Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 46 (1920)
Heft: 16

Artikel: La nouvelle installation d'assainissement de Codigoro
Autor: Müller, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-35795

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: 09.12.2025

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

46me année 7 Août 1920 N° 16

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'assainissement de Codigoro*, par M. G. Muller, ingénieur en chef, à Winterthur. — *Résistance des matériaux ; Calcul des poutres continues sur piliers élastiques*, par J.-P.-L. Busset-Schiller, ingénieur civil. — *Détermination des dimensions des bateaux de navigation intérieure de fort tonnage et du gabarit des voies navigables.* — *Concours d'idées pour l'étude d'un projet d'hôtel de la Société de Banque Suisse, à Lausanne* (suite et fin). — *Bibliographie.* — *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — *Calendrier des concours.*

La nouvelle installation d'assainissement de Codigoro

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

Les installations de pompage de Codigoro, dans la province italienne de Ferrare, sont sans contredit parmi les plus importantes de celles qui, dans les temps modernes, ont été construites en vue de l'assainissement des terres. Cette remarquable installation, un chef-d'œuvre de la technique moderne, n'a pas fait jusqu'à ce jour l'objet de publications en rapport avec son importance. En particulier, les essais très intéressants qui ont été effectués lors de sa réception, et les résultats auxquels ils ont abouti, n'ont été décrits que très sommairement. C'est ce qui a engagé l'auteur de ces lignes à compléter les renseignements fournis jusqu'ici. Ayant pris une part active à ces travaux, il a été à même de suivre, jusqu'à la réception du matériel, les phases principales du développement de cette grande entreprise.

Un coup d'œil rétrospectif sur le développement historique des divers travaux d'assainissement entrepris dans la basse plaine du Pô et sur les problèmes qu'ils soulevèrent, fera mieux comprendre l'importance et l'utilité considérable de l'installation actuelle. Celle-ci marque une date intéressante dans un domaine trop peu connu de l'histoire de la civilisation, l'aboutissement d'une lutte acharnée et quatre fois séculaire de l'homme contre les inondations, les miasmes et les fièvres. Pied à pied, des milliers d'hectares de terres ont pu, au prix d'efforts incessants, être arrachés à l'élément liquide et rendus à la culture. Les épisodes de cette lutte victorieuse de la technique des travaux d'assainissement ont été exposés dans la belle publication commémorative, par laquelle M. le prof. Fano de Ferrare, Directeur de l'Administration du «Consorzio della grande bonificazione ferrarese», a célébré l'achèvement de cette grande entreprise. Nous lui empruntons les renseignements historiques qui suivent.

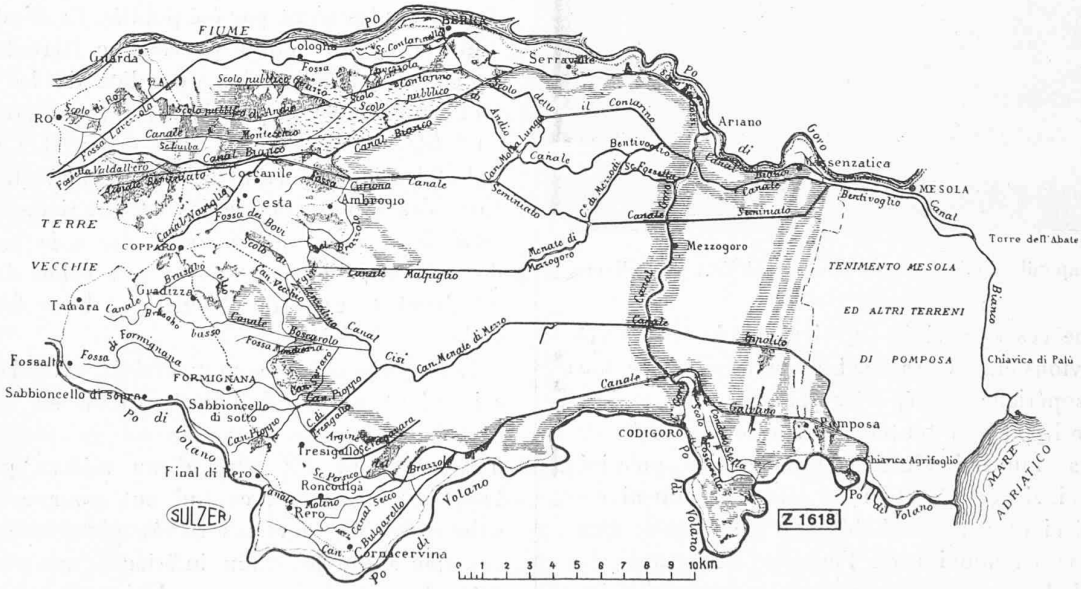

Fig. 1. — Plan d'ensemble de l'assainissement artificiel de la basse plaine de Ferrare, vers 1800. — Echelle 1 : 300 000.
(D'après le *Giornale del Genio Civile.*)

étendu de cours d'eau qui divisent le pays en une foule d'îles ou « polesini ». Parmi ces territoires délimités par les eaux, le « polesine » de Ferrare (fig. 1) est le plus étendu et le plus important ; il constitue aujourd'hui, essentiellement, le territoire de culture proprement dit de la « Grande bonificazione ferrarese » et comprend une étendue de 545 km². Fréquemment on entendait émettre

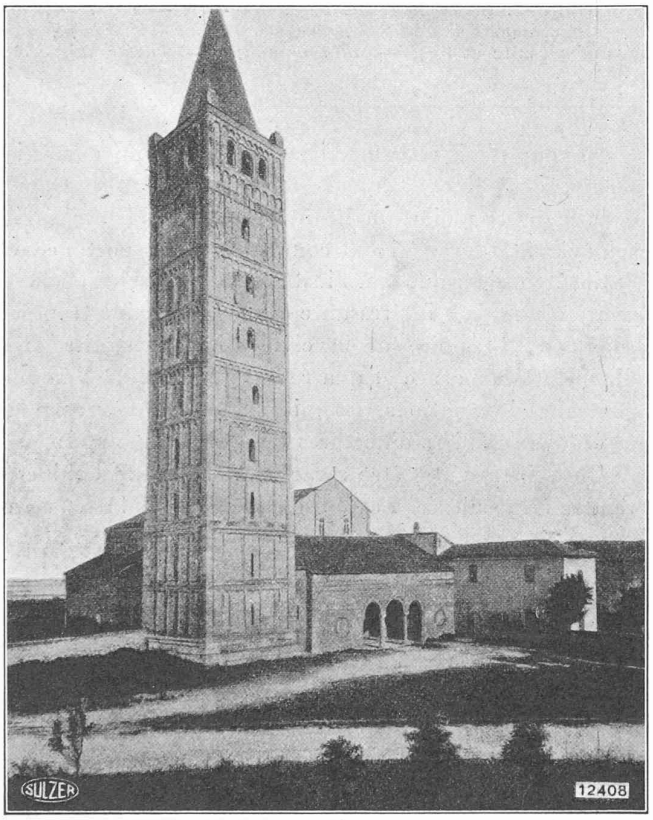

Fig. 4. — Campanile de l'abbaye de Pompose, à l'est de Codigoro.

l'opinion que ces « polesini » devaient avoir été formés par les alluvions emportées par les fleuves en cause dans leur cours supérieur et déposées près de leur embouchure. Cette hypothèse toutefois est absolument fausse, car on a des preuves irréfutables que certains « polesini » d'aujourd'hui, situés à 2.50 m. en contrebas du niveau de la mer, étaient à sec et habités, il y a plus de deux mille ans. Des monnaies de l'époque d'Auguste, des pierres tombales, des vases, des armes et autres objets préhistoriques, que l'on a trouvés dans ces parages, permettent de conclure que la basse plaine de Ferrare a été, à cette époque, habitée par des colonies de l'Empire romain. Même jusqu'à des époques relativement rapprochées de nous, on constate que cette contrée doit avoir été habitée ; en effet, c'est à l'an 1000 que remonte la fondation, à quelques kilomètres à l'est de la localité de Codigoro, de la florissante abbaye de Pomposa, ainsi nommée à cause de la magnificence et de l'éclatante beauté de la contrée d'alors.

Par suite de l'affaissement constant des terrains alluviaux de la côte qui s'étend de l'Istrie jusqu'à Ravenne, ces contrées fertiles ont, au cours des siècles, fini par disparaître, en partie submergées par les flots envahissants de l'Adriatique, en partie transformées en marécages et en roselières insalubres. L'endroit où vers l'an 200 de notre ère était située la belle ville de Splina est actuellement encore recouvert par la mer et durant des siècles seul le beau campanile de l'abbaye de Pomposa (fig. 4), aujourd'hui encore très bien conservé, émergeait des eaux.

Au commencement du XVe siècle, la paludification des basses contrées de Ferrare avait pris une extension dévastatrice si considérable que le gouvernement procéda aux premiers travaux d'amélioration afin de reconquérir une partie du sol perdu.

Les premiers travaux d'assainissement n'ont pas rencontré de grandes difficultés ; ils ont consisté, en général, en canaux de dérivation vers la mer, qui ont pu suffire, le terrain ne s'étant pas encore considérablement affaissé. A cette occasion, Borso, marquis de Ferrare, s'est acquis de grands mérites. En 1465 il publiait une ordonnance, conformément à laquelle un certain nombre de nouveaux canaux devaient être établis, tandis que les anciens devaient être approfondis et régularisés ; en même temps les communes de Ferrare et de Codigoro étaient astreintes à nommer des commissions d'ingénieurs, chargées de l'étude des améliorations. Malheureusement les résultats de ces études n'ont pas été publiés. Ce n'est qu'en 1559 qu'un projet fut établi par le duc Hercule II, d'après lequel une amélioration complète de la basse plaine de Ferrare devenait possible. Les travaux ont commencé en 1564 sous le patronat d'Alphonse II. Le but principal et le plus important de ces travaux était la séparation des eaux supérieures et inférieures. L'eau des territoires supérieurs fut conduite à la mer au moyen du « Canale Bianco », tandis que celle des territoires inférieurs trouva son écoulement dans le Pô di Goro et le Pô di Volano.

Les systèmes de canaux établis avec le plus grand soin n'ont pas eu le succès qu'on en attendait. De nouveaux affaissements du sol se produisirent ; en outre, le fond des cours d'eau s'éleva par suite de l'apport d'alluvions, ce qui eut pour conséquence la submersion des terrains situés plus bas ; ni les eaux supérieures, ni les eaux inférieures ne purent trouver d'écoulement. Les canaux principaux durent être régularisés à nouveau et depuis Ariano jusqu'à la mer on construisit un nouveau canal dans le prolongement du « Canale Bianco ». Pour les territoires inférieurs, quatre nouveaux grands canaux furent creusés dans la direction de l'est à l'ouest, ce sont le « Canale Galvano », le « Canale Ippolito », le « Canale Seminiato » et le « Canale Bentivoglio », qui tous subsistent encore aujourd'hui, et qui sont d'une très grande importance pour l'aissainissement des territoires inférieurs (voir carte d'ensemble, fig. 1). Les deux premiers se réunissent dans l'embouchure du Pô di Volano, les deux autres coulent dans une dérivation du Pô, désignée sous le nom de Pô-Mort

(Pô dell' Abbate). Dans ces quatre grands canaux se déversaient plus de 60 canaux principaux et secondaires, dont plusieurs étaient conduits sous les canaux des eaux supérieures au moyen de travaux d'art très intéressants. La totalité des canaux ainsi construits avait un développement de plus de 300 km. En raison des affaissements constants du sol, il fallut pour l'écoulement des eaux avoir recours au reflux de la mer ; c'est à cette occasion que fut construit le fameux pont sur le canal de dérivation principal, le Pô-Mort, avec ses cinq grandes portes, qui s'ouvraient automatiquement lors du reflux et se refermaient au moment du flux (fig. 5). L'œuvre d'amélioration complète dura 16 ans ; la réception en eut lieu en 1580 et le « Conservatorio della Bonificazione » fut fondé par décret ducal.

Tous ces travaux d'assainissement exécutés sous la domination des ducs d'Este, donnaient droit aux plus grandes espérances et promettaient un plein succès ; il se produisit toutefois des événements à la suite desquels tous ces sacrifices furent perdus. Le canal de dérivation principal, le Pô-Mort, s'ensabla à tel point qu'au bout de quelques années les portes automatiques du Pô dell' Abbate ne fonctionnèrent plus. L'embouchure du Volano s'ensabla également sous l'action des flots de la mer. Le canal de dérivation, de même que les territoires adjacents, durent être abandonnés. Les fréquentes inondations du Pô Grande, d'une part, toutes sortes de troubles politiques, d'autre part, complétèrent l'œuvre de destruction, si bien que les territoires inférieurs furent de nouveau recouverts en totalité par la mer. En 1784, il n'y avait plus que 130 km² de terrains propres à la culture ; 260 km² avaient disparu.

Vers le milieu du siècle dernier, au moment de l'apparition des machines à vapeur, la population de la plaine du Pô, que l'envahissement de sa terre par les eaux n'avait jamais pu décourager, vit poindre l'heure propice à la reprise de la lutte contre les éléments ; on prit les premières mesures pour l'assainissement mécanique, c'est-à-dire pour élever l'eau au moyen de machines. Les premiers essais furent faits à Adria où, dès 1853, les premières pompes destinées à l'assèchement des terrains marécageux des territoires de l'Adriatique furent mises en marche.

C'est à cette époque qu'on émit pour la première fois l'idée d'installer une station centrale de pompage destinée à assécher simultanément plusieurs grands territoires. L'ingénieur de Lotto présenta un projet dans lequel il avait prévu six grandes usines de pompage pour procéder à l'assèchement du territoire total du consortium. On ne consacra pas moins de onze années à étudier et à exécuter ces projets, ainsi qu'à recueillir les capitaux nécessaires à leur réalisation.

Dans l'intervalle, de nouveaux projets surgirent, entr'autres celui présenté en 1864 par l'ingénieur Magnoni et comportant quatre usines de pompage distinctes. Le comte Aventi se mit à la tête de la société chargée de mettre le projet à exécution, et l'on installa les quatre usines de pompage en différents endroits du territoire à assainir. Pour assurer l'assainissement mécanique de ces territoires, on fut obligé de les entourer d'une digue. Malheureusement on dut bientôt constater que, par suite de la perméabilité du sol, l'eau refluait dans les territoires améliorés. Ce fut un désastre pour tous les participants et le comte Aventi, lui-même y perdit toute sa fortune. Après de nombreux essais, tous infructueux, la société fut dissoute, par décret royal, en 1868.

On procéda alors à de nouvelles études au sein du consortium, qui partirent toutes du principe fondamental de la centralisation des usines, émis par de Lotto. En 1871 un nouveau projet fut soumis par l'ingénieur

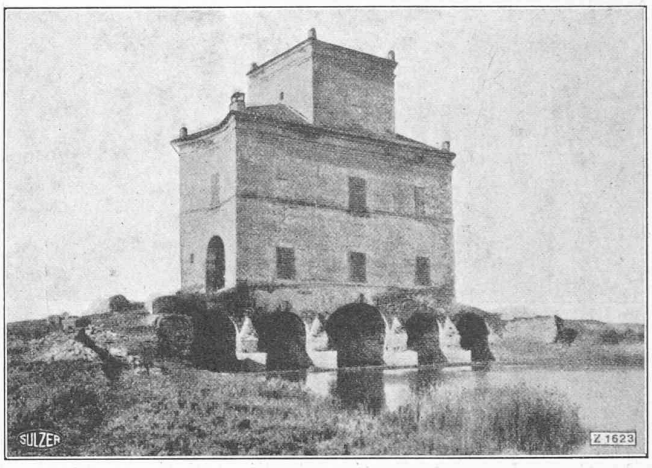

Fig. 5. — Pont avec écluses automatiques sur le Pô dell' Abbate (XVIe siècle).

Magnoni, accompagné d'un plan financier ; mais les propriétaires des terrains supérieurs crurent devoir s'y opposer, de crainte d'être appelés à participer aux frais. Cette attitude, jointe à l'insuccès constant des essais entrepris, jeta le discrédit sur l'entreprise, si bien que, pendant longtemps, on perdit l'espoir de résoudre la question financière.

Plus de 18 ans s'étaient écoulés en essais infructueux d'amélioration des bas-fonds du Pô par les moyens mécaniques et l'étranger également commençait à fixer son attention sur ces importants problèmes. Au même moment, le crédit italien étant parvenu à se relever à l'étranger, il se constitua à Londres, en 1872, une société, dans le but de procéder aux améliorations d'après les projets d'Aventi et de Merighi. La banque de Turin et d'autres établissements financiers se joignirent à la société anglaise et formèrent de la sorte une nouvelle société, la « Società italiana per la bonificazione dei terreni ferraresi », au capital social de huit millions de francs. Avant de se mettre à l'œuvre, la société s'assura la propriété de la plus grande partie des terrains à améliorer, d'une surface de 220 km². Les inondations du Pô, en 1873, qui submergèrent tout le territoire compris entre Ariano et Codigoro et emportèrent les usines de pompage, renforcèrent les ingénieurs dans l'idée d'installer, à Codigoro, une grande usine centrale

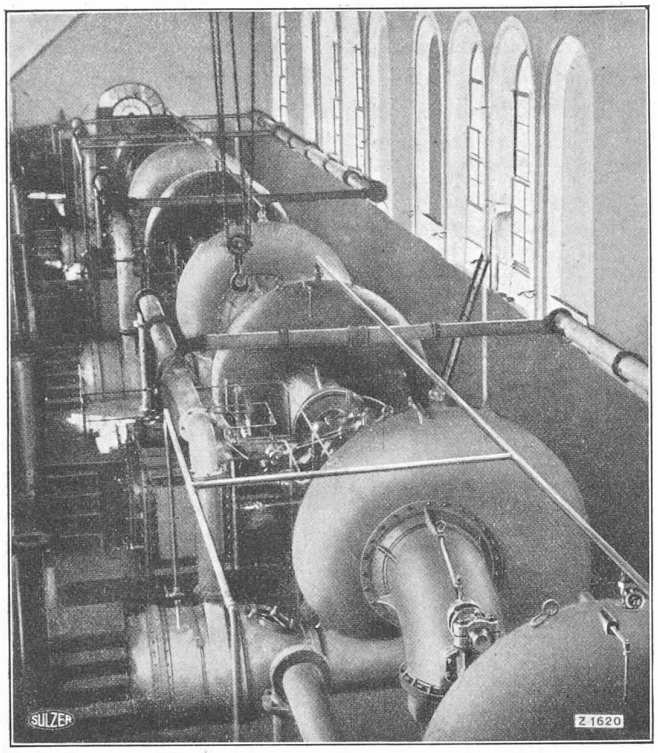

Fig. 6 .— Salle des machines de l'ancienne usine de pompage de Codigoro (1874).

de pompage, de préférence à des stations isolées le long du Goro. La centralisation de l'installation mécanique tout entière avait sans contredit le grand avantage de simplifier la direction de l'exploitation tout en augmentant son économie. L'altitude du bassin collecteur devant être celle du terrain le plus bas, le système offrait cependant le gros inconvénient de laisser les terrains inférieurs exposés au danger d'inondation en cas de pluies persistantes ou d'accident de machine.

Dès 1874, la nouvelle usine de pompage de Codigoro fut livrée à l'exploitation. Elle comportait 8 pompes centrifuges, d'un débit total de 30 m³ à la seconde (fig. 6). La hauteur de refoulement était de 2 m 60. Les pompes étaient actionnées deux à deux, chaque groupe par une machine à vapeur Woolf de 350 HP ; dix générateurs de 68 m² de chauffe chacun, timbrés à 5 atmosphères, fournissaient la vapeur nécessaire. Les machines provenaient d'Angleterre et étaient considérées, à cette époque, comme une merveille de l'industrie mécanique anglaise.

L'expérience a démontré que cette nouvelle entreprise d'assainissement était également vouée à l'insuccès. Dans le projet de l'installation, deux facteurs principaux n'avaient été qu'insuffisamment pris en considération, probablement faute d'expérience, à savoir : le coefficient d'assèchement et la compression naturelle du sol, c'est-à-dire les affaissements qui en résultent. Le coefficient d'assèchement admis par de Lotto (0.54 l/sec par ha) fut porté à 0.6 pour l'installation de Codigoro ; or, d'après les nouvelles expériences, il devait être de 0.8 à 1.01 l/sec pour des assainissements de grande étendue. L'affaissement général du terrain alluvial atteignait déjà 1 m au bout de 10 ans ; la conséquence fut que la hauteur de refoulement des pompes croissait constamment. En outre, le niveau du Volano, pris comme canal de dérivation, montait par suite des travaux d'assèchement de Mantoue et de Modène qui y déversaient une partie de leurs eaux pour les envoyer à la mer, si bien qu'avec le temps, la hauteur de refoulement était de 1 m 50 supérieure à celle du début. Dans ces conditions, le débit des pompes diminua, passant de 30 m³ sec à 18 m³/sec, ce qui causa de fréquentes inondations.

Néanmoins, en 1892, on procéda à l'agrandissement de l'usine, en remplaçant deux machines Woolf par deux machines verticales à triple expansion, de Tosi à Legnano, développant chacune 700 HP eff. En outre, douze nouvelles chaudières Cornwall, timbrées à 12 atm, vinrent remplacer les dix anciennes de la première installation. Mais tous ces agrandissements furent insuffisants et l'entreprise, fort compromise, aurait probablement subi le même sort que les précédentes si le gouvernement n'était intervenu en promettant son appui.

On passa donc à l'élaboration d'un nouveau projet prévoyant une usine de pompage de 36 m³/sec, en se basant sur un coefficient d'assèchement de 0.8 l/sec par ha. Cette nouvelle usine devait servir exclusivement à l'assainissement des territoires inférieurs, d'une superficie de 380 km² ; elle devait être pourvue de son propre canal d'amenée, dont le fond du lit serait situé à 1 m en contre-bas de celui de l'usine existante. Quant à l'usine ancienne, elle devait servir à l'assainissement des terrains supérieurs, d'une superficie de 160 km². On avait prévu son agrandissement en remplaçant deux anciennes machines par des machines nouvelles exactement pareilles à celles livrées précédemment. Grâce à ces modifications, le débit de l'ancienne usine pouvait être facilement porté à 25 m³/sec. En outre, on avait prévu un canal de jonction entre le canal d'amenée de l'ancienne et celui de la nouvelle usine de manière qu'à l'époque des hautes eaux l'ancienne usine puisse être utilisée comme usine de secours. On disposait ainsi, en utilisant les deux usines, d'un débit total de 61 m³/sec, permettant d'élever le coefficient d'assèchement de 0.8 à 1.13 l/sec par ha.

Un décret ministériel accorda la concession pour l'exécution des travaux au « Consorzio della grande bonificazione Ferrarese » auquel le gouvernement donnait une subvention de Fr. 7,760,000.— En considération de l'importance et de l'étendue de cette vaste installation mécanique, le consortium ouvrit en 1906 un concours entre des maisons de premier ordre, savoir : F. Tosi à Legnano ; Stock à Hengelo ; Grimaldi, avec des machines de provenance française, belge et hollandaise, et Sulzer frères à Winterthur. La maison suisse obtint la commande. L'examen des projets avait été confié par le consortium au professeur Giuseppe Ponzi à Milan et au député professeur Ugo Ancona, ingénieur, à Rome. (*A suivre*).