295 841 49
Subventions et souscriptions d'actions pour la ligne transversale, non encore échangées, et pour la gare de Saint-Prex . . . »	2 508 769 —
Compte d'amortissement des emprunts . . »	1 535 600 —
Comptes créanciers (fonds de réserve) . . »	2 023 078 85
Intérêt et amortissement des emprunts . . »	1 434 004 —
Créanciers divers	» 4 795 835 78
Bénéfice net de l'exercice de 1876	Fr. 2 703 423 54

pour boucler par un total de 202 325 552 fr. 10 c. égal à celui de l'actif que nous avons indiqué ci-dessus.

Il reste encore à liquider les dépenses de construction des lignes de la Broye qui exigeront une dépense d'environ 2 500 000 fr. en plus de celle indiquée au bilan du 31 décembre 1876. Il reste plusieurs travaux d'extension et de parachèvement à exécuter qui seront répartis sur un certain nombre d'années. C'est pourquoi il avait été décidé en 1875 un emprunt de 20 000 000 fr. pour lequel on avait traité avec un groupe financier désigné sous le nom de Société suisse pour l'industrie des chemins de fer, traité qui a coïncidé avec une révision des statuts et une réorganisation des services de la compagnie, et amené le remplacement du comité de direction de quatre membres par un directeur unique, poste qui a été confié à M. Victor Chéronnet, ingénieur civil de Paris. De ces 20 millions, 6 seulement furent émis.

Dans ce moment la compagnie a décidé l'unification de sa dette avec de meilleurs échelonnements de remboursement. Il sera émis un nouvel emprunt de 70 millions dont 55 millions destinés à rembourser d'anciens emprunts, et 15 millions, pour liquider le compte de construction et pour mettre, dans l'espace d'une douzaine d'années, tout le réseau et ses dépendances dans un état de complet parachèvement. Ces ressources ne seront émises qu'au fur et à mesure des besoins. Une nouvelle convention a été passée dans ce but avec la Société suisse des chemins de fer dont il a été parlé plus haut.

Nous allons passer maintenant à la description des trois lignes nouvelles acquises ou construites par la Suisse occidentale, soit :

1° La ligne de Jougne à Eclépens.

2° La ligne, dite longitudinale de la Broye, de Palézieux à Fraeschels.

3° La ligne, dite transversale, de Fribourg à Payerne et à Yverdon.

(La fin au prochain numéro.)