

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin technique de la Suisse romande
<b>Band:</b>	47 (1921)
<b>Heft:</b>	18
<b>Artikel:</b>	Programme d'électrification des chemins de fer fédéraux et des conséquences financières du remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique (suite et fin)
<b>Autor:</b>	[s.n.]
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-36608">https://doi.org/10.5169/seals-36608</a>

### **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:** 26.01.2026

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

tenir la concurrence avec ceux de tous les grands projets hydroélectriques actuellement en discussion.

Un soin spécial a été apporté à l'étude des conditions géologiques des terrains dans lesquels sont placés les ouvrages principaux. De nombreux préavis ont été élaborés par des géologues de réputation dont le dernier et le plus important provient des professeurs Heim et Arbenz qui concluent à l'étanchéité absolue des bassins et tunnels situés principalement dans le granit et le gneiss. Seule la galerie d'aménée de l'usine d'Innertkirchen traverse comme il a déjà été dit, dans sa partie supérieure un éboulis qui ne présente aucune difficulté, et dans sa partie inférieure sur une longueur de 50 m. des roches dolomiques, enfin sur 200 à 300 m. des formations jurassiques très favorables. On ne rencontre ni carnioule, ni anhydrite ; des venues d'eau de quelque importance ne sont pas à craindre, et les températures seront partout normales, de sorte que l'exécution des tunnels ne présentera ni danger, ni difficulté quelconque. Les géologues constatent que la configuration de la roche granitique, partout apparente, et polie par le glacier, est particulièrement favorable à l'établissement du barrage au Gelmer. Quant au grand mur du Grimsel qui représente l'ouvrage le plus important de tout le projet, les experts s'expriment comme suit dans leur rapport du mois d'août 1919 : « Dans toute la Suisse, il n'y a pas à notre connaissance un endroit qui se prête mieux à l'établissement d'un grand barrage et d'un bassin de retenue, que l'emplacement choisi, avec sa vaste cuvette absolument aride, bordée de toutes parts de roches granitiques compactes et étanches, fermé à sa partie inférieure par une gorge étroite et profonde, aux parois escarpées, et dépourvues d'éboulis. Partout la roche solide et inébranlable, sans danger de glissement, et avec cela au fond du bassin de réception la présence du majestueux glacier comme puissant régulateur climatérique. Le rapport se termine par ces mots : « C'est avec une confiance absolue que nous pouvons envisager l'exécution et l'achèvement de l'important projet qui nous est présenté. »

Ces circonstances exceptionnellement favorables, tant par rapport au bassin de retenue qu'au barrage proprement dit, jointes au manque d'eau qui s'est fait sentir si cruellement l'hiver dernier, ont amené à examiner la possibilité d'augmenter encore la capacité de retenue du bassin du Grimsel. Les études ne sont pas encore terminées mais leur état permet de conclure qu'il serait possible d'élever la retenue à la cote 1920, ce qui augmenterait son volume de 55 600 000 à 122 000 000 de m<sup>3</sup>.

Cette modification n'entraînerait aucun changement ni à la disposition générale, ni aux ouvrages du projet présenté. Seule la capacité des galeries et conduites forcées devrait être augmentée conformément à l'agrandissement du bassin de retenue. La décision ne s'impose pas immédiatement, même s'il fallait aborder la construction tout de suite, car avant d'entamer les fondations du grand mur il faut construire le barrage provisoire et la

galerie de déviation, ce qui procure largement le temps nécessaire pour achever l'étude en cours et soumettre les conclusions aux autorités compétentes.

St.

**Programme d'électrification des chemins de fer fédéraux et conséquences financières du remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique.**

(Suite et fin)<sup>1</sup>

*Comparaison des frais de traction des trains.*

Il convient d'abord de remarquer que l'exploitation électrique au Gothard commença vers le 15 septembre sur le tronçon Göschenen—Airolo et que de là elle fut étendue par étapes à d'autres sections, jusqu'à ce qu'enfin, vers la moitié de décembre 1920, toute la ligne Erstfeld-Biasca put être livrée à la nouvelle traction. Mais l'exploitation mixte, telle qu'elle a existé pendant cette période transitoire, ne peut nullement servir de base pour les calculs comparatifs ; il faut plutôt supposer, pour simplifier, que le trafic moyen des mois d'octobre 1920 à janvier 1921 a été assuré totalement soit par la vapeur, soit par l'électricité.

Pour des raisons faciles à concevoir, le résultat de ces calculs n'est guère favorable à l'exploitation électrique. Mais il ne peut servir non plus à porter un jugement sur l'économie de ce genre de traction. Il doit être considéré comme encore moins décisif en ce qui touche la continuation de l'électrification. L'erreur principale qui entache ces calculs est, d'une part, que l'on compare les prix *futurs* du charbon avec les prix de revient de l'énergie électrique, qui sont appelés à remplacer les dépenses en combustible et qui ont été excessivement élevés par suite des événements de guerre, et, d'autre part, qu'on limite cette comparaison à un laps de temps où l'électricité commence seulement à supplanter la vapeur et où le service entier de la traction des trains n'a pas encore été adapté aux nouvelles conditions et ne pouvait pas l'être. Il ne sera donc possible d'obtenir le coût de l'exploitation électrique que lorsque le prix de revient de l'énergie pourra être connu exactement et que l'organisation du service sera complètement adaptée aux conditions entièrement changées.

Un calcul établi par les C. F. F. et tenant compte, dans la mesure du possible, de ces facteurs, montre que, pour la section Erstfeld—Biasca, l'énergie électrique, rapportée à la prise de courant des locomotives devrait coûter, par mois,

au prix de 150 fr. la tonne de charbon 415 140 fr.

au prix de 110 fr. la tonne de charbon 312 840 fr.

au prix de 70 fr. la tonne de charbon 210 540 fr.

pour que les dépenses totales de l'exploitation à vapeur et celles de la traction électrique se balancent. Ces dépenses en énergie électrique se rapportent au trafic des mois d'octobre 1920 à janvier 1921, soit à la quantité d'énergie de 1 731 900 kWh consommée en moyenne dans un mois pour ce trafic par les locomotives électriques. Le coût du kWh devrait donc revenir à :

$$\frac{415\,140}{1\,731\,900} = 24,0 \text{ ct. au taux de 150 fr. la tonne de charbon.}$$

$$\frac{312\,840}{1\,731\,900} = 18,1 \text{ ct. au taux de 110 fr. la tonne de charbon.}$$

$$\frac{210\,540}{1\,731\,900} = 12,2 \text{ ct. au taux de 70 fr. la tonne de charbon.}$$

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 6 août 1921, page 187.

En regard de ces chiffres, le prix de revient de l'énergie électrique prise à la ligne de contact, c'est-à-dire par l'archet, s'élève, d'après les calculs des C. F. F., pour un taux d'intérêt de 6 % et, en cas d'utilisation presque complète des usines, à 13 cent., au maximum, par kWh.

Le trafic auquel on a fait face, d'octobre 1920 à janvier 1921, s'est élevé, en moyenne, par mois, à :

Voyageurs . . . 9 126 000 km.

Marchandises . . 19 922 000 km. tonnes brutes

D'après une statistique des C. F. F., ce trafic eût exigé mensuellement une consommation de 2588 tonnes de charbon, qui auraient coûté :

à un prix de 150 fr. la tonne 388 200 fr.

à un prix de 110 fr. la tonne 284 700 fr.

à un prix de 70 fr. la tonne 181 200 fr.

tandis que le prix de l'énergie électrique eût été de 225 150 fr par mois.

En admettant le prix du charbon à 150 et 110 fr. la tonne, les économies sont donc de 163 050 et 59 550 fr., tandis qu'avec un prix de 70 fr. la tonne l'excédent de dépense s'élève à 43 950 fr. par mois. Mais un calcul comparatif ne doit pas seulement tenir compte du coût de l'énergie, mais aussi de la diminution des dépenses que procure la traction électrique des trains sous le rapport du personnel et du matériel, ainsi que du surcroît de frais qu'elle entraîne pour le service spécial des wagons de chauffage, pour les intérêts et l'amortissement des nouvelles installations, des locomotives et wagons de chauffage.

Il en résulte enfin que l'exploitation électrique sur la section Erstfeld—Biasca, en admettant un prix de charbon de 150 et 110 fr. la tonne est, mensuellement, de 189 990 ou 87 690 fr. meilleur marché que la traction à vapeur; mais avec un prix de charbon de 70 fr., elle revient, au maximum, à 14 610 fr. plus cher, toutes conditions restant égales.

Il convient de remarquer encore que si le calcul comparatif établit le coût du courant pris à la ligne de contact, il doit considérer le prix du charbon sur les locomotives. D'après les calculs des C. F. F., le charbon renchérit, depuis la frontière jusqu'aux endroits de consommation en Suisse centrale, en admettant un taux d'intérêt de 6 %, de 8 à 12 fr. la tonne, selon son prix d'achat. Le coût du charbon devrait être augmenté de ce montant dans les calculs comparatifs si l'on devait entendre par 150, 110 et 70 fr. le prix à la frontière; c'est à-dire que le prix de revient, à la frontière, ne devrait être fixé dans les calculs précités qu'à environ 138, 100 et 62 fr.

Ajoutons que le trafic pris en considération est très faible en comparaison de celui d'avant la guerre et que l'économie de l'exploitation électrique ressortirait avec plus d'évidence si les calculs étaient basés sur un trafic plus important. Dans l'exploitation à la vapeur, la consommation du charbon augmente à peu près proportionnellement au trafic, c'est-à-dire aux kilomètres-tonnes brutes transportées; avec la traction électrique, au contraire, le prix de revient de l'énergie électrique reste presque toujours le même jusqu'à l'utilisation complète des usines.

#### *Récapitulation.*

Nous devons de nouveau insister sur le fait que le choix du moment actuel de crise générale pour faire de telles études est défavorable au possible. Tous les calculs pour l'avenir reposent sur des évaluations et des suppositions; pas un seul nombre ne peut être inscrit sans réserve et pas un seul ne peut être utilisé pour des calculs ultérieurs ou des conclusions, sans que l'on ne sache et n'indique exactement sur quelles hypothèses il repose.

Ce sont les masses à transporter et leur augmentation pour les années à venir qui forment la base de tous les calculs. Suivant que l'évaluation de cette augmentation est optimiste ou pessimiste, le tableau change. Le taux de l'intérêt, les prix des matériels et les salaires varient et si, à cet égard, on constate aujourd'hui une baisse, personne ne peut dire avec sûreté, voire même prouver ce que ces facteurs seront dans un avenir le plus rapproché et bien moins encore dans dix ans, ou plus. Les expériences faites ces quelques derniers mois démontrent cette incertitude d'une manière frappante. Nous sommes d'avis que l'on ne doit pas se laisser influencer par ces circonstances dans les résolutions à prendre. Nous rappelons le fait que, alors que pendant la guerre les plus violents reproches étaient adressés aux C. F. F. dans des assemblées ou dans la presse à cause d'un soi-disant retard dans l'électrification, le programme établi en juin 1918 par la Direction générale pour la transformation du réseau des C. F. F. prévoyait un délai de trente ans et que ce dernier aurait dû être réduit à vingt ans ensuite du postulat Wettstein liquidé sans réplique au Conseil des Etats, en septembre 1919. Par ce postulat même, le Conseil fédéral devait être invité à agir de façon telle que l'électrification des C. F. F. soit exécutée dans un espace de temps ne dépassant pas dix à quinze ans. Nous rappelons en outre le fait que le manque de charbon pendant les années 1917-1919 contraignit nos chemins de fer exploités à la vapeur à restreindre cinq fois leur horaire et que le prix du charbon devint environ sept fois supérieur à celui d'avant la guerre. Lors des délibérations sur la loi fédérale du 2 octobre 1919, touchant l'aide à accorder aux entreprises privées de chemins de fer et de bateaux à vapeur dans le but d'introduire le service électrique, on a même émis l'opinion qu'une subvention ne devait pas être prévue pour ces entreprises si elle devait avoir pour suite de retarder sensiblement l'électrification des C. F. F.

Aujourd'hui on déconseille d'électrifier parce que cette opération ne serait, soi-disant, pas avantageuse. Une telle vacillation dans les opinions quant à la nécessité de l'électrification est des plus nuisibles à l'affaire.

L'électrification des C. F. F. est une nécessité économique et doit venir si l'on veut assurer l'exploitation en tout temps et la rendre possible à des conditions supportables. Nous ne devons plus à tout jamais dépendre de l'étranger qui peut retenir le charbon ou, tout au moins, nous en dicter les prix sans aucun égard. Le fait que de l'importation totale en 1920 de 991 700 tonnes, en chiffre rond, 303 914 tonnes, soit le 30,5 %, furent de provenance anglaise et 553 986 tonnes, ou le 55,9 %, de provenance américaine, tandis que nos principaux fournisseurs d'autrefois, la Belgique, le territoire de la Sarre et le bassin de la Ruhr ne nous livrèrent ensemble que 65 500 tonnes, ou le 6,6 %, ce fait, disons-nous, démontre de combien de circonstances fortuites notre approvisionnement en charbon, et par là la possibilité d'exploitation de nos chemins de fer, dépend, toute abstraction faite des perturbations pouvant se produire ensuite de grèves, difficultés de transport, etc.

Il y a lieu, en outre, d'apprécier à sa juste valeur la particularité que l'électrification de nos chemins de fer permet de mieux établir l'horaire et, par là, d'animer le trafic et d'augmenter les recettes. Il n'est pas conforme à la vérité de prétendre que l'exploitation électrique ne permette pas une augmentation de la vitesse et, dès lors, une succession plus rapide des trains. En réalité, le temps de parcours net Erstfeld—Biasca et vice versa est déjà, pour certains trains, raccourci de 25 minutes sur le nouvel horaire du 1<sup>er</sup> juin 1921 où le service électrique est prévu et il n'existe aucun doute que

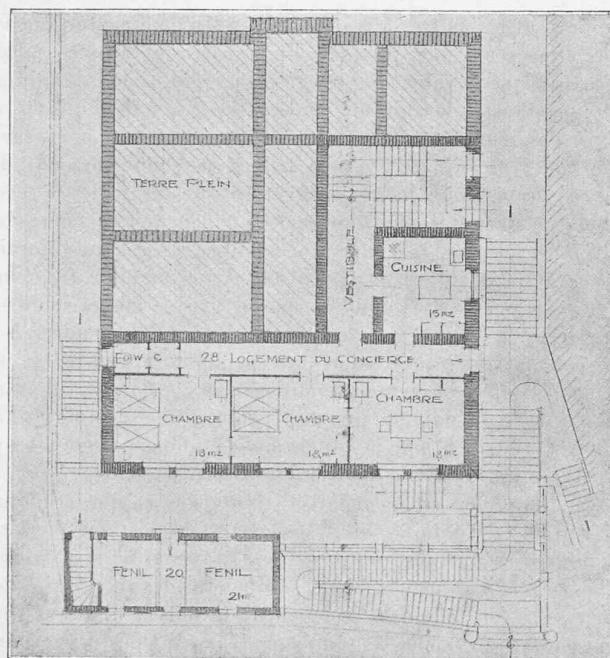


Fig. 14. — Plan du sous-sol inférieur. — 1 : 300.

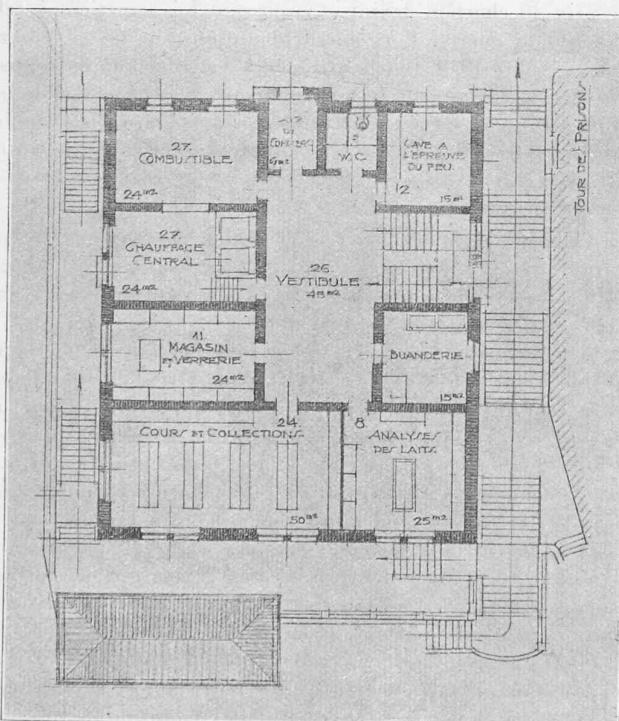


Fig. 15. — Plan du sous-sol supérieur. — 1 : 300.

ces réductions ne pourront, dans la suite, s'accentuer encore dès que ce genre de service sera parfaitement au point.

Il va de soi que, vu les sommes considérables qui entrent en jeu, la marche à suivre pour l'électrification d'autres groupes doit être examinée très attentivement. Et si, comme il est raisonnable, l'allure à adopter pour l'exécution doit se régler d'après les circonstances, il ne convient, par contre, pas de renverser de nouveau le programme d'électrification chaque fois que les prix du charbon et de la matière première viennent à changer.

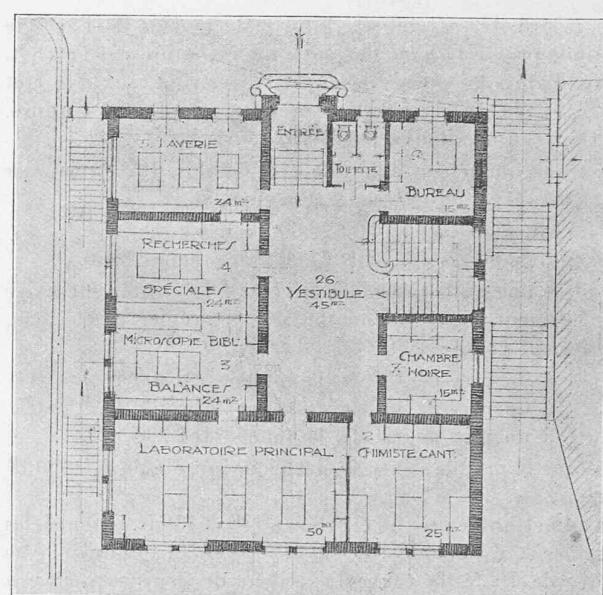


Fig. 16. — Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 300.

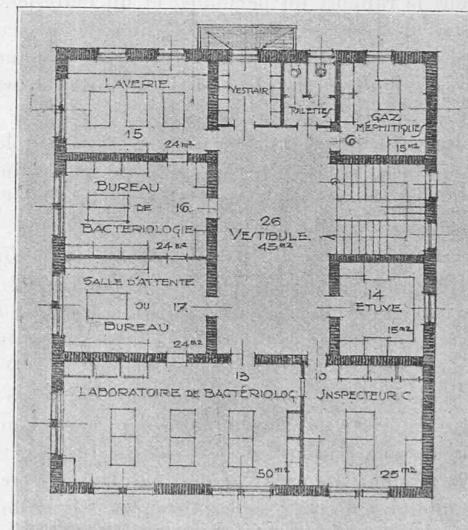


Fig. 17. — Plan du 1er étage. — 1 : 300.

3<sup>me</sup> prix : projet « Analyse »,  
de M. Ed. Fallet, architecte, à Cernier.

#### GONCOURS POUR LE LABORATOIRE CANTONAL DE CHIMIE, A NEUCHATEL

L'extension future de l'électrification doit se réaliser suivant le même principe que celui admis pour l'exécution des travaux actuellement en cours, c'est-à-dire qu'avec la construction d'une usine on doit entreprendre tous les travaux d'électrification (lignes de transport, sous-stations, conduites de contact, etc.) permettant, dans chaque cas, une pleine utilisation de l'usine en cause ; car il résulte naturellement d'une utilisation incomplète d'une usine une augmentation des frais d'exploitation du groupe qui en dépend.

Comme le programme d'extension a été établi sur la base

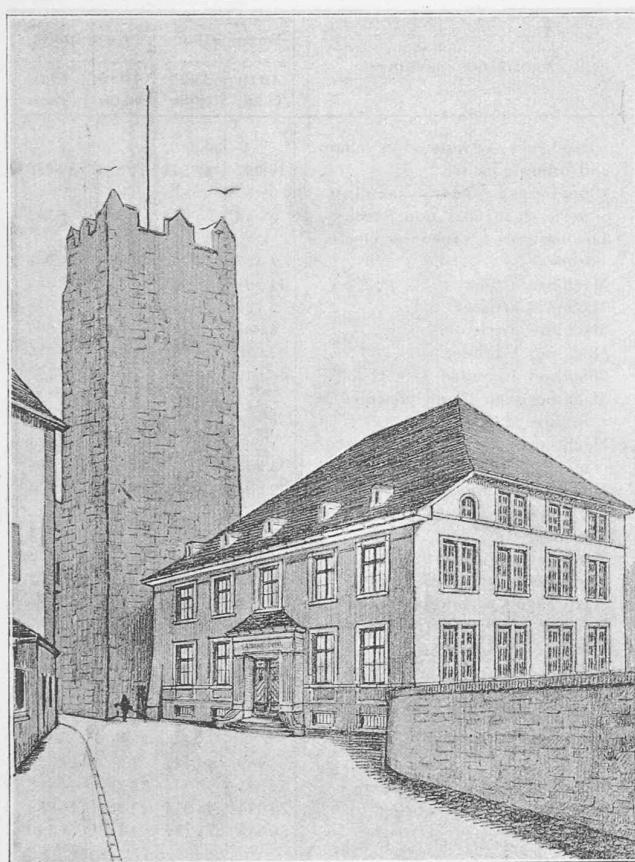


Fig. 18. — Perspective du projet « Analyse ».

d'un certain accroissement du trafic qui ne se réalisera peut-être pas immédiatement dans la mesure supposée, il se pourrait que l'on rattacherait à une usine existante des lignes qui, à l'origine, devaient dépendre d'un groupe à électrifier plus tard.

Il est permis enfin de faire ressortir d'une manière toute spéciale le fait que l'électrification de nos chemins de fer procure du travail au pays et que, des sommes dépensées dans ce but, les trois quarts environ restent chez nous. Il y a lieu d'ajouter à cela que le tribut à payer à l'étranger pour couvrir notre besoin annuel en charbon, atteignant, suivant le trafic et l'horaire, 500 000 à 700 000 tonnes, se réduit, avec chaque tonne économisée, du prix d'achat de cette tonne.

Nous arrivons, dès lors, avec la Direction générale, à la conclusion que l'électrification des C. F. F. ne doit pas être suspendue ; elle doit plutôt être continuée d'une manière systématique et en suivant à peu près le programme de juillet 1918. En ce qui concerne l'allure à observer, on doit laisser aux autorités responsables toute liberté de l'adapter aux circonstances. Dans tous les cas, l'usine de Ritom doit être entièrement achevée, les usines d'Amsteg et de la Barberine, dont la construction est commencée, doivent être terminées et les lignes qui seront exploitées par l'électricité provenant de ces usines doivent être aménagées en conséquence.

On peut admettre que, entre temps, la situation s'éclaircira de nouveau et deviendra stable de sorte que le trafic, la possibilité de se procurer des capitaux et les questions se rattachant à l'établissement de nouvelles usines et à leur prix de revient pourront être appréciés à tel point que l'on pourra continuer la grande œuvre en s'appuyant sur de solides bases. Les budgets annuels que le Conseil d'administration des

C. F. F. doit établir et dont l'approbation est soumise aux Chambres fédérales indiqueront à la Direction générale les moyens disponibles.

### Concours pour l'étude des plans d'un laboratoire cantonal de chimie à Neuchâtel.

(Suite.)<sup>1</sup>

Nº 8. *Analyse.* — Ce projet n'a rien de séduisant dans sa présentation. L'examen minutieux révèle cependant une conception rationnelle dans la distribution des plans ; l'ordonnance générale des services aux différents étages, la judicieuse répartition, la bonne orientation et l'éclairage convenable des locaux de chaque service, sont assurément parmi les meilleures dispositions trouvées. La réalisation du logement des animaux, dans une petite construction spéciale au niveau de la terrasse inférieure du bâtiment à proximité immédiate de l'appartement du concierge, placé au sous-sol, est certainement la combinaison la plus logique, parce qu'elle libère le bâtiment principal des odeurs qui se dégagent toujours d'une écurie de cobayes et de lapins. Le concierge est, en outre, près du chauffage central qu'il doit soigner, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il est logé dans les combles. Au cas présent, l'appartement est aussi parfaitement isolé des services des laboratoires, puisqu'il possède une entrée spéciale depuis l'escalier public, tout en conservant une communication facile avec l'intérieur par la relation de l'escalier du bâtiment.

Les façades n'offrent évidemment point d'attrait architectural. C'est d'une pauvreté de rendu notoire, mais il faut reconnaître que, si les aspects au midi et à l'ouest sont franchement déplaisants, la façade nord, en revanche, par son analogie d'ensemble avec la construction existante à démolir, a de bonnes proportions générales et que les détails mal étudiés peuvent être améliorés.

Ce projet est, en somme, une mauvaise expression d'idées intéressantes au premier chef (fig. 14 à 18).

(A suivre.)

### La mesure de la dureté des métaux.

Le *Mechanical Engineering* de juillet dernier rend compte des essais de contrôle exécutés par le « National Research Council » des Etats-Unis sur deux petits appareils portatifs et expéditifs, très répandus dans les ateliers, destinés à mesurer la dureté des métaux par la méthode de Brinell. L'un de ces appareils, celui de la maison *Morin*, à Paris, se compose, en principe, d'une bille de 10 mm. de diamètre, en acier trempé, reposant sur le métal à examiner, surmontée d'un cube étalon en métal de dureté connue, lequel cube est surmonté à son tour par un piston formant enclume. Un coup de marteau frappé sur la tête du piston a pour effet d'enfoncer la bille à la fois dans la pièce à l'examen et dans le cube-étalon.

On mesure le diamètre de chacune de ces deux empreintes et de leur comparaison effectuée au moyen d'une table ad hoc on déduit la dureté de la pièce en unités Brinell. Les expériences de contrôle ont montré que 1<sup>o</sup> le chiffre de Brinell fourni par l'appareil *Morin* est sensiblement indépendant de la force vive du marteau au moment du choc, 2<sup>o</sup> la dureté du cube-étalon doit être aussi voisine que possible de celle de la

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 6 août 1921, page 185.