Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 46 (1920)
Heft: 20

Artikel: La nouvelle installation d'assainissement de Codigoro
Autor: Müller, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-35811

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: 08.07.2025

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

46me année 2 Octobre 1920 N° 20

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *La nouvelle installation d'assainisssement de Codigoro*, par M. G. Muller, ingénieur en chef, à Winterthur (suite et fin). — *Premier Congrès de l'habitation à Lyon* (suite et fin). — *Concours d'idées pour l'étude d'un bâtiment pour le siège de la Banque populaire de la Broye, à Payerne.* — Variétés : *L'utilisation rationnelle des combustibles discutée par la Société des ingénieurs civils de France.* — *La fabrication synthétique de l'amoniaque et les hyperpressions.* — *L'alcool « moteur ».* — *Loi tchécoslovaque sur la production de l'énergie électrique.* — *L'enseignement post-scolaire à l'Ecole Centrale de Paris.* — *A la mémoire de John Vittoz.* — *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — Bibliographie. — *Carnet des concours d'architecture.*

La nouvelle installation d'assainissement de Codigoro

par M. G. Muller, ingénieur en chef, à Winterthur.

(Suite et fin) [1]

La vapeur est produite par une batterie de 12 chaudières système Cornwall, disposée dans une chaufferie de 48 m de long en deux groupes de 6 chaudières chacun (fig. 26). Chaque groupe possède une cheminée de 55 m de hauteur et de 1,7 m de diamètre intérieur. Les chaudières sont timbrées à 13 atm et surchauffent la vapeur à 300°; elles ont une surface de chauffe de 92 m² chacune. Les réchauffeurs, constitués par des serpentins en tubes étirés sans soudure, sont disposés au-dessus de la chaudière et ont une surface de chauffe de 82 m². On a, de plus, installé dans les chaudières quatre économiseurs système Green à 192 tubes chacun; chaque économiseur est pourvu d'une vanne de manière à pouvoir être mis hors de service au besoin. Du collecteur de vapeur au souterrain vont deux tuyautages principaux, de 150 mm de diamètre intérieur pour les grandes machines et un de 90 mm pour la petite machine; enfin, un tuyautage de 50 mm aboutit à l'usine des machines accessoires. Dans cette dernière se trouvent une petite machine à vapeur verticale actionnant directement une dynamo d'éclairage, les pompes alimentaires et l'installation d'épuration de l'eau d'alimentation.

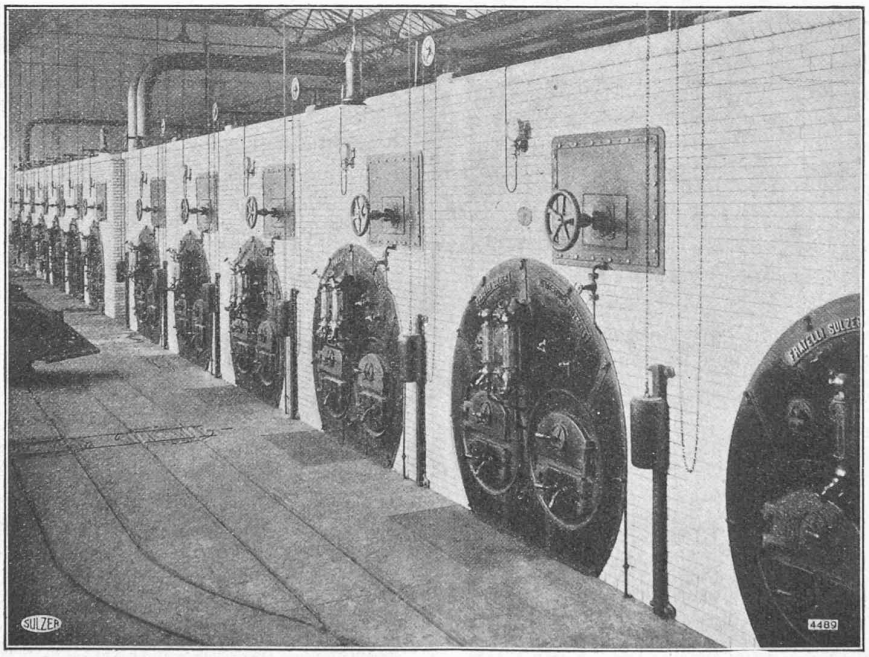

Fig. 26. — Intérieur de la chaufferie de la nouvelle usine de Codigoro.

En même temps que se construisait l'usine, on procédait à l'extension du réseau de canaux, afin de séparer les eaux supérieures et inférieures. Il s'agissait en première ligne d'établir deux canaux d'amenée distincts pour l'ancienne et pour la nouvelle usine. Celui de l'ancienne usine, dont la longueur a été portée à 20 km, coûta, à lui seul, 2 millions de francs. Celui de la nouvelle usine, long de 3 km, mesure 50 m de largeur devant la grille (voir fig. 3). Le réseau actuel des canaux du consortium a un développement total de 453 km, dont 145 km dépendent de l'ancienne usine et 308 km de la nouvelle.

Les frais de construction de la nouvelle usine, y compris les canaux et la remise en état de l'ancienne, se sont élevés à la somme totale de Fr. 17,500,000, soit Fr. 323 par ha. de terrain assaini. Pour les frais d'entretien et d'exploitation, ainsi que pour le service des amortissements, il y a lieu de compter Fr. 500,000, soit Fr. 9.26 par ha. Ces dépenses sont couvertes et au delà par l'impôt d'amélioration que prélève le consortium et qui, à raison de Fr. 20.— par ha, rapporte plus d'un million.

Les quantités de pluie annuelles tombées dans la basse plaine de Ferrare s'élèvent en moyenne à 764 mm, ce qui équivaut à 414 millions de m³ pour le territoire du consortium. Les pompes de Codigoro travaillent pendant 238 jours de l'année environ, durant lesquels elles refoulent environ 132 millions de m³ d'eau depuis

[1] Voir *Bulletin technique* du 18 septembre 1920, page 217.

le canal d'amenée jusqu'au Volano, en consommant 4000 t de charbon en chiffres ronds. Les pompes refoulent par conséquent environ les 32 % de la quantité totale d'eau tombée.

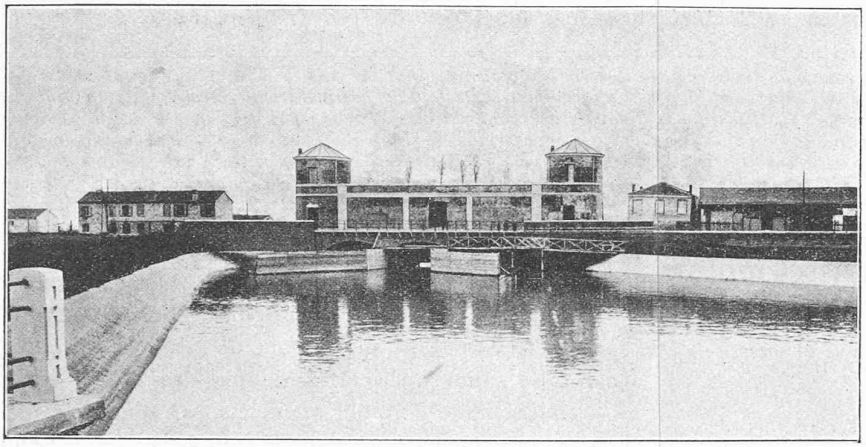

Fig. 27. — Canal de décharge et pont-déversoir.

Les chiffres suivants ont été garantis pour la partie mécanique de l'installation :

	Pour les quatre grands groupes			Pour le petit groupe		
Débit. . . . . *l/sec*	8000			4000		
Haut. de refoulement, *m*	4.1	4.6	5.1	4.1	4.3	5.1
Vitesse . . . *tours p/min*	104	108	112,5	111	113	120
Puissance effective en eau refoulée. . . . . *HP*	437	490	544	218 5	230	272
Pression initiale dans les chaudières, *atmosphères*	12			12		
Temp. de la vapeur . °*C*	275			275		
Degré d'admission . . %	21	23	25	22	24	28

La consommation de charbon garantie par HP effectif (exprimée en eau refoulée) était de 780 gr pour toute hauteur de refoulement comprise entre 4,1 m et 5,1 m et pour un débit normal de 8000 ou 4000 l/sec, suivant la pompe. Cette garantie valait dans le cas d'emploi de houille de Cardiff de première qualité (Penri Kyber), d'un pouvoir calorifique de 7800 cal/kg. Dans le chiffre garanti de dépense de combustible était comprise également la vapeur fournie à la pompe alimentaire; celle destinée à la production de la lumière électrique, par contre, n'était pas comprise dans ce chiffre. N'était pas compris non plus. le combustible destiné à la mise en marche des chaudières, ni celui destiné à les maintenir sous pression pendant l'arrêt des pompes. Il n'a pas été fait de déductions pour les scories et les cendres. Les essais devaient porter sur au moins dix heures de marche ininterrompue et pouvaient commencer après une période de marche continue des machines et des générateurs de cinq heures. Les grilles des foyers devaient être chargées d'autant de combustible à la fin qu'au début des essais.

Si l'on considère qu'à l'ancienne usine il fallait compter sur une dépense de combustible de 2420 gr par HP effectif (en eau élevée), la garantie de 780 gr donnée permet de conclure que la maison Sulzer frères était en état de fournir, tant pour la partie hydraulique que pour la partie thermique de l'entreprise, des machines d'un remarquable degré de perfection.

Lors de la construction du canal de décharge, large de 50 m en chiffres ronds, on avait pris les dispositions nécessaires pour mesurer la quantité d'eau débitée par la pompe. Avant de se jeter dans le Volano, le canal passe sous un pont à 3 arches. Entre les piles de ce pont on a établi trois déversoirs de 6 m de largeur chacun (fig. 27 et 28), fermés par des vannes en fer. Ces vannes sont levées en temps normal, pour ne pas augmenter inutilement la hauteur de refoulement des pompes. Entre les deux tours du pont, on a élevé une construction dans laquelle sont logés les treuils de manœuvre des vannes.

Il avait été prévu que lors des essais de réception on appliquerait la formule de Bazin pour la détermination des débits. Il fut aussi convenu que, pour plus de sécurité, on contrôlerait le débit du déversoir par des jaugeages. Ces jaugeages, au flotteur, furent entrepris par M. le Dr J. Epper, ingénieur, directeur de l'Institut hydrométrique de Berne, et par l'auteur de ces lignes. On choisit pour le contrôle le déversoir du milieu. Afin d'obtenir une amenée d'eau convenable, on prolongea vers l'amont de 6 m les deux piles du pont (fig. 29 et 30) et de 12 m le profil de jaugeage prévu; la largeur de déversement, mesurée exactement, était de 6.012 m. Les diverses déterminations au moyen du

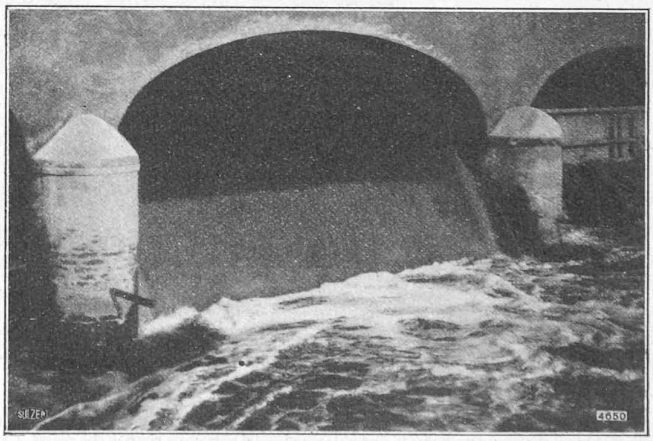

Fig. 28. — Ouverture médiane du pont-déversoir.

flotteur se poursuivirent suivant neuf ordonnées du profil de passage et chaque fois à cinq profondeurs différentes, ce qui donne 45 évaluations pour chaque série d'essais. Ces évaluations furent répétées en sens

inverse. Dès les premières expériences on dut constater que l'eau ne coulait pas en fils réguliers vers le déversoir et que dans certaines couches il se produisait même des contre-courants. L'influence du mouvement

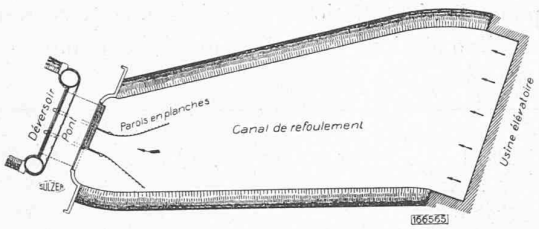

Fig. 29. — Canal de fuite et déversoir. — 1 : 2000.

gyratoire de l'eau se faisait sentir à tel point qu'une petite embarcation, près du déversoir, est revenue en arrière. Les résultats obtenus étaient faux pour la plupart et la précaution que l'on avait prise de contrôler le déversoir avant la réception officielle se trouvait complètement justifiée. Afin d'arriver à des conditions de courant à peu près normales, on résolut d'établir dans le canal d'amont, de chaque côté de l'entrée du déversoir, une palissade mesurant 16 m de longueur et s'ouvrant en évantail (fig. 29), ce qui eut pour conséquence d'améliorer les évaluations ultérieures.

La récapitulation de toutes les indications obtenues donna le résultat final suivant :

Essai N°	I	II	III	IV	V	VI
Vitesse moy. m	0,378	0,313	0.455	0,520	0,233	0,190
Surface du profil de jaugeage . . m^2	20,144	19.590	20,830	21,504	18,814	18,302
Volume d'eau m^3/s	7,621	6,122	9,469	11,174	4,376	3,476
Hauteur de déversement H en m	0,773	0,681	0,887	0,999	0,552	0.467

Une comparaison de ces chiffres avec ceux obtenus par les formules usitées en pareil cas (fig. 31) montre qu'elles coïncident assez exactement avec la courbe obtenue d'après Frese pour les volumes compris entre 7,5 et 9,5 m³. Les valeurs correspondant aux petits volumes d'eau, par contre, diffèrent sensiblement des formules généralement usitées de Frese et de Bazin, de sorte que la courbe ne monte pas d'une manière aussi régulière que celles de Frese et de Bazin. Cet écart peut en partie provenir du fait que des déterminations au moyen du flotteur lorsque les vitesses n'excèdent pas 0,2 à 0,3 m ne sont pas très exactes. On convint par conséquent avec le consortium, que dans les essais de réception on appliquerait une valeur qui serait la moyenne des formules de Bazin et de Frese.

Les deux experts, le prof. Ugo Ancona, de Rome, et le prof. Giordano, de l'Ecole polytechnique de Milan, chacun avec ses assistants, furent chargés des essais officiels de réception. On procéda à cinq essais principaux : Nos 1, 2 et 4 avec les grandes machines et 3 et 5 avec la petite machine ; chacun des essais dura 10 heures. Pour déterminer exactement la hauteur de refoulement, on fixa à la façade du bâtiment, du côté du canal d'amenée, un tube en verre communiquant convenablement avec le niveau supérieur. De cette façon il fut possible de lire chaque fois, directement, la différence de niveau entre la chambre d'aspiration et le canal de refoulement. Les débits, ou plus exactement les hauteurs de déversement étaient notés toutes les dix minutes. Dans les essais 1, 3 et 5 on procéda sur les machines à des essais avec l'indicateur. Un diagramme était pris toutes les demi-heures. La houille, réduite en morceaux de la grosseur d'une noix, était passée à travers un crible de mailles de 10 × 15 mm afin d'en séparer le poussier. Le menu fut ensuite mélangé à du poussier, dans la proportion de 9 : 1, de manière à avoir pour le service des chaudières une houille contenant 10 % de poussier. Les essais faits au laboratoire

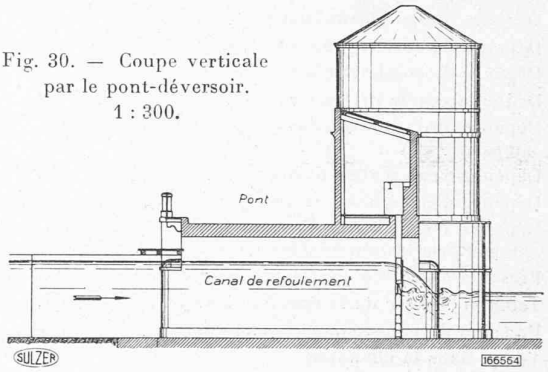

Fig. 30. — Coupe verticale par le pont-déversoir. 1 : 300.

chimico-technologique de Milan avaient donné pour le charbon un pouvoir calorifique moyen de 7795 cal/kg. Tous les essais sont résumés dans le tableau ci-après (voir page 232).

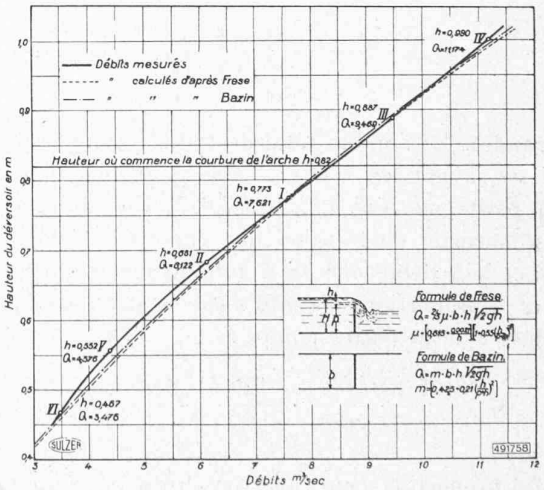

Fig. 31. — Diagramme des débits.

L'examen de ce tableau permet de constater que la dépense en charbon par HP/h effectif a été de 754.4 g en moyenne pour les quatre groupes de grandes machines et de 837 g pour la petite machine.

Il en résulte que la dépense en combustible des grandes machines est restée de 25 gr 6 au-dessous du chiffre garanti, tandis que celle de la petite machine a dépasssé ce chiffre de 57 g. Etant donné que la petite pompe ne sera utilisée qu'assez rarement, les experts se sont mis d'accord pour admettre comme compensation de l'excès de consommation de la petite machine, l'économie réalisée par les grandes. Le nombre total de tours accomplis par ces dernières, avant les essais, a été de 107,413,000, celui de la petite machine de 39,777,677. En admettant la vitesse normale de rotation des pompes à 110 et 120 tours et leur débit à 8 et 4 m³ suivant leur type, on obtient la proportion suivante entre le débit des quatre grandes et de la petite pompe :

$$\frac{107{,}313{,}000}{39{,}777{,}000} \cdot \frac{120}{110} \cdot \frac{8}{4} = 5.9$$

Cette proportion peut sans modification s'appliquer également à la dépense de combustible. Dans ces conditions, une économie de 57 : 5,9 = 9,6 g. de la grande machine suffirait à combler l'excédent de 57 g. de la petite machine. L'économie du combustible des grandes machines est par conséquent toujours encore de 25.6 — 9.6 = 16 g. par HP/h, en élévation d'eau.

Les résultats des essais font encore constater que le débit a été en moyenne de 8.3 % supérieur au débit prescrit à la vitesse prévue au contrat. Le coefficient d'assèchement prévu de 0,8 l/sec par ha étant plutôt un peu bas, les experts considérant à juste titre que pour des installations d'assainissement, surtout en temps d'inondation, le rendement d'une pompe est de la plus grande importance, surent tenir compte de cette mieux-value en la considérant comme un avantage des plus appréciables.

Les effets utiles atteints correspondent assez bien aux calculs qui ont servi de base au projet; il n'était guère possible, avec le système de pompes employées, d'obte-

Essai N°		28-I-14	29-I-14	30-I-14	31-I-14	1-II-14
Date		1	2	3	4	5
N° de la machine		III	I et II	V	III et IV	V
N° de la chaudière		5 et 6	3, 4, 5 et 6	4	3, 4, 5 et 6	4
Durée de l'essai	*heures*	10	10	10	10	10
Débit	*m³/sec*	8,552	17,192	4,340	17,284	4,479
Hauteur de refoulement	*m*	4,721	4,883	4,380	5,024	4,948
Vitesse	*nombre de tours par min*	109,48	109,96	118,68	111,5	124,8
Rendement en élévation d'eau	*HP*	538,6	1120	253,5	1158	296.3
Puissance effective de la machine	*HPi*	800,14	—	419,7	—	479,6
Dépense totale de combustible	*kg*	4253	8420,3	2213,3	8722,5	2441,1
Dépense de combustible par heure	*kg*	425,3	842,0	221,3	872.2	244,1
Dépense de combustible par *HP eau*	*g*	790	752	871	753	823
Déduction pour pertes d'eau	*g*	2,7	5,0	12,3	7,7	7,4
Dépense de combustible eff. par *HP* en élévation d'eau	*g*	*787,3*	*747*	*858,7*	*745,3*	*815,6*
Dépense d'eau d'alimentation	*kg*	40850	80665	21533	84300	23971
Dépense d'eau d'alimentation par heure	*l*	4085,0	8066,5	2153,3	8430,9	2397,1
Dépense d'eau d'alimentation par *HP* par heure, y compris les pompes alimentaires	*l*	5,11	—	5,15	—	5,00
Pression à l'entrée de la machine à vapeur	*atm*	11,78	11,70	12,24	11,76	12,0
Temp. à l'entrée de la machine à vapeur	*°C*	255	267	248	268	260
Pression de vapeur dans la chaudière	*atm*	12,9	13	13	12,99	12,9
Temp. dans la chaudière	*°C*	280	307	305	295	322
Vaporisation brute	*kg*	9,61	9,58	9,72	9,67	9,82
Rendement de la chaudière	*kg/m²*	22,2	22,05	23,4	22,9	26,0
Sollicitation de la grille		87	80	—	—	—

		%	%	
Effet utile :	Chaudière	71,2	71,2	calculé avec 7900 *cal/kg*.
» »	Surchauffeur	5.9	7.6	
» »	Economiseur	6,7	6,2	
» »	TOTAL	83,8	85,0	

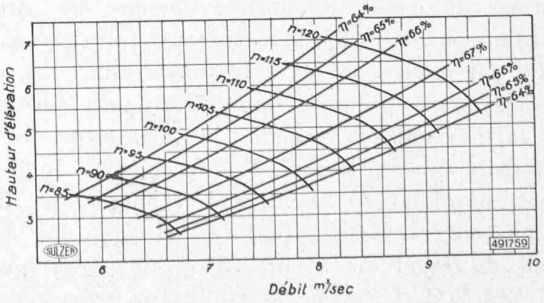

Fig. 32. — Caractéristiques de la pompe d'un débit de 8000 l/sec.

nir des résultats supérieurs. Les caractéristiques de la pompe d'un débit de 8 m³/sec sont indiqués à la fig 32. Dans ce diagramme, η représente le rendement total de la machine à vapeur et de la pompe, n le nombre de tours par minute.

Par la même occasion on procéda également à la réception des constructions faisant partie de l'installation et, en particulier, des fondations. Les repérages périodiques n'avaient fait constater que quelques tassements, de peu d'importance du reste, dans la chaufferie, de sorte que les travaux exécutés d'une manière digne d'éloges par la maison Züblin & Cie, dans les conditions les plus difficiles, reçurent eux aussi l'approbation générale des experts.

En somme, on peut dire que les buts qu'on se proposait en faisant exécuter à grands frais des travaux d'une telle envergure et d'une portée économique aussi considérable, ont tous été atteints. Cette entreprise exigeait de tous les collaborateurs des qualités intellectuelles et morales considérables ; leur énergie, leur persévérance et leur patience ont été mises à une rude épreuve. Ils ont éprouvé quelques amères déceptions, mais des surprises agréables et des succès réjouissants sont venus à leur tour les encourager à persévérer sans défaillance jusqu'à la réussite finale. C'est donc avec une vive satisfaction que les deux maisons constructrices purent enregistrer les conclusions élogieuses et l'expression de la gratitude du consortium par lesquelles se termine le rapport des experts, et que nous citons également en conclusion de notre exposé :

« Per le ragioni e le considerazioni precedentemente esposte, noi concludiamo affermando che la Casa Sulzer e la Casa Züblin hanno perfettamente adempiuto agli obblighi loro derivanti dal Contratto di fornitura in data 12 ottobre 1906 e da tutte le successive convenzioni.

I collaudatori credano anzi doverosto d'esprimere una parola di lode ad entrambe le Case per la perseveranza e la serietà con la quale vinsero le non lievi difficoltà inerenti alla natura dell' impianto, che fu da esse portato senza preoccupazione di incontrare sacrifici alle migliori possibili condizioni di efficienza nell' interesse del Consorzio e del buon nome dei Costruttori ».

Premier Congrès de l'habitation à Lyon.

(Suite et fin) [1]

M. Victor Cambon, ingénieur n'a pas de parti-pris si ce n'est celui de la franchise. Il a parlé de l'organisation de la construction en général. Il a examiné tour à tour les avantages naturels de la France comparée aux autres pays du continent, ses infériorités, le parti qu'elle peut tirer de ses ressources. La terre de France est riche et productive, celle des colonies l'est aussi à des degrés différents. Voilà un pays qui peut produire des denrées assez variées pour lui suffire, qui monopolise des minerais de première nécessité, qui, par la récupération de la Lorraine, est devenu le plus grand producteur de fer de l'Europe. Il manque de charbon, mais il détient provisoirement tout au moins, le bassin de la Sarre. L'industrie de ce pays périclite, son commerce est stagnant, sa population souffre plus que toute autre des conséquences de la guerre. La France victorieuse défaille. M. Cambon est le médecin inflexible qui veut imposer ses remèdes. Il va droit à la source du mal.

La natalité est trop faible en France. Le pays ne court pas le risque de se dépeupler. Il est trop beau. « On ne voit se dépeupler que les territoires ingrats.... La question est de savoir d'où viendront les hommes qui remplaceraient ceux que nous ne produisons plus.» La France pourrait bien se dénationaliser. Elle n'a pas d'organisation ou, plutôt, elle en a une mauvaise. Peut-on s'étonner qu'il y ait une crise des transports ? Les ports maritimes sont trop exigus et démodés, les rivières, les canaux, mal aménagés, les voies ferrées, le matériel roulant, usés, les appareils de manutention manquent. « Vous chercheriez en vain, entre Paris et Marseille, sur nos voies navigables une grue capable de soulever un fardeau de vingt tonnes. »

M. Cambon fait, une fois de plus, le procès de l'administration qui est cause que tant de projets louables et utiles avortent dans l'œuf. Incompréhension des vraies nécessités, incurie, maladresse et lenteur désespérante dans toutes ses actions, telles sont ses caractéristiques. Je choisis un exemple entre tant d'autres cités par le conférencier : « A Saint-Quentin, j'ai rencontré une escouade de cinq hommes : deux portaient chacun une pelle, le troisième une pioche et le quatrième poussait une brouette. Quant au cinquième... il portait un fusil avec bayonnette au bout. C'était quatre prisonniers boches avec un poilu français.,.. J'ai eu la curiosité de les suivre pour voir ce qu'ils allaient faire. Ces quatre hommes allaient déblayer le canal de Saint-Quentin ». M. Cambon invite ses concitoyens à regarder ce qui se fait aux Etats-Unis. Des projets grandioses y sont conçus et réalisés, souvent avec la collaboration d'ingénieurs et d'architectes français.

L'introduction de la journée de huit heures sera un désastre pour la France si l'on n'adopte pas immédiatement les méthodes de Taylor pour augmenter le rendement du travail. Pour la construction comme pour les autres industries, il faut adopter les moyens d'exécution aux exigences nouvelles. M. Cambon ne craint pas d'invoquer l'exemple de l'Allemagne. Il parle de l'exposition du bâtiment de Leipzig que trop peu de Français ont visitée. Il puise cette remarque dans une feuille allemande : « C'est dans les pays où les engins mécaniques sont les plus répandus que les salaires sont les plus élevés parce que le travail économique de la machine permet de payer l'homme largement, tandis que chez les peuples où l'emploi des machines est rare, le producteur se voit obligé d'équilibrer par le bon marché de la main-d'œuvre l'exagération de ses prix de revient. »

Il ne faut pas seulement des matériaux, des ouvriers, des machines, pour construire ; il faut de l'argent. M. Borderel, président du Groupe des chambres syndicales du bâtiment, a parlé des Banques pour l'entreprise. Les entrepreneurs doivent immobiliser des capitaux importants ; ils sont payés souvent à long terme. C'est nécessaire de prévoir une organisation leur permettant de faire face à leurs obligations en attendant la rentrée de leurs fonds. Les entrepreneurs français ont donc décidé la création d'une banque corporative du bâtiment et des travaux publics. Cette banque est fondée au capital d'un million. Elle fera les avances néces-

[1] Voir *Bulletin technique* du 4 septembre 1920, page 212.