

Extraits de la Communication no 4 de la Commsission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer concernant le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses (suite)

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1913)**

Heft 11

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30123>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

où u_0 et u_i désignent les vitesses d'écoulement correspondant aux charges y_0 et Y_i , et par η , le rapport $\psi : \psi_0$, c'est-à-dire le rapport du degré d'ouverture ψ (ou aussi de l'ouverture fractionnaire) de l'orifice d'écoulement, à sa valeur de régime ψ_0 , prise comme unité, on aura :

$$\eta_0 = 1 \quad \eta_i = \frac{\psi_i}{\psi_0} = \frac{V}{u_i} : \frac{v_0}{u_0}$$

Posons enfin

$$y_0 = \frac{u_0^2}{2g} ; Y_i = \frac{u_i^2}{2g} ; V_i = \eta_i u_i \frac{v_0}{u_0}$$

et introduisons cette caractéristique ρ de la conduite, dont il a été question dans le § précédent, et que je définis par :

$$\rho = \frac{av_0}{2gy_0} = \frac{av_0}{u_0^2}$$

on obtiendra ainsi :

$$\left. \begin{aligned} u_1^2 - u_0^2 &= 2\rho u_0 (u_0 - \eta_1 u_1) \\ u_1^2 + u_2^2 - 2u_0^2 &= 2\rho u_0 (\eta_1 u_1 - \eta_2 u_2) \\ u_2^2 + u_3^2 - 2u_0^2 &= 2\rho u_0 (\eta_2 u_2 - \eta_3 u_3) \\ \text{etc.} & \qquad \qquad \text{etc.} \end{aligned} \right\} (8)$$

soit un système d'équations du second degré où les seules inconnues sont les vitesses d'écoulement u .

Prenons enfin comme nouvelle inconnue, conformément à la proposition que j'en ai faite précédemment, au lieu des valeurs absolues u des vitesses d'écoulement, leurs valeurs relatives, rapportées à la vitesse de régime u_0 ; il suffira, pour y arriver, de diviser chacune des équations du système 8) par u_0^2 et l'on obtiendra, si l'on pose :

$$\zeta_i = \frac{u_i}{u_0} \text{ le système nouveau :}$$

$$\left. \begin{aligned} \zeta_1^2 - 1 &= 2\rho (1 - \eta_1 \zeta_1) \\ \zeta_1^2 + \zeta_2^2 - 2 &= 2\rho (\eta_1 \zeta_1 - \eta_2 \zeta_2) \\ \zeta_2^2 + \zeta_3^2 - 2 &= 2\rho (\eta_2 \zeta_2 - \eta_3 \zeta_3) \\ \text{etc.} & \qquad \qquad \text{etc.} \end{aligned} \right\} (9)$$

qui relie entre elles les valeurs des séries enchaînées $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \zeta_4$, etc., et que j'appellerai le *système fondamental*, parce que, comme nous allons le constater, il renferme toute la théorie du coup de bélier.

Je ferai observer encore que la première équation de 9) peut évidemment se mettre sous la forme

$$\zeta_0^2 + \zeta_1^2 - 2 = 2\rho (\eta_0 \zeta_0 - \eta_1 \zeta_1)$$

puisque $\eta_0 = 1$ et $\zeta_0 = 1$, si bien que ce système fondamental peut être envisagé comme résultant de l'application répétée de l'équation générale :

$$\zeta_{i-1}^2 + \zeta_i^2 - 2 = 2\rho (\eta_{i-1} \zeta_{i-1} - \eta_i \zeta_i)$$

à une série d'instantants séparés les uns des autres de l'intervalle u .

Cette unique équation régit tous les phénomènes hydrodynamiques susceptibles de se produire dans une conduite alimentée par une réserve à niveau constant et munie, à son extrémité, d'un orifice d'écoulement de section variable.

Le nom de *caractéristique de la conduite* donnée à ρ est pleinement justifié du fait que cette grandeur (voir éq. 7) introduit à elle seule, dans le système fondamental 9), tous

les éléments caractéristiques de la conduite, savoir : la charge et la vitesse de régime y_0 et v_0 , le diamètre, l'épaisseur et l'élasticité de la conduite (ces trois dernières grandeurs contenues dans la vitesse de propagation a). Le seul élément de la conduite qui ne figure pas dans ρ est la longueur L , qui n'entre en jeu que pour déterminer la durée $\mu = 2L : a$ de la phase dont la valeur fixe le rythme des séries enchaînées des valeurs ζ_i .

Nous constatons ainsi que la valeur relative de l'intensité du coup de bélier, valeur qui, au point de vue technique, constitue la véritable inconnue du problème et l'objet principal d'une théorie générale, dépend non seulement des lois de variation de l'orifice d'écoulement (contenues dans η), mais encore de cette unique caractéristique ρ . Il paraît, dès lors, indiqué, de chercher à établir la signification de cette caractéristique et à fixer les limites des valeurs numériques qu'elle est susceptible de prendre dans le champ des applications techniques.

(A suivre).

Extraits de la Communication N° 4¹ de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer

CONCERNANT

le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses.

(Suite)².

II. La question des dépenses d'après les projets pour l'électrification de l'ancienne ligne du Gothard et du II^e arrondissement des Chemins de fer fédéraux

Généralités.

Il a déjà été fait mention de projets complets pour l'électrification du Gothard et certains résultats de ces projets ont été indiqués. Comme on pouvait s'y attendre, vu la complexité de la matière, c'est seulement après l'élaboration des premiers projets qu'on put apprécier avec précision l'influence et le rôle des différents facteurs et qu'on acquit, par là, la conviction que, grâce à certaines modifications, on arriverait à établir des projets mieux adaptés aux besoins du nouveau genre de traction. Pour ce nouveau travail, la Commission d'études réussit à obtenir le concours, indispensable, des spécialistes qui sont familiers avec les questions concernant l'exploitation des chemins de fer.

En plus des modifications apportées aux bases et de l'emploi de nouvelles méthodes plus précises, un remaniement profond des projets de centrales fut entrepris.

¹ Résumé d'après les travaux de plusieurs membres et collaborateurs de la commission, par le Prof. Dr W. Wyssling, en collaboration avec M. le Prof. Dr W. Kummer. — Les chapitres que nous publions ici sont extraits de la traduction française. — Librairie F. Rouge & C^{ie}, éditeur, à Lausanne.

² Voir N° du 25 mai 1913, page 115.

L'utilisation des chutes et l'accumulation de l'eau, la collaboration des centrales, les détails de toutes les installations hydromécaniques furent étudiés et calculés par des spécialistes avec la collaboration des premières maisons de construction.

Les nouveaux projets, examinés ci-après, pour la traction électrique future sur le Gothard et le II^e arrondissement C. F. F. ont été complétés par un autre projet qui, pour permettre d'établir une comparaison exacte avec la traction à vapeur, correspond au trafic enregistré en 1904 sur la ligne du Gothard.

Les données techniques concernant le trafic qui ont servi de bases aux projets pour la ligne du Gothard.

Bien que l'introduction de la traction électrique ait pour but, en première ligne, de nous affranchir de l'importation de la houille et de mettre en valeur nos forces hydrauliques, elle doit aussi nous permettre d'améliorer le trafic, même dans le cas où cette amélioration nécessiterait des installations spéciales. Aussi, les projets pour la traction électrique future doivent-ils être établis dans l'idée que, dans la mesure du possible, le trafic sera plus intense qu'il ne l'est actuellement. Toutefois, on ne poussera pas dans cette voie jusqu'aux limites de la possibilité technique, mais on restera dans le domaine que circonscrivent les raisons d'ordre économique et qui correspond à un besoin réel. C'est à ce point de vue général que la Commission d'études s'est placée pour arrêter les données relatives au trafic sur lequel sont basés les nouveaux projets.

On a admis, dans tous les cas, en vue de la traction électrique future, une augmentation souvent importante de la vitesse par rapport à la traction à vapeur; les express, dont l'allure est aujourd'hui relativement rapide, seront aussi accélérés; mais l'augmentation la plus considérable de la vitesse, qui est presque doublée, ressort aux omnibus et aux trains de marchandises, sur les rampes maxima.

L'augmentation de la vitesse commerciale et la diminution des durées totales de parcours ne sont naturellement pas réalisables dans la même mesure que l'augmentation des vitesses réelles, à cause des arrêts inévitables dont la durée ne peut être raccourcie; il n'en reste pas moins que l'amélioration sur ce point aussi est très importante, comme on en jugera d'après le tableau ci-après:

Durée totale des parcours, y compris les arrêts, en minutes.

Pour les sections :	Avec la traction à vapeur actuelle				Avec la traction électrique future			
	Express	Trains directs ordinaires	Omnibus	Trains de marchandises	Express	Trains directs ordinaires	Omnibus	Trains de marchandises
Lucerne-Bellinzone	206	258	340	600	177	190	250	400
Bellinzone-Lucerne	217	266	351	630	182	194	260	430
Lucerne-Chiasso	286	360	472	780	240	263	333	550
Chiasso-Lucerne	296	370	535	780	247	267	338	600
Lucerne-Luino	290	320	430	720	232	240	310	500
Luino-Lucerne	293	325	490	750	240	246	320	530

Le trafic pris pour base des projets.

Le tableau suivant renseigne sur l'augmentation prévue du trafic :

Récapitulation du travail de transport du chemin de fer du Gothard, pour la traction électrique future, comparativement à la traction à vapeur actuelle, en millions de tonnes-kilomètres brutes de poids remorqué.

Catégories de trains	en trafic moyen :				en trafic maximum :		
	par an		par jour		par jour		
	Traction à vapeur en 1904	Traction à vapeur en 1907	Traction électrique	Traction électrique	Traction à vapeur en 1904	Traction à vapeur en 1907	Traction électrique
Trains directs	213	296	418	1,145	0,643	1,303	2,333
Omnibus	122	135	226	0,620	0,320	0,538	0,874
Trains de marchandises	441	670	793	2,170	1,574	2,504	3,585
Total	776	1101	1437	4,242	2,537	4,345	6,492

Le trafic, exprimé en tonnes-kilomètres brutes remorquées, pris pour base de la traction électrique future, représente donc, en moyenne, 185 % de celui de 1904 et 130 % de celui de 1907, tandis que le trafic maximum admis est le 255 % de celui de 1904 et le 150 % de celui de 1907. Il atteindra à peu près la limite de ce qui est praticable, étant donné l'aménagement de la ligne du Gothard.

Puissance et énergie nécessaires à l'arbre des turbines des centrales pour la traction électrique future du chemin de fer du Gothard.

Pour la région :	Puissance maxima en HP	Travail journalier maximum en HP-heures	Travail annuel en HP-heures
Bassin de la Reuss	27 000	250 000	58 000 000
Tessin nord	22 000	260 000	59 000 000
Tessin sud	25 000	180 000	43 000 000
Tout le Tessin	37 000	440 000	102 000 000
Tout le V ^e arrondissement	56 000	690 000	160 000 000

Pour le calcul de la quantité d'eau à fournir aux centrales, il faut encore connaître le rendement des turbines, car c'est de lui que dépend, étant données les variations fréquentes de la puissance, la quantité d'eau qui correspond à l'unité de travail (cheval-heure) à l'arbre des turbines. Ces rendements ont été déterminés, avec le concours des constructeurs, sur des turbines de construction récente. On est fondé à admettre, pour ces rendements, une valeur supérieure à celle que fournissaient les turbines de construction plus ancienne, car actuellement, les aubages peuvent être mieux adaptés à la puissance moyenne, d'où diminution des pertes à vide. C'est ainsi qu'on peut admettre les nombres suivants (qui sont plutôt trop faibles) :

Rendement des turbines des centrales futures pour le chemin de fer du Gothard.

pour la charge correspondant à la puissance maxima des centrales	73 %
en moyenne, pour un jour de trafic maximum	68 %
moyenne annuelle pour le trafic moyen	65 %

Les centrales pour la traction électrique future du chemin de fer du Gothard.

La situation de la partie centrale de la ligne du Gothard, à proximité des forces importantes des bassins de la Reuss et du Tessin, ne permet pas d'hésiter quand il s'agit de choisir les forces hydrauliques destinées à produire l'énergie pour l'électrification du V^e arrondissement. Aussi les Chemins de fer fédéraux se sont-ils assurés la disposition des forces de la Reuss, d'Andermatt à Amsteg (y compris la force de la Meienreuss, du Fellibach, du Kärstelenbach); du lac Ritom et de ses affluents et effluents; du Tessin, au Mont Piottino; du lac Tremorgio; de la Piurnegna et des autres cours d'eau de la Léventine, jusqu'à Lavorgo.

Les deux centrales d'Amsteg et de Ritom suffiraient elles seules à assurer le trafic futur sur tout l'arrondissement, si elles y collaboraient d'une manière appropriée; les deux centrales de Göschenen et d'Amsteg suffiraient aussi pour ce trafic, si celle de Ritom n'était aménagée que pour fournir une puissance très réduite destinée seulement à faire l'appoint à la fin de l'automne. On a fait abstraction de cette faculté, lors de l'élaboration des projets, et cela dans le but d'éviter de conduire à travers le grand tunnel une trop grande quantité d'énergie et aussi afin de disposer de chaque côté du tunnel de centrales qui soient en état d'assurer, éventuellement, la traction sur tout le versant auquel elles appartiennent, sans le secours des centrales de l'autre versant. Dans cette hypothèse et en se basant sur la plus longue durée du trafic maximum constaté jusqu'à maintenant (2 ½ mois, d'août à octobre), l'aménagement des centrales d'Amsteg et de Göschenen (outre le Ritom) pour une puissance de 45 000 HP a paru suffisant; par mesure de sécurité, on est toutefois allé un peu plus loin, dans les projets, comme en témoigne le tableau suivant:

Puissance nécessaire et puissance installée des centrales pour la traction électrique future du chemin de fer du Gothard.

Pour la région:	A l'arbre des turbines des centrales		Dans les centrales de:
	Puissance maxima nécessaire	Puissance des turbines installées ¹	
	HP	HP	
Bassin de la Reuss	27 000	20 000 30 000	Göschenen Amsteg
Bassin du Tessin.	37 000	37 500	Ritom (Piotta)
Tout le V ^e arrond.	56 000	87 500	

¹ Machines en service, auxquelles s'ajoutent encore les groupes de réserve.

Dans l'hypothèse la moins favorable, au sujet du trafic maximum, la quantité d'eau à emprunter au lac Ritom serait de 24 ½ millions de m³. Comme le lac renferme, actuellement, sans retenue, environ 25 millions de m³ et que, de plus, le trafic est, aujourd'hui, bien inférieur à celui qui a été admis, on voit qu'il n'y a pas lieu, pour le moment, de créer une retenue des eaux du lac Ritom. Cependant, on a fait entrer dans les devis les frais ressortissant à une retenue de 7 m., correspondant à un volume de 32 millions de m³. Même dans le cas où le trafic futur emploierait cette quantité d'eau jusqu'au niveau le plus bas possible, le remplissage pourra se faire de nouveau, même dans les conditions les plus défavorables du régime des eaux.

Description des centrales.

L'installation des centrales a été étudiée à fond, surtout au point de vue des travaux hydrauliques pour autant que c'était possible sans relevés exacts du terrain; les problèmes concernant la construction ont fait l'objet d'un examen approfondi. Nous esquissons, à grands traits, l'installation de ces centrales:

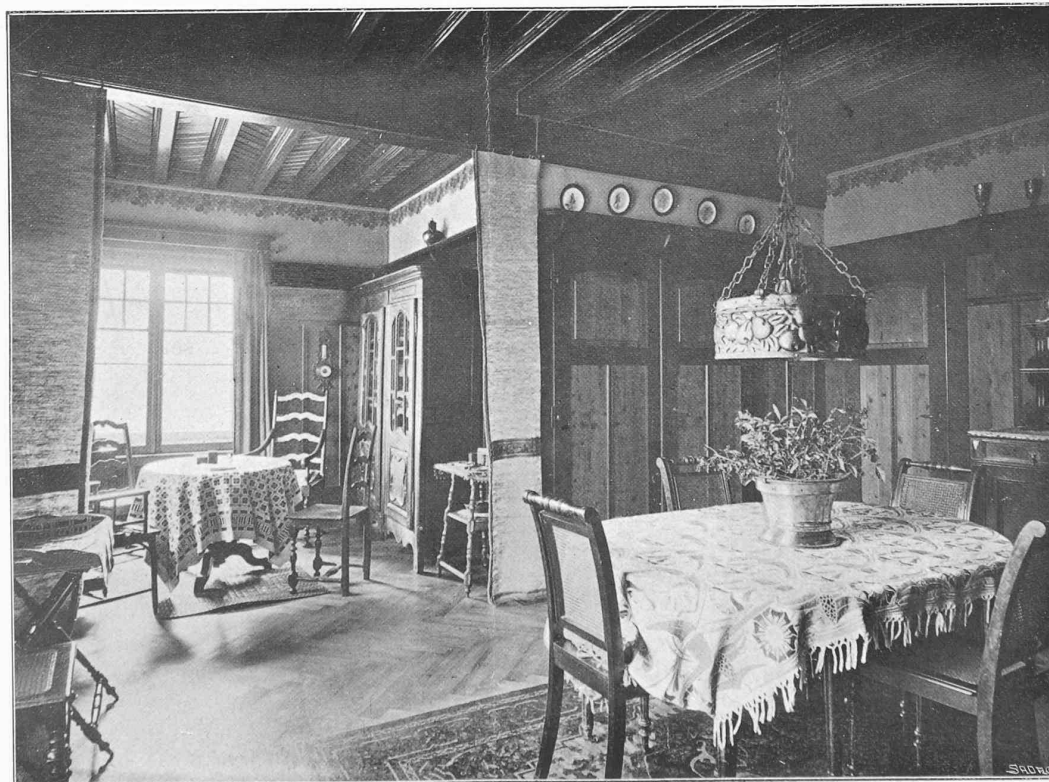
Centrale du Ritom. Alimentée par le lac Ritom, avec accumulation supplémentaire éventuelle au moyen d'une retenue du lac; utilise la chute brute de 828 m. entre ce lac et le Tessin, près de Piotta. 3 conduites forcées, calculées chacune pour 15 000 HP, doivent alimenter finalement 7 turbines de 7500 HP chacune, accouplées à des génératrices à courant monophasé de 6000 KW et 16 000 volts, avec 2 groupes d'excitatrices. L'énergie qui ne sera pas fournie directement au fil de contact sera transformée à 45 000 volts.

Centrale de Göschenen. Utilise l'eau de la Reuss, du Trou d'Uri jusqu'au-dessus de Göschenen, au moyen d'une galerie horizontale située sur la rive droite et de 2 conduites forcées. Il y aura 4 turbines accouplées avec 4 génératrices de 5000 HP et 2 groupes d'excitatrices.

Centrale d'Amsteg. Outre l'eau de la Reuss, dérivée au Pfaffensprung, cette centrale emploie encore l'eau de l'Étzlibach et du Kerstelenbach, avec 282 m de chute brute et 2 conduites forcées pour 15 000 HP chacune. Le bâtiment des machines, au bord de la Reuss, au-dessus d'Amsteg, sera aménagé pour 5 groupes de 7500 HP chacun et 2 groupes d'excitatrices.

Le coût des installations et des acquisitions pour la traction électrique future du chemin de fer du Gothard.

Le calcul du coût du projet décrit plus haut pour l'électrification a été entrepris en faisant appel à tous les moyens propres à fournir les données les plus sûres pour l'établissement des prix unitaires. En ce qui concerne les centrales, on s'est basé, pour les travaux de construction, sur les expériences d'une des premières maisons et on a déjà tenu compte d'une certaine majoration du taux des salaires que les statistiques des dernières années permettent d'évaluer. Les devis relatifs aux conduites forcées et aux installations mécaniques sont fondés sur des offres détaillées



CHALET DE M. L. RIEDER, A BROG (GRUYÈRE)

ARCHITECTE : M. CH. GUNTHER, A VEVEY

Seite / page

leer / vide /
blank

des premières maisons suisses. Le prix du cuivre des lignes aériennes a été fixé à Fr. 2 le kg. Pour le matériel roulant électrique, on a arrêté, après discussion avec les maisons qui projetèrent les différents types, un prix de Fr. 1.50 par kg pour l'équipement mécanique et de Fr. 3 pour l'équipement électrique. Le reste du matériel roulant a été évalué d'après les prix en usage sur le Gothard. Pour les transformations des installations à faible courant, on n'a compté sur l'utilisation du matériel ancien que dans la mesure probable; pour les raisons énoncées plus haut, on a ajouté un poste de Fr. 350 000 aux dépenses prévues par la direction des télégraphes pour ses nouvelles lignes. A ce propos, il y a lieu de remarquer toutefois: étant donné que, jusqu'à maintenant, les lignes de la direction des télégraphes ont utilisé le corps de la voie des C. F. F., les frais de transformation ne devraient pas, conformément aux articles 9 et 10 de la loi fédérale sur les installations électriques, venir à la charge des C. F. F., mais bien à celle de la direction des télégraphes; les Chemins de fer fédéraux sont aussi de cet avis. Le montant de ces dépenses a été toutefois compris dans le devis, par mesure de sécurité.

Une somme plus ou moins élevée suivant la nature du travail et l'exactitude plus ou moins grande qu'on pouvait supposer aux différentes parties du projet, a été ajoutée à chaque poste, sous la rubrique « Imprévu ». Ainsi, par exemple, dans les projets de centrales (bien entendu, *en plus* des frais pour la direction de la construction et les intérêts intercalaires), cet « imprévu » est, en moyenne, de 6%. En outre, on a institué un poste mentionné « Imprévu général », dont le montant est calculé de telle sorte que, en y ajoutant les postes spéciaux d'imprévu relatifs aux différents chapitres, le total atteindra le 8% de la somme globale; cet « imprévu général » est destiné à donner plus de sûreté aux prévisions financières concernant une œuvre dont l'exécution s'étendra sur une série d'années.

Le résultat de ces calculs est le suivant :

Calcul du coût des installations pour l'électrification du chemin de fer du Gothard, pour le trafic futur adopté comme base.

Centrales.			
<i>Travaux hydrauliques et partie générale :</i>	Centrale de Riom-Piotta	Centrale de Göschenen	Centrale d'Amsteg
	Fr.	Fr.	Fr.
Prise d'eau, constructions, galeries d'amenée, chambre de mise en charge, conduite forcée et de distribution, voies d'accès, bâtiments des machines et fondations, acquisition de terrain, quote-part de la redevance pour la concession, direction de l'entreprise, intérêts intercalaires et divers .	6 800 000	3 500 000	6 950 000
(« Imprévu » rattaché aux différents postes).			

Partie électrique et mécanique :

Turbines des génératrices et des excitatrices, génératrices et tableaux de distribution, installations de transformation, appareils au départ des lignes, direction de l'entreprise, intérêts intercalaires, divers et imprévu	1 925 000	920 000	1 275 000
Totaux .	<u>8 725 000</u>	<u>4 420 000</u>	<u>8 225 000</u>

Coût total des centrales 21 370 000

Installations pour la distribution.

<i>Lignes de transport :</i>	Fr.
Amsteg-Goldau, Amsteg-Göschenen, Göschenen-Piotta, Piotta-Giubiasco, Piotta-Lugano, direction, intérêts intercalaires, divers, imprévu	5 994 000

Sous-stations :

Stations de transformation 45 000/16 000 volts, à Goldau, Giubiasco et Lugano : installations spéciales pour la fourniture de courant à 16 000 volts (pour autant que ça n'a pas déjà été compté) dans les centrales d'Amsteg, Göschenen et Piotta, direction de l'entreprise, intérêts intercalaires, divers et imprévu	1 636 000
--	-----------

Coût total des installations pour la distribution 7 630 000

Lignes de contact et d'alimentation.

Lignes de contact, lignes d'alimentation, connexion de la voie et des rails; lignes de contact et stations de couplages des gares; constructions spéciales et travaux de transformation aux ponts, toits des quais, passages à niveau, inférieurs et supérieurs, passerelles, aux tunnels surtout, transformations de croisements à haute tension et de sémaphores; direction, intérêts intercalaires; divers et imprévu	9 770 000
--	-----------

Coût total des lignes de traction et d'alimentation 9 770 000

Matériel roulant.

<i>Véhicules-moteurs :</i>	Fr.	Fr.
15 locomotives pour trains directs	3 450 000	
38 locomotives pour trains de marchandises	6 840 000	
14 automotrices lourdes	2 170 000	
7 automotrices légères	672 000	13 132 000
Matériel de réserve		600 000

Installations de chauffage et divers :

15 chaudières sur les locomotives de trains directs, 10 wagons de chauffage, équipement des wagons à voyageurs (854 essieux), à bagages et postaux, pour le chauffage à l'électricité, et des wagons de voyageurs d'autres arrondissements qui circulent sur le Gothard; diverses modifications au matériel roulant existant 1 007 000

Coût total du matériel roulant pour l'électrification 14 739 000

Augmentation du matériel roulant ordinaire en vue de l'accroissement du trafic :

Nouveaux wagons à voyageurs, 256 essieux	Fr. 3 328 000	Fr.
Nouveaux wagons à marchandises et fourgons, 753 essieux	1 883 000	5 211 000
Coût total du matériel roulant	19 950 000	

Constructions et modifications relatives aux dépôts et ateliers de réparations.

Modifications aux dépôts, nouvelles installations à Erstfeld et Chiasso, outillage pour l'entretien des lignes de traction, modifications et agrandissements des ateliers de réparations Fr. 1 950 000

Dépenses totales pour dépôts et ateliers 1 950 000

Transformation des installations à courant faible.

Lignes pour le service du chemin de fer et imprévu	Fr. 2 500 000	Fr.
Installations de la direction fédérale des télégraphes et imprévu	1 000 000	
Coût total de la transformation des lignes à courant faible	3 500 000	

Imprévu général.

Majoration des sommes pour « imprévu » des différents postes jusqu'à ce que l'ensemble atteigne le 8 % des dépenses totales 3 330 000

Récapitulation des dépenses.

Centrales	21 370 000
Installations pour la distribution de l'énergie	7 630 000
	29 000 000
Lignes de traction et d'alimentation	9 770 000
Matériel roulant	19 950 000
Dépôts et ateliers de réparations	1 950 000
Installations à courant faible	3 500 000
Imprévu général	3 330 000
Coût total des nouvelles installations	67 500 000

Le même, sans augmentation du matériel roulant non électrique en vue de l'accroissement du trafic et sans sa quote-part d'imprévu (Fr. 5 500 000) 62 000 000

Comparaison avec le coût d'autres projets.

Il est intéressant de comparer les résultats du devis relatif au projet précédent avec ceux du premier projet que la Commission a élaboré pour la traction électrique du Gothard, projet mentionné dans le chapitre « Comparaison des systèmes ».

Ce dernier projet était basé sur un autre horaire et la fourniture d'énergie répartie entre 4 centrales (la quatrième étant supposée située à Lavorgo) et on renonçait au transport de l'énergie d'un côté à l'autre du tunnel. L'exécution de certaines parties était aussi projetée différemment. Les projets étaient calculés, comme on l'a vu précédemment, en prévision de deux variantes A et B du trafic, entre lesquelles se place le trafic admis comme base du nouveau projet. Les dépenses d'établissement des diverses parties ne sont naturellement pas les mêmes que pour le nouveau projet, vu les différences dans l'exécution de la construction; le coût total, y compris les dépenses pour l'augmentation du matériel roulant, se présente comme suit :

Pour l'ancien projet, suivant la variante A.	Pour le nouveau projet, comme ci-dessus	Pour l'ancien projet, suivant la variante B.
64,5 millions de Fr.	67,5 millions de Fr.	77 millions de Fr.

Ces chiffres confirment le bien-fondé de ces projets élaborés indépendamment et montrent en même temps que des modifications appropriées de certaines installations n'exercent aucune influence importante sur le prix total, pourvu que les conditions du trafic demeurent les mêmes.

Devis des frais d'exploitation (coût annuel du « service de traction et matériel ») pour la traction électrique future du chemin de fer du Gothard.

Dépenses annuelles directes.

Dépenses pour le personnel.

	Fr.	Fr.	Fr.
Ingénieur-mécanicien en chef et personnel auxiliaire (comprenant le personnel électrotechnique central, à l'exception de la direction centrale de la production d'énergie dont les dépenses ont été imputées aux centrales)			128 500
Personnel des machines, visiteurs des wagons, chef et personnel des dépôts	152 800		
conducteurs (2 hommes par locomotive)	1 431 100		
visiteurs de wagons	84 200	1 668 400	
Personnel pour le nettoyage et l'équipement du matériel roulant :			
Nettoyeurs des locomotives	192 000		
Nettoyeurs des wagons	115 000	307 000	2 103 600

Dépenses de matériel.

Energie électrique (pour les détails, voir tableau page 116)		2 420 000	
Combustible :			
Hoïlle de la Saar pour les locomotives de manœuvres, à vapeur	256 800		
Huile (Masout) pour les chaudières de chauffage à la vapeur	120 000	376 800	
Matériaux de graissage :			
pour les locomotives électriques et les automotrices	49 620		
pour les locomotives à vapeur de manœuvres	5 660		
pour les wagons	10 580	65 860	
Matériaux pour la désinfection, le nettoyage et divers :			
pour les locomotives	35 550		
pour les wagons (et les automotrices)	7 840	43 390	3 906 050
A reporter			5 009 650

	Report.		5 009 650
Matériaux d'éclairage :			
pour les locomotives électriques	6 000		
pour les locomotives de manœuvres, à vapeur.	2 800		
pour les wagons (et les automotrices)	78 120	86 920	2 992 970
Entretien et renouvellement du matériel roulant, des lignes de contact et d'alimentation.			
Véhicules-moteurs :	Fr.	Fr.	
Locomotives électriques pour trains directs	354 000		
Locomotives électriques pour trains de marchandises	386 100		
Automotrices	204 000		
Locomotives à vapeur, pour manœuvres	92 400	1 036 500	
Wagons :			
Wagons à voyageurs	430 500		
Wagons à marchandises et fourgons	672 000	1 102 500	
Lignes de contact et d'alimentation		245 000	2 384 000
Autres dépenses			75 150
Total des dépenses directes, brutes, pour le service de traction			7 555 720
A déduire :			
Redevance pour le service commun des gares de :	Fr.	Fr.	
Goldau (S. O. B. et C. F. F. III)	48 000		
Chiasso (C. F. I.) déduction faite de Luino	80 000	128 000	
Redevance des C.F.I. pour la traction de la frontière suisse à Luino		220 800	
Redevance des Postes fédérales pour la remorque de leurs voitures		30 000	
Total de ces redevances		378 800	
Total des dépenses nettes pour le service de traction			7 176 920

Dépenses annuelles indirectes.

Intérêts du capital d'établissement.

	Capitaux.	Sommes annuelles.	
	Fr.	Fr.	Fr.
Matériel roulant (ensemble)	35 261 000		
Réserve de matériel roulant	600 000		
Nouvelles installations pour dépôts et ateliers de réparations	8 781 000		
Installations à courant faible			
Majoration de l'imprévu			
Lignes de contact et d'alimentation	9 769 000		
	54 441 000 à 4 %		2 176 440

Amortissement du capital d'établissement.

	Fr.	Fr.	
Matériel roulant, comme ci-dessus	35 261 000		
Lignes de contact et d'alimentation	9 769 000		
	45 030 000		
dont le 30 % =	13 509 000		
Organes de réserve		600 000	
Installations pour dépôts, ateliers de réparations, installations à courant faible et imprévu, comme ci-dessus.	8 781 000		
0,42 % de Fr.	22 990 000		96 140

Versements au fonds de renouvellement.

Matériel roulant, d'après évaluations spéciales	483 630		
Lignes de contact et d'alimentation	132 860		616 490

Total des dépenses annuelles indirectes pour le service de traction, sans amortissement des locomotives à vapeur hors service 2 889 070

Amortissement complet des locomotives à vapeur hors service.

Valeur d'inventaire de ces locomotives (Fr. 41 872 000), déduction faite du solde débiteur du compte de fonds de renouvellement (calculé à fin 1914) et de la valeur du matériel rebuté	Fr. 5 358 048		
Dont 4 % pour intérêt et 0,42 % pour amortissement, par an			236 850

Total des dépenses annuelles indirectes pour le service de traction, avec amortissement complet de toutes les locomotives à vapeur hors service 3 125 920

Récapitulation des dépenses annuelles pour le service de traction.

	Fr.
Dépenses directes, annuelles, nettes	7 176 920
Dépenses indirectes annuelles (sans amortissement des locomotives)	2 889 007
Dépenses totales annuelles pour le service de traction (sans amortissement des locomotives)	<u>10 065 990</u>
Amortissement complet des locomotives à vapeur hors service	236 850
Dépenses totales pour le service de traction (avec amortissement des locomotives à vapeur hors service)	<u>10 302 840</u>

Les résultats du compte d'exploitation.

Les dépenses annuelles ainsi calculées ne peuvent pas être appréciées en les comparant aux dépenses totales du service de traction actuel, car elles ne se rapportent pas au même trafic. On aboutit par contre à une comparaison plus rigoureuse après avoir calculé les *dépenses annuelles spécifiques pour le service de traction*, rapportées à l'unité du travail de transport. On obtient alors le tableau suivant :

Résumé du travail de transport, des dépenses annuelles du service de traction et matériel et des dépenses spécifiques de ce service.

Objet :	Pour la		
	Traction à vapeur en 1907	Traction à vapeur en 1908	Traction électrique future
Travaux de transport annuels :			
Pour le poids de trains remorqué :			
Millions de tkm brutes	1 403	1 072	1 437
Pour le poids total de trains :			
Millions de tkm brutes	1 623	1 593	1 824
Millions de kilomètres de trains	4,583	4,550	5,751
Dépenses directes (nettes) pour le service de traction et matériel :			
Francs	8 267 466	8 630 188	7 176 920
Dépenses directes (nettes) pour le service de traction et matériel :			
Centime par tkm de poids remorqué	0,75	0,81	0,50
Centime par tkm de poids total des trains	0,51	0,54	0,39
Fr. par kilomètre de train	1,380	1,390	1,25
Dépenses totales (directes et indirectes nettes) du service de traction et matériel :			
Francs	9 647 550	10 067 490	10 065 990 (10 302 840)
Dépenses spécifiques totales (directes et indirectes) du service de traction et matériel :			
Centime par tkm de poids remorqué	0,88	0,94	0,70 (0,72)
Centime par tkm de poids total des trains	0,59	0,63	0,55 (0,57)
Fr. par kilomètre de train	2,10	2,21	1,75 (1,79)
(Les chiffres entre parenthèses, pour la traction électrique, sont calculés dans l'hypothèse d'un amortissement complet des locomotives à vapeur mises hors de service, les autres chiffres ne tiennent pas compte de cet amortissement.)			

Il ressort de ce qui précède que la traction électrique future comporte des dépenses annuelles spécifiques de beaucoup inférieures à celles de la traction à vapeur. C'est le cas aussi bien pour les dépenses par kilomètre de train que pour les dépenses par tonne-kilomètre brute de poids total des trains ou de poids remorqué. Les deux premiers chiffres ne sont pas rigoureusement comparables parce que, d'une part, la comparaison n'est pas tout à fait la même avec la traction électrique qu'avec la traction à vapeur ; d'autre part, et ceci est plus important, parce que les deux modes de traction présentent des différences accentuées en ce qui concerne l'écart entre le poids total des trains et le poids remorqué, les véhicules-moteurs électriques étant plus légers. Ce sont les dépenses par kilomètre de train *remorqué* dont l'importance est prédominante, le poids remorqué mesurant le travail de transport réellement utile.

La réduction, de 0,94 cts à 0,72 et resp. 0,70 soit 25 à 26 %, des dépenses totales par tonne-kilomètre brute du service de traction, à l'avantage de la traction électrique, comparativement à la traction à vapeur en 1908, ne doit toutefois pas être entièrement attribuée à l'électrification, car *une partie* de cette réduction est due à l'*accroissement du trafic seul* ; même avec la traction à vapeur, un accroissement semblable aurait amené une certaine diminution des dépenses par unité transportée, parce que certaines dépenses constantes auraient été réparties sur un plus grand trafic. Cette réduction ne pourrait cependant pas être très considérable parce que ces chiffres ne concernent que les dépenses ressortissant au service de traction, pour lesquelles les quantités transportées ne jouent pas un rôle aussi important que pour les dépenses annuelles des installations du chemin de fer proprement dit.

(A suivre.)

Chalet, à Broc.

(Pl. 7).

Nous reproduisons planche 7 et page 130 les plans du chalet de M. Rieder, à Broc (Gruyère) dont l'auteur est M. Ch. Gunthert, architecte, à Vevey.

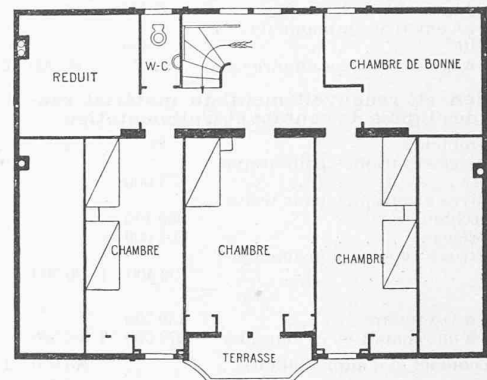
CHRONIQUE

Panama.

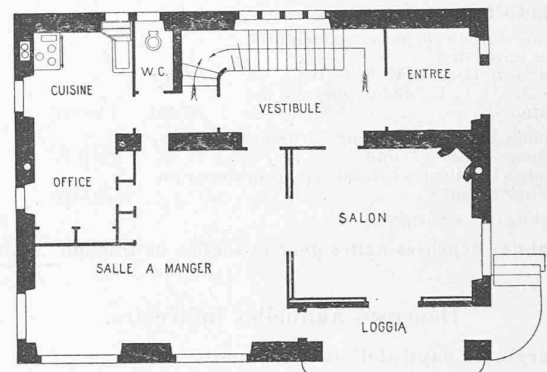
Panama ! Ce mot, pour beaucoup de gens, condense, en une synthèse merveilleuse, tous les crimes et délits du Code. Eh bien, rien n'est plus erroné et cette conception simpliste qui s'est accréditée avec tant de force ne repose que sur des légendes habilement créées et propagées par des gens dont elles servaient les intérêts. En veut-on quelques exemples ? Oh ! nous n'avons guère que l'embarras du choix.

Ainsi, on a soutenu que la première Compagnie française s'était signalée par un gâchis et un désordre hors de pair et qu'elle allouait à ses hauts fonctionnaires des traitements fabuleux ! Légende ! Le Directeur général français, qui était

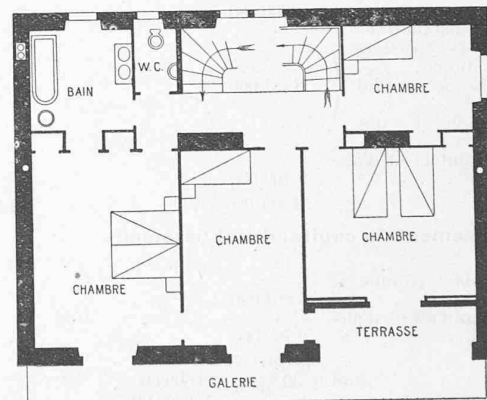
CHALET DE M. L. RIEDER, A BROC (GRUYÈRE)



Plan des combles. 1 : 200.



Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 200.



Plan du premier étage. — 1 : 200.

Architecte : M. Ch. Gunthert, à Vevey.

encore chargé des fonctions d'ingénieur en chef, touchait un traitement annuel de 100 000 francs. Le directeur américain actuel en reçoit 150 000 et l'ingénieur en chef 125 000. La comparaison est encore plus décisive, si l'on se rappelle que les Français travaillaient dans des conditions sanitaires épouvantables auxquelles ils étaient impuissants à remédier tandis que les Américains, grâce aux progrès de la science, sont actuellement à l'abri des terribles ravages de la fièvre jaune. Il faut lire dans l'ouvrage de M. *Bunau-Varilla*¹ le

¹ *Panama* La création. La destruction. La résurrection. — Paris' Plan-Nourrit.