

Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères

1. Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères. 1889-11-02.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

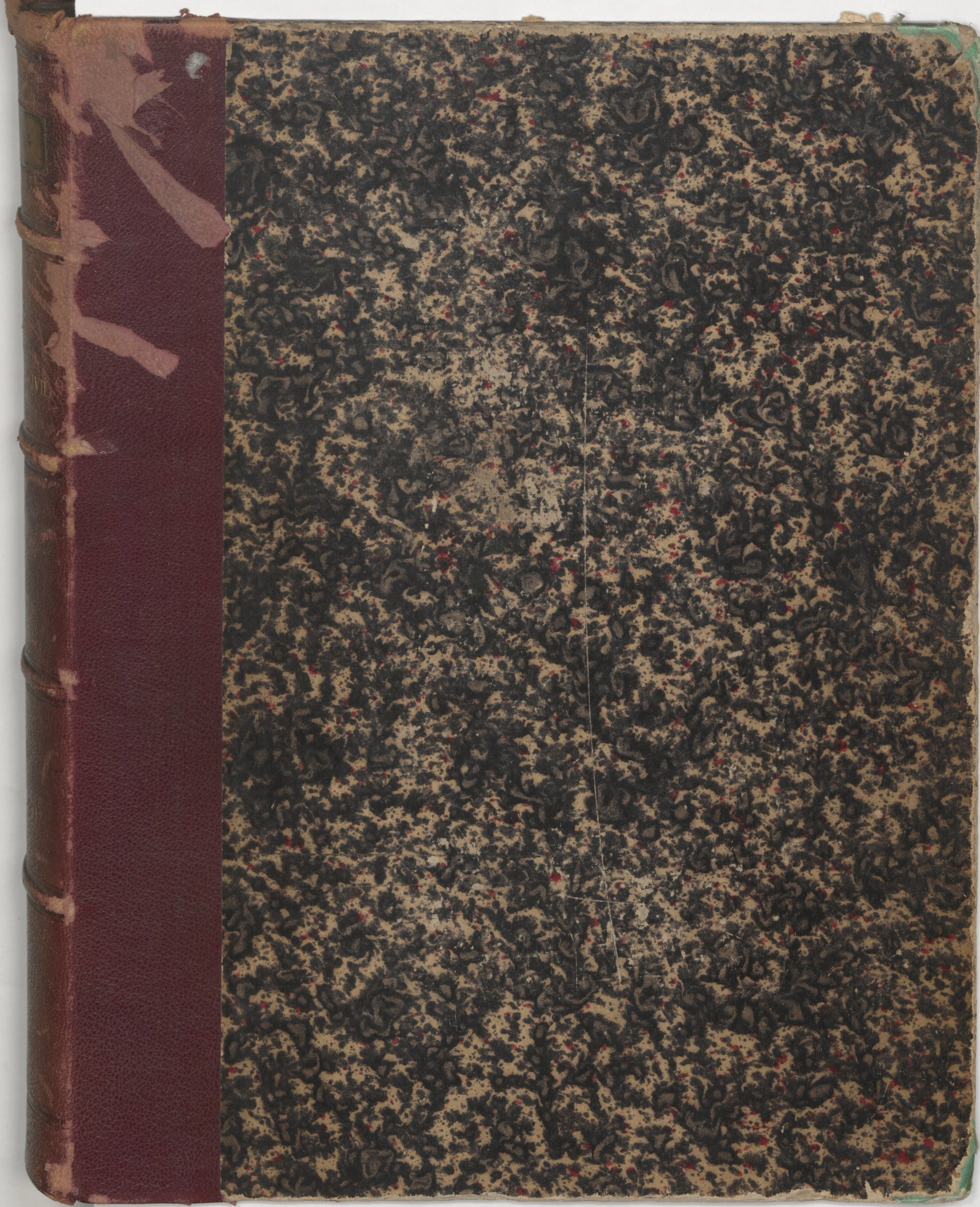
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

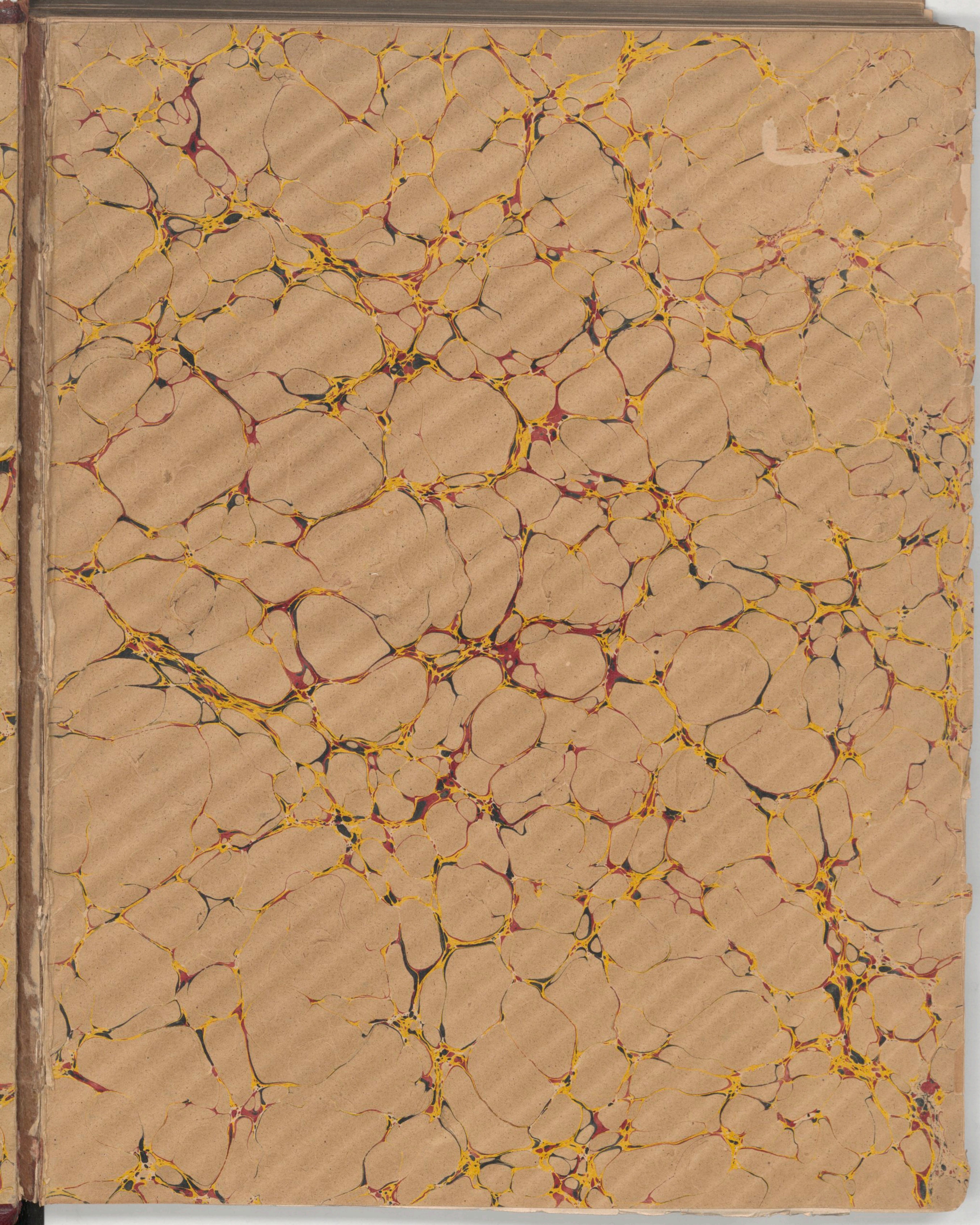
5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

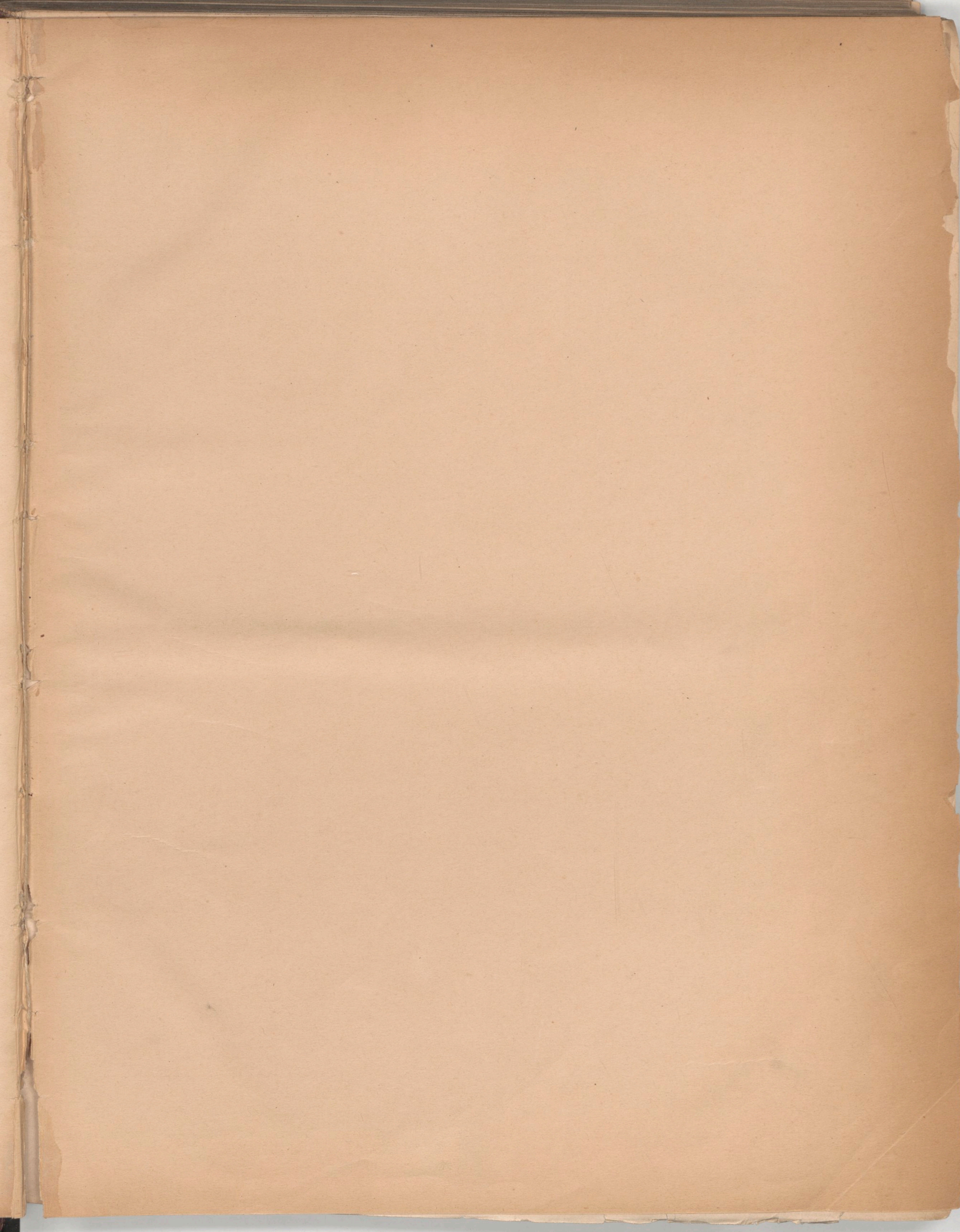
6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter utilisation.commerciale@bnf.fr.



15354





LE GÉNIE CIVIL

DE PUBLICATIONS ET CONSULTATIONS TECHNIQUES

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RECHERCHE

LE

GÉNIE CIVIL

LE GÉNIE CIVIL

SOCIÉTÉ ANONYME

DE PUBLICATIONS ET CONSULTATIONS TECHNIQUES

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU JOURNAL LE GÉNIE CIVIL

MM.

GEORGES BERGER, G. O. *, O. I. **, ancien Directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889, Président honoraire de la Société internationale des Électriciens.

R. BISCHOFFSHEIM, *, Ingénieur civil.

BIVER, *, Ingénieur, Administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.

BOURDAIS, O. *, O. I. **, Architecte du Palais du Trocadéro, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils.

BOUTILLIER, *, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale et à l'École des Ponts et Chaussées.

CAUVET, C. *, Directeur de l'École Centrale des Arts et manufactures.

E. CHABRIER, O. *, Ancien Ingénieur de la voie au chemin de fer de l'Ouest, Administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, ancien Président de l'Association des anciens élèves de l'École Centrale.

CH. COTARD, *, Ingénieur civil, ancien élève de l'École Polytechnique.

DECAUX, *, Directeur des teintures des Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais.

DEHÉRAIN, O. *, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École d'agriculture de Grignon.

DIETZ-MONNIN, C. *, Ancien président de la Chambre de Commerce de Paris, ancien Directeur de la section française à l'Exposition universelle de 1878.

DUMOUSTIER DE FRÉDILLY, *, Chef de bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie.

EIFFEL, O. *, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

ALFRED EVRARD, *, ancien Directeur général de la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry, membre du Conseil de perfectionnement de l'École des Mines de Saint-Étienne.

JOSEPH FARCOT, O. *, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

FICHET, Ingénieur civil.

FRIBOURG, O. *, Directeur du Matériel et de la Construction à l'Administration des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École supérieure de Télégraphie.

FERDINAND GAUTIER, Ingénieur civil, ancien secrétaire du Comité des Forges de France.

GRANDVOINNET, *, Professeur de Génie rural à l'Institut national agronomique.

HALLOPEAU, O. I. **, Ingénieur de la Compagnie de P.-L.-M., Professeur à l'École Centrale.

HUDELO, *, O. I. **, Ingénieur civil, Vice-Président de l'Association Polytechnique, membre de la Commission des logements insalubres.

MM.

JOSEPH IME, **, Ingénieur, Professeur de filature et de tissage au Conservatoire des Arts et Métiers.

JACQUEMAR, *, Ingénieur civil des Mines, Inspecteur général des Écoles d'Arts et Métiers et de l'Enseignement technique.

PAUL JOUSSIN, *, I. **, Ingénieur, Chef de la troisième division de l'exploitation de la Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M., Expert près les Tribunaux.

C. LAURENS, Ingénieur civil et métallurgiste, ancien Président de l'Association des anciens élèves de l'École Centrale.

LAUTH, O. *, Administrateur honoraire de la Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.

LAVALLEY, *, Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

LEVASSEUR, *, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.

H. LÉAUTÉ, Ingénieur des Manufactures de l'État, Répétiteur à l'École Polytechnique, lauréat de l'Institut, Directeur des études à l'École préparatoire de Monge.

MAURICE LÉO, O. *, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Centrale et au Collège de France.

E. LISBONNE, *, Directeur des Constructions navales, en retraite.

MARIÉ DAVY, Directeur honoraire de l'Observatoire météorologique de Montsouris.

G. MASSON, *, Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

NIVOIT, *, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées.

H. RÉMAURY, Ingénieur-conseil, ancien Directeur des Forges d'Arc-sur-Meuse, Pompey.

RICHEMOND, Administrateur de la Société centrale de construction de machines à vapeur, Juge au Tribunal de Commerce de la Seine.

RISLER, C. *, Membre de l'Institut national agronomique.

T. SEYRIG, Ingénieur-Constructeur.

CH. THIRION, Ingénieur civil, Conseil en matière de propriété industrielle.

ÉMILE TRÉLAT, *, Architecte en chef du département de la Seine, Directeur des services de l'Architecture, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils.

F. VALTON, *, Ingénieur, ancien chef de service des Aciéries de Terrenoire.

VIGREUX, O. *, Ingénieur civil, Professeur à l'École Centrale, ancien chef du Service électrique à l'Exposition de 1889.

CAMILLE VINET, *, **, Ingénieur civil, lauréat de l'Institut, Professeur à l'École Centrale.

MAX DE NANSOUTY, O. I. **, Ingénieur, Membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils, et du Comité de la Société internationale des Électriciens, Rédacteur en Chef-Gérant du journal le Génie Civil.

CH. TALANSIER, Ingénieur, Secrétaire général de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du travail, Secrétaire de la Rédaction.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

MM. **BARBIER**, **R. BISCHOFFSHEIM**, **H. BIVER**, **CH. BRICOGNE**, **E. CACHET**, **E. CHABRIER**, **ABEL COUVREUX**, **H. DEUTSCH**, **G. DUPONT**, **G. EIFFEL**, **R. FAURE**, **E. GENESTE**, **J. GILLET**, **ADOLPHE JAPY**, **C. LAURENS**, **ED. LIPPMANN**, **H. MENIER**, **H. RÉMAURY**, **RICHEMOND**, **CH. THIRION**, **WATEL**.

BUREAU DU CONSEIL

H. RÉMAURY, Président; **H. BIVER**, **RICHEMOND**, Résidents.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Paraissant tous les Samedis

HONORÉE PAR LES MINISTRES DE SOUSCRIPTIONS POUR LES GRANDS ÉTABLISSEMENTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES DE L'ÉTAT

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881), d'Amsterdam (1883)
de Nice (1884)

d'Anvers (1885), de Barcelone (1888)

MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

DIXIÈME ANNÉE. — TOME XVI

PREMIER SEMESTRE 1889-1890

ADMINISTRATION & RÉDACTION
6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6
PARIS

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉCONOMIQUE CIVILE

REVUE GÉNÉRALE D'ÉCONOMIQUE CIVILE DES PAYS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Publiée par la Société d'Économie Civile

Le Directeur : M. L. DUBOIS, 10, rue de la Harpe, Paris

Revue fondée par M. L. DUBOIS, 10, rue de la Harpe, Paris

Revue fondée par M. L. DUBOIS, 10, rue de la Harpe, Paris

Revue fondée par M. L. DUBOIS, 10, rue de la Harpe, Paris

Revue fondée par M. L. DUBOIS, 10, rue de la Harpe, Paris

Revue fondée par M. L. DUBOIS, 10, rue de la Harpe, Paris

DIXIÈME ANNÉE — TOME XVI

PARIS, 1899

ADMINISTRATION DE LA REVUE

10, rue de la Harpe, Paris

1899

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE DES INDUSTRIES FRANÇAISES & ÉTRANGÈRES

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs ; — Départements : 38 francs ; — Étranger (union postale) : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.



SOMMAIRE. — *Travaux publics*. Travaux sous-marins de l'avant-port de la Pallice (La Rochelle), p. 1 ; HENRI MAMY. — Essais de halage funiculaire, système Oriolle, p. 3 ; P. DE MONICOURT. — *Chemins de fer*. Projet de chemin de fer Métropolitain pour Paris, p. 6 ; A. FLAMANT. — *Mécanique*. Mouton à friction, p. 10. — *Informations*. École Centrale des Arts et manufactures. Liste des candidats admis à la suite du concours de 1889, p. 11. — Le prolongement de la ligne des Moulineaux dans Paris, p. 11.

Exposition universelle de 1889. Établissements Menier. Fabrication du chocolat. Fabrication du caoutchouc (planches I, II et III), p. 12 ; MAX DE

Planches I, II et III : Usine de Noisiel. Fabrique de chocolat de MM. Menier, et cité ouvrière.

NANSOUTY. — La maison Kennedy (Kennedy's patent Water Meter Co), p. 21. — L'Exposition des chemins de fer. Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62 (suite), p. 23 ; M. COSSMANN. — Produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie. Fonte, fer et acier, p. 25 ; G. BRESSON.

Chronique de l'Exposition, p. 27.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES. — Académie des sciences, séance du 30 septembre 1889, p. 28 ; G. PETIT.

BIBLIOGRAPHIE. — Livres récemment parus, p. 28.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX SOUS-MARINS DE L'AVANT-PORT DE LA PALLICE (La Rochelle.)

La construction de l'avant-port de La Pallice (La Rochelle) a donné lieu à une série d'intéressants travaux sous-marins, exécutés par MM. Zschokke et Terrier, au moyen d'engins et de procédés nouveaux.

Il restait, dès lors, à exécuter au large de cette enceinte les travaux sous-marins proprement dits.

La jetée sud devait être prolongée de 306 mètres au delà de son point d'attache avec le batardeau ; la jetée Nord devait être prolongée de 125 mètres et l'on devait exécuter des dérochements sous-marins entre ces deux jetées et dans le chenal d'accès au large.

Dans les plans primitifs des Ingénieurs, les blocs des deux jetées devaient être fondés à la cote (— 5 mètres), mais des raisons d'économie

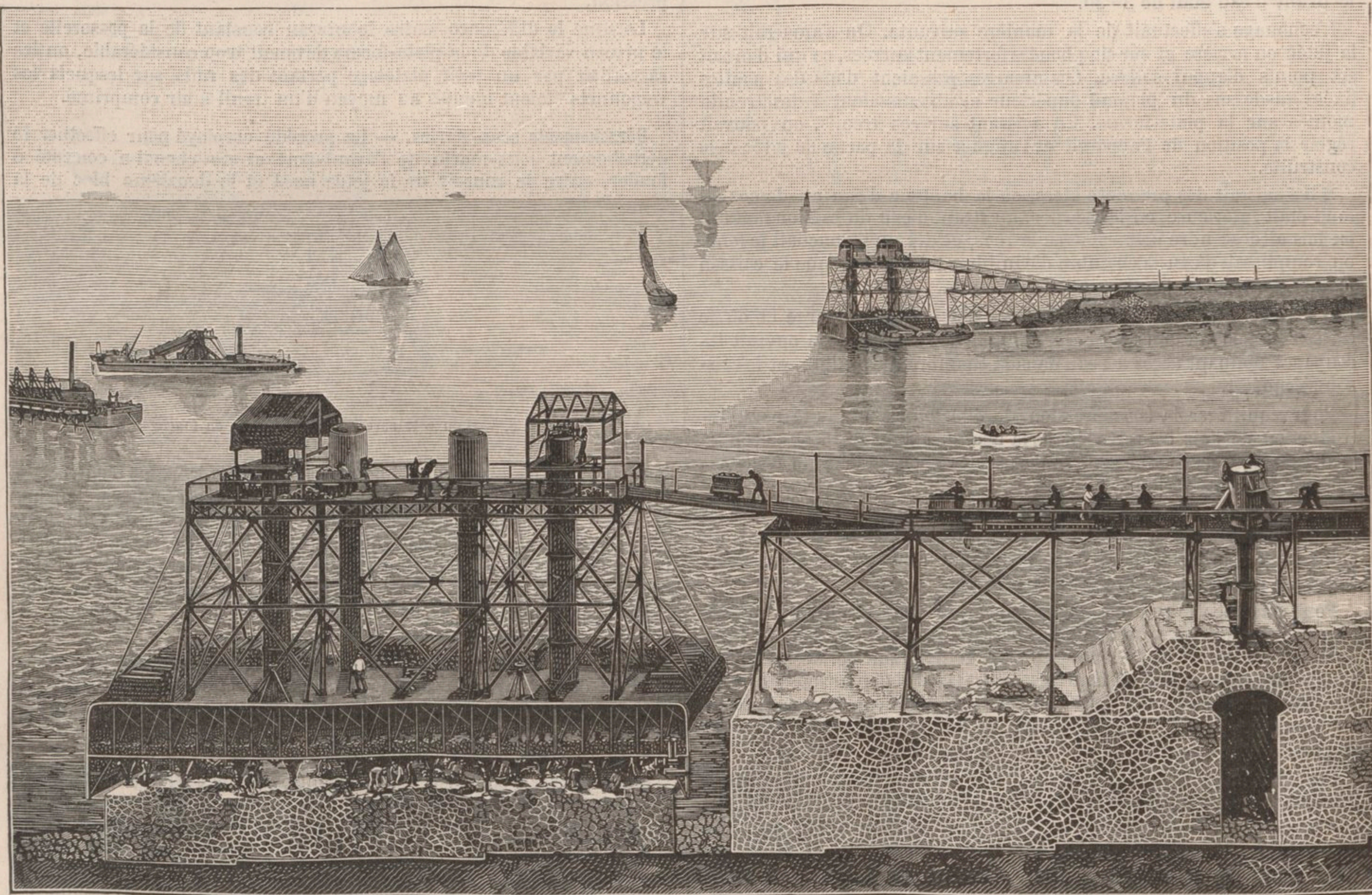


FIG. 4. — Travaux de fondation à l'air comprimé de l'avant-port de la Pallice, à La Rochelle.

Voici quelques détails sur ces travaux, qui consistent en dérochements et en construction de jetées.

On avait commencé par construire les jetées nord et sud à la marée, depuis le rivage jusqu'à la laisse des basses mers de vives eaux moyennes, à la cote (+ 0^m 70). Ces deux jetées avaient été réunies l'une à l'autre par un batardeau de 300 mètres, construit à la marée suivant la laisse des basses mers et, dans l'enceinte ainsi formée, on avait épuisé, puis déblayé à sec jusqu'à la cote (— 5 mètres).

ont conduit à modifier ces projets et à décider que les blocs seraient seulement encastés de 0^m 50 à 1^m 50 dans le sol.

Nous examinerons successivement, au cours de cette note, la construction des jetées sous-marines, puis les dérochements.

Jetées sous-marines. — Le système de caissons perdus, maçonnés sur le plafond à l'intérieur de batardeaux, était absolument impraticable, étant donné que les jetées devaient être construites au large, sans abri contre la mer et les tempêtes. Aussi les entrepreneurs ont-ils

eu recours au principe des caissons-cloches mobiles, que M. Zschokke avait précédemment employés pour la fondation des quais de Paimbœuf et d'une partie des écluses de Saint-Malo. Ils ont pu ainsi fonder à sec, en pleine vague, sans laisser aucune partie de fer ou de tôle dans les maçonneries, 24 blocs sous-marins de 160 mètres carrés, dont les plus hauts avaient un volume de 1 150 mètres cubes. Les intervalles de deux à trois mètres entre ces blocs étaient franchis par de petites voûtes en maçonnerie.

Pour exécuter ces travaux, deux caissons mobiles semblables en fer ont été construits par MM. Baudet et Donon, sur les dessins fournis par l'entreprise. Chaque caisson avait 22 mètres de longueur et 10 mètres de largeur; il présentait deux compartiments superposés. Le compartiment inférieur, de 1^m 80 de hauteur, était la chambre de travail; le compartiment supérieur, de 2 mètres de hauteur, était une chambre dite d'équilibre, complètement étanche; sur le plafond de laquelle s'élevait un échafaudage en fer, de 7 mètres de hauteur, supportant une plate-forme de 16 mètres sur 4 mètres.

Cette plate-forme communiquait avec la chambre de travail au moyen de quatre cheminées verticales, dont deux portaient des sas ordinaires pour le passage des ouvriers, et des sas latéraux, de moindres dimensions, pour l'introduction du mortier, tandis que les deux autres, destinées à l'extraction des déblais et à l'introduction des moellons, étaient surmontées d'écluses à matériaux, à mouvement automatique.

Sur ces écluses étaient montés des moteurs Schmid, à air comprimé, destinés à actionner les treuils et alimentés par des machines soufflantes établies à terre.

Chaque caisson pesait 110 tonnes et portait, sur le plafond inférieur, une charge permanente en maçonnerie de 220 tonnes. Le caisson, dont le montage avait été fait à terre, était descendu à marée basse jusqu'au bas d'un plan incliné. Il était mis à flot à la marée haute suivante et remorqué à proximité du lieu d'échouage. La chambre d'équilibre étant remplie d'air et la chambre de travail remplie d'eau, le tirant d'eau était de 3^m 30.

L'échouage s'effectuait de la manière suivante. On s'amarrait sur la jetée en arrière et sur cinq bouées fortement ancrées, ce qui donnait six points d'appui solides. Les amarres passaient dans des poulies fixées au-dessus du plafond supérieur et aboutissaient à des treuils montés sur la plate-forme. En agissant sur ces treuils, on pouvait régler la position de l'appareil et l'aligner sur la partie de jetée déjà construite.

S'il s'agissait des premiers blocs, où la hauteur d'eau au-dessus du fond était inférieure, en basse mer, au tirant d'eau du caisson flottant, on laissait descendre celui-ci avec la mer, et dès qu'il touchait le fond, on remplissait d'eau la chambre d'équilibre de manière que le caisson ne fût pas soulevé par la marée montante.

S'il s'agissait, au contraire, de blocs placés plus au large et où le caisson ne pouvait plus toucher le fond, à basse mer, on ouvrait les soupapes donnant accès à l'eau dans la chambre d'équilibre, et le caisson s'échouait.

Pour équilibrer la sous-pression de 400 tonnes produite par l'introduction de l'air comprimé dans la chambre de travail, on surchargeait ce caisson d'environ 220 tonnes par des gueuses de fonte disposées sur le plafond supérieur.

Le premier travail exécuté dans le caisson consistait à le mettre de niveau en fouillant sous les parties les plus élevées du tranchant, on enlevait ensuite les couches superficielles du fond jusqu'à l'assise calcaire sur laquelle devait reposer le bloc.

Pour effectuer le relèvement sur place du caisson pendant l'exécution des maçonneries, on employait 24 gros vérins à vis, dont les tiges en acier avaient 1^m 80 de longueur et 0^m 10 de diamètre. Ces 24 vérins étaient manœuvrés par 48 hommes. Leurs tiges étaient disposées parallèlement aux parois et, à 1^m 50 de celles-ci, passaient dans des écrous en bronze montés sur la petite base de troncs de cône en tôle dont la grande base était rivée au plafond de la chambre de travail.

Les extrémités inférieures de ces tiges étaient demi-sphériques et reposaient dans des creux de même forme de plaques en fonte portant sur la maçonnerie. L'action des vérins à vis était secondée par celle de 6 vérins hydrauliques de 30 tonnes, manœuvrés par 12 hommes.

Au début de la maçonnerie, les vérins étaient remontés et leurs plaques se trouvaient à 0^m 80 au-dessus du sol; on pouvait donc exécuter une première assise de 0^m 80, sur laquelle on prenait appui pour élever le caisson de 0^m 40, ce qui exigeait environ sept quarts d'heure. On conservait alors comme appuis un vérin sur deux, on relevait les 12 autres et on maçonnait de 0^m 40 sous leurs plaques. Ces derniers servaient à leur tour d'appuis pendant qu'on remontait les premiers pour maçonnier sous leurs plaques. On recommençait alors d'élever le caisson de 0^m 40 et on portait la hauteur du bourrelet de pourtour à 0^m 80. On remplissait ensuite l'intérieur en maçonnerie et l'on continuait la série des mêmes manœuvres jusqu'à ce que le bloc fût arasé à la cote (+ 1^m 50).

On maçonnait environ 8 heures sur 24; les 16 autres étaient em-

ployées au levage du caisson et aux approvisionnements, car on travaillait jour et nuit. 15 maçons, servis par 30 manœuvres, exécutaient environ 50 mètres cubes par jour.

Les grosses mers interrompaient souvent le travail, et ces interruptions se sont quelquefois élevées à plusieurs semaines. Le caisson était alors calé sur quatre gros piliers en maçonnerie, élevés sur le bloc jusqu'au plafond.

Lorsque le bloc était arasé à la cote (+ 1^m 50), il fallait le dégager pour le conduire à son nouveau point d'échouage. On attendait la plus prochaine marée élevant la haute mer jusqu'à la cote (+ 5^m 40), ce qui donnait environ 0^m 60 de marge pour le talonnement. On enlevait le lest en fonte, on remplaçait les six amarres à marée basse et on chassait l'eau de la chambre d'équilibre. Le caisson ainsi délesté remontait avec la marée. En agissant avec les treuils sur les amarres, on tirait ce caisson au large jusqu'à ce qu'il fût arrivé au-dessus de son nouveau point d'échouage, et on recommençait la manœuvre indiquée plus haut.

Par les mers calmes, l'opération était facile, mais elle devenait plus délicate par les mauvais temps. Elle aurait même été dangereuse si un brusque changement de temps avait surpris le caisson flottant au moment où l'on n'aurait pu ni le dégager du bloc, ni l'échouer de nouveau sur celui-ci. Il fallait être sûr de l'état de la mer, et l'on a dû quelquefois attendre 5 à 6 semaines pour réaliser cette opération, qu'il a fallu répéter 24 fois.

On accédait au caisson par la jetée, dont l'élévation suivait la construction des blocs de fondation à 50 mètres environ en arrière. Cet intervalle de 50 mètres était franchi au moyen d'une passerelle reposant sur une charpente solide et légère, dont les montants verticaux étaient des fers en U scellés dans la maçonnerie. Sur cette passerelle circulaient les wagonnets amenant les matériaux. Elle recevait également les fils conducteurs pour l'éclairage électrique et les deux conduites qui amenaient l'air comprimé fourni par cinq compresseurs Roy et Sautter-Lemonnieret deux petits compresseurs Burkhart à haute pression.

Lorsque la différence entre le niveau constant de la passerelle et le niveau variable de la plate-forme devenait trop considérable, on les raccordait par un petit platelage portant des rails sur lesquels les wagonnets étaient montés au moyen d'un treuil à air comprimé.

Dérochements sous-marins. — Le procédé employé pour effectuer le dérochement sous-marin de l'avant-port et du chenal a consisté à fonder, entre le musoir de la jetée nord et le douzième bloc de la

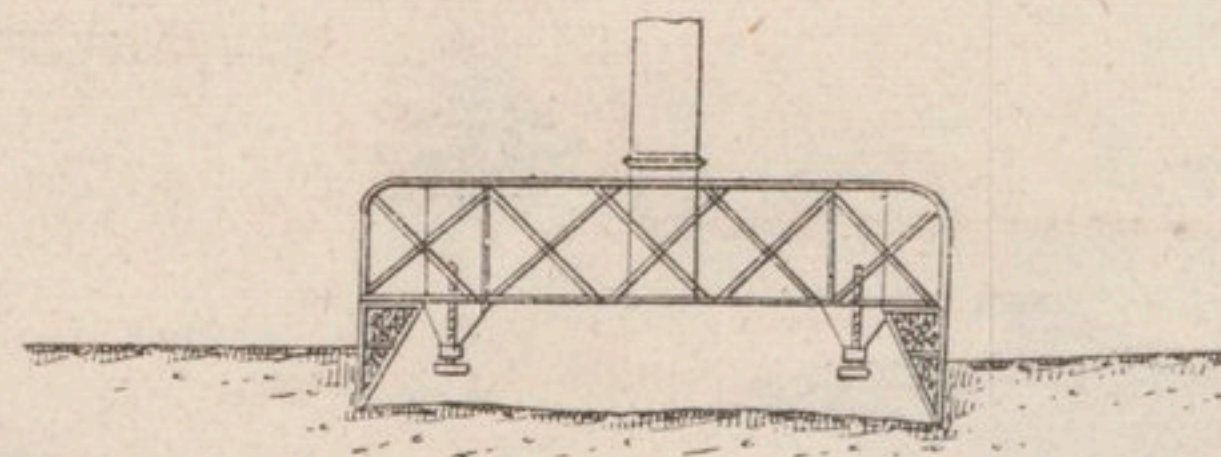


Fig. 2. — Coupe transversale d'un caisson en fonçage.

jetée sud, quatre blocs supplémentaires à travers la passe d'entrée de l'avant-port, à joindre ces blocs entre eux par une maçonnerie étanche, de façon à constituer un second batardeau en remplissant de maçonnerie les ouvertures sous voûtes entre les blocs des jetées, à épuiser la nouvelle enceinte, d'environ 26 000 mètres carrés, formée par les deux jetées et les deux batardeaux et, après avoir démoli le premier batardeau, à enlever, par les procédés habituels, les 120 000 mètres cubes de la seconde enceinte.

Les quatre blocs supplémentaires ont été fondés à la cote (— 3 mètres), et on a élevé sur eux le batardeau à la cote (+ 10 mètres). Deux aqueducs, ménagés dans la maçonnerie et munis de vannes, permettaient de vider l'enceinte en basse mer jusqu'à la cote (+ 0^m 50), avant de commencer l'épuisement.

Pour assurer l'étanchéité de l'enceinte, il fallait boucher sous l'eau les ouvertures laissées libres sous les voûtes qui relient les blocs. C'est là une des plus sérieuses difficultés qu'on ait rencontrées. Pour la résoudre, on a converti chacun de ces intervalles en un véritable petit caisson, dont les parois étaient formées par les deux blocs à souder, la voûte de jonction et deux panneaux latéraux métalliques.

Ces panneaux étaient formés de cadres de 0^m 40 et 0^m 50 de hauteur en tôle et cornières, qu'on assemblait par des boulons avec joint en caoutchouc.

Dans chaque voûte on avait ménagé une cheminée verticale de 0^m 70 de diamètre, qui s'élevait à travers le massif de la jetée jusqu'à la cote (+ 8 mètres). A ce niveau, on avait arrêté la construction de la jetée et disposé deux treuils à l'aplomb des deux parements pour la manœuvre des panneaux métalliques.

Les cadres constitutifs de ces panneaux étaient courbés à leurs extrémités en forme de patins qui s'appuyaient sur les parois longitudinales des deux blocs. Quant au cadre supérieur, il était aussi recourbé

sur sa face longitudinale supérieure et complétait l'obturation sur le parement de la maçonnerie au-dessus de la voûte.

trices rotatives à diamant, du système Beaumont, tournant à 300 tours par minute et forant, jusqu'à 0^m20 au-dessous de la cote

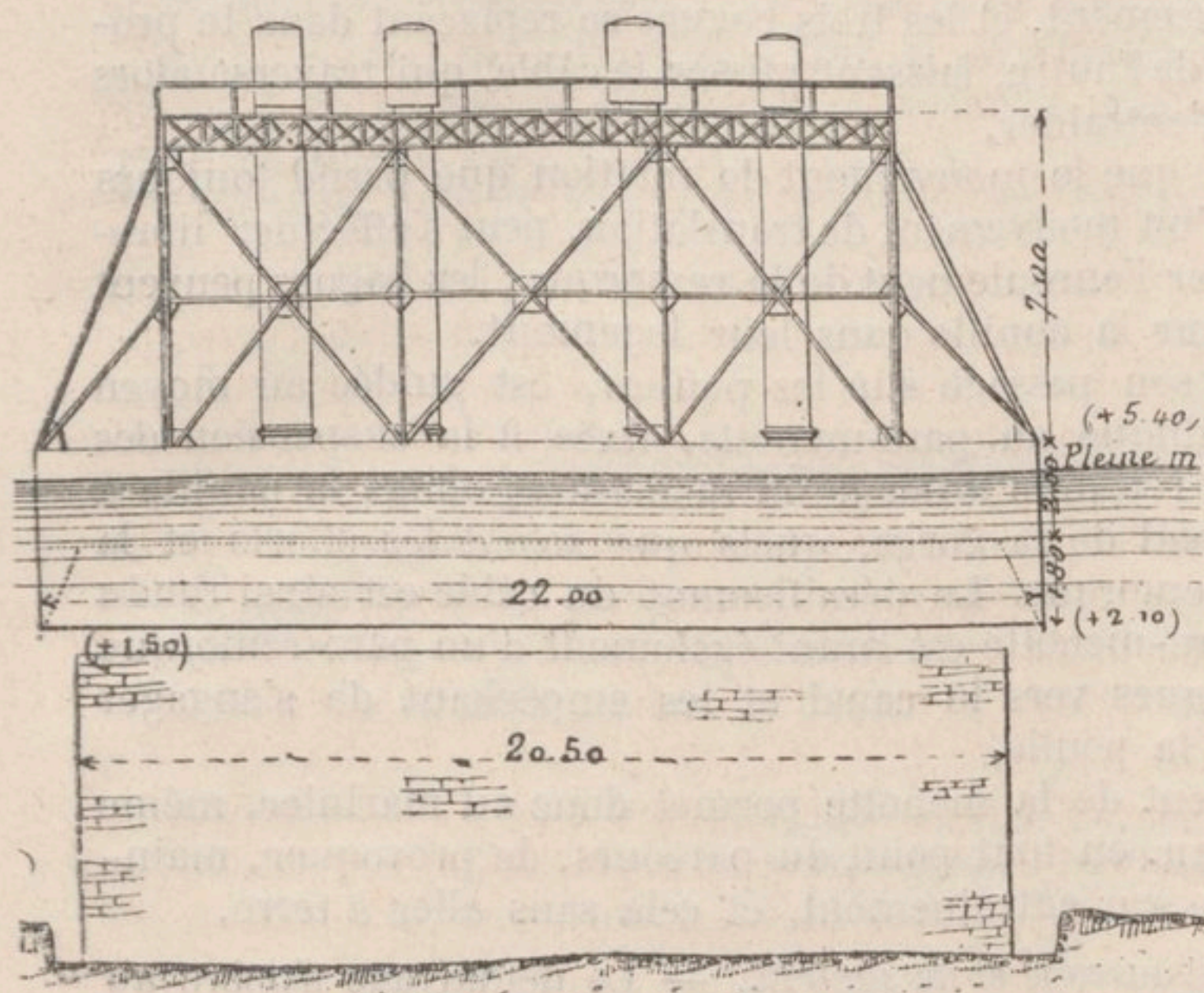
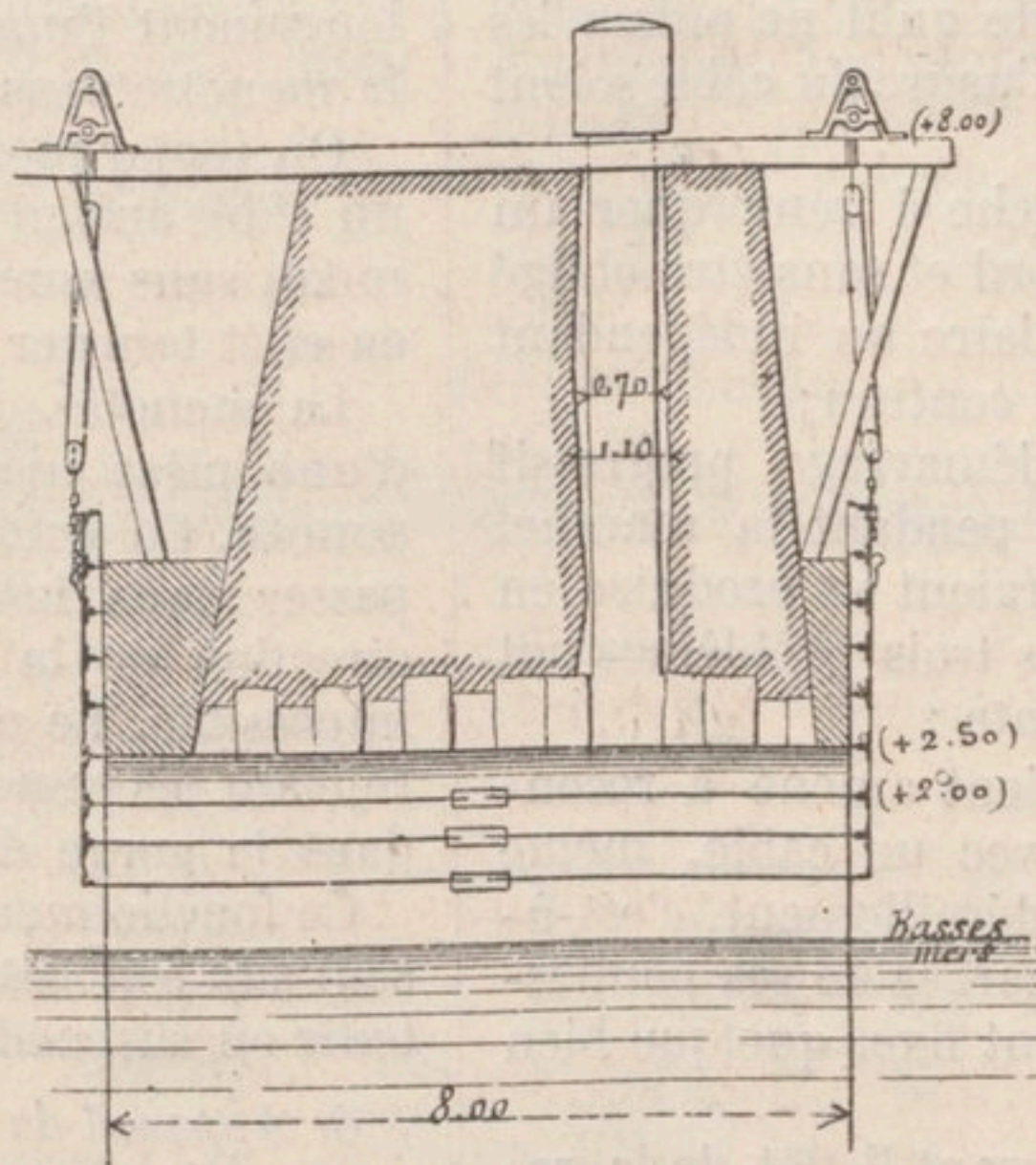


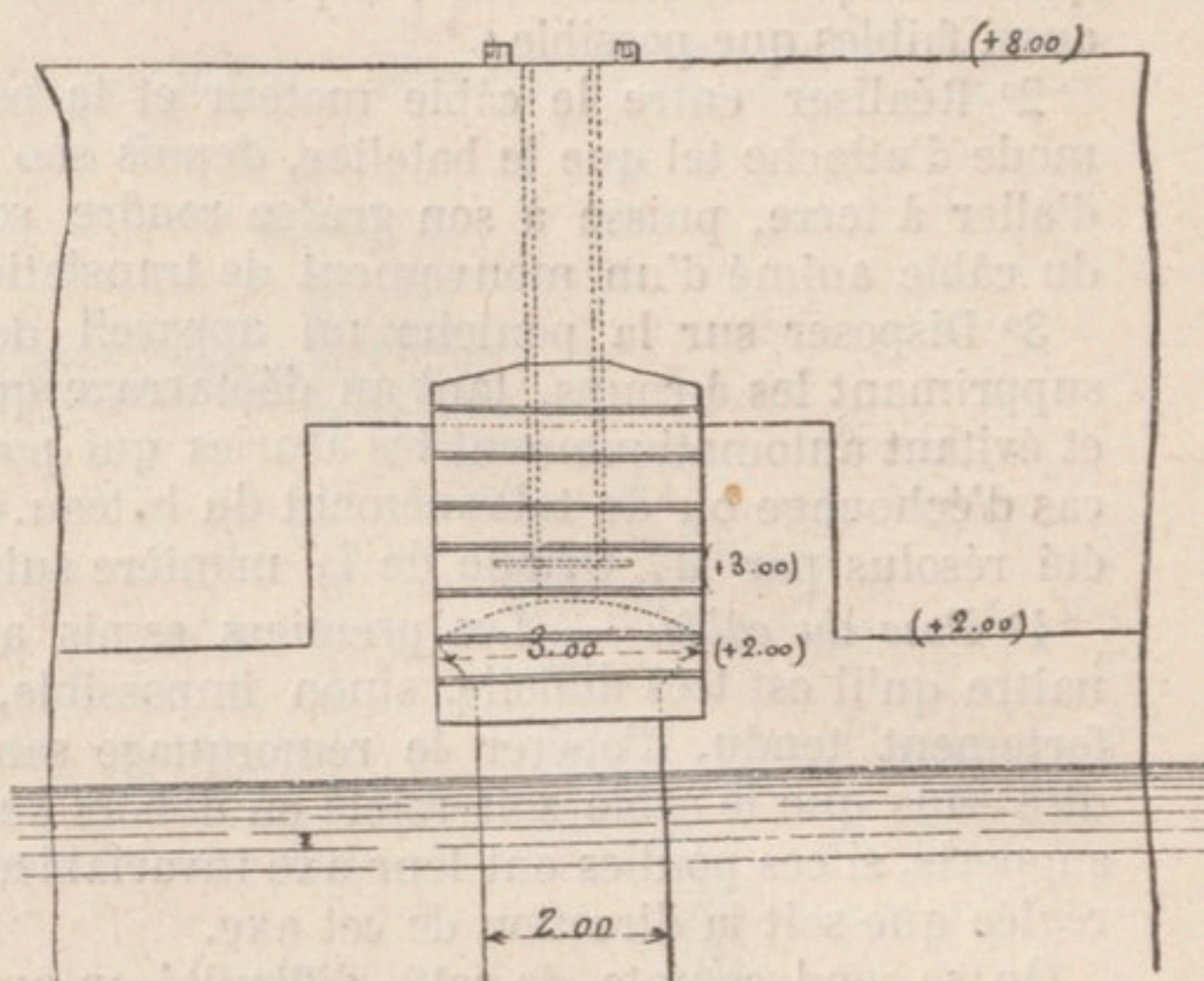
FIG. 3. — Caisson enlevé du bloc.

Des tirants à vis, boulonnés aux cornières des cadres, servaient à rapprocher et serrer les deux panneaux.

Les deux panneaux à placer face à face étaient composés dans



Coupe en long.



Vue de face.

FIG. 4. — Pertuis. Mise en place des panneaux.

(+ 5 mètres), des trous qu'on garnissait ensuite d'une cartouche en fer-blanc contenant 2 kilogr. de dynamite. Ces perforatrices, ainsi que les machines à vapeur qui les actionnaient, étaient montées sur

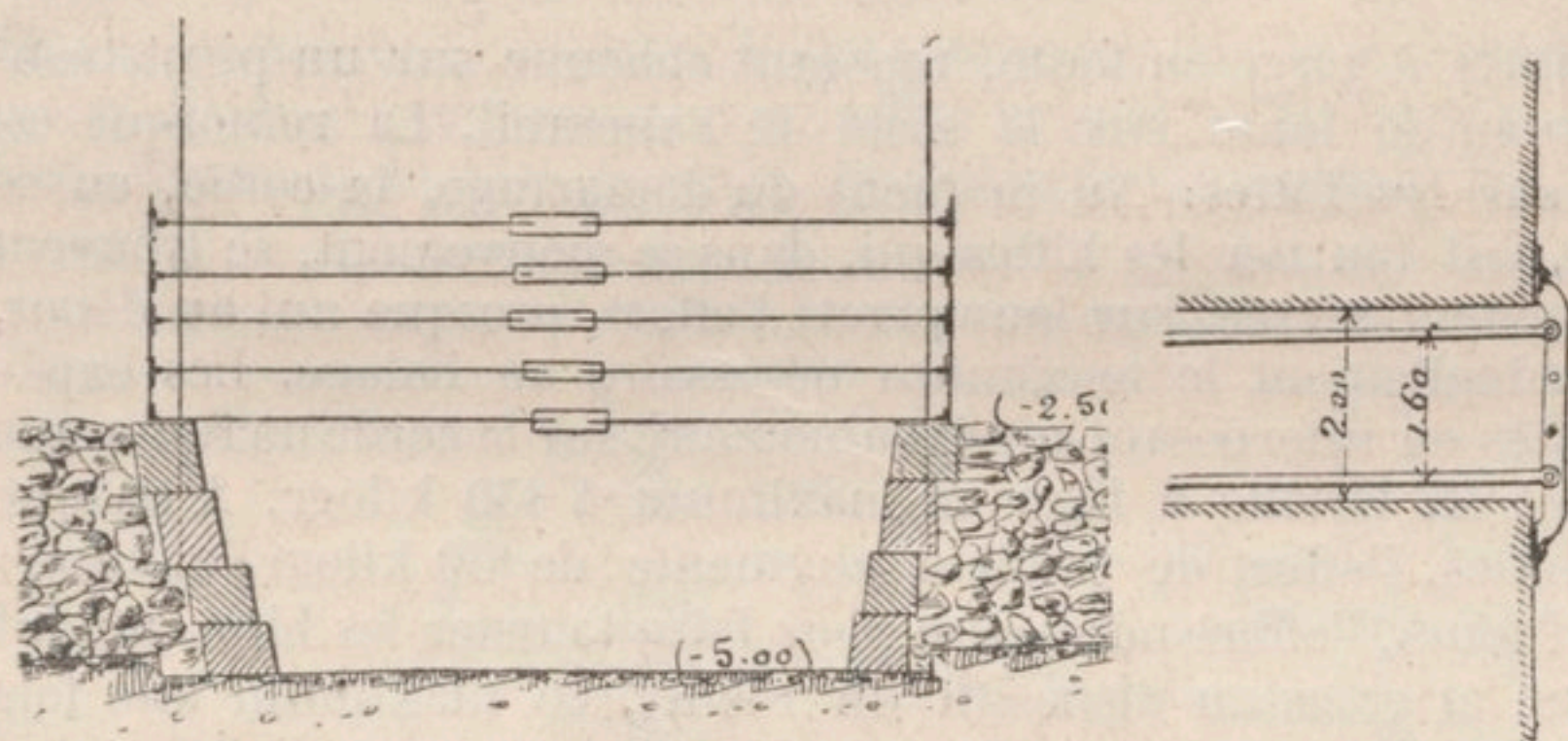


FIG. 5. — Pertuis. Maçonnerie des murettes.

chaque cas d'un nombre de cadres déterminé par la distance verticale de l'intrados de la voûte à la couche de débris obstruant le fond de l'espace à remplir. Ainsi préparés, ils étaient suspendus aux treuils et descendus en basse mer.

On les maintenait d'abord à la hauteur nécessaire pour que les cornières des cadres inférieurs vinssent se placer un peu au-dessous de l'intrados de la voûte et un peu au-dessus de la basse mer; on plaçait alors, en les serrant légèrement, les deux tirants de ces cornières inférieures. On continuait ainsi à descendre les deux panneaux chaque fois d'une hauteur de cadre, et à serrer les tirants des cornières correspondantes jusqu'à ce que ces panneaux eussent atteint le fond.

Ces dispositions prises, on attendait la basse mer suivante, et l'on serrait alors à fond les tirants des cadres supérieurs. Avec de la glaise, du ciment à prise rapide et de l'étaupe, on faisait un joint étanche entre ces premiers cadres et les parois des blocs, puis on refoulait l'eau au moyen de l'air comprimé, et, au fur et à mesure que les cadres inférieurs étaient mis à découvert, on serrait à fond leurs tirants et on lutait les joints.

Lorsqu'on avait ainsi obtenu une chambre de travail étanche jusqu'à la surface du mélange de moellons et de glaise remplissant le fond de l'espace à obstruer, on construisait sous les cornières inférieures des panneaux, de petites murettes de 0^m50 de hauteur, et, au moyen de l'air comprimé, on déblayait à sec jusqu'au pied de ces murettes. On en construisait alors deux autres au-dessous des précédentes, et l'on procédait ainsi, échelon par échelon, jusqu'au banc de rocher.

Quand l'espace à combler a été rempli jusqu'à la cote (+ 1 mètre), on a enlevé les panneaux au moyen des treuils et on les a chargés sur des bateaux, pour les employer en un autre point du chantier.

La réussite de ces procédés a été complète, et l'on a pu exécuter le dérochement à sec sans aucune infiltration à travers l'enceinte maçonnée.

Quant aux dérochements d'environ 10 000 mètres qu'il fallait exécuter au large, sous l'eau, on a utilisé pour ce travail des perfora-

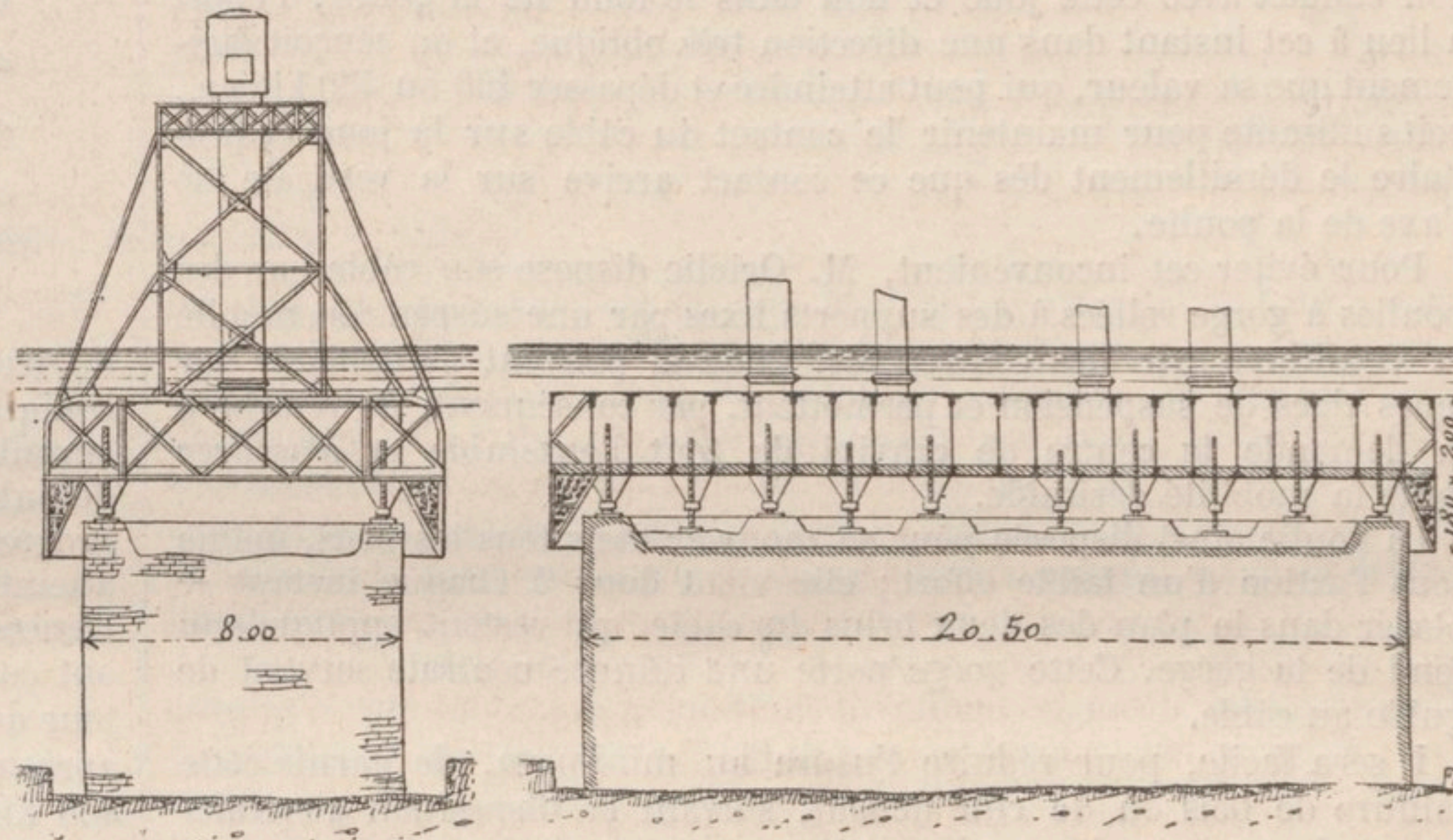


FIG. 6. — Exécution des blocs. Relèvement du caisson sur vérins.

bateau. Un coup-de-poing électrique déterminait l'explosion, et une forte drague porteuse enlevait les débris, qu'elle allait immerger au large.

HENRY MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ESSAIS DE HALAGE FUNICULAIRE Système Oriolle.

Les dépenses considérables faites durant ces dernières années pour l'amélioration de notre réseau de navigation intérieure, ont eu pour résultat un développement rapide de la batellerie qui fréquente les voies navigables; le tonnage des transports a augmenté de 30 %. Mais cet accroissement même tend à rendre les voyages plus lents et plus irréguliers, et par suite à augmenter les frais de transport, notamment sur les principales voies qui se trouvent fréquemment encombrées. De là la nécessité d'établir un mode de locomotion plus approprié que les moyens de halage usités jusqu'ici, aux conditions techniques et au trafic de la plupart de nos grandes lignes de navigation.

La traction par câble télodynamique paraît être actuellement la solution pratique de cet important problème. Il a été déjà parlé (1) ici des remarquables expériences faites en 1888, à Joinville-le-Pont, à la jonction des canaux de Saint-Maur et de Saint-Maurice, par M. Maurice Lévy, expériences qui ont été reprises depuis, sur une grande échelle, et dont le *Génie Civil* se réserve de rendre compte ultérieurement.

Aujourd'hui, nous nous proposons de décrire le système qui vient d'être appliqué par M. P. Oriolle, Ingénieur-Constructeur à Nantes, sur une section du canal de Saint-Quentin, où il avait déjà fait, en 1883 et 1884, une série d'expériences qui, si elles n'ont pas abouti parce que l'auteur n'avait pas pu réussir alors à empêcher le câble de dérailler, avaient du moins clairement mis en lumière les desiderata

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XIV, n° 8, p. 113

à réaliser pour résoudre d'une manière satisfaisante et pratique la question fort complexe du halage funiculaire.

Ces desiderata forment l'objet de trois problèmes principaux que M. Oriolle formule de la façon suivante :

1^o Poser le câble sur ses supports de telle sorte qu'il ne puisse les quitter et que les frottements et par conséquent l'usure du câble soient aussi faibles que possible ;

2^o Réaliser entre le câble moteur et la péniche à remorquer un mode d'attache tel que le batelier, depuis son bord et sans être obligé d'aller à terre, puisse à son gré se rendre solidaire ou indépendant du câble animé d'un mouvement de translation continu ;

3^o Disposer sur la péniche un appareil de démarrage progressif supprimant les à-coups, tant au démarrage que pendant la marche, et évitant automatiquement les avaries qui pourraient se produire en cas d'échouage ou de talonnement du bateau. Ces trois problèmes ont été résolus par M. Oriolle de la manière suivante :

1^o *Pose du câble.* — Les premiers essais avaient amené à reconnaître qu'il est très difficile, sinon impossible, avec un câble, même fortement tendu, d'opérer le remorquage sans déraillement, c'est-à-dire sans que le câble soit rejeté en dehors des gorges de ses poulies-supports, si ces poulies ont leur axe invariablement fixe, quelque bien réglée que soit la direction de cet axe.

On se rend compte de cette difficulté en analysant l'effet de la remorque sur le câble moteur. Sous l'effort dû au remorquage, le point d'attache de la remorque sur le câble tend à se rapprocher du canal ; la corde de l'arc compris entre ce point d'attache et le point de suspension du câble tend à se placer dans la direction de la remorque. Au moment où l'attache de la remorque arrive dans le voisinage de la poulie, le câble vient s'appliquer sur la joue de la poulie et prend son contact avec cette joue et non dans le fond de la gorge ; l'effort a lieu à cet instant dans une direction très oblique, et on conçoit facilement que sa valeur, qui peut atteindre et dépasser 400 ou 450 kilogr., soit suffisante pour maintenir le contact du câble sur la joue et produire le déraillement dès que ce contact arrive sur la verticale de l'axe de la poulie.

Pour éviter cet inconvénient, M. Oriolle dispose son câble sur des poulies à gorge reliées à des supports fixes par une suspension mobile et équilibrée par des contrepoids. Ceux-ci peuvent se déplacer sur leurs tiges de suspension et permettent, par conséquent, de relever à la demande le centre de gravité de tout l'ensemble et d'assurer toute la mobilité désirable.

La poulie ainsi disposée peut se mouvoir dans tous les sens, même sous l'action d'un faible effort ; elle vient donc à chaque instant se placer dans le plan des deux brins du câble, qui restent appliqués au fond de la gorge. Cette gorge porte une rainure centrale servant de guide au câble.

Il sera facile, pour réduire l'usure au minimum, de garnir cette rainure de bois ou de cuir debout, suivant la disposition généralement adoptée pour les poulies de transmission télodynamique.

2^o *Liaison de la remorque et du câble.* — M. Oriolle relie la remorque au câble au moyen d'une attache métallique appelée menotte.

Cet appareil (fig. 1) se compose d'une douille métallique portant à sa

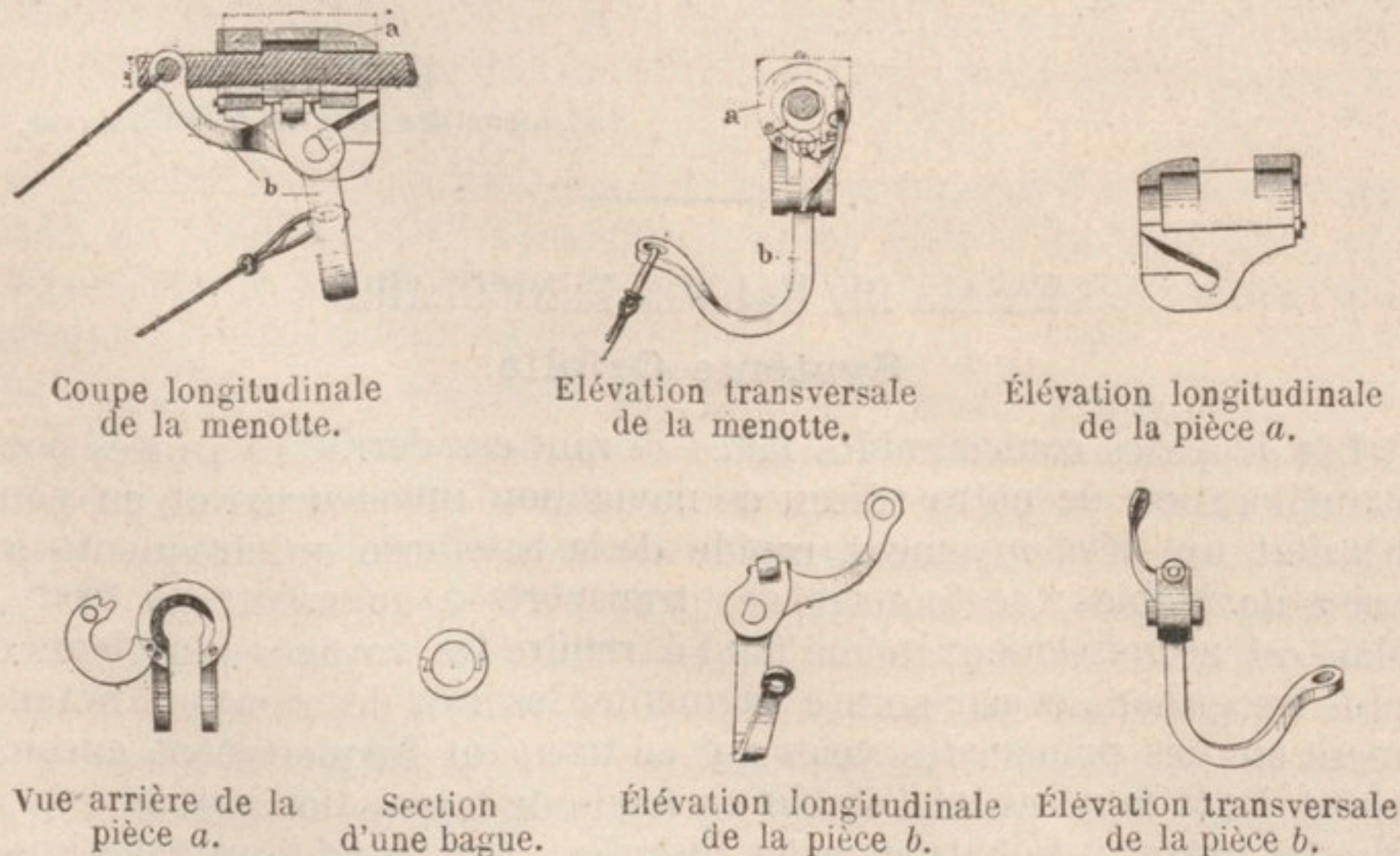


FIG. 1. — Menotte et détails de la menotte.

partie inférieure une ouverture longitudinale permettant de l'engager sur le câble. Dans cette douille viennent se loger trois bagues d'acier trempé en deux pièces s'assemblant à queue d'hironde. Cette disposition permet de les monter et de les démonter sur le câble en marche : ces opérations se font très rapidement et sans difficulté.

Un levier à deux branches porte par un axe horizontal sur les joues inférieures de la douille de la menotte. La branche inférieure du levier est reliée à la corde de remorque ; à la branche supérieure s'attache une cordelette dite *corde de déclenchement*.

Le fonctionnement de cet appareil est des plus simples. Une tension de la remorque détermine l'appui du galet porté par le levier sur la bague médiane, qui se soulève.

Le coïncement du câble entre cette bague et les deux bagues latérales produit une adhérence suffisante pour le remorquage. Cet effort

est d'ailleurs d'autant plus grand que la tension de la remorque est plus énergique.

En agissant au contraire sur la cordelette de déclenchement, on fait cesser ce coïncement, et les trois bagues se replacent dans le prolongement l'une de l'autre, laissant glisser le câble, qui traverse alors la menotte sans l'entraîner.

On remarquera que le mouvement de rotation que prend toujours un câble animé d'un mouvement de translation, peut s'effectuer librement, sans amener l'enroulement de la remorque ; les bagues peuvent en effet tourner sur la douille dans leur logement.

La menotte, à son passage sur les poulies, est guidée au moyen d'une pièce métallique ou pare-menotte, fixée à la suspension des poulies. Ce guide relève le levier de la menotte et oblige la douille à passer dans le fond de la gorge, quels que soient les efforts et la direction de la remorque. Le déraillement du câble est ainsi rendu impossible. Le pare-menotte est muni également d'un pare-remorque rejetant les remorques vers le canal et les empêchant de s'engager dans la gorge de la poulie.

Ce fonctionnement de la menotte permet donc au marinier, même seul sur son bateau, en tout point du parcours, de provoquer, maintenir ou suspendre son entraînement, et cela sans aller à terre.

3^o *Appareil de démarrage et de sécurité.* — Le démarrage s'opère au moyen d'un appareil nommé *boulard* (fig. 2). Cet appareil se compose

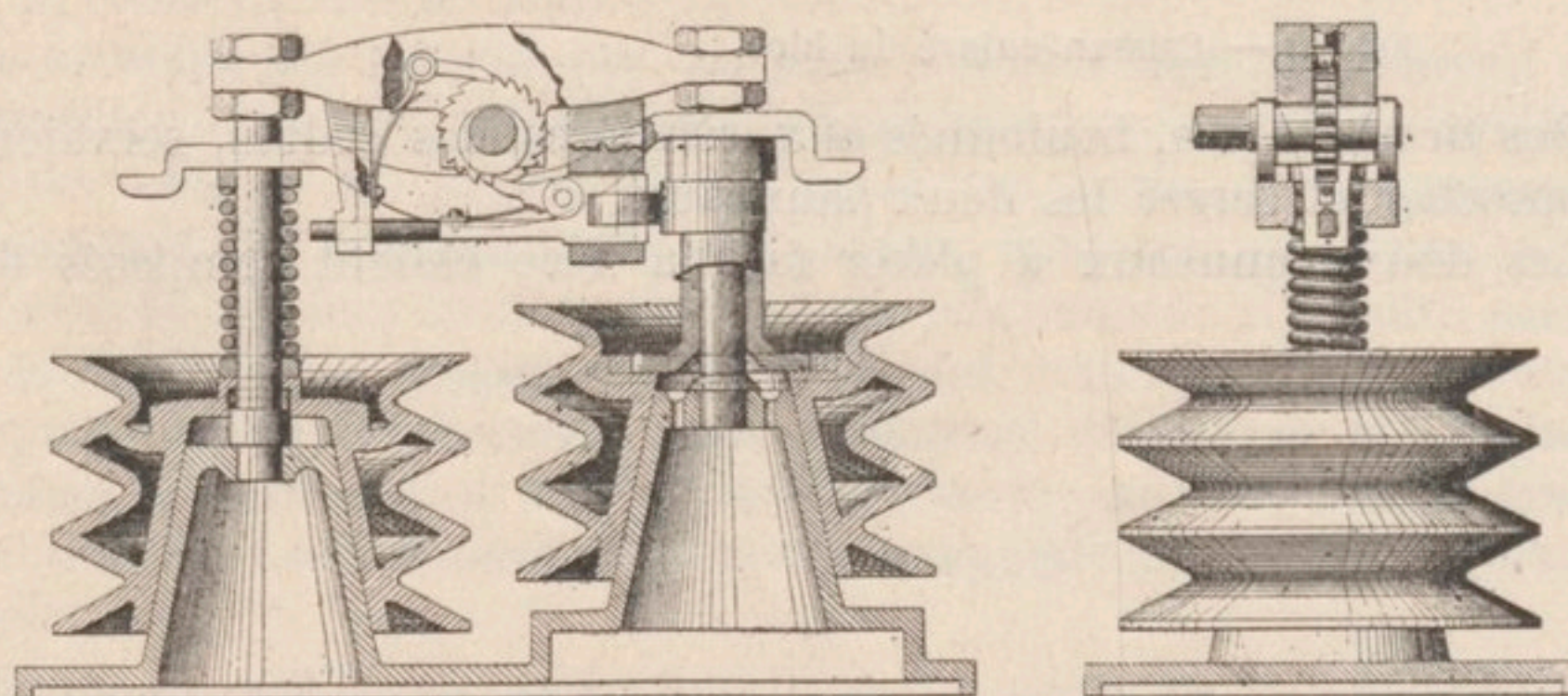


FIG. 2. — Coupes longitudinale et transversale du boulard.

de deux bittes à gorge en fonte, reposant chacune sur un pivot tronconique venu de fonte avec le socle de l'appareil. La remorque est enroulée sur les bittes. Au moment du démarrage, la corde, en se déroulant, fait tourner les bittes qui, dans ce mouvement, se trouvent progressivement serrées sur leur pivot ; l'effort, presque nul au début, atteint graduellement le maximum nécessaire au halage. Les expériences faites en interposant un dynamomètre sur la corde de remorque ont conduit M. Oriolle à fixer ce maximum à 450 kilogr. A chaque tour des bittes, l'effort de traction augmente de 50 kilogr. environ ; après neuf tours, l'effort nécessaire pour faire tourner les bittes atteint 450 kilogr., et grâce au dispositif du rochet, ce maximum une fois atteint, est conservé sans pouvoir être dépassé ; on peut d'ailleurs en faire varier à volonté la valeur, en graduant la tension du ressort du boulard. On limite ainsi l'effort exercé sur le câble, tout en évitant l'usure de la remorque, et cette condition a son importance, la remorque appartenant aux mariniers.

Le boulard sert également à éviter les à-coups qui pourraient se produire en cas d'abordage, d'échouage ou de talonnement ; à cet effet, la cordelette de remorque est fixée à un levier de déclenchement calé sur l'arbre de l'excentrique qui produit le serrage des bittes. Si, pour une raison quelconque, l'effort de traction vient à augmenter brusquement et à dépasser le maximum prévu, les bittes, sous cet effort, se mettent à tourner et la remorque file ; la distance du point d'attache de la menotte sur le câble à la péniche à remorquer va, par suite, en augmentant ; la cordelette de déclenchement, qui est fixée d'une part au levier supérieur de la menotte et d'autre part sur le levier du boulard, ayant une longueur fixe, ne tarde donc pas à se tendre ; sous cette tension, le levier de déclenchement du boulard tourne de 180° autour de son axe, et l'excentrique passe de la position du serrage maximum à celle du serrage minimum. La remorque s'allonge alors immédiatement et mollit, tandis que la cordelette de déclenchement, restant tendue, fait osciller le levier supérieur de la menotte et la rend indépendante du câble.

Grâce à ce déclenchement automatique, le bateau cessera immédiatement d'être remorqué, tandis que la menotte reste libre sur le câble, à la disposition du marinier, qui pourra, lorsqu'il le jugera à propos, se rendre à nouveau solidaire du câble en agissant sur sa remorque et mollissant la cordelette de déclenchement.

Il est bon de remarquer que la présence du boulard est également utile, même pendant la marche normale du bateau. En effet, contrairement à ce que l'on pourrait croire tout d'abord, le mouvement d'un bateau dans un canal à écluses ne peut avoir la régularité de la marche du câble qui le remorque. La vitesse du bateau varie continuellement et se trouve tantôt supérieure, tantôt inférieure à celle du câble. Ces variations sont dues aux éclusées.

Le volume d'eau lâchée à chaque éclusée produit tout d'abord dans le bief un courant descendant qui augmente la vitesse des bateaux

avalants, tandis qu'il retarde celle des montants. Après avoir parcouru l'étendue du bief, ce volume d'eau vient buter contre l'écluse aval, et ce choc donne naissance à un courant de sens inverse.

Dans un canal à circulation active, il se produit incessamment des courants de vitesses et de directions variables, qui sont d'autant plus sensibles que les biefs sont plus courts.

Il s'ensuit que la remorque éprouve des variations brusques de

(fig. 3) on rencontre trois écluses, deux ponts, deux courbes, dont l'une n'a que 100 mètres de rayon; enfin le câble traverse le canal de la Fère à sa jonction avec le canal de Saint-Quentin. On voit donc que ce parcours, relativement restreint, présente toutes les difficultés que l'on peut rencontrer dans l'installation d'un halage funiculaire.

Le câble employé est le même que celui qui avait servi aux essais

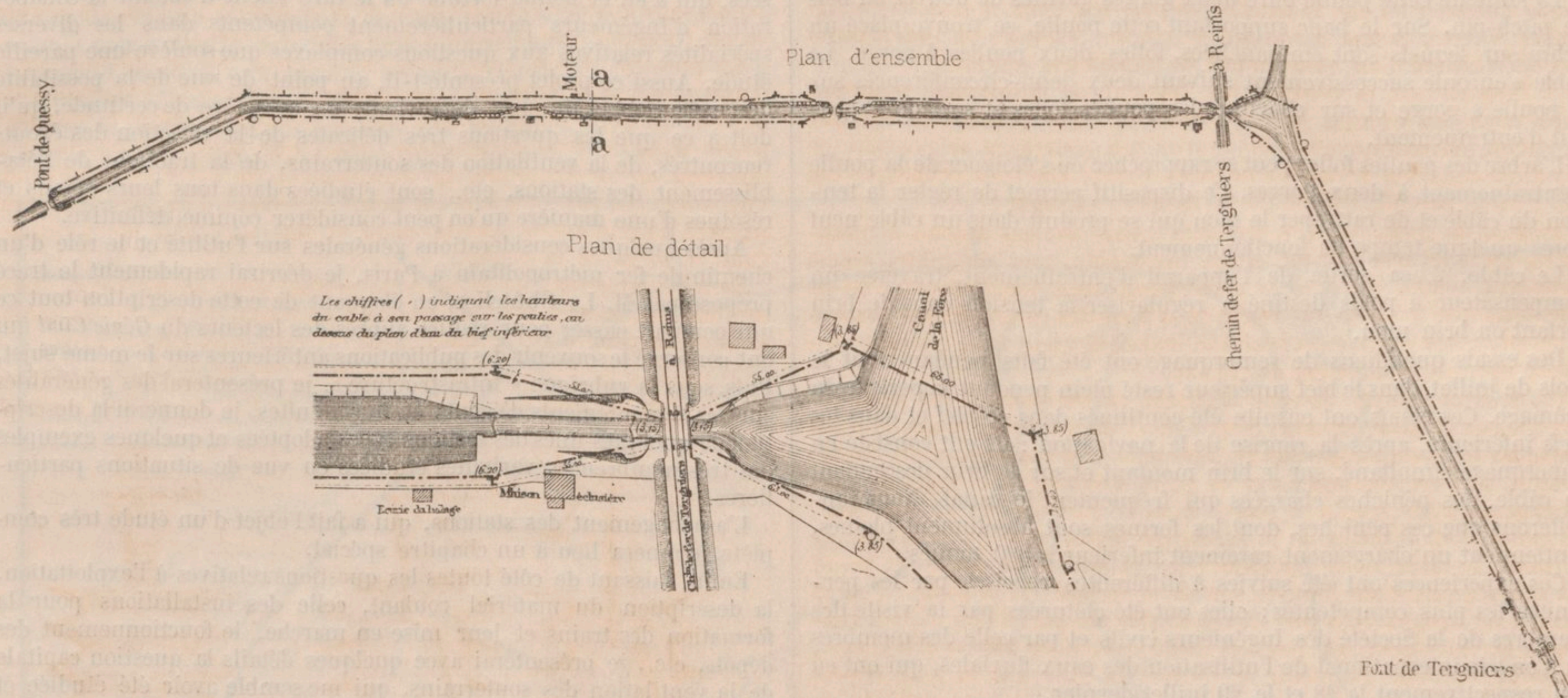


FIG. 3. — Plan général de l'installation de Tergnier.

tension, et on conçoit dans ces conditions l'utilité du bouldard pour limiter, pendant la marche, l'effort transmis par la remorque.

Cet appareil ingénieux est à la fois simple et rustique; il est facilement transportable, se place directement sur le pont des bateaux;

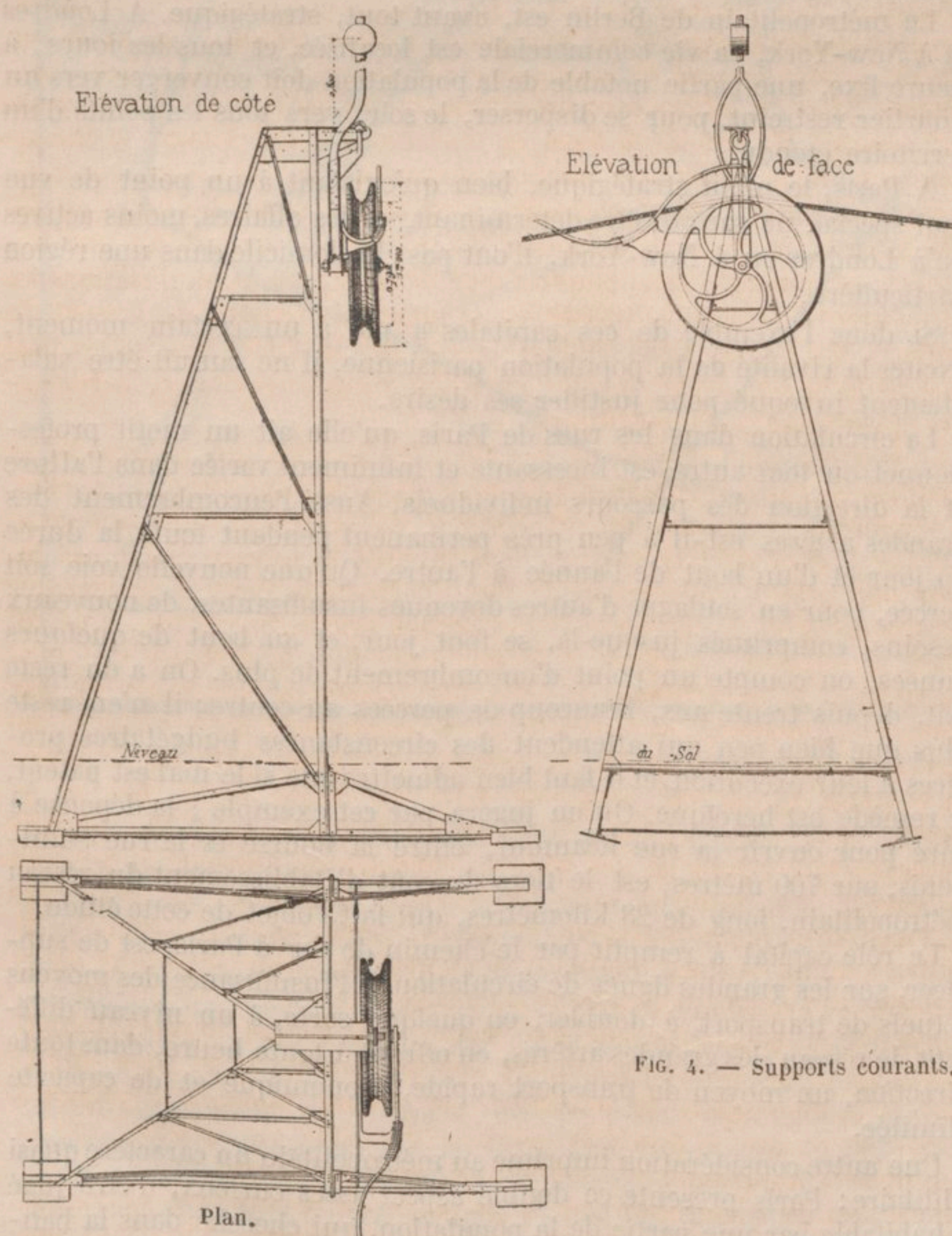


FIG. 4. — Supports courants.

pour le fixer, il suffit de le relier, au moyen d'une chaînette fixée à son socle, à l'une des bittes d'amarre en bois de la péniche à remorquer.

Tels sont les points caractéristiques du système de M. Oriolle. Nous allons indiquer comment l'application en a été faite à Tergnier, sur le canal de Saint-Quentin.

Expériences sur le canal de Saint-Quentin. — La section choisie pour cette installation a trois kilomètres de longueur. Sur ce parcours

de 1884, et qui, depuis cet époque, était resté partie sur la berge, partie dans le canal, exposé à toutes les intempéries.

Ce câble a 21 millimètres de diamètre extérieur; il est composé de 6 torons de 7 fils d'acier commis sur une âme en chanvre goudronné. Les fils ont environ 2^{mm}36 de diamètre, et la section transversale du métal est de 184 millimètres carrés, ce qui correspond, à la densité de 8, à un poids de 1^{kil}47 par mètre courant pour la partie métallique.

Aux extrémités de la section, le câble traverse le canal sur des poulies horizontales. Les deux brins du câble longent le bord du canal à l'extérieur du chemin de halage qui reste libre; les supports courants sont espacés d'environ 60 mètres; la flèche du câble entre deux supports consécutifs et d'environ 700 millimètres, ce qui correspond à une tension approximative au repos de 3 kilog. par millimètre carré.

Les supports courants (fig. 4), ont été étudiés dans le but de présenter, avec une grande légèreté, toute la résistance nécessaire, et d'offrir, par leur forme même, une stabilité suffisante permettant d'éviter les fondations en maçonnerie qui pourraient, dans certains terrains, devenir relativement dispendieuses.

Certaines écluses présentent à leurs abords des élargissements formant garage. En ces points, le chemin de halage suit une ligne brisée. Pour éviter d'infléchir inutilement le câble, on a été conduit à employer des supports spéciaux en forme de potence (fig. 5). Le câble

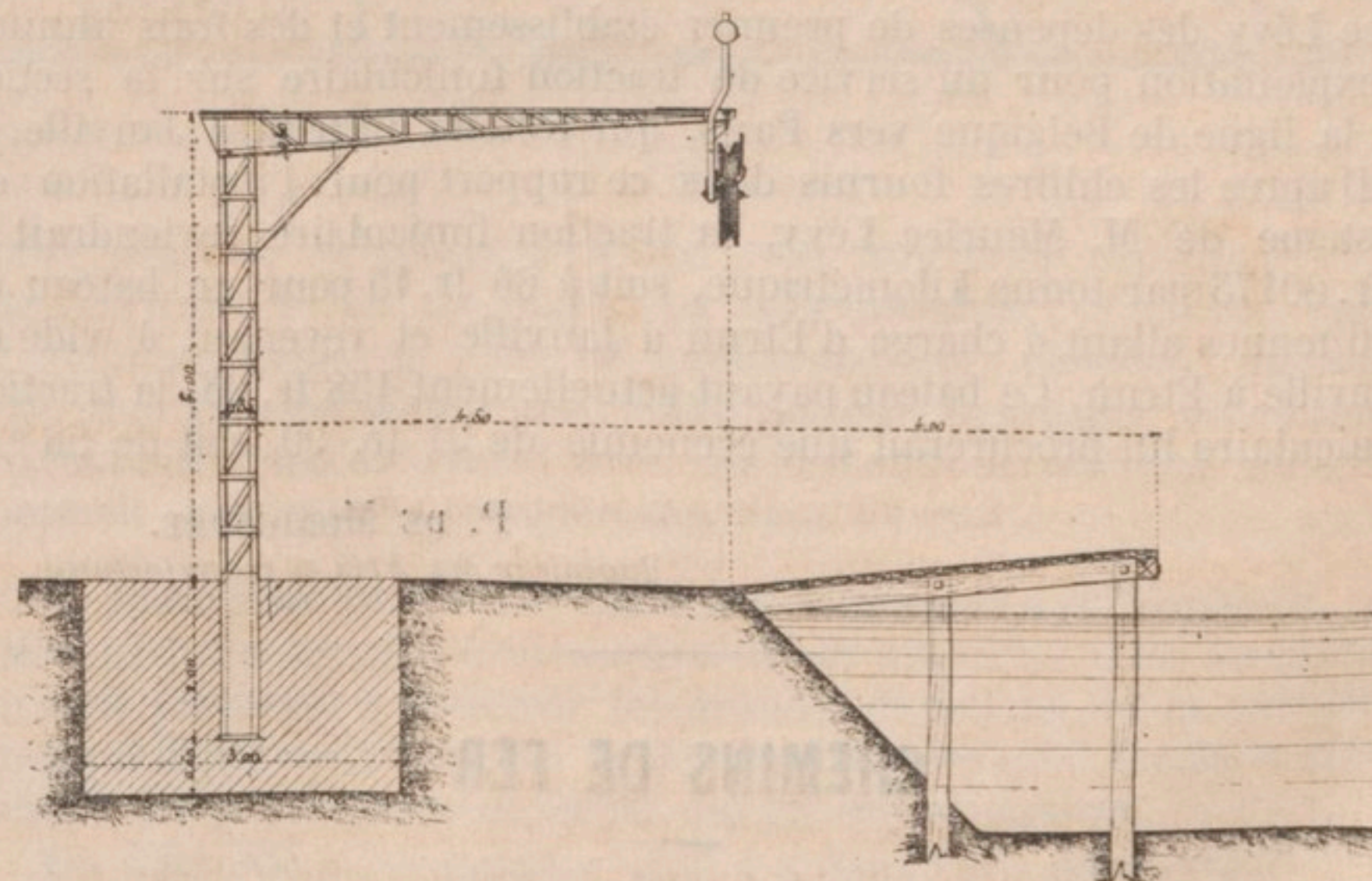


FIG. 5. — Supports en forme de potence.

se trouve ainsi suspendu en porte-à-faux, sur une poulie placée dans l'alignement des poulies voisines de part et d'autre.

Les ponts sont situés pour la plupart sur la tête aval des écluses. Le câble, surélevé à l'amont, vient ensuite plonger avec une forte inclinaison, sous le tablier. Il est en ces points guidé par des poulies en fonte disposées contre les culées.

Le passage dans la partie intérieure des courbes nécessite une disposition spéciale : le câble suit un tracé polygonal, chaque sommet d'angle étant marqué par un galet à axe vertical disposé dans le voisinage d'une poulie du type courant.

Le mouvement est donné au câble au moyen d'une locomobile de 30 chevaux, qui actionne, au moyen d'un train d'engrenages, une poulie d'entraînement.

La jante de cette poulie offre deux gorges garnies de douves en bois de pitch-pin. Sur le banc supportant cette poulie, se trouve placé un arbre sur lesquels sont emmanchées, folles, deux poulies à gorge. Le câble s'enroule successivement suivant deux demi-circonférences sur la poulie à gorge et sur chacune des poulies folles et sort de l'appareil d'entraînement.

L'arbre des poulies folles peut se rapprocher ou s'éloigner de la poulie d'entraînement à deux gorges. Ce dispositif permet de régler la tension du câble et de rattraper le mou qui se produit dans un câble neuf après quelque temps de fonctionnement.

Le câble, à sa sortie de l'appareil d'entraînement, traverse un compensateur à poids destiné à régulariser la tension dans le brin sortant ou brin mou.

Des essais quotidiens de remorquage ont été faits, pendant tout le mois de juillet, dans le bief supérieur resté plein pendant la période du chômage. Ces essais ont ensuite été continués dans ce bief et dans les biefs inférieurs, après la reprise de la navigation : ils ont consisté en remorquage simultané, sur le brin montant et sur le brin descendant du câble, des péniches chargées qui fréquentent le canal. Nous rappellerons que ces péniches, dont les formes sont absolument pleines, contiennent un chargement rarement inférieur à 300 tonnes.

Ces expériences ont été suivies à différentes reprises par les personnes les plus compétentes ; elles ont été clôturées par la visite des membres de la Société des Ingénieurs civils et par celle des membres du Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales, qui ont eu lieu respectivement le 28 et le 29 juillet dernier.

Pendant tous ces essais, le remorquage s'est effectué sans difficultés, grâce au bon fonctionnement de la menotte et du bouldard ; le câble, sous les efforts les plus violents de la remorque, est resté continuellement dans la gorge de ses poulies, le déraillement étant rendu absolument impossible par le mode de suspension adopté.

Le déclenchement automatique du bouldard a été également vérifié en déterminant une résistance anormale à la marche de la péniche. Cette résistance était réalisée au moyen d'une corde de retenue jetée à terre et amarrée à un point fixe sur la berge pendant la marche.

Les passages sous les ponts et dans les courbes, les entrées et les sorties d'écluses, les croisements de péniches chargées se sont faits normalement sans le secours d'aucun homme à terre.

Pendant toute la durée des éclusées, la menotte restait indépendante sur le câble en mouvement, retenue par la cordelette de déclenchement fixée au bateau. Il suffisait de mollir cette cordelette pour voir immédiatement la corde de remorque se tendre et opérer le halage du bateau en faisant fonctionner le bouldard.

Les expériences dont nous venons de rendre compte paraissent avoir résolu d'une manière satisfaisante la question de la traction mécanique ; il ne reste à déterminer que le prix de revient d'un pareil système.

Tout ce que l'on peut dire quant à présent, c'est que son application doit entraîner une diminution notable des frais de traction actuels. Nous trouvons, en effet, dans un rapport fait au Congrès international pour l'utilisation des eaux fluviales par M. Derôme, Ingénieur en chef des Ponts et chaussées à Compiègne, un devis établi par M. Maurice Lévy des dépenses de premier établissement et des frais annuels d'exploitation pour un service de traction funiculaire sur la section de la ligne de Belgique vers Paris, qui s'étend d'Étrun à Janville.

D'après les chiffres fournis dans ce rapport pour l'installation du système de M. Maurice Lévy, la traction funiculaire reviendrait à 0 fr. 00175 par tonne kilométrique, soit à 66 fr. 15 pour un bateau de 270 tonnes allant à charge d'Étrun à Janville et revenant à vide de Janville à Étrun. Ce bateau payant actuellement 158 fr. 05, la traction funiculaire lui procurerait une économie de 91 fr. 90, soit de 58 %.

P. DE MONICOURT.
Ingénieur des Arts et manufactures.

CHEMINS DE FER

PROJET DE CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN POUR PARIS (1)

La question du chemin de fer métropolitain de Paris n'est pas nouvelle pour les lecteurs du *Génie Civil* : elle a fait l'objet, dans cette revue, de plusieurs publications remarquables que je n'ai pas la prétention de faire oublier, ni l'intention de reproduire sous une nouvelle forme.

(1) *Projet de chemin de fer métropolitain pour Paris*, par L. LE CHATELIER, Ingénieur des Ponts et chaussées.

Mais elle est si complexe et soulève tant de problèmes divers, qu'il me paraît y avoir encore place, après tout ce qui a été écrit sur son sujet, pour une nouvelle étude portant plus spécialement sur certains points de détail, qui, en tout état de cause, devront forcément s'imposer à l'attention des Ingénieurs qui auront à exécuter cette œuvre difficile.

Cette idée m'a été suggérée par la lecture du projet récemment étudié (avril 1889) par M. Le Châtelier, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a eu la bonne fortune ou le rare talent d'obtenir la collaboration d'Ingénieurs particulièrement compétents dans les diverses spécialités relatives aux questions complexes que soulève une pareille étude. Aussi ce projet présente-t-il, au point de vue de la possibilité de l'exécution et du prix de revient, un caractère de certitude, qu'il doit à ce que les questions très délicates de la réfection des égouts rencontrés, de la ventilation des souterrains, de la traction, de l'établissement des stations, etc., sont étudiées dans tous leurs détails et résolues d'une manière qu'on peut considérer comme définitive.

Après quelques considérations générales sur l'utilité et le rôle d'un chemin de fer métropolitain à Paris, je décrirai rapidement le tracé proposé par M. Le Châtelier, en élaguant de cette description tout ce qui pourrait passer pour redites auprès des lecteurs du *Génie Civil* qui ont conservé le souvenir des publications antérieures sur le même sujet. Puis, sous la rubrique « infrastructure », je présenterai des généralités sur les remaniements d'égouts et de conduites, je donnerai la description de quelques-unes des sections types adoptées et quelques exemples des très nombreuses variantes étudiées en vue de situations particulières.

L'aménagement des stations, qui a fait l'objet d'une étude très complète, donnera lieu à un chapitre spécial.

Enfin, laissant de côté toutes les questions relatives à l'exploitation, la description du matériel roulant, celle des installations pour la formation des trains et leur mise en marche, le fonctionnement des dépôts, etc., je présenterai avec quelques détails la question capitale de la ventilation des souterrains, qui me semble avoir été étudiée et résolue d'une façon absolument complète.

La plus grande partie de ce qui va suivre est extraite à peu près textuellement du mémoire de M. Le Châtelier.

I. — **Considérations générales.** — Les motifs qui ont inspiré à la population parisienne le désir très net de voir Paris doté d'un moyen de transport si utile dans d'autres capitales sont surtout instinctifs.

Le métropolitain de Berlin est, avant tout, stratégique. A Londres et à New-York, la vie commerciale est localisée, et tous les jours, à heure fixe, une partie notable de la population doit converger vers un quartier restreint, pour se disperser, le soir, vers tous les points d'un territoire étendu.

A Paris, le motif stratégique, bien qu'existant à un point de vue tout spécial, ne saurait être déterminant, et les affaires, moins actives qu'à Londres ou à New-York, n'ont pas élu domicile dans une région particulière.

Si donc l'exemple de ces capitales a pu, à un certain moment, exciter la rivalité de la population parisienne, il ne saurait être valablement invoqué pour justifier ses désirs.

La circulation dans les rues de Paris, qu'elle ait un motif professionnel ou tout autre, est incessante et infiniment variée dans l'allure et la direction des parcours individuels. Aussi l'encombrement des grandes artères est-il à peu près permanent pendant toute la durée du jour et d'un bout de l'année à l'autre. Qu'une nouvelle voie soit percée, pour en soulager d'autres devenues insuffisantes, de nouveaux besoins, comprimés jusque-là, se font jour, et au bout de quelques années, on compte un point d'encombrement de plus. On a du reste fait, depuis trente ans, beaucoup de percées au centre ; il n'en reste plus que bien peu qui attendent des circonstances budgétaires propices à leur exécution, et il faut bien admettre que si le mal est patent, le remède est héroïque. On en jugera par cet exemple : la dépense à faire pour ouvrir la rue Réaumur, entre la Bourse et la rue Saint-Denis, sur 700 mètres, est le tiers du coût d'établissement du réseau métropolitain, long de 23 kilomètres, qui fait l'objet de cette étude.

Le rôle capital à remplir par le chemin de fer à Paris est de suppléer, sur les grandes lignes de circulation, à l'insuffisance des moyens actuels de transport, à doubler, en quelque sorte, à un niveau différent, le réseau des grandes artères, en offrant à toute heure, dans toute direction, un moyen de transport rapide, économique et de capacité illimitée.

Une autre considération imprime au métropolitain un caractère quasi édilitaire ; Paris présente ce double aspect assez curieux, d'être jugé inhabitable par une partie de la population, qui cherche dans la banlieue des conditions d'existence plus hygiéniques et moins coûteuses, et d'offrir encore, dans son enceinte, des espaces considérables voués à la culture. Ce qui manque à certains Parisiens pour habiter Paris, c'est ce que leur offrent les chemins de fer de banlieue, un mode de transport à heure fixe, à capacité suffisante et suffisamment rapide entre le lieu d'habitation et celui des occupations. L'un des objets du Métropolitain devra être la mise en valeur des quartiers encore inhabités parce qu'ils sont inaccessibles.

Cela ne veut pas dire que la banlieue qui, en ce moment dépeuple Paris, sera à son tour dépeuplée par lui, mais il est présumable qu'elle deviendra pour la généralité ce qu'elle est pour beaucoup déjà, une résidence de plaisance. Il ne faut pas que le Métropolitain soit simplement, comme le proposent certains projets, un prolongement dans Paris des lignes de banlieue, il doit surtout être un instrument de la circulation urbaine. Les gares de Paris ne sont, au point de vue du Métropolitain, que des points importants de la circulation parisienne; de grandes voies y aboutissent; on sera, par ce seul motif, conduit à amener près d'elles le réseau des lignes nouvelles et, ce faisant, on aura largement satisfait aux besoins présents. Ceux de l'avenir seront sauvegardés efficacement si, dans le tracé aux abords des gares, on ménage la possibilité d'une jonction avec les lignes de banlieue. C'est l'avenir seul qui dira si, et dans quelle mesure, il est possible de

céder par étapes successives, en proportionnant les dépenses aux ressources financières du moment. Il convient donc de rechercher une solution compatible avec cette nécessité de ne violenter ni l'épargne privée ni le budget public, et qui soit néanmoins capable d'acquiescer dans l'avenir, une extension illimitée. Un projet de Métropolitain ne doit pas se présenter comme un tout grandiose qu'il faille adopter ou rejeter en bloc. Il doit comprendre d'abord un noyau doué d'une vitalité propre, établi dans des conditions à la fois économiques et productives, puis des parties annexes dont la construction pourra être ajournée et qui seront assez nombreuses pour que toutes les solutions, qui paraîtront désirables dans l'avenir, s'harmonisent avec les dispositions initiales.

C'est en se plaçant à ce point de vue que M. Le Chatelier a arrêté la configuration du réseau dont il propose l'exécution. Il a voulu le

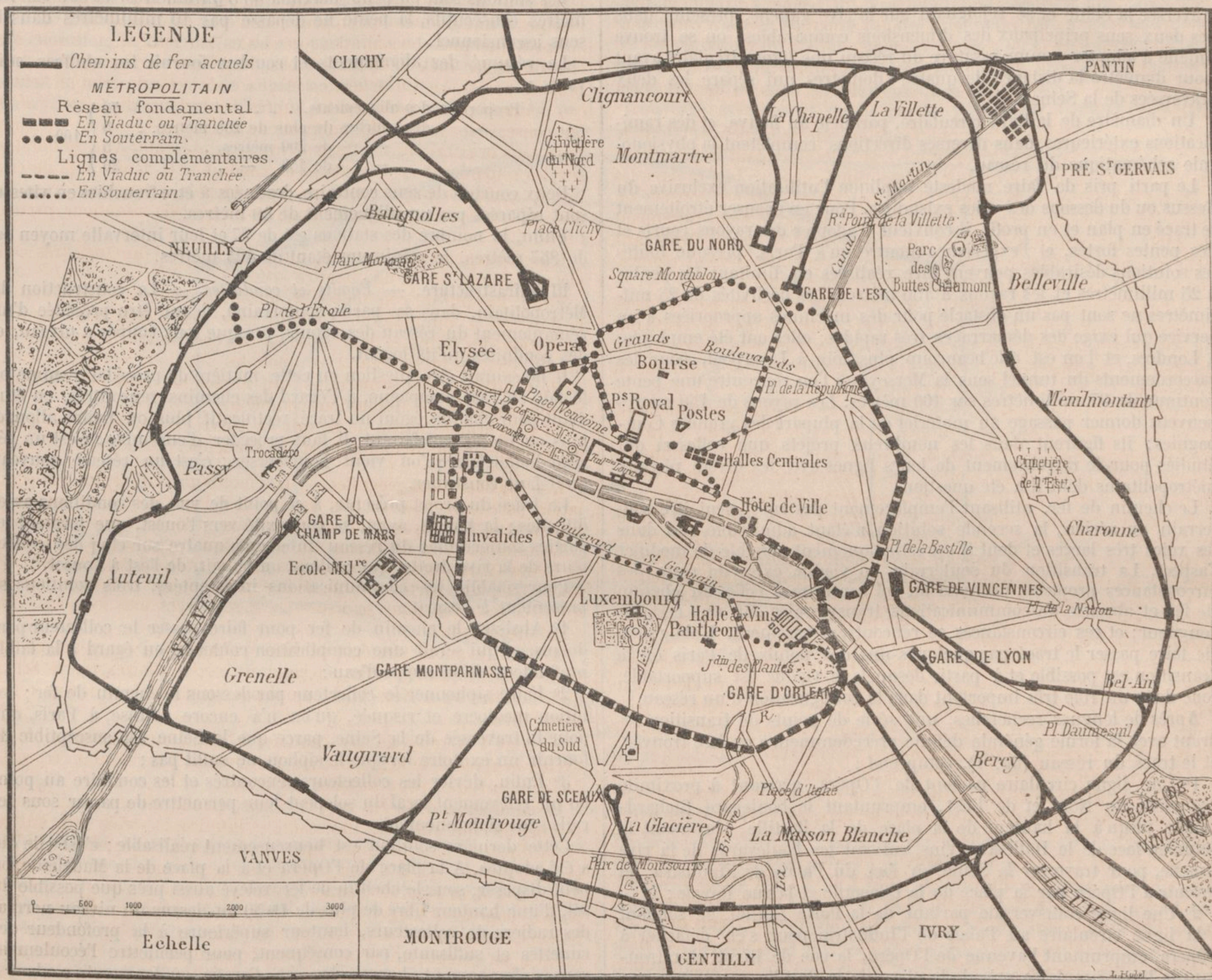


FIG. 4. — Plan général du projet de chemin de fer métropolitain pour Paris

superposer au service des trains urbains, un service de pénétration des trains de banlieue.

Telles sont, résumées aussi brièvement que possible, les raisons d'être d'un chemin de fer métropolitain à Paris. Elles sont d'ordre trop général pour conduire à la détermination d'un tracé, et d'autres considérations devront intervenir quand il faudra faire un choix entre toutes les solutions qui ont été et seront encore préconisées.

Il s'agit, en tout état de cause, de dépenses importantes; aussi serait-il imprudent de chercher dès le début à satisfaire tous les besoins, à quelque prix que ce fût. C'est en voulant le faire qu'on n'est parvenu jusqu'à présent à en satisfaire aucun. Il est difficile, du reste, dans une œuvre de pareille portée, d'affirmer que l'on ne regrettera pas demain ce qu'on aura fait aujourd'hui, et impossible de prévoir jusqu'où il sera plus tard nécessaire d'aller, pour avoir fait assez. Enfin, la détermination des charges et des recettes d'une opération de cette nature, sans précédents exactement assimilables, ne saurait être fournie que par la méthode expérimentale. Tous ces motifs commandent une grande modération dans les commencements de l'entreprise.

Pour doter Paris d'un chemin de fer métropolitain, on devra pro-

faire pénétrer au centre de Paris, pour trouver le principal élément de son trafic, éviter les conditions d'établissement coûteuses, toucher à quelques gares, à celles de préférence qui, éloignées du centre, ont une clientèle nombreuse; enfin surtout, constituer un ensemble, exécutable immédiatement avec des dimensions réduites, mais susceptible d'extensions considérables dans l'avenir.

II. Description du tracé et conditions techniques d'établissement. — Le Métropolitain ne peut évidemment suivre toutes les voies surchargées. Il doit s'attacher à desservir les grandes directions de la circulation, mais il dégagera ainsi, non seulement les voies qu'il touchera directement, mais une partie de celles qui en seront voisines.

On s'accorde à reconnaître qu'il y a dans Paris deux courants principaux de circulation. L'un est orienté de l'ouest à l'est, et plusieurs artères, parallèles à cette direction générale, peuvent se prêter à l'établissement de la voie ferrée sans grandes difficultés.

L'autre direction à desservir est orientée du nord au sud. Le tracé de la portion du réseau qui lui correspond dépend de la solution que recevra un problème assez ardu, celui de la traversée de la Seine.

Aucune solution pratique n'a pu être trouvée pour franchir la Seine.

au centre de Paris. Vers l'amont, un viaduc peut être établi en face de la Halle-aux-Vins, vers l'aval il est possible de passer des Champs-Élysées à l'Esplanade des Invalides, soit en viaduc, en remblayant quelque peu les parties de ces deux promenades qui attiennent à la Seine, soit souterrainement, dans des conditions qui, grâce à l'existence, sur les deux rives du fleuve, de grands espaces non bâtis, ne sauraient laisser une grande marge à l'imprévu. Il ne semble pas qu'entre ces deux points de traversée on puisse trouver une solution qui soit certainement exécutable à un prix admissible.

Puisqu'on ne peut franchir la Seine au centre de Paris, il faut se résigner à s'écarter à l'est ou à l'ouest, et pour ne pas sacrifier une région à l'autre, on est conduit à remplacer la traversée centrale par deux traversées excentrées, qui passent de part et d'autre du centre, à la moindre distance possible. Mais comme la figure formée par deux lignes, issues d'un tronc commun sur la rive droite, s'écarterant pour traverser la Seine et se rejoignant sur la rive gauche, présente dans ses deux sens principaux des dimensions comparables, on se trouve amené à adopter comme ossature du réseau une ligne circulaire ayant pour diamètre la distance de quatre kilomètres qui sépare les deux traversées de la Seine.

Un diamètre de la ligne circulaire, parallèle au fleuve, et des ramifications extérieures, dans diverses directions, complètent la physiologie schématique du réseau.

Le parti pris de faire modeste implique l'utilisation exclusive du dessus ou du dessous des voies existantes. Pour en épouser étroitement le tracé en plan et en profil, il convient d'adopter des rayons courts et des pentes fortes, et l'expérience montre qu'à Paris, presque toutes les solutions désirables peuvent être réalisées en limitant les pentes à 25 millimètres et les rayons à 150 mètres. Les déclivités de 25 millimètres ne sont pas un obstacle pour des machines appropriées à un service qui exige des démarrages très rapides; elles ont été employées à Londres, et l'on est allé beaucoup plus loin à Liverpool, pour les raccordements du tunnel sous la Mersey, où l'on rencontre une pente continue de 37 millimètres sur 400 mètres. Les rayons de 150 mètres peuvent donner passage au matériel de la plupart des grandes Compagnies; ils figurent dans les nombreux projets que celles-ci ont étudiés pour le raccordement de leurs lignes avec les divers réseaux métropolitains dont il a été question.

Le chemin de fer, utilisant l'emplacement des rues, peut être souterrain ou aérien, la seconde solution n'étant admissible que dans les voies très larges et dont il est esthétiquement possible de modifier l'aspect. La transition du souterrain au viaduc exige du reste des circonstances propices: déclivité du sol contraire à celle du chemin de fer et absence de communications transversales sur une certaine longueur; et ces circonstances se rencontrent rarement. L'obligation de faire passer le tracé par quelques-uns des points de Paris où la transition est possible et à partir desquels le viaduc est supportable, joue donc un rôle très important dans la configuration d'un réseau.

Après de longues recherches, une série de points de transition cadrant avec la forme générale définie précédemment a pu être trouvée, et le tracé du réseau (fig. 1), comprend :

1° Une ligne circulaire partant de l'Opéra, arrivant à proximité des gares du Nord et de l'Est, empruntant le boulevard Richard-Lenoir jusqu'à la hauteur de la place de la Bastille, traversant la Seine en face de la Halle-aux-Vins, suivant les boulevards de la rive gauche, pour traverser la Seine en face du Palais de l'Industrie, et revenant à l'Opéra par la place de la Concorde et la rue Royale;

2° Une ligne transversale partant de la Porte Maillot, se soudant à la ligne circulaire au Palais de l'Industrie pour s'en détacher à l'Opéra, empruntant l'avenue de l'Opéra, la rue de Rivoli et retrouvant la ligne circulaire près de la place de la Bastille.

Ces deux lignes constituent le réseau fondamental dont l'exécution est la plus urgente, et peut être obtenue sans dépasser un capital d'établissement qu'il soit possible de rémunérer au moyen des recettes. Deux lignes le compléteront utilement: l'une sur la rive droite, suivant les boulevards de Strasbourg et de Sébastopol pour aboutir aux Halles Centrales; l'autre sur la rive gauche, partant de la Halle-aux-Vins pour aboutir à l'Esplanade des Invalides par le boulevard Saint-Germain.

A ce réseau pourront, dans un avenir plus ou moins lointain, s'ajouter une série d'embranchements rayonnant vers l'extérieur et de raccordements avec les lignes arrivant à Paris.

Les conditions d'établissement de ces lignes sont les suivantes :

La longueur totale du réseau est de 23^{km} 453
dont, en viaduc ou à l'air libre, dans les régions de transition 41^{km} 640
soit un peu plus de moitié.

Les points de transition distribuent le réseau en deux zones: l'une souterraine, au nord-ouest, l'autre aérienne, au sud-est. Il en résulte que les parcours sous terre et à l'air libre sont continus sur de grandes longueurs. Ainsi, un train suivant la direction transversale ouest-est de la Porte Maillot à la Bastille par la rue Lafayette, effectuera un parcours continu en souterrain de 7^{km} 086, longueur admis-

sible, ainsi que le prouve la pratique anglaise. Pareillement les trains de la ligne circulaire, allant de la gare de l'Est à l'Esplanade des Invalides par la gare Montparnasse, trouveront sur leur trajet un viaduc non interrompu de 9^{km} 800.

L'exploitation par locomotives n'est possible qu'autant qu'un long parcours souterrain est précédé et suivi de parcours à l'air libre suffisamment étendus. Dans le projet, les conditions les plus mauvaises font succéder à un parcours à l'air libre de 5 727 mètres un parcours en souterrain de 7 086 mètres.

Les paliers et les déclivités se répartissent comme suit :

Proportion des paliers	30	} 100
— des déclivités de 0 à 10 millimètres	41	
— — de 10 à 20 —	15	
— — de 20 à 25 —	14	

Les stations sont en pente maxima de 5 millimètres, et sur les 100 mètres consécutifs, la pente ne dépasse pas 10 millimètres dans le sens ascensionnel.

Le résumé des alignements et courbes fournit les chiffres suivants :

Proportion des alignements	70	} 100
— des courbes de plus de 200 mètres	5	
— — de 200 mètres	5	
— — de 150 —	20	

Deux courbes de sens contraire, destinées à être franchies en vitesse, sont séparées par un alignement de 40 mètres.

Enfin, le nombre des stations est de 27 et leur intervalle moyen est de 857 mètres, le minimum étant de 425 mètres.

III. Infrastructure. — Égouts et conduites. — La construction du Métropolitain, dans sa partie souterraine, devra être précédée d'un remaniement du réseau des égouts, presque tous coupés à niveau, et des conduites qu'ils logent.

Il ne saurait être question en cette matière de procéder comme on le fait en rase campagne, à l'égard des chemins rencontrés, en étudiant pour chaque égout un tracé rectificatif plus ou moins allongé, plus ou moins satisfaisant. Il faut procéder d'ensemble: c'est un réseau homogène qu'on vient bouleverser; c'est un réseau nouveau qu'il faut constituer.

Le tracé du projet présente, à ce point de vue, des conditions assez difficiles; la boucle, ayant sa convexité vers l'ouest, que forment les parties souterraines du réseau, intercepte quatre sur cinq des collecteurs de la rive droite, qui coulent, on le sait, de l'est à l'ouest.

Pour rétablir les communications interceptées, trois solutions se présentent à l'esprit :

1° Abaisser le chemin de fer pour faire passer le collecteur par-dessus, ce qui serait une complication coûteuse, eu égard à la faible profondeur de la nappe d'eau;

2° Faire siphonner le collecteur par-dessous le chemin de fer; solution médiocre et risquée, qu'on n'a encore admise, à Paris, que pour la traversée de la Seine, parce que la Seine est susceptible de fournir un exutoire lorsque le siphon ne suffit pas;

3° Enfin, dévier les collecteurs rencontrés et les conduire au point où un relèvement local du sol peut leur permettre de passer sous les rails sans siphonnement.

Cette dernière solution est heureusement réalisable; c'est elle qui a été adoptée. A la place de l'Opéra et à la place de la Madeleine, on peut disposer, sous le chemin de fer, relevé aussi près que possible du sol, d'une hauteur libre de plus de 1^m 50 au-dessus du niveau normal des radiers de collecteurs, hauteur supérieure à la profondeur des cunettes et suffisante, par conséquent, pour permettre l'écoulement sans siphonnement, hormis les cas d'orage, où les égouts coulent à pleine section.

Ces traversées d'égouts constituent des ouvrages assez importants; le volume qui devra débiter celui de l'Opéra sera en étiage de 2^m 3 5 et en cas d'orage de 12 à 15 mètres cubes.

Les emplacements des traversées étant déterminés, il faut y ramener les eaux des collecteurs interceptés. Le procédé qui entraînerait le minimum de remaniements des égouts secondaires non directement touchés, consisterait à doubler le chemin de fer, à l'intérieur de la boucle, d'une galerie recueillant toutes les eaux dont l'écoulement est interrompu. Mais cette conception idéale ne constitue pas une solution, parce qu'un égout à grande section ne peut pas être partout accolé au chemin de fer. Il faut remplacer, sur d'assez grandes longueurs, les collecteurs condamnés, par des collecteurs nouveaux (la longueur cumulée de ces reconstructions excède dans l'espèce cinq kilomètres); puis, au moyen de reconstructions partielles, d'exhaussements ou d'abaissements de radiers, approprier à son nouveau rôle chaque égout secondaire dont l'exutoire primaire vient à être modifié.

Les conduites d'eau constituent un réseau essentiellement différent, comme configuration générale, de celui des égouts. Les conduites coupées doivent être rétablies, autant que possible, dans un emplacement identique ou peu différent, et elles peuvent généralement l'être, parce que le profil en long de leur tracé peut s'accommoder de toutes les inflexions. Mais elles doivent, sauf exception motivée par l'import-

tance secondaire du calibre et de la pression, être logées, à la traversée du chemin de fer, dans une galerie à la fois étanche pour mettre le chemin de fer à l'abri des inondations causées par une rupture, et assez ample pour qu'un remplacement de tuyau puisse y être effectué. Ces galeries sont des ouvrages métalliques qui franchissent le chemin de fer par-dessus ou par-dessous, selon que la hauteur suffit ou fait défaut. Les types étudiés ne méritent pas une mention spéciale.

SECTIONS-TYPES. — Les divers profils en travers appliqués se classent sous les trois grandes divisions :

- Tracé en souterrain;
- Tracé en viaduc;
- Zones de transition.

Souterrain. — En matière de chemin de fer métropolitain, le mot souterrain se rapporte à la situation finale des ouvrages terminés et non à leur mode d'exécution; car, dans la plupart des cas, une section souterraine sera établie à ciel ouvert, en tranchée. Pour éviter toute confusion, la désignation de « souterrain » est réservée aux sections exécutées par les modes usuels de travail en galerie, les autres recevant le nom plus exact de « tranchée couverte ».

La section « souterraine » affecte la forme d'une voûte de 4^m 61 de

Ce mode d'exécution pourra être suivi partout où l'intensité de la circulation s'opposera à l'ouverture d'une tranchée générale.

Dans les régions où la hauteur fait absolument défaut, on peut réduire la cote de chaussée à rails à 5^m 83, en posant sur des piédroits verticaux des poutres assemblées, en acier, de 0^m 60 de hauteur, distantes de 2 mètres. Ces poutres sont réunies par des voutins en briques, avec remplissage en béton maigre sur les reins et chape générale en asphalte.

Viaducs. — Dans une ville où chaque mètre du sol au niveau des rues est convoité par plusieurs services et par beaucoup d'industries, il ne saurait être question de construire un viaduc en maçonnerie. L'extrême légèreté des supports est une nécessité qui conduit à l'emploi des poutres métalliques droites. D'autre part, la monotonie d'aspect, qu'on tenterait vainement d'éviter dans un ouvrage indéfini en longueur, oblige à choisir un type aussi peu apparent que possible. Un mince ruban de fer, porté par des colonnettes très grêles, telle doit être l'apparence d'un viaduc, pour que l'on puisse en excuser l'établissement sur des boulevards, ces boulevards fussent-ils, comme c'est le cas, situés dans les quartiers de la périphérie.

L'ouvrage savamment étudié par M. l'Ingénieur Geoffroy, pour la

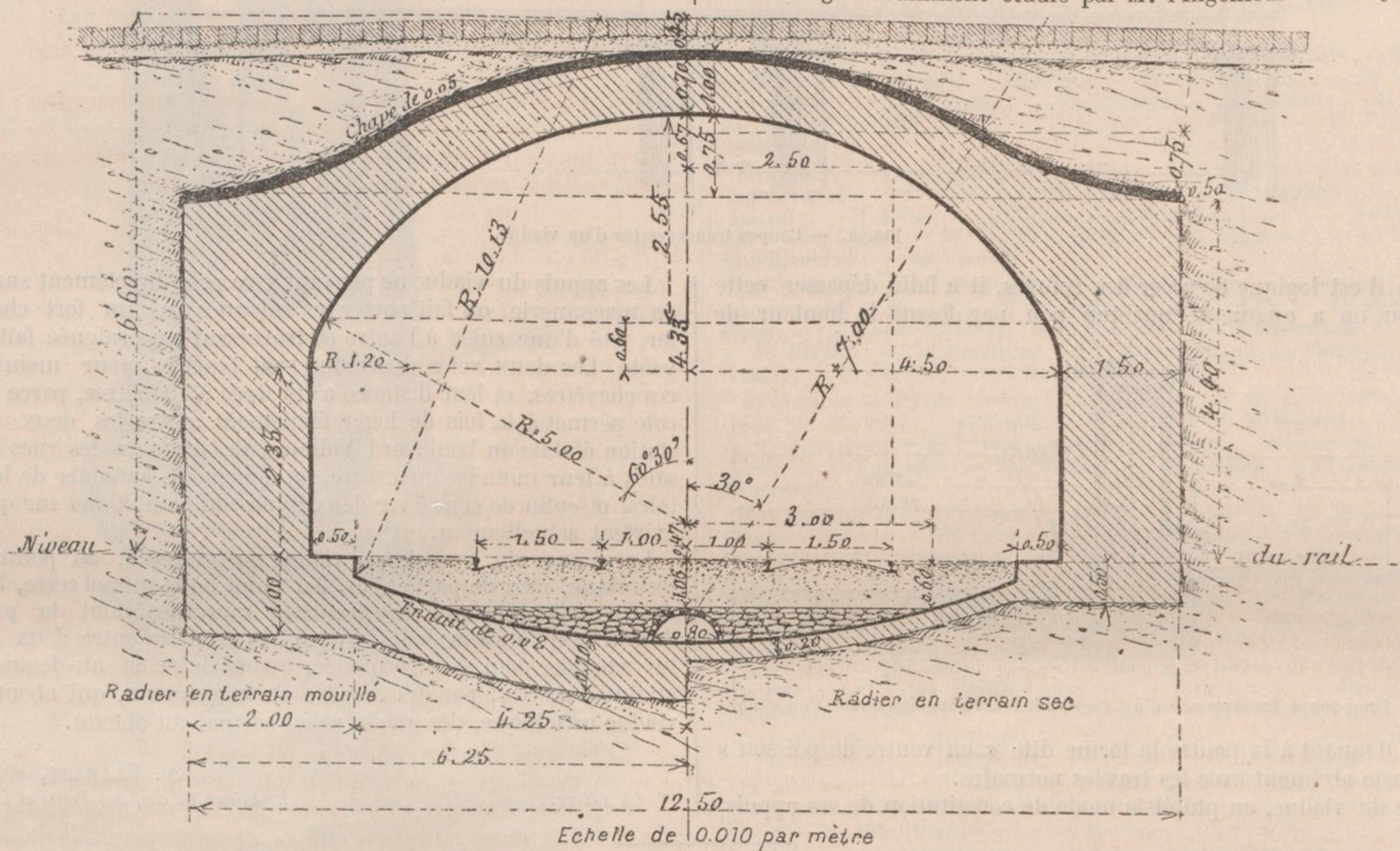


Fig. 2. — Profil-type de tranchée couverte en maçonnerie.

rayon intérieur et de 1 mètre d'épaisseur, dont le centre est situé à 0^m 90 au-dessus des rails et qui se prolonge jusqu'à leur niveau.

Les culées, formées par extradossement vertical, au-dessous du centre de figure et par un ressaut intérieur de la maçonnerie, au niveau des rails, sont entretoisées par un radier de 0^m 70 d'épaisseur.

Le type le plus pratique de « tranchée couverte » (fig. 2), consiste dans une voûte en maçonnerie, dont l'intrados est un arc de cercle de 5 mètres de rayon, et dont les piédroits, distants de 9 mètres, ont une hauteur de 2^m 35. La hauteur d'intrados au-dessus des rails extérieurs est de 4^m 80, dimension du gabarit normal. La largeur excède de 1 mètre le gabarit normal, pour rendre aisée, pendant les heures d'exploitation, la circulation à pied des agents, si dangereuse à Londres. Les deux piédroits sont réunis par un radier dont la flèche, sous le niveau des rails, est de 1^m 06, et dont l'épaisseur, portée à 0^m 70 quand on a affaire à une sous-pression, est réduite à 0^m 20 en terrain sec.

La plus faible distance que ce type puisse ménager entre le dessus du pavage et les rails, est de 6^m 60. Or les stations, qu'il importe d'enterrer le moins possible, peuvent, comme on le verra plus loin, être établies dans des conditions telles, que la différence de cotes entre la chaussée et les rails y soit réduite à 6^m 20. Il est donc important de pouvoir, localement, abaisser un peu le niveau d'extrados de la tranchée couverte en maçonnerie. On y arrive en remplaçant le claveau central de la voûte par des arcs métalliques, beaucoup plus aplatis et reliés par des voutins en briques.

Ces types sont, l'un et l'autre, susceptibles d'une construction fractionnée comprenant les étapes successives suivantes :

- 1° Exécution des piédroits dans des tranchées indépendantes;
- 2° Exécution de la voûte sur forme de terre;
- 3° Déblai en sous-œuvre et exécution du radier.

traversée du Cours de Vincennes par le chemin de fer de Ceinture, a paru répondre de tous points à ce desideratum.

Il se compose (fig. 3) de 4 poutres, constituant, deux par deux, un encaissement aussi réduit en largeur que possible, dans lequel on loge une voie. Les poutres extrêmes sont distantes de 6^m 20, et la largeur normale de 9 mètres, entre garde-corps, est obtenue par des encorbellements qui accentuent le caractère de légèreté de l'ouvrage. Au-dessus des appuis, de distance en distance, le garde-corps ressaute pour fournir un refuge aux agents circulant à pied.

Pour être adapté au Métropolitain, ce type a dû être modifié de manière à diminuer le bruit du passage des trains et à assurer l'étanchéité du tablier métallique. Il n'est pas d'autre moyen sûr de supprimer le bruit que d'enfermer la voie dans du ballast. C'est ce qui a été fait, malgré l'augmentation des dépenses qui en résulte. Le ballast repose sur des tôles embouties rivées aux poutres du tablier. Les eaux pluviales reçues par le ballast sont évacuées à l'égout par une canalisation logée sous les tôles et prolongée par les colonnes d'appui. Ces tuyaux sont, du reste, masqués par des panneaux en fonte décorés, et le dessous du viaduc est un promenoir plafonné, qui sera adopté par les piétons s'il n'est accaparé par le commerce en plein air.

Les travées consécutives sont groupées 6 par 6, en un ensemble solidaire; les appuis extrêmes d'un groupe sont constitués par deux files jumelles de 4 colonnes entretoisées par un chapeau. Aux appuis intermédiaires, une seule file de colonnes suffit.

Le point le plus délicat dans une étude de ce genre est l'adoption d'une ouverture normale de travées. Il convient, d'une part, que les ouvertures soient sensiblement uniformes, pour que la hauteur de la poutre reste toujours réduite au minimum, et il faut, d'autre part, que les rues traversées par le viaduc ne soient pas encombrées par

ses appuis. Une détermination empirique a conduit à une ouverture normale de 15 mètres, qui correspond à une hauteur de poutre de 0^m 90.

Mais la portée de 15 mètres ne peut être systématiquement adoptée. Là où pour placer des appuis sur la chaussée dans des en-

a dû fréquemment être modifié à la demande des circonstances locales. Voici quelques exemples de ces modifications.

La figure 4 représente un rescindement du viaduc en deux voies indépendantes établies sur les francs-bords du canal Saint-Martin, qui sont affectés à d'incessantes opérations à quai.

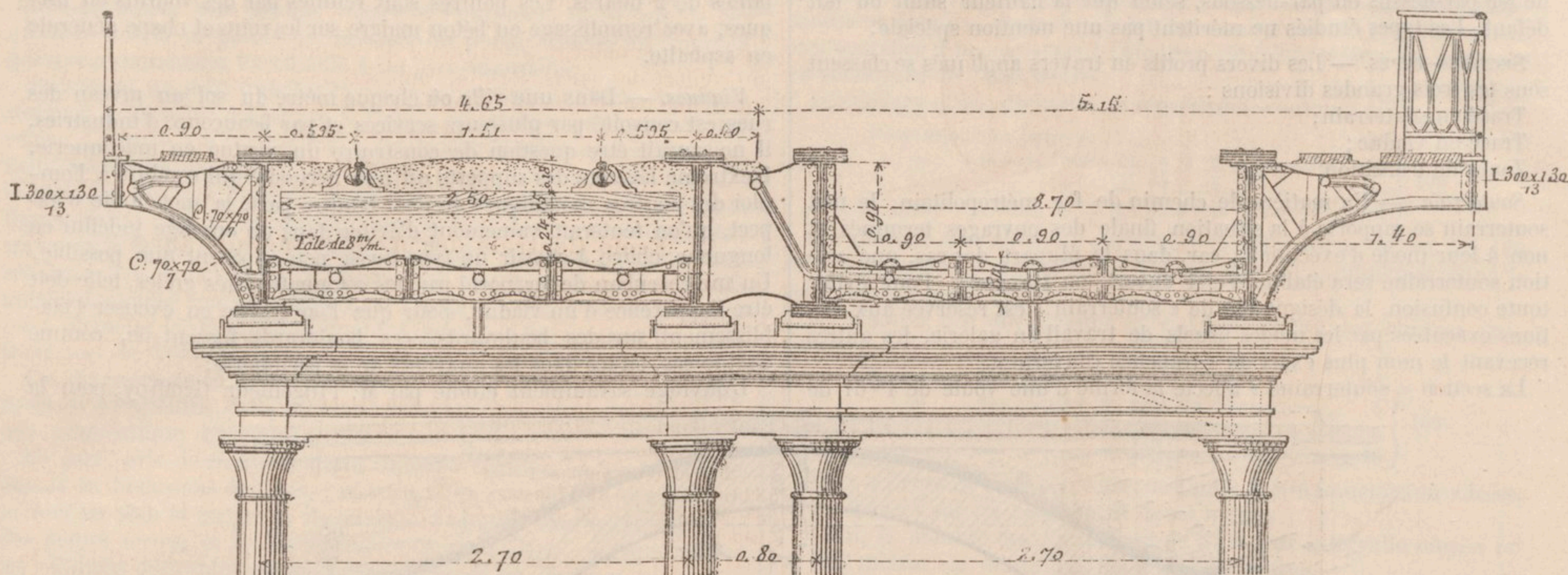


FIG. 3. — Coupes transversales d'un viaduc.

droits où il est logique de créer des refuges, il a fallu dépasser cette dimension, on a augmenté quelque peu par-dessus la hauteur de

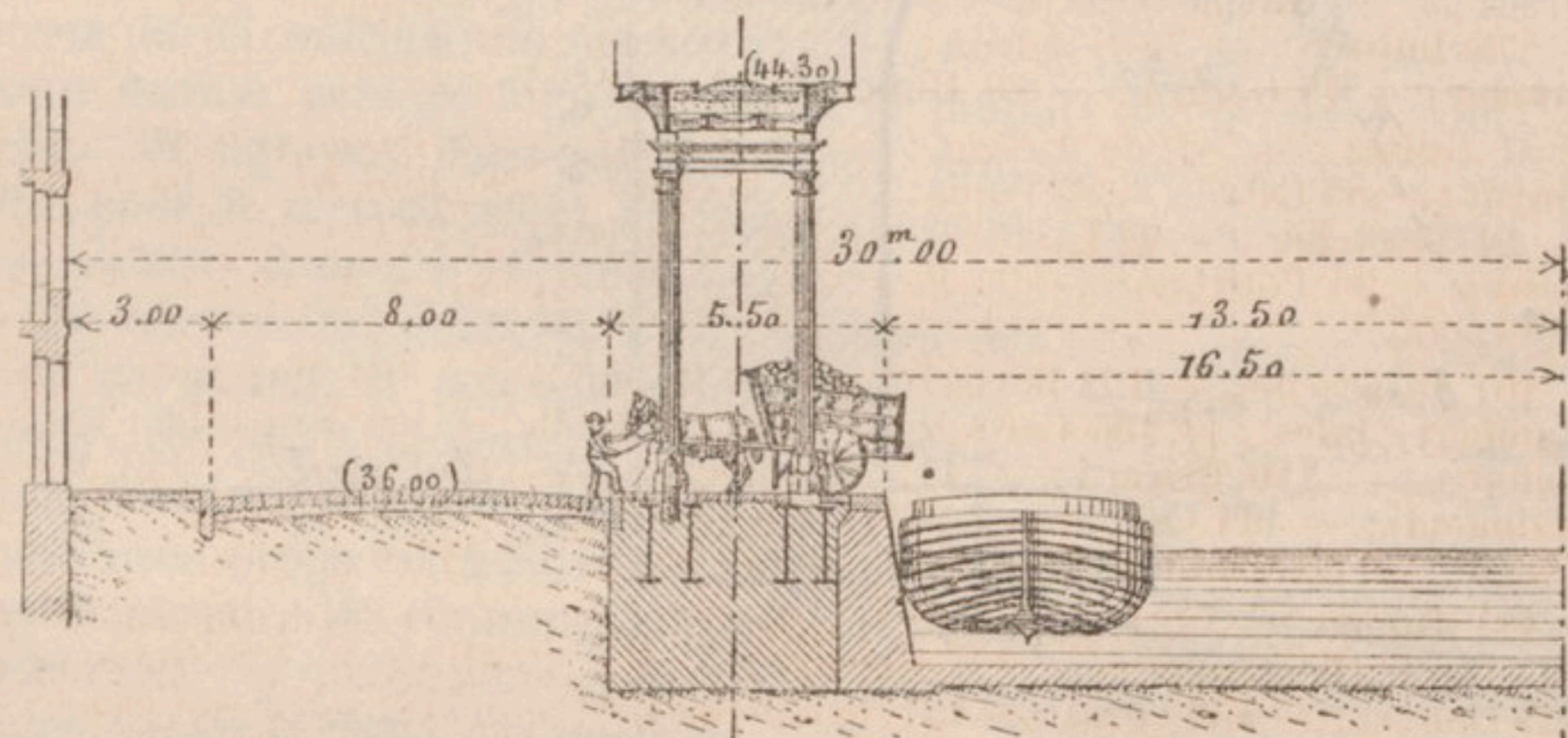


FIG. 4. — Demi-coupe transversale d'un viaduc dédoublé sur les quais d'un canal.

0^m 90, en donnant à la poutre la forme dite « en ventre de poisson » qui se marie aisément avec les travées normales.

Le type du viaduc, ou plutôt le mode de constitution de ses appuis,

Les appuis du viaduc ne pouvant être pris directement sur la voûte en maçonnerie, on fait porter les colonnes par un fort chevêtre en fer, jeté d'une culée à l'autre et traversant une saignée faite dans la voûte. Les deux voies du viaduc sont écartées, pour moins charger ces chevêtres, et leur distance a été fixée à 10 mètres, parce que cette cote permet à la fois de loger facilement, entre les deux voies, la station établie au boulevard Voltaire, de franchir les rues transversales à leur moindre ouverture, en dehors des arrondis de leurs trottoirs, et enfin de conserver deux lignes de plantations sur quatre qui existent actuellement.

Le passage du tunnel au viaduc ne présente, au point de vue technique, rien de particulier. Au point où le tunnel cesse, le chemin de fer est établi dans une tranchée murillée dont la profondeur décroît jusqu'à s'annuler. Un remblai maintenu entre deux murettes lui succède, pour être prolongé, quand le relief au-dessus du sol atteint 4 mètres, par des arcades en maçonnerie, qui aboutissent au viaduc métallique, dès que le relief normal est obtenu.

A. FLAMANT,

Ingenieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

MÉCANIQUE

MOUTONS A FRICTION

Le mouton à friction comporte un socle ou enclume, un marteau susceptible de monter et de descendre entre deux montants, et un système de relevage disposé à la partie supérieure de ces derniers.

Une planche d'enlèvement fixée au marteau passe entre deux galets de friction qui tournent en sens contraire. Quand ces galets se meuvent l'un vers l'autre, le frottement exercé sur la planche remonte le marteau, et lorsqu'on les sépare, il tombe. Le galet d'arrière est claveté sur un arbre à chaque bout duquel se trouve une poulie motrice ; l'emploi de ces poulies sur le même arbre a pour but d'obtenir une usure égale des coussinets. Le galet antérieur est fou sur son arbre et reçoit son mouvement de l'autre, auquel il est relié par engrenages. Pour assurer à ceux-ci la solidité et la durée convenables, on leur donne une grande largeur, et les dents, qui sont en acier, présentent un profil spécial. Les engrenages peuvent s'enlever et se remplacer rapidement en cas de besoin.

Les coussinets de l'arbre sur lequel le galet antérieur est fou, sont excentrés par rapport au galet, et une fraction de tour de l'arbre rapproche les galets, en serrant en même temps la planche entre eux. Sur l'arbre antérieur est fixée une bielle commandée par une tige verticale : quand on relève cette tige, les galets se séparent ; quand on l'abaisse, ils se rapprochent, et son poids est suffisant pour déterminer la montée du marteau. Ce système, à la fois simple et solide, évite l'emploi des deux coussinets à excentrique et la bifurcation de la tige verticale à la partie inférieure de l'appareil, pour les attaquer en même temps, ce qui a lieu dans l'ancien mode de relevage.

Au lieu du goujon qui sert ordinairement à supporter le marteau (et dont le réglage s'effectue en le plaçant dans les trous pratiqués à des intervalles fixés dans les montants, ce qui oblige, non seulement à enle-

ver le goujon pour le changer de trou, et à embrayer puis à débrayer avec la pédale, mais encore exige un ajustage exact du collier de la tige de commande par rapport au goujon), on emploie une paire de mâchoires excentrées qui se placent sur l'appareil de levage et au-dessous des galets. Ces mâchoires maintiennent le marteau dans sa partie centrale et suppriment complètement la composante latérale du choc sur les montants, qui est la cause principale de rupture de ces pièces, lorsque le marteau n'est maintenu que d'un seul côté, comme cela se produit forcément avec l'emploi d'un goujon. L'ouverture des mâchoires est commandée par la pédale et produit la chute ; elles sont disposées de telle manière que le relevage du marteau s'effectue librement, qu'on appuie ou non sur la pédale. Si on n'y appuie pas, elles maintiennent le marteau dans toutes les positions d'arrêt pendant la chute. Il n'y a à régler que la hauteur du toc sur la tige de commande pour obtenir la hauteur de chute nécessaire.

Le galet d'arrière ainsi que les mâchoires peuvent se prêter aux différentes épaisseurs de la planche du marteau.

Lorsqu'elles supportent le marteau, les mâchoires maintiennent la planche entre les galets sans qu'elle les touche, et empêchent ainsi qu'elle ne s'use inégalement quand elle ne fonctionne pas.

La course du marteau peut prendre toutes les valeurs que mporteco la puissance de la machine, au lieu d'être limitée à un petit nombre de valeurs, comme cela se produit avec les autres pilons à friction, où le marteau, dans sa position la plus haute, est soutenu par un goujon.

Les modifications dans la valeur de la course peuvent s'effectuer instantanément, en déplaçant simplement le collier qui glisse sur la tige de commande, et en le mettant au point convenable. Il n'y a ni modification ni réglage à apporter à la pédale, pas plus qu'au levier et aux liaisons.

Au lieu d'être soutenu, dans sa position la plus haute, par un goujon, le marteau est maintenu entre des mâchoires excentrées G G

qui pressent la planche suivant son axe; on évite ainsi le choc qui se transmet sur un seul montant, lorsqu'on emploie le mode de support par goujons, et qui amène si fréquemment la rupture des montants,

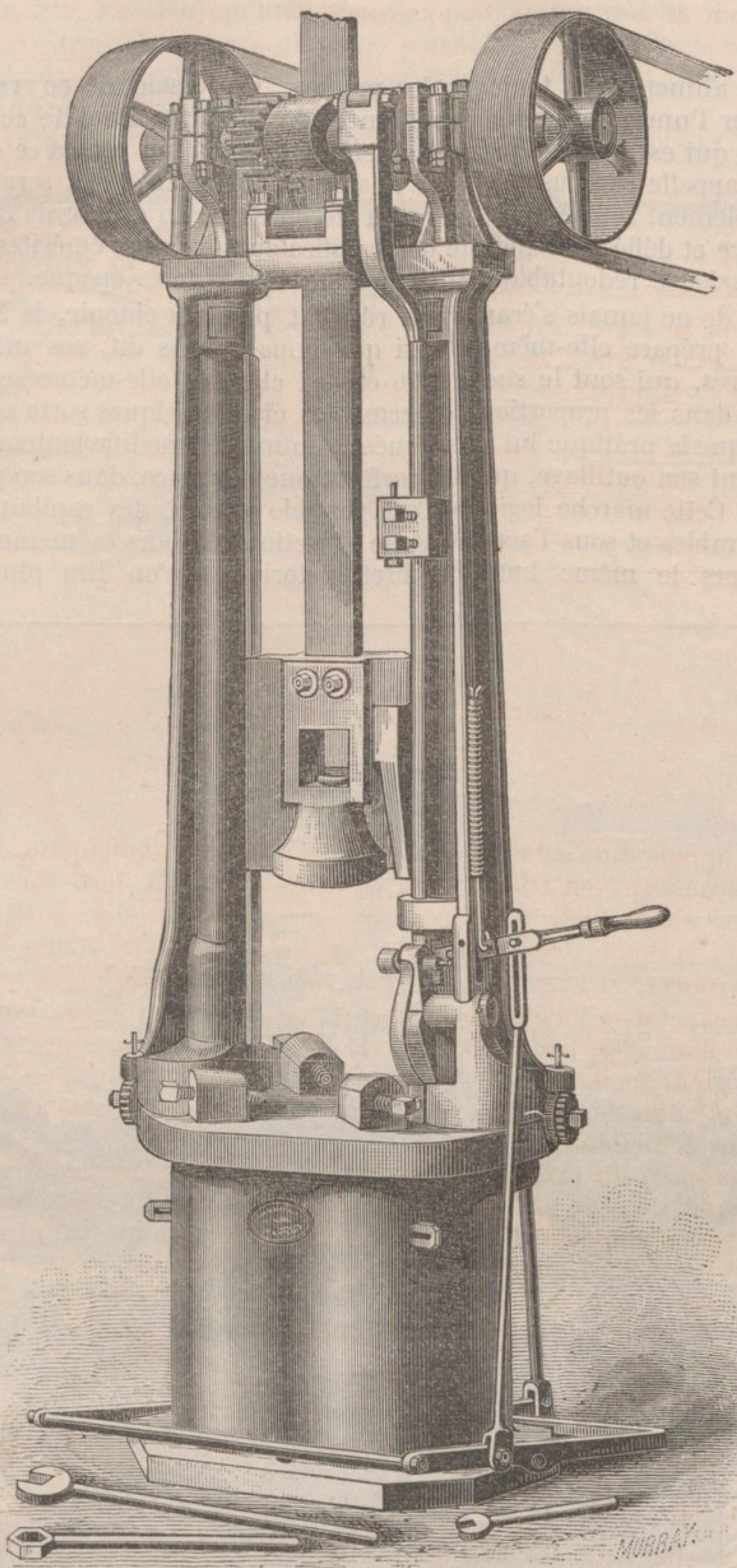


FIG. 1. — Pilon à forger.

et on supprime également l'usure irrégulière des guides, qui se produit par le ballonnement du marteau quand il tombe sur un goujon.

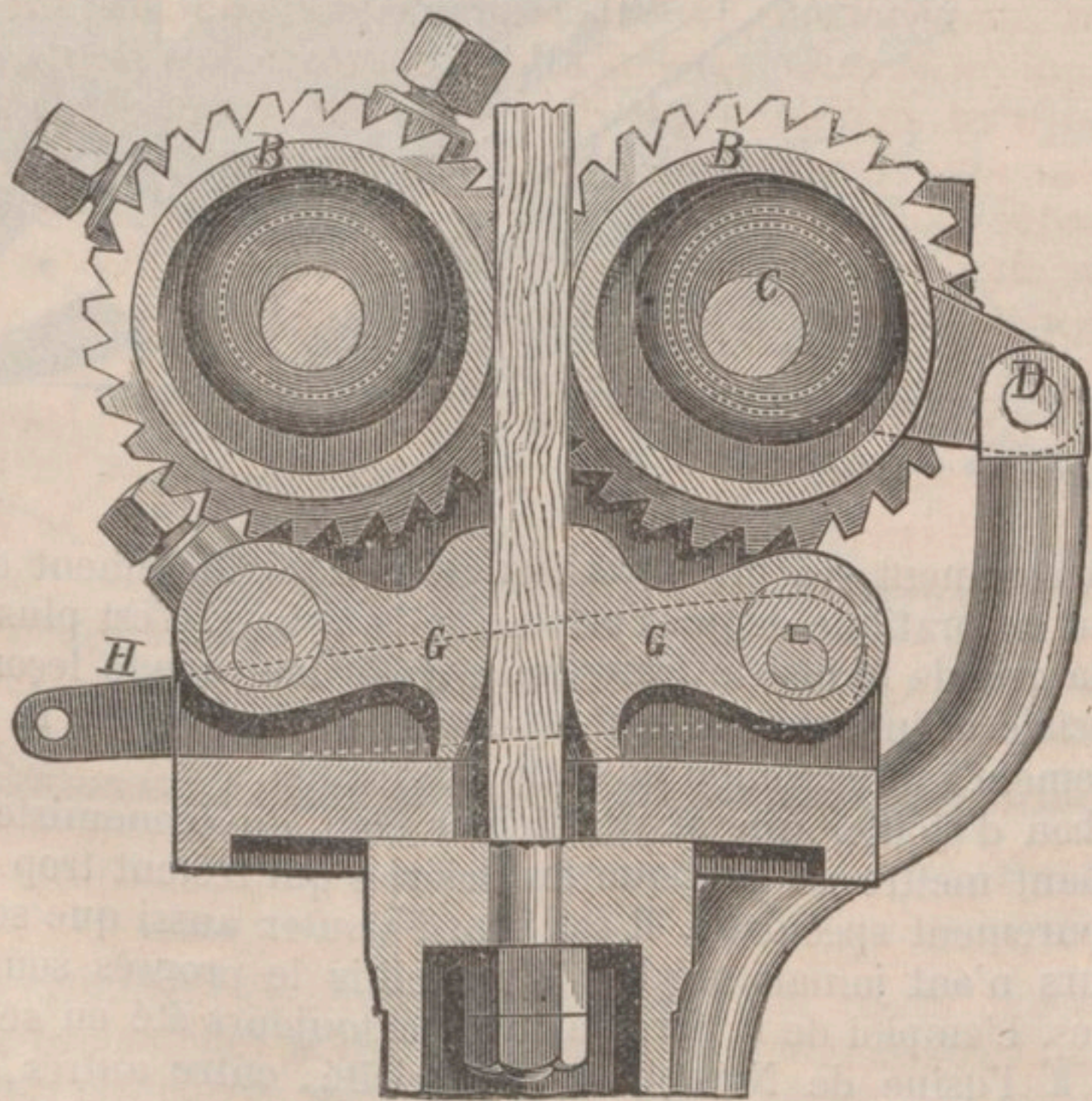


FIG. 2. — Coupe de l'appareil de relevage.

Les montants ne présentant aucun trou pour loger les goujons, sont beaucoup plus solides et moins exposés à la rupture.

Pour arrêter instantanément le marteau dans sa chute, il suffit de lâcher la pédale. On peut le faire descendre tout doucement, ce qui

donne une grande facilité pour la mise en place des matrices, et un dispositif spécial permet de remonter le marteau à tous les points de sa course pour l'adapter aux différentes épaisseurs des matrices.

Les vis et les écrous principaux sont pourvus d'un système de serrage spécial, pour les empêcher de se desserrer sous l'action des chocs particuliers à ce genre d'appareils. Enfin, les mâchoires sont disposées de manière à maintenir la planche du marteau en dehors du contact des galets, lorsque l'appareil ne fonctionne pas, et à éviter aussi une usure à la fois inutile et irrégulière.

INFORMATIONS

Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du concours de 1889.

- 1 Caron (Maurice); — 2 Lhopiteau; — 3 Lévy (Louis); — 4 Gauthier; — 5 Taveau; — 6 Fournet (Henri); — 7 Double-Olagnier (Félix); — 8 Biraute; — 9 Gaune; — 10 Fournet (Pierre); — 11 Duroy de Bruignac; — 12 Carde; — 13 Broliat; — 14 Jacques; — 15 Kampmann; — 16 Bernard; — 17 Urbain; — 18 Ganne; — 19 Pacault; — 20 Redeuil.
- 21 Dussaud; — 22 Astaix; — 23 Bétrancourt; — 24 Hébert; — 25 Guérin; — 26 Lefèvre (Aignan); — 27 Pépin; — 28 Roy (Louis); — 29 Blazeix; — 30 Garceau; — 31 Phinstag; — 32 Boissaye; — 33 Gaussin; — 34 Adam; — 35 Métayer; — 36 Girod; — 37 Sergent; — 38 Dol; — 39 Pataud; — 40 Cadenaule.
- 41 Duret; — 42 Soulez; — 43 Durand; — 44 Lasnier; — 45 Gariel; — 46 Commergnat; — 47 Bader; — 48 Jeancard; — 49 Albanesi; — 50 Robert (André); — 51 Mélan; — 52 Déon; — 53 Archambeaud; — 54 Carron (Félix); — 55 Collet; — 56 Vignal (Joseph); — 57 Raymond; — 58 Maillard; — 59 Villanueva; — 60 Ramelli.
- 61 Coussot; — 62 Collangettes; — 63 Charles; — 64 Lericel; — 65 Gamand; — 66 de Mons; — 67 Chauvisé; — 68 Vincent; — 69 Berger; — 70 Frasa; — 71 Roche (Octave); — 72 Habérard; — 73 Lippmann; — 74 Bosc; — 75 Imbach; — 76 Gendron; — 77 Archambault de Vençay; — 78 Lévy (Isaac); — 79 Gérard; — 80 Hubert.
- 81 Guisez; — 82 de Geiger; — 83 Fabart; — 84 Lavie (Pierre); — 85 Guyot; — 86 Calvé; — 87 Tunis; — 88 Bernard; — 89 Renard; — 90 Schmid; — 91 Beaucher; — 92 Lavoix; — 93 de la Arena; — 94 Corneil; — 95 Gordeira; — 96 Pourtalé; — 97 Petresco; — 98 Cousin; — 99 Turquet; — 100 Petitpont.
- 101 Caracache; — 102 Bomsel; — 103 Breuillot; — 104 Martinoli; — 105 Lambert (Jules); — 106 Cardozo; — 107 Chocholle; — 108 Fauchille; — 109 Lafouge; — 110 Bricard; — 111 Mocqueris; — 112 Cahen; — 113 Roger (Edmond); — 114 Cauderon; — 115 Bloch (Paul); — 116 Desfemmes; — 117 Douat; — 118 Lambert (Gustave); — 119 Bossière; — 120 Fournier.
- 121 Dumas; — 122 Florimond; — 123 Chamoin; — 124 Pardailhé-Galabrun; — 125 Bloch (Benjamin); — 126 Cordier; — 127 Rouilly; — 128 Goleseo; — 129 Gateau; — 130 Cazal; — 131 Barthélemy (Georges); — 132 Bertrand; — 133 Baudouy; — 134 Michal-Ladichère; — 135 Levin; — 136 Sire; — 137 Benabenq; — 138 Pérard; — 139 Prouteau; — 140 Hagneaux.
- 141 Michaux; — 142 Pascal; — 143 Morane; — 144 Guilhen-Puylagarde; — 145 Collineau; — 146 Michel; — 147 Dor; — 148 Prieur de la Comble; — 149 Lachaume; — 150 Gallonier; — 151 Guyon; — 152 Cantemir; — 153 Mialhe; — 154 Barthélemy (Emile); — 155 Clamens; — 156 Delaby; — 157 Blondel; — 158 Hirschfeld; — 159 Harang; — 160 Baldy.
- 161 Ajasson de Grandsagne; — 162 de Clauzel de Coussergues; — 163 Goutierre; — 164 Huet; — 165 Stavro; — 166 Saint-Guily; — 167 Leduc; — 168 Jousselin; — 169 Meynier de Salinelles; — 170 Ferry; — 171 Pannier; — 172 Menjou; — 173 Chabal; — 174 Libois; — 175 Vignal (Eugène); — 176 Antzenberger; — 177 Guibert; — 178 Bedos; — 179 Savary; — 180 Ray (Louis).
- 181 Gonnard; — 182 Roussel (André); — 183 Ducornot; — 184 Pleneau; — 185 Boyer-Guillon; — 186 Boyer (André); — 187 Jourde; — 188 Debonne; — 189 de Laubier; — 190 Funduklian; — 191 Esnault; — 192 Cazes; — 193 Roy (Adolphe); — 194 Montier; — 195 Dérozier; — 196 Faure (Séraphin); — 197 Génon; — 198 Vignier; — 199 Mathon; — 200 Petit.
- 201 Dulau; — 202 Parrain; — 203 Parton; — 204 Sauton; — 205 Médard; — 206 Dutard; — 207 Champion; — 208 Julhiet; — 209 Hertenbein; — 210 Cottarel; — 211 Gérin-Roze; — 212 Dellis; — 213 Meyer; — 214 Oudin; — 215 Dugué; — 216 Daucé; — 217 Belard; — 218 Guiraud; — 219 Lefèvre (Gustave); — 220 Jouy de Grandmaison.
- 221 Papin; — 222 Kuntz; — 223 Oumanski; — 224 Lévy (Maurice); — 225 Saladin; — 226 Lavie (Léon); — 227 Francin; — 228 Joncour; — 229 Fournaraki; — 230 Monard; — 231 Roche (Adolphe); — 232 Pelée de Saint-Maurice; — 233 Dahan; — 234 Hava; — 235 Watigny; — 236 Lefèvre (Maurice); — 237 Mayet (Etienne); — 238 Defauconpret; — 239 Chincholle; — 240 Martinez; — 241 Weissmann; — 242 Fernandez y Arteaga.

Le prolongement de la ligne des Moulineaux dans Paris.

Le *Génie Civil* a publié, dans un précédent numéro (1), des renseignements sur le tracé et l'établissement de la ligne prolongée des Moulineaux à Paris.

Voici maintenant l'évaluation de la dépense qu'occasionnera l'exécution des travaux. Elle est estimée à 2720000 francs pour l'établissement de la section comprise entre l'Esplanade des Invalides et le Champ de Mars et 4500000 francs pour la construction de la gare des Invalides. Comme on le voit, cette dépense est relativement peu considérable.

Les travaux seront commencés immédiatement après la clôture de l'Exposition universelle.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 24, page 376.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

ÉTABLISSEMENTS MENIER

CLASSES 43, 44, 45, 62, 67, 72.

SECTIONS XI, XII, XIV DE L'ÉCONOMIE SOCIALE

Fabrication du chocolat. — Fabrication du caoutchouc.

(Planches I, II, III.)

La Maison Menier est une de celles sur lesquelles a été attirée, au plus juste titre, l'attention du public à l'Exposition de 1889. Sa fabrication, entièrement française, se présente, en effet, avec des caractères multiples très remarquables : d'une part, son intérêt considérable au point de vue alimentaire, d'autre part, la puissance et la perfection de son outillage, enfin le souci du bien-être et de la moralisation d'un nombreux personnel, de la part des chefs qui se sont succédé à la tête de cette industrie nationale.

priétés alimentaires toujours les mêmes. On essaierait en vain de modifier l'une quelconque des données du problème final de consommation qui est posé : le produit obtenu ne répondrait plus à ce que le public appelle par l'usage et par l'habitude, le *chocolat*, et serait impitoyablement refusé. C'est ce qui a découragé bien des essais de concurrence et défié l'art néfaste des falsificateurs les plus émérites, malgré la science redoutable dont ils font preuve à notre époque.

Afin de ne jamais s'écarter du résultat précis à obtenir, la Maison Menier prépare elle-même, ainsi que nous l'avons dit, ses matières premières, qui sont le sucre et le cacao ; elle fait elle-même ses mélanges dans les proportions déterminées et en quelques sorte scientifiques que la pratique lui a indiquées. Enfin elle modifie lentement et sûrement son outillage, qu'elle perfectionne sur place, dans son propre intérêt. Cette marche logique n'est possible qu'avec des capitaux très considérables et sous l'action d'une direction toujours la même, tendant vers le même but. Le bref historique qu'on lira plus loin

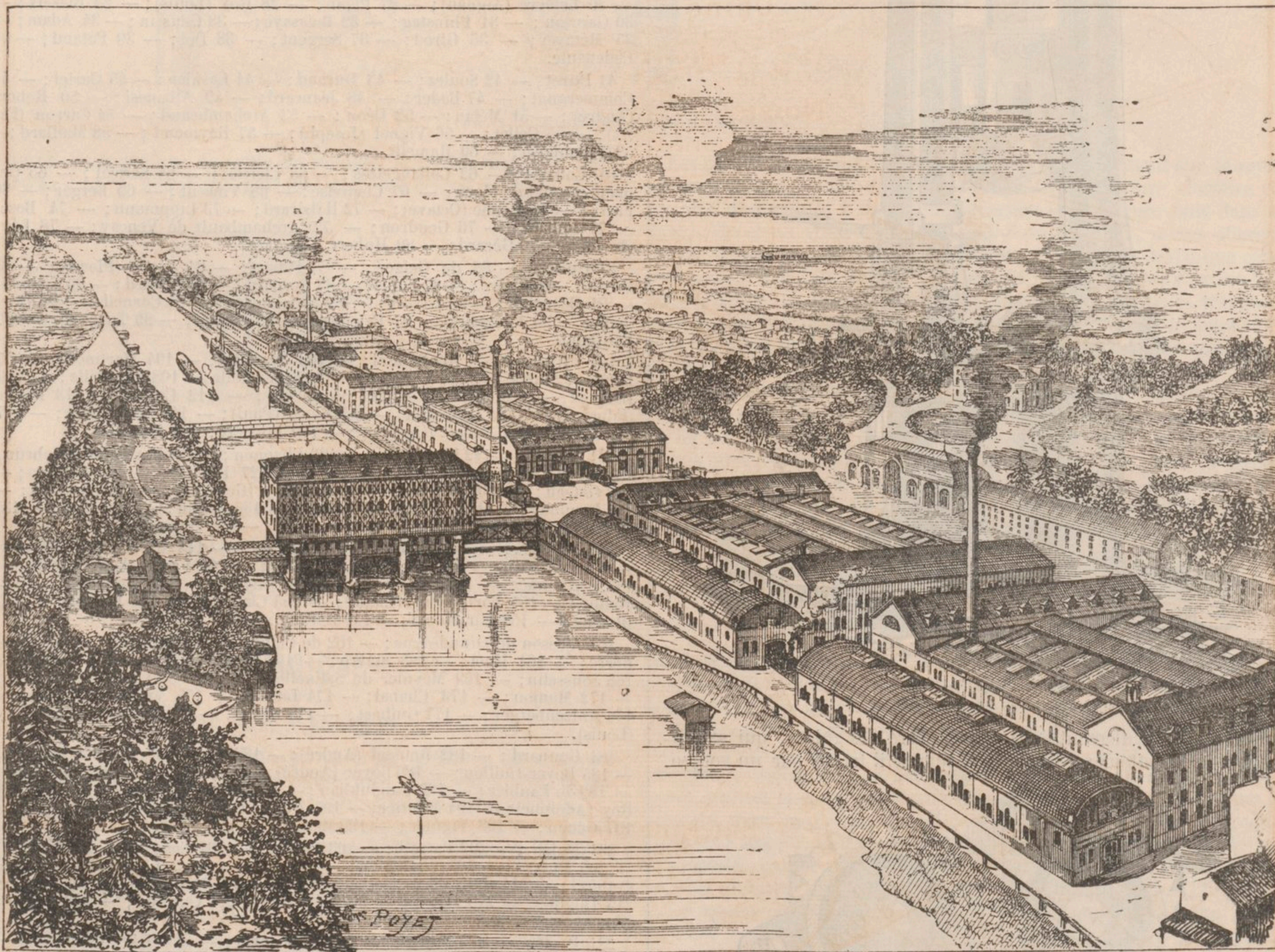


FIG. 4. — Vue générale de l'usine de Noisiel et de ses dépendances.

Nous décrirons successivement, dans leurs grandes lignes, la fabrication du chocolat par laquelle cette industrie a commencé et s'est créée, puis la fabrication du caoutchouc et des câbles électriques, qui forme une autre industrie des plus importantes.

Nous avons qualifié d'industrie nationale l'industrie de la Maison Menier, et nous insistons sur ce terme. La fabrication du chocolat, telle qu'elle est pratiquée, est, en effet, l'une de celles contre lesquelles s'est évertuée, en vain, la concurrence étrangère sous toutes ses formes. Elle exige le concours de capitaux très importants, la possession d'un matériel perfectionné créé de toutes pièces et soigneusement breveté, et enfin, la possession, dans les colonies, des terrains de production même des matières premières seules susceptibles de les fournir toujours de bonne qualité et surtout d'une même qualité. Ce point de vue est très important en pareille matière ; la foule des consommateurs, en France et à l'étranger, a été insensiblement, dès l'origine, encore récente, de l'industrie qui nous occupe, accoutumée à consommer un produit de qualité déterminée, de goût déterminé, possédant des pro-

montrera comment ces principes ont été mis régulièrement et rigoureusement en pratique depuis l'origine de la Maison. C'est plus qu'une page de la grande industrie française : c'est une grande leçon d'économie sociale et industrielle, qui est donnée au lecteur par le récit du développement ininterrompu de cette fabrication.

Il est bon d'ajouter que M. E. Menier était un économiste distingué, sachant mettre en pratique les théories qui restent trop souvent à l'état purement spéculatif. Il est bon d'ajouter aussi que ses fils et successeurs n'ont jamais négligé d'accueillir le progrès sous toutes ses formes. L'emploi de la force motrice a toujours été en se perfectionnant à l'usine de Noisiel, et l'électricité, entre autres, était à peine sortie des incertitudes de ses débuts, qu'elle trouvait dans cette belle usine un champ d'expériences tout ouvert. Il n'y a donc jamais eu, ni recul, ni stagnation, dans cette fabrication dont la marche est continue et prospère.

Nous allons, conformément à notre programme, jeter sur elle un coup d'œil d'ensemble instructif.

1^{re} PARTIE. — FABRICATION DU CHOCOLAT.

Historique. — Le chocolat, dont la consommation sous ses formes diverses entre de plus en plus dans l'alimentation générale, n'était, il y a une soixantaine d'années, c'est-à-dire longtemps après son introduction en Europe, qu'une denrée peu recherchée et d'ailleurs d'un prix trop élevé pour un usage journalier. Le commerce en était réservé aux pharmaciens et aux confiseurs, qui ne la présentaient guère que sous forme de bonbons ou de sujets moulés.

Les moyens alors employés par la fabrication du chocolat étaient

ère nouvelle, grâce à M. Menier grand-père qui, le premier, fit faire à sa fabrication un progrès économique considérable, et mit à la portée des classes même les moins aisées cette denrée saine, dont Linné appela le principal élément, le cacao, *theobroma cacao* : (nourriture des dieux).

M. Menier venait de fonder à Noisiel-sur-Marne (Seine-et-Marne) un établissement pour la fabrication des produits pharmaceutiques en général, et principalement de ceux qui doivent être réduits en poudre impalpable. Ce fut la première usine en France où s'opéra en grand la pulvérisation mécanique.

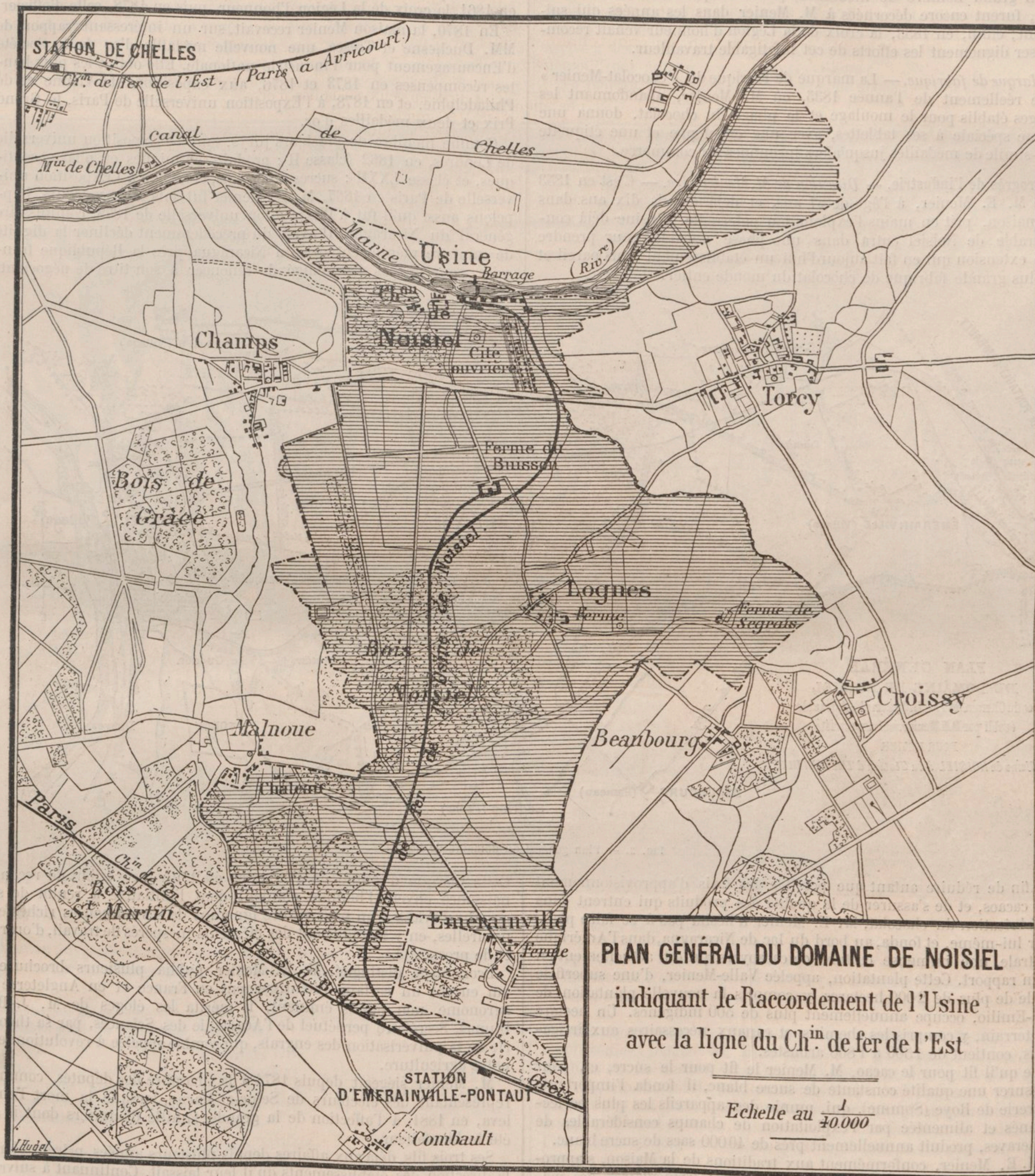


Fig. 2. — Plan général du domaine de Noisiel.

des plus primitifs : la trituration se faisait à la main, procédé répugnant et peu rapide; la denrée, presque toujours falsifiée par des additions fort étrangères au cacao et au sucre blanc, qui seuls doivent constituer le chocolat, était, en outre, d'un prix élevé. On s'explique donc aisément le peu de faveur dont jouissait en France le chocolat, dont la production annuelle ne dépassait pas 200 000 kilogr.

Les choses en étaient là, quand, en 1825, le chocolat entra dans une

La fabrication du chocolat, qui n'y était qu'accessoire au début, devint bientôt la branche principale, grâce aux nouveaux procédés mécaniques, qui permirent d'obtenir économiquement des produits de qualité supérieure. Faire bien et à bon marché, tel fut le double but que poursuivit laborieusement M. Menier, et qu'il sut atteindre. Il fabriqua en grand, s'approvisionna aux lieux de production, en supprimant autant que possible les intermédiaires, et c'est ainsi qu'il par-

vint à livrer à la consommation, à un prix inconnu jusqu'alors, le chocolat Menier, connu partout sous le titre de *chocolat papier jaune*, dont le prix s'est maintenu presque invariable, malgré toutes les fluctuations des cours commerciaux et des droits de douane.

Récompenses obtenues par M. Menier grand-père. — En 1832, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décernait à M. Menier grand-père, sur le rapport de deux de ses membres, MM. Pelletier et Amédée Durand, une médaille d'or, pour reconnaître la simplicité remarquable de sa fabrication et l'ordre établi dans son usine de Noisiel.

Un grand nombre de médailles, parmi lesquelles deux médailles d'or, furent encore décernées à M. Menier dans les années qui suivirent; enfin, en 1853, la croix de la Légion d'honneur venait récompenser dignement les efforts de cet infatigable travailleur.

Marque de fabrique. — La marque de fabrique du « chocolat-Menier » date réellement de l'année 1835, où M. Menier, abandonnant les usages établis pour le moulage et le pliage du chocolat, donna une forme spéciale à ses tablettes, avec une enveloppe et une étiquette fac-simile de médailles jusqu'alors inconnues au commerce.

Progrès de l'industrie. — *Direction de M. Menier père.* — C'est en 1853 que M. E. Menier, à l'âge de 27 ans, et déjà depuis dix ans dans la maison, prit en mains l'exploitation paternelle. L'usine déjà considérable de Noisiel entra dans une phase nouvelle pour prendre une extension qui en fait aujourd'hui un établissement sans pareil et la plus grande fabrique de chocolat du monde entier.

Quant à l'usine mère de Noisiel, c'est bien autre chose encore: en 1854, sa production annuelle n'était que de 688 000 kilogr.; mais l'extension incessante des affaires de la maison obligea M. E. Menier à construire de nouveaux et vastes ateliers avec un puissant matériel. En 1869, l'établissement livrait déjà à la consommation 3 846 648 kilogr.; dix ans plus tard, ce chiffre était triplé, et actuellement, l'usine de Noisiel produit près de 15 millions de kilogr., ce qui représente un chiffre d'affaires annuel d'environ 60 millions de francs.

Récompenses obtenues par M. E. Menier père. — La liste des récompenses obtenues par M. Menier est longue: entre autres distinctions, il reçut, en 1861, la croix de la Légion d'honneur, puis en 1878, celle d'officier.

En 1870, la maison Menier recevait, sur un intéressant rapport de MM. Duchesne et Tresca, une nouvelle médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Elle obtint les plus hautes récompenses en 1873 et 1876, aux expositions de Vienne et de Philadelphie, et en 1878, à l'Exposition universelle de Paris, le Grand Prix et deux médailles d'or.

Comme membre de plusieurs jurys, tant à l'Exposition universelle de Londres, en 1862 (classe II: produits chimiques et pharmaceutiques, et classe LXXII: sucres, chocolats, etc.), qu'à l'Exposition universelle de Paris en 1867, M. E. Menier fut mis hors concours. Rappelons aussi qu'il fut, à l'Exposition universelle de 1878, commissaire général du Nicaragua. Il avait dû précédemment décliner la dignité de ministre plénipotentiaire du Nicaragua près la République française, pour ne pas être obligé de renoncer à son titre de négociant.

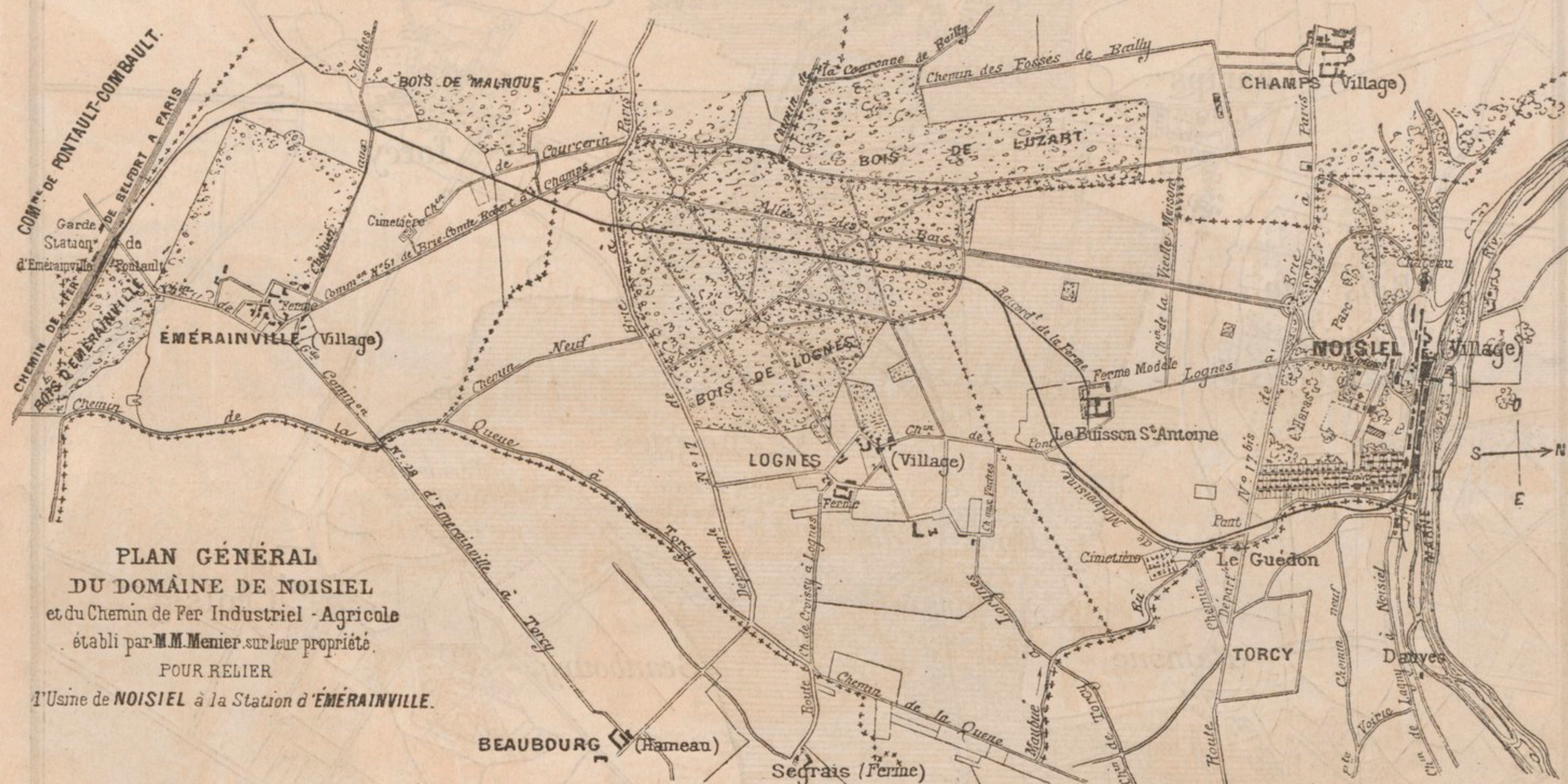


FIG. 3. — Plan général du domaine de Noisiel.

Afin de réduire autant que possible les frais d'approvisionnement des cacao, et de s'assurer de la qualité des produits qui entrent dans la fabrication du chocolat, M. E. Menier n'hésita pas à se faire planteur lui-même, et fonda, au bord du lac de Nicaragua, dans l'Amérique centrale, une immense culture de cacaoyers qui est actuellement en plein rapport. Cette plantation, appelée Valle-Menier, d'une superficie totale de plus de 2 000 hectares, y compris la nouvelle plantation de San-Emilio, occupe annuellement plus de 500 indigènes. Un hectare de terrain, y compris les chemins et canaux nécessaires aux irrigations, contient de 1 500 à 1 800 arbustes.

Ce qu'il fit pour le cacao, M. Menier le fit pour le sucre, et, pour s'assurer une qualité constante de sucre blanc, il fonda l'importante sucrerie de Roye (Somme), qui, munie des appareils les plus perfectionnés et alimentée par l'exploitation de champs considérables de betteraves, produit annuellement près de 40 000 sacs de sucre blanc.

M. E. Menier, conformément aux traditions de la Maison, s'approvisionna donc lui-même, directement et sans intermédiaires, des matières premières nécessaires à sa fabrication; ajoutons que ce sont ses propres navires qui apportèrent en France les cacao provenant de ses vastes plantations américaines.

Dans le but d'aborder le grand marché anglais, M. Menier créa ensuite à Londres une usine qui prit rapidement des proportions considérables, provoquées par le succès qui, dès l'origine, s'était attaché à ses produits. Cette usine, fondée pendant la guerre de 1870, fabrique aujourd'hui près de 800 000 kilogr. par année, soit quatre fois la production totale de la France au siècle dernier.

Cette marque d'estime de l'étranger était un juste tribut de reconnaissance envers l'homme éminent dont l'initiative a rendu de si grands services à un pays encore ignorant de ses immenses richesses naturelles, en y introduisant des éléments inespérés de travail, d'ordre et de prospérité.

Économiste distingué, M. E. Menier publia plusieurs brochures qui eurent un certain retentissement en France et en Angleterre; agronome non moins éminent, il mérita les éloges de M. J.-B. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, par sa théorie de la pulvérisation des engrais, qui semble appelée à révolutionner notre agriculture.

M. Menier siégeait depuis 1874 à la Chambre des députés, comme représentant des électeurs de Seine-et-Marne, lorsque la mort l'enleva, en 1881, à l'affection de la grande famille d'ouvriers dont il a été le bienfaiteur.

Ses trois fils, déjà aux affaires depuis plusieurs années, prirent alors la direction des établissements qu'il leur laissait. Continuant à suivre la voie si bien tracée, ils s'attachèrent à augmenter et perfectionner constamment le matériel, déjà très considérable, de leurs usines. Dans le but d'assurer des communications faciles à leur immense usine de Noisiel, ils créèrent un chemin de fer à voie normale de plus de 10 kilomètres desservi par locomotives, qui la relie à la ligne de l'Est; ils firent aussi construire sur la Marne des quais de débarquement d'une longueur de 500 mètres, qui aboutissent à une rampe de tirage où se font les abordages et les mises à l'eau.

En 1881, M. Henri Menier, l'aîné des chefs actuels de la maison,

était nommé chevalier de la Légion d'honneur ; son frère, M. Gaston Menier, recevait aussi la croix deux ans plus tard, à la suite de l'Exposition d'Amsterdam, où la Maison, une deuxième fois, remporta le grand diplôme d'honneur.

A l'Exposition universelle de 1889, le succès de la Maison Menier a été complet dans toutes les classes où elle a exposé. Elle y a remporté trois grands prix, quatre médailles d'or et deux médailles d'argent ; en même temps que des concours agricoles remarquables dont nous avons rendu compte (1), honorés de la présence du Président de la République, mettaient en lumière toute la portée scientifique et économique de l'exploitation de Noisiel, hommage touchant et mérité, auquel tout le monde a applaudi, M^{me} Menier mère recevait de M. Carnot, au cours de ces expériences, la croix du Mérite agricole. Parmi les distinctions honorifiques qui viennent d'être accordées à l'occasion de l'Exposition de 1889, figure la promotion de M. Henri

Organisation de la maison centrale à Paris. — La maison Menier centralise à Paris toutes ses opérations dans deux immeubles très vastes et très largement installés : le plus ancien, établi rue d'Enghien, étant bientôt devenu insuffisant, à cause des affaires croissantes, un nouvel immeuble fut construit, il y a quelques années, rue de Châteaudun.

En même temps était établi dans la rue d'Aubervilliers un vaste entrepôt destiné à assurer un service régulier et rapide des marchandises. Relié par un raccordement avec la ligne de l'Est, cet entrepôt reçoit par wagons spéciaux les chocolats destinés à la consommation parisienne ; ces wagons, aménagés d'une façon particulière, sont chargés dans l'usine même et déchargés dans l'entrepôt. Non seulement le transport s'effectue ainsi plus rapidement, mais encore la marchandise arrive à destination dans de meilleures conditions. Les expéditions de douane sont préparées rue d'Aubervilliers.

La maison Menier possède un téléphone spécial et une ligne télégra-



FIG. 4. — USINE DE NOISIEL. — Vue de l'atelier de torréfaction.

Menier au grade d'officier de la Légion d'honneur. Voici d'ailleurs la liste des récompenses décernées en 1889 à la Maison Menier.

GRANDS PRIX :

Fabrication du chocolat (*Classe 72*). — Produit des plantations (*Classe 43*). — Fabrication du caoutchouc (*Classe 45*).

MÉDAILLES D'OR :

Fabrication des câbles électriques (*Classe 62*). — Produits du Valle-Menier, Nicaragua (*Classe 72*). — Fabrication des pâtes alimentaires (*Classe 67*). — Economie sociale. Maisons ouvrières (*Section XI*). — Economie sociale. Institutions patronales (*Section XIV*).

MÉDAILLES D'ARGENT :

Economie sociale. Cercles ouvriers. Fanfare (*Section XII*). — Produits agricoles du Valle-Menier (*Classe 44*).

DISTINCTION HONORIFIQUE :

Promotion de M. Henri Menier au grade d'officier de la Légion d'honneur.

Tel est, rapidement esquissé, l'historique d'une des plus belles usines de France, au développement de laquelle se sont déjà consacrées trois générations d'une de ces familles entreprenantes et laborieuses, qui sont l'honneur de notre Industrie.

phique de 30 kilomètres, qui mettent en communication constante la maison centrale et l'entrepôt de la rue d'Aubervilliers avec l'usine de Noisiel, à laquelle nous allons consacrer la suite de cette étude.

Usine hydraulique de Noisiel-sur-Marne (planches I, II, III). — Cet établissement modèle est situé dans une position pittoresque, sur un bras de la Marne, dont les eaux, pendant dix mois de l'année environ, alimentent de puissantes turbines d'une puissance totale dépassant 400 chevaux, et auxquelles peuvent suppléer quatre machines à vapeur de 400 chevaux, alimentées par des générateurs tubulaires ; l'un d'eux est toujours en feu pour le chauffage des appareils et des ateliers en hiver.

L'usine, d'un aspect monumental, possède de vastes ateliers, dont chacun est affecté à un travail spécial. Partout règne le plus grand ordre ; la plus grande propreté préside aux opérations complexes dans lesquelles les machines remplacent presque partout la main de l'ouvrier, dont l'intelligence est surtout et principalement en jeu.

Les cacaos arrivent directement en wagons dans l'intérieur de l'usine ; ils entrent à l'état brut dans les ateliers, où ils subissent une série d'opérations préliminaires avant la fabrication proprement dite. Dans le triage, fait par plus de 200 femmes, les cacaos sont soigneusement

(1) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 43, p. 282.

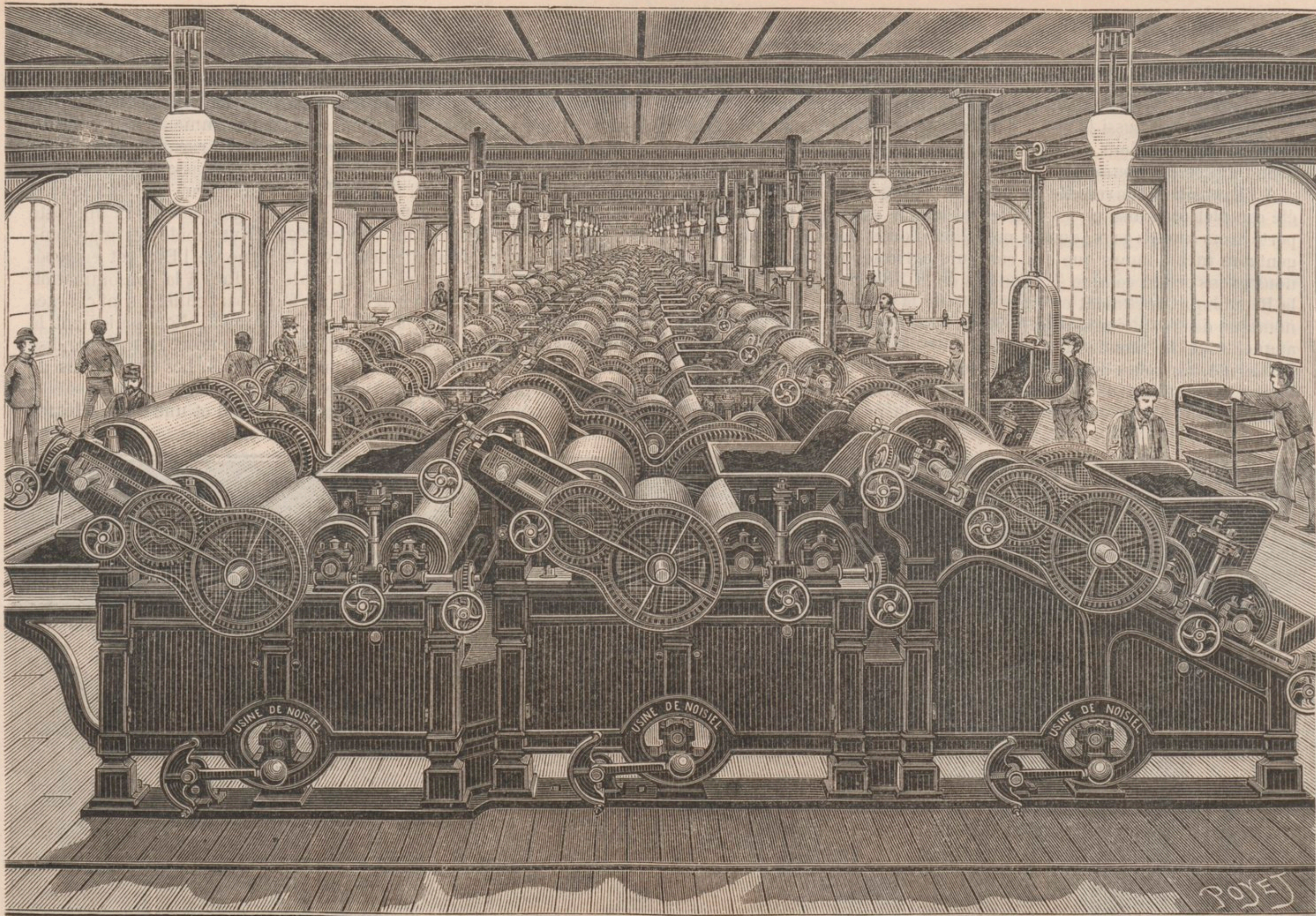


FIG. 5. — USINE DE NOISIEL. — Vue d'un des ateliers de broyage.



FIG. 6. — USINE DE NOISIEL. — Vue de l'atelier de pesage et de moulage des tablettes.

débarrassés de tout corps étranger ; les grains avariés sont enlevés, et, seules, les graines reconnues saines et de bonne qualité sont envoyées par sacs au brûloir, pour être torréfiées.

Les appareils torréfacteurs sont au nombre de 18 : remplis aux deux tiers de leur volume, ils sont mis en mouvement au-dessus d'un feu de coke. L'opération dure de 40 à 50 minutes, et nécessite une température moyenne de 130 degrés.

Le grain est ensuite décortiqué dans trois *décortiqueurs-diviseurs*, placés au-dessus des brûloirs, et où le déversent, au fur et à mesure, des élévateurs à augets.

Ensuite, les cacaos sont séparés par qualités, broyés, réduits en pâte parfaitement homogène, malaxés et unis intimement au sucre : la pâte ainsi obtenue est alors pesée mécaniquement et divisée en pains de 125 à 250 grammes, qui vont se placer automatiquement dans un moule présentant des divisions demi-cylindriques, qui portent le nom *Menier*.

Reste à démouler, plier et emballer le chocolat ; auparavant, des *tapoteuses* mécaniques secouent la pâte dans les moules, de façon à lui en faire prendre exactement la forme et à en extraire toutes les bulles d'air.

Le démoulage du chocolat se fait dès qu'il a été amené à l'état solide,

chet *Menier* ; une petite bande portant les mots *Chocolat Menier* est aussi collée sur le côté. Une dernière enveloppe est mise, et les tablettes sont réunies en paquets de 4 kil. 500.

La seule dépense des feuilles d'étain employées par l'usine de Noisiel, représente une somme annuelle de 700 000 francs environ, cela suffit à donner une idée des matières premières mises en œuvre dans cet immense établissement.

Toutes les opérations de fabrication sont faites à Noisiel au moyen des machines les plus ingénieuses, auxquelles MM. Menier apportent chaque jour les améliorations indiquées par les progrès incessants de la science, et cela sans épargner ni dépenses, ni efforts : c'est ainsi, on ne saurait trop le répéter, car l'exemple est frappant, qu'ils maintiennent leur usine et leur fabrication à la tête de leur industrie.

Les organes de transmission de mouvement occupent deux étages, et sont ainsi placés dans les meilleures conditions pour mettre les ouvriers à l'abri de tout accident ; de cette disposition intelligente résulte aussi une propreté extrême dans les divers ateliers.

Signalons en passant une machine des plus ingénieuses, d'origine américaine, qui sert à l'usine de Noisiel à la fabrication automatique des nombreuses caisses servant à l'emballage du chocolat ; les bois en planches, débités mécaniquement en long, puis en

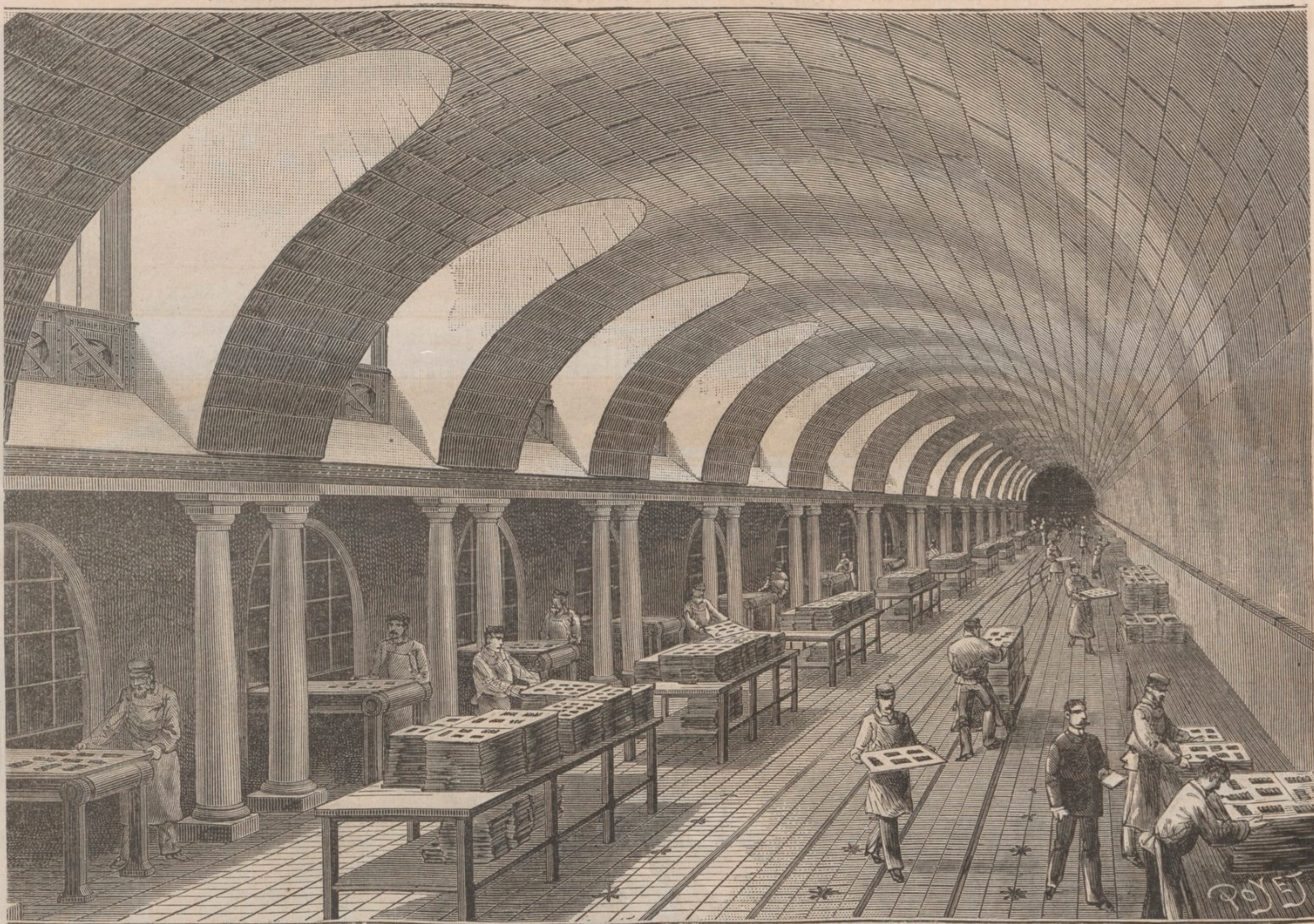


FIG. 7. — USINE DE NOISIEL. — Démoulage du chocolat.
Galerie dans laquelle aboutissent les chaînes continues sur lesquelles cheminent les tablettes de chocolat pendant leur refroidissement.

le refroidissement s'opère méthodiquement dans des appareils à mouvement continu très ingénieux, entretenus à basse température par deux puissantes machines frigorifiques, du système Giffard, actionnées par deux machines à vapeur compound horizontales de 50 chevaux chacune.

L'eau nécessaire par les réfrigérants provient d'un puits artésien de 110 mètres de profondeur, dont le débit normal au niveau des sous-sols de l'usine est de 58 000 litres par heure, et peut atteindre 90 000 litres avec une faible aspiration. D'autre part, des sources constantes fournissent plus de 12 000 litres à l'heure d'une eau excellente, dont la température reste toujours à 12°.

Le chocolat, refroidi et retiré des moules, est monté à l'atelier de pliage, situé directement au-dessus des rafraîchissoirs, au moyen de deux monte-charges hydrauliques : les ouvrières plieuses, au nombre de 450 environ, s'en emparent et, après l'avoir garni d'une feuille de papier d'étain, d'une enveloppe en papier de couleur, collent en dessous de chaque tablette une étiquette à médaille, où est placé le ca-

travers, à l'aide de scies circulaires et à ruban, sont assemblés en panneaux, puis rabotés par de puissants outils qui en règlent exactement l'épaisseur, tout en leur donnant une surface parfaitement unie, ce qui est indispensable pour le travail subséquent. A l'aide d'une machine à imprimer rotative, analogue aux machines à imprimer les journaux, les panneaux sont imprimés en noir avec une précision et une rapidité remarquables : cette impression, faite à l'encre indélébile, est, en outre, incrustée dans le bois, ce qui en fait une marque ineffaçable. Les caisses fabriquées à Noisiel au nombre d'un millier environ par jour, sont de trois formats principaux : les caisses, les demi-caisses, les quarts, et chacune d'elles se fait en quatre mesures : des machines à clouer, installées en batteries à Noisiel, terminent les caisses préparées par la machine dont nous venons de parler et enfoncez chacune une moyenne de plus de 24 000 clous par jour, soit pour 4 machines 100 000 clous environ, non compris ceux posés à la main pour le couvercle, après l'emplissage.

La précision et la rapidité d'exécution résultent de l'emploi de ces

machines. On comprend toute l'utilité que présente cet outillage spécial dans une usine aussi importante que celle de Noisiel.

Le personnel des usines Menier. — Le personnel de direction comprend, un directeur, un ingénieur, un sous-ingénieur, un chimiste, et six comptables et employés aux réceptions et expéditions. Cinq chefs d'ateliers dirigent la fabrication, secondés de sous-chefs, et sept chefs d'ateliers sont à la tête des différents corps d'état. L'usine de Noisiel-sur-Marne occupe actuellement plus de quinze cents ouvriers et ouvrières; ces dernières sont au nombre de six cents.

Habitations ouvrières (pl. III). — La population entière de la localité est affectée à l'usine, près de laquelle on lui a assuré le logement et les moyens de subsistance dans les meilleures conditions d'hygiène et d'économie, en créant une vaste cité ouvrière composée de plus de 200 habitations isolées et indépendantes.

Un jardin spacieux entoure chaque maison, munie de bornes-fontaines pour le puisage de l'eau nécessaire aux besoins domestiques. Les rues sont larges, plantées d'arbres et éclairées au gaz, que fournit l'usine à gaz spéciale de l'établissement.

Il y a, en outre, des lavoirs et des bains largement pourvus d'eau.

Chaque habitation mesure une superficie de 400 mètres carrés pour le jardin, et de 64 mètres pour le logement. Le loyer annuel est de

ou asile, une classe primaire mixte, une classe primaire pour les garçons et une pour les filles. Les enfants y sont reçus gratuitement, et tous les frais, sans distinction, restent à la charge de l'établissement. Le nombre des enfants fréquentant ces écoles est de 250.

Bibliothèque, cours, secours médicaux. — Une bibliothèque très bien montée est à la disposition des ouvriers : elle est composée de livres appropriés à leur état. Des cours sont faits aux adultes.

Un médecin est spécialement attaché à l'établissement : en cas de maladie ou d'accident, les secours sont donnés avec promptitude, au moyen d'une pharmacie complète pourvue largement de tous les produits nécessaires, livrés gratuitement au personnel.

Caisse de secours. — Une caisse de secours, généreusement alimentée par MM. Menier, distribue des dons en argent et en nature : les ouvriers reçoivent, lorsqu'ils sont malades et sur les constatations du médecin : les hommes 2 francs, les femmes 1 franc, et cela, pendant tout le temps de leur maladie. Enfin, une caisse d'épargne reçoit, à raison de 6 % l'an, les économies des ouvriers.

Les salaires sont élevés, et rien n'a été omis pour le bien-être matériel et la culture morale des ouvriers. Aussi ne connaît-on ni chômages, ni grèves, dans cette heureuse cité de Noisiel, où les ouvriers vivent sédentaires depuis plusieurs générations.



FIG. 8. — USINE DE NOISIEL. — Vue d'un des ateliers de pliage et d'emballage des tablettes.

150 francs seulement, bien que chacune des habitations ait coûté 3 000 francs : le produit des loyers est entièrement abandonné au service des écoles, de l'asile, etc., et les contributions et frais d'entretien sont à la charge des propriétaires.

Des magasins d'approvisionnement très largement installés livrent au prix de revient toutes les denrées, vêtements, combustibles, etc., nécessaires à la vie. Des cantines offrent des aliments sains et substantiels, et logent les ouvriers célibataires.

On a, de plus, disposé dans l'usine trois grands réfectoires : un pour les hommes, un autre pour les femmes, le troisième mixte, pour les ménages; ce nombreux personnel peut ainsi prendre ses repas dans un lieu sain, chauffé en hiver et bien aéré en été. Les ouvriers qui habitent les environs apportent le matin leur nourriture, qui est tenue au chaud jusqu'à l'heure des repas. Le même bâtiment comporte une très belle salle de réunion et de conférences.

Écoles gratuites. — Un groupe scolaire, fondé par M. E. Menier, développé et entretenu par ses fils, comprend une classe gardienne

Telle est, dans ses données générales, l'organisation perfectionnée de la fabrication du chocolat dans les usines de la maison Menier. Nous avons dû, en raison de notre cadre, abréger sur bien des points que nos dessins compléteront au point de vue technique.

Nous ne parlerons que d'une manière tout à fait accessoire d'une industrie qui est venue s'ajouter à celles que dirigent MM. Menier. Ayant eu l'occasion d'acquérir un moulin et une chute d'eau importante qui commandait la chute de l'usine de Noisiel, ils ont continué d'exploiter l'industrie de pâtes alimentaires des Moulins de Chelles. Et comme si rien que le fait d'être touchée par ces grands industriels suffisait à donner l'activité et la prospérité à une industrie, cette fabrication a pris en peu de temps une extension considérable, et elle a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de 1889.

Pour terminer cette brève étude, nous examinerons maintenant la fabrication du caoutchouc, installée d'après les mêmes principes, et dont le développement, comme pour en démontrer l'excellence, est également incessant.

2^e PARTIE. — FABRICATION DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA
A L'USINE MENIER A GRENELLE

La seconde industrie de MM. Menier est, dans un genre différent, presque aussi importante que la première. La fabrication du caoutchouc et de la gutta-percha dans l'usine de Grenelle devient chaque jour plus intéressante par ses progrès rapides et ses applications nombreuses. Il n'est personne qui n'en connaisse quelques-unes des formes les plus usitées, et qui ne participe à l'emploi d'un grand nombre d'entre elles. On peut dire que, depuis la Science en général dans ses branches multiples, jusqu'aux plus petits détails de la vie privée, l'utilité de ces deux produits s'accuse d'une manière irréfutable.

L'Angleterre s'était, la première, consacrée à la fabrication du caoutchouc et de la gutta-percha, dont elle a longtemps conservé le monopole. Au fur et à mesure que se développait la télégraphie électrique, l'emploi des câbles prenait une plus grande extension. C'était elle qui les fournissait entièrement, et cet état de choses dura jusqu'au jour où MM. Menier tentèrent de retirer à l'Angleterre cette sorte de suprématie, et de livrer des produits entièrement fabriqués dans une usine française; et ils surent donner une impulsion féconde à une industrie que la multiplication incessante des applications de l'électricité appelait à prendre un développement considérable.

L'usine fut installée à Paris-Grenelle, au bord de la Seine, près de la ligne du pont de l'Alma aux Moulineaux: son outillage fut créé de toutes pièces et construit sur les lieux mêmes: les moyens

cidés, en 1879, l'installation de lignes souterraines reliant Paris aux principales villes de France, c'est à MM. Menier que fut confié le soin de créer le type de la première ligne, entre Paris et Nancy. Cet important réseau compte de nombreux tronçons à 6, 12 et 21 conducteurs, représentant une longueur totale de 15 500 kilomètres; la réussite complète de cette entreprise hardie, a définitivement introduit dans notre pays le système de la télégraphie souterraine pour les longues transmissions.

Dirigés par des hommes aussi « modernes » et aussi « scientifiques », dans toute la juste acception des mots, que le sont MM. Menier, leurs établissements ont été les premiers à bénéficier des nombreuses découvertes de la Science appliquée à l'industrie. La lumière électrique y fut établie dès 1875, par MM. Menier, qui installèrent à Grenelle et à Noisiel 14 machines Gramme, dont l'emploi était jusqu'alors réservé à quelques travaux spéciaux. Pour résoudre l'important problème du transport des forces, diverses expériences eurent lieu, et les câbles employés furent fabriqués à Grenelle, où MM. Menier firent aussi construire plusieurs machines dynamo d'une grande puissance.

Aujourd'hui, l'usine compte dans ses nombreuses machines les perfectionnements les plus récents, et c'est avec raison que les écoles d'industrie et de commerce la font fréquemment visiter à leurs élèves, pour leur montrer le mouvement actuel de la Science et ses belles applications à l'Industrie.

L'Exposition universelle de 1878 a valu à MM. Menier les plus hautes

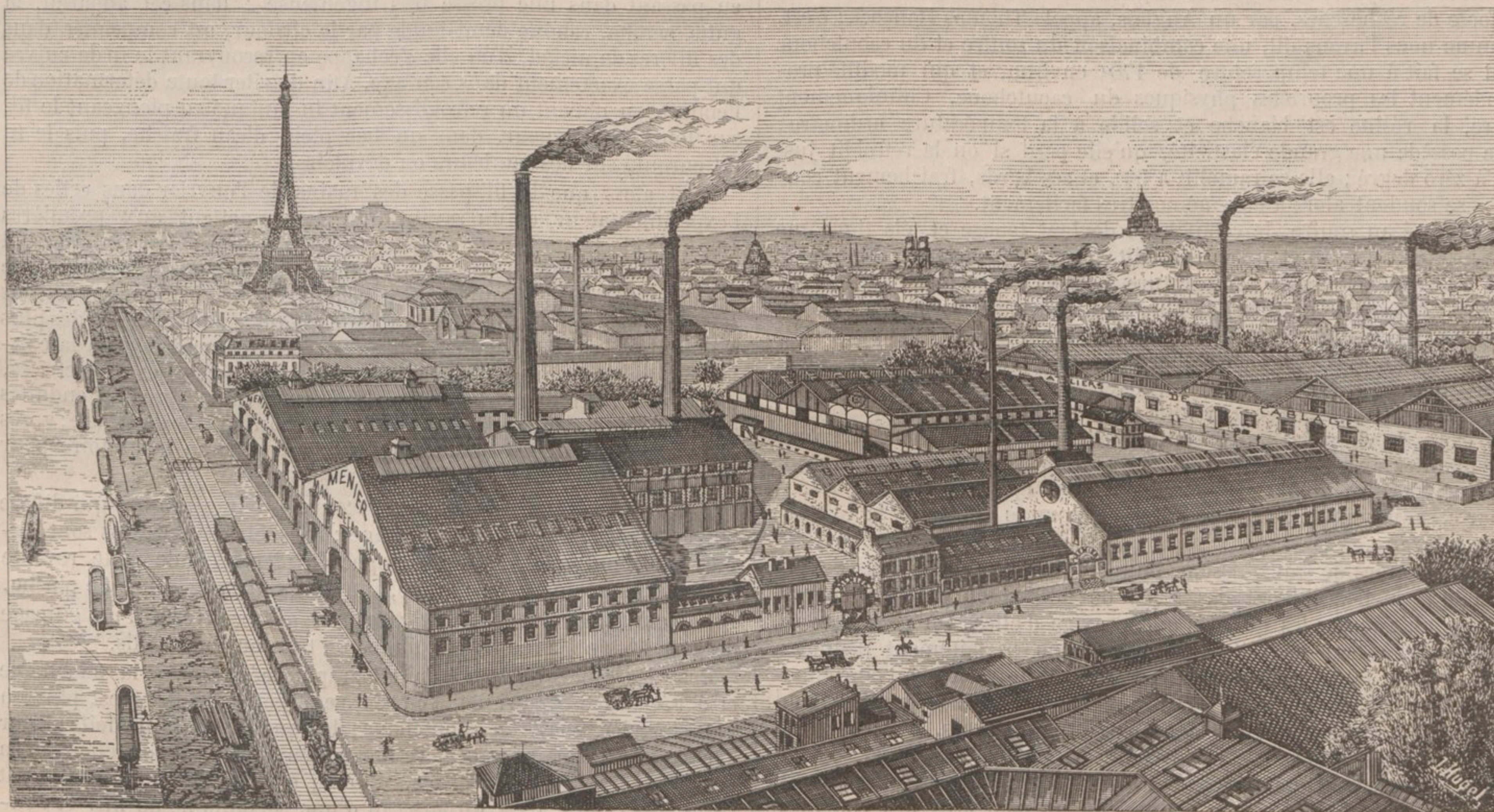


FIG. 9. — FABRICATION DU CAOUTCHOUC ET DES CÂBLES ÉLECTRIQUES. Vue générale de l'usine de Grenelle.

d'action appartiennent donc à la maison Menier, et c'est là un point qu'on ne saurait trop faire remarquer.

L'intelligente organisation des diverses parties de cette importante fabrique en fait un établissement modèle, un véritable établissement scientifique, où le travail est sérieusement et savamment dirigé.

MM. Menier livrent actuellement au commerce toutes les pièces de caoutchouc nécessaires aux divers usages industriels: feuilles pour clapets, joints, rondelles, tuyaux d'arrosage, d'épuisement, à vapeur, à gaz, etc., pour les chemins de fer, tampons de choc, rondelles de suspension, tuyaux de freins, etc.

Mais les grandes spécialités de la maison sont principalement les courroies de transmission, la fabrication de l'ébonite, ou caoutchouc durci, et enfin celle des conducteurs et câbles électriques, depuis les fils de sonneries jusqu'à l'énorme câble qui doit porter la pensée à travers les mers. C'est en 1873 que cette Maison livra le premier câble, et depuis, elle fabriqua successivement les câbles sous plomb pour la télégraphie et la téléphonie souterraines de Paris et des grandes villes, les grands câbles côtiers sous-marins, les câbles d'acier reliant les forts de Paris, des câbles spéciaux pour torpilles, pour mines, et presque tous ceux qui sont en usage dans la marine et dans la télégraphie militaire; enfin, les câbles pour la transmission de l'énergie à distance par l'électricité.

Parmi les câbles sous-marins figure celui du Havre à Honfleur, d'un poids moyen de 14 kilogrammes au mètre courant. Lorsque fut dé-

récompenses des classes, où leurs produits furent exposés: deux médailles d'or, l'une pour le caoutchouc et la gutta-percha et l'autre pour les câbles électriques. Les principaux collaborateurs ne furent pas oubliés par le jury, qui décerna une médaille d'argent à M. Tessier, directeur de l'usine de Grenelle.

Après l'Exposition d'électricité, à Paris en 1881, M. Henri Menier reçut la croix de la Légion d'Honneur.

Jetons maintenant un rapide coup d'œil sur l'usine de Grenelle elle-même, et sur les phases si intéressantes de la fabrication de ses principaux produits.

L'atelier principal est un grand hall de plus de 1200 mètres carrés, portant à mi-hauteur, le long de ses murs, une galerie à jour d'environ 3 mètres de large. Une ligne de colonnes de fonte, élevée au centre dans le sens de la longueur, porte l'arbre de transmission et ses poulies. Un canal parallèle et également médian conduit la vapeur partout où elle est nécessaire, car il est indispensable pour toutes les opérations que doit subir le caoutchouc, d'avoir à sa portée les moyens de se procurer la température voulue.

Le caoutchouc provient du Brésil, de Madagascar, des Indes et de Bornéo. Le Valle-Menier, fondé au Nicaragua par M. Menier père et dont nous avons parlé dans notre étude sur l'Usine de Noisiel, en produit aussi une grande quantité, et la province tout entière l'exploite d'une manière très étendue.

De même que la gutta-percha, le caoutchouc est un suc laiteux pro-

venant de certains arbres des tropiques; celui-ci se recueille par incisions sur les troncs de « l'Hœvea Guyanensi » et du « Ficus elastica » dont les Indiens tiraient déjà parti, lors de la conquête de l'Amérique. Il arrive dans l'usine sous forme de grosses poires irrégulières; celles-ci sont d'abord ouvertes et placées dans des bacs remplis d'eau chaude, où elles se ramollissent, de manière à faciliter les opérations ultérieures. Ensuite, placées sous un laminoir formé de deux cylindres animés de vitesses inégales et arrosés d'un courant d'eau, elles sont arrachées, déchiquetées et débarrassées de toutes les matières terreuses qu'elles contiennent. Un second passage dans le déchiqueteur rend la gomme assez propre et assez ductile pour qu'elle puisse déjà, par son adhérence, former une sorte de guipure grossière.

On réitère l'opération jusqu'à ce que cette guipure soit transformée en une feuille pleine à surface rugueuse, que l'on transporte dans de vastes séchoirs, où elle se débarrasse complètement tant des eaux de lavage que de celles interposées dans la matière première. C'est à ce moment que le caoutchouc, bien sec, est mélangé avec le soufre nécessaire à la « vulcanisation » ainsi qu'avec les différents corps qui, en se mélangeant, doivent lui communiquer certaines propriétés, selon les usages auxquels on le destine.

C'est là un des points les plus importants de la fabrication, d'où dépend toute l'homogénéité de la matière : chaque ouvrier travaille une masse de 20 kilogr. environ jusqu'à ce que le mélange soit parfait, et que cette masse soit absolument homogène dans toutes ses parties.

La vulcanisation, découverte vers 1842 par un industriel américain nommé Goodyear, mais gardée soigneusement secrète, fut retrouvée, à force de recherches, par un Anglais, appelé Thomas Hancock; c'est, comme nous l'avons dit, une combinaison du soufre et du caoutchouc qui se fait à une température de 170° environ, et qui modifie profondément les propriétés physiques du caoutchouc. Chimiquement pure, la résine est blanche et solide à la température ordinaire; elle possède une grande élasticité, qu'elle perd si on la refroidit jusqu'à zéro degré; elle se ramollit à 50°, et ses bords, fraîchement coupés, se soudent alors à eux-mêmes très facilement.

Combiné au soufre, le caoutchouc devient tenace et élastique, ne durcit plus au froid et ne se ramollit plus à la chaleur; il conserve son élasticité depuis la température la plus basse jusqu'à 180° au-dessus de zéro; il ne se soude plus à lui-même; il est insoluble dans tous les dissolvants connus. On comprend que, dans ce nouvel état, le caoutchouc soit devenu un remarquable produit industriel; aussi n'est-ce qu'à partir de cette découverte que ses applications sont devenues si nombreuses et si utiles.

L'excès de vulcanisation produit l'ébonite ou caoutchouc durci, que ses qualités anti-conductrices et sa solidité ont fait adopter presque exclusivement pour les pièces isolantes des appareils électriques, et pour certaines cuves de piles portatives, comme celles de la télégraphie militaire.

Les courroies de transmission, l'une des grandes spécialités de l'usine de Grenelle, exigent des soins de fabrication tout particuliers, pour réunir toutes les qualités qu'on exige d'elles. On a eu pendant longtemps, à leur endroit, des préventions parfaitement justifiées, étant donnée la manière défectueuse dont on les fabriquait anciennement. Ces courroies, en effet, vulcanisées par chaleur humide, conservaient de la vapeur d'eau dans leurs tissus divers, d'où résultait un manque d'homogénéité et, partant, de solidité.

Par le procédé actuel employé à l'usine de M. Menier pour la vulcanisation par chaleur sèche, on obtient, au contraire, des courroies parfaitement homogènes, quelles que soient leurs dimensions. Les courroies, en caoutchouc et toile, fabriquées ainsi, ont sur les courroies de cuir de grands avantages : elles restent toujours parfaitement droites et ne glissent jamais sur les poulies, grâce au caoutchouc qui les recouvre; en cas d'usure ou d'accident, elles peuvent se réparer sans qu'il en résulte ni surépaisseur ni couture. Leur résistance, point capital pour les industriels, est supérieure à celle des courroies en cuir de même section; enfin, l'allongement élastique des courroies en cuir est double de celui des courroies en caoutchouc et toile, dont l'allongement permanent est à peu près nul.

D'un autre côté, les courroies en caoutchouc et toile sont les seules qu'il soit possible d'employer dans l'eau ou dans des milieux humides et à température variable.

MM. Menier avaient établi, à l'Exposition universelle de 1878, pour le compte de MM. Geneste et Herscher, toutes les courroies qui mettaient en mouvement les appareils de ventilation de la salle des Fêtes du Trocadéro; ces courroies, qui fonctionnaient dans des caves profondes et humides, ne donnèrent jamais lieu à la plus petite réparation.

Les courroies de transmission sont fabriquées, à Grenelle, au moyen d'une toile très solide, d'un tissu particulier, que l'on enduit très fortement de caoutchouc sur ses deux faces à l'aide d'une machine rotative; c'est un calendreur à cylindres chauffés, qui fait pénétrer parfaitement le caoutchouc dans le tissu et le noie dans sa masse. La feuille est alors repliée un certain nombre de fois, selon la longueur et la force qu'on veut lui donner, et on vulcanise sous les presses à une température déterminée, mais toujours très élevée,

afin de permettre à la courroie de fonctionner convenablement à la chaleur.

La fabrication des tuyaux est des plus simples, mais nécessite beaucoup d'attention; on enroule successivement sur des mandrins, saupoudrés de talc pour empêcher l'adhérence, des feuilles de caoutchouc mélangé de soufre, et des bandes de toile dont le nombre dépend de la force à donner au tuyau. Les feuilles de caoutchouc sont soudées à elles-mêmes sur le mandrin, et la solidité de cette soudure est augmentée par l'addition d'un peu de sulfure de carbone étendu au moyen d'un pinceau.

Ainsi préparés, les tuyaux sont vulcanisés dans des autoclaves spéciaux, après avoir été recouverts de bandes de toile enroulées en spirale pour empêcher la déformation.

Les tuyaux destinés à supporter une forte pression extérieure, comme ceux d'aspiration des pompes à incendie ou des freins à vide, sont garnis intérieurement de spirales en fils métalliques, noyées dans la pâte. Enfin, M. Menier a imaginé de protéger, par une couche de caoutchouc feutrée d'une composition particulière, les tuyaux adoptés par les sapeurs-pompiers de Paris et des grandes villes, ce qui leur permet de résister parfaitement lorsqu'ils frottent sur le sol.

La fabrication des conducteurs et des câbles électriques est de beaucoup la partie la plus importante de l'usine de Grenelle. C'est une œuvre à la fois fort délicate et fort complexe.

Le fil métallique, en cuivre, passe d'abord dans un bain à base de résine, destiné à faire adhérer la gaine de gutta-percha qu'il reçoit en passant dans une presse très ingénieuse : dans cet appareil, la gutta-percha, rendue demi-fluide par la chaleur, est comprimée dans des filières de nickel, d'où elle s'échappe en recouvrant le fil de cuivre qui passe exactement dans son axe. Afin d'éviter toute déformation de l'enduit, on obtient un refroidissement instantané en plongeant le fil, sur toute sa longueur, dans un bac plein d'eau fraîche, puis le fil est enroulé sur des tambours ou dévidoirs.

C'est alors que le fil passe des mains de l'ouvrier dans celles de l'expérimentateur et du savant, qui le soumettent aux premières épreuves électriques, pour s'assurer qu'il est parfaitement isolé et qu'il ne se produit aucune déperdition de fluide dans toute sa longueur. Cette vérification, toute scientifique, est renouvelée jusqu'à cinq ou six fois sur le même conducteur. Ce n'est donc qu'après une expertise des plus minutieuses que les conducteurs électriques sont employés à la confection des câbles. On les recouvre alors de trois couches protectrices, qui consistent en deux enveloppes de ruban de coton tanné, et enduites de goudron très pur, et en un matelas de chanvre intermédiaire; après chaque opération, les conducteurs sont renvoyés au laboratoire pour être soumis à de nouvelles épreuves électriques.

Enfin, ces faisceaux de fils sont recouverts d'une armure qui diffère suivant l'usage auquel on les destine : les câbles souterrains sont formés extérieurement d'une enveloppe de plomb ou de fonte revêtue d'une épaisse couche de bitume, afin de résister aux coups de pioche.

Les câbles fluviaux et sous-marins sont recouverts d'un guipage de gros fils de fer réunis par torons de trois ou quatre fils.

Pour les câbles affectés à la télégraphie aérienne, à la téléphonie et à l'éclairage électrique, l'enveloppe isolante des fils n'est plus en gutta-percha, mais en caoutchouc; lorsque le courant doit passer avec une grande puissance, ce qui a lieu pour la production de la lumière, ce ne sont plus trois, ni cinq ou sept fils, qui constituent l'âme des câbles, c'est un faisceau d'une soixantaine de fils, et l'enveloppe isolante est formée de toiles caoutchoutées.

Le laboratoire des essais où sont vérifiés les conducteurs, est un modèle d'aménagement et d'installation : il possède une pile de 300 éléments Callaud, plusieurs galvanomètres à miroirs du système W. Thomson, des condensateurs et des caisses de résistance de la plus grande précision. Plus d'une Faculté de province serait heureuse et fière de posséder un semblable laboratoire.

Enfin, le matériel de l'usine, d'une perfection et d'une puissance remarquables, compte 6 machines à vapeur, d'une force totale de 1 000 chevaux. Plus de 500 ouvriers des deux sexes sont employés dans la manufacture, qui traite par an 200 000 000 de kilogr. de caoutchouc brut et autant de gutta-percha. On peut aussi fabriquer des milliers de kilomètres de câbles divers.

En résumé, MM. Menier, grâce aux perfectionnements apportés dans la fabrication et à l'excellence de leurs produits, ont su contribuer à étendre l'usage du caoutchouc et de la gutta-percha, et ramener la confiance vers des produits que l'on commençait à délaisser, à cause de la fabrication peu consciencieuse dans laquelle certains industriels n'avaient pas craint de se lancer dès le début. En s'attachant à ne fabriquer que des produits de première qualité, ils rendent de grands services à cette nouvelle industrie, toute française, qui prend de jour en jour des proportions plus considérables, par suite de l'application du caoutchouc et de la gutta-percha à toutes les découvertes nouvelles.

MAX DE NANSOUTY.

LA MAISON KENNEDY

Kennedy's patent Water Meter Co.

L'une des plus importantes maisons de construction pour les appareils de distribution d'eau est la Compagnie des Compteurs à eau, système Kennedy (Kennedy's patent water meter Co.), à Kilmarnock (Ecosse), qui a donné naissance à la C^{ie} Glenfield (the Glenfield Cy Limited), laquelle s'est spécialisée dans la fabrication de tous les appareils de distribution d'eau. Ces deux sociétés, qui se complètent l'une par l'autre, sont placées sous la direction de l'Ingénieur T. Kennedy, neveu de l'inventeur du système des compteurs d'eau à un piston qui porte son nom.

Il y a environ 35 ans que la Compagnie Kennedy entreprit la construction du compteur d'eau, dont l'usage en Angleterre, en France et en Belgique s'est rapidement généralisé. L'Italie, la Russie, l'Espagne et plusieurs autres pays utilisent cet appareil depuis de nombreuses années. Plusieurs applications aux chaudières en ont été faites avec succès.

Le compteur d'eau Kennedy se compose d'un cylindre vertical avec son piston, et d'un mécanisme de distribution et d'enregistrement. Comme il a déjà été décrit précédemment en détail dans le *Génie Civil* (1), nous ne reviendrons pas ici sur sa description.

Il n'est pas sans intérêt de relater les progrès réalisés par cette

porte les matières les plus essentielles à la fabrication, donna aux administrateurs de cette Compagnie l'idée d'étendre leur production, et d'embrasser dans son entier le service de la distribution des eaux.

La Compagnie Glenfield fut ainsi créée; et, de même que sa devancière, elle fut placée sous la direction de M. T. Kennedy.

Située sur les bords de la rivière Irvine, qui fournit en abondance l'eau nécessaire à tous les essais, dotée d'un matériel considérable, choisi dans ce qu'il y a de plus perfectionné aujourd'hui, largement installée et pourvue de capitaux importants, cette Société a pris rapidement un essor considérable, et elle occupe aujourd'hui environ 800 ouvriers pour la fabrication des fontaines, bouches d'arrosage et d'incendie, clapets de retenue, bondes de fond, robinetterie, robinets-vannes variant de 0^m040 à 1^m20 de diamètre, etc.

A cette fabrication courante, la Compagnie Glenfield a ajouté celle des machines élévatoires, colonnes de prise d'eau, pompes de divers systèmes et en général de tous les appareils hydrauliques et sanitaires, ainsi que les appareils de curage par la pression de l'eau, dont de nombreuses applications ont été faites en Angleterre et, pour la première fois en France, au service des Eaux de Roubaix et Tourcoing. Les résultats obtenus avec ces derniers appareils ont été satisfaisants, et des conduites en grande partie obstruées, ont redonné un écoulement normal après le passage de l'appareil.

L'appareil de curage (fig. 2 et 3), est mû par la pression de l'eau. Il



FIG. 1. — Vue des usines Kennedy et Glenfield, à Kilmarnock (Ecosse).

compagnie, qui a fourni plusieurs de ses appareils à l'Exposition de 1889.

Son outillage, très perfectionné, a permis à sa fabrication de prendre un vigoureux essor, et elle compte aujourd'hui plus de 70 000 compteurs de toutes tailles sortis de ses ateliers.

On pourra se faire une idée de l'importance de cette production en relatant ce fait, que la compagnie, pour être certaine de la qualité de ses produits, fabrique elle-même le caoutchouc qui lui est nécessaire; l'achat de cette matière première seule s'élève à 44 000 francs par an.

Toutes les pièces du compteur Kennedy sont faites sur gabarit, de sorte qu'elles sont interchangeables et que tout remplacement de pièce peut se faire simplement et sans ajustage par un ouvrier quelconque.

Le compteur Kennedy a été adopté par la Ville de Paris en 1880 et plusieurs villes importantes lui ont donné l'exclusivité; notamment Bruxelles, Montpellier, Roubaix, Tourcoing, le Mans, Aurillac, Melun, Rennes etc., etc.

Plusieurs compteurs Kennedy fonctionnent, ainsi que nous l'avons dit, à l'Exposition universelle, dont un au pavillon de la Ville de Paris; deux autres de 130 millimètres d'orifices, reliés ensemble, assurent l'alimentation des appareils de MM. Weyher et Richemond, de Pantin, qui servent à l'éclairage électrique de l'Exposition universelle; deux de ces appareils fonctionnent également à l'exposition de la Compagnie de Fives-Lille.

Un compteur de 200 millimètres d'orifices assure l'alimentation en eau de la ville de Corbeil, où il fonctionne depuis nombre d'années.

La situation prospère de la Compagnie Kennedy, dont les usines, placées dans une contrée riche en houille et en fer, trouvent à leur

est placé dans la conduite au moyen d'un tuyau d'introduction à couvercle. A l'une des extrémités de ce tuyau est fixé un rac-

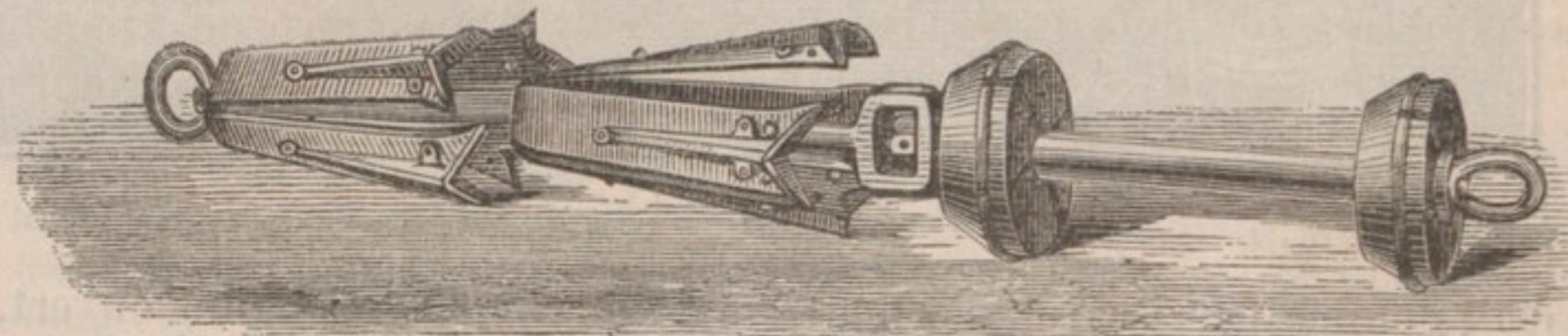


FIG. 2. — Appareil de curage.

cord à bride et emboîtement, et à l'autre un raccord à bride et cordon; il remplace dans ce cas une longueur de tuyau ordinaire.

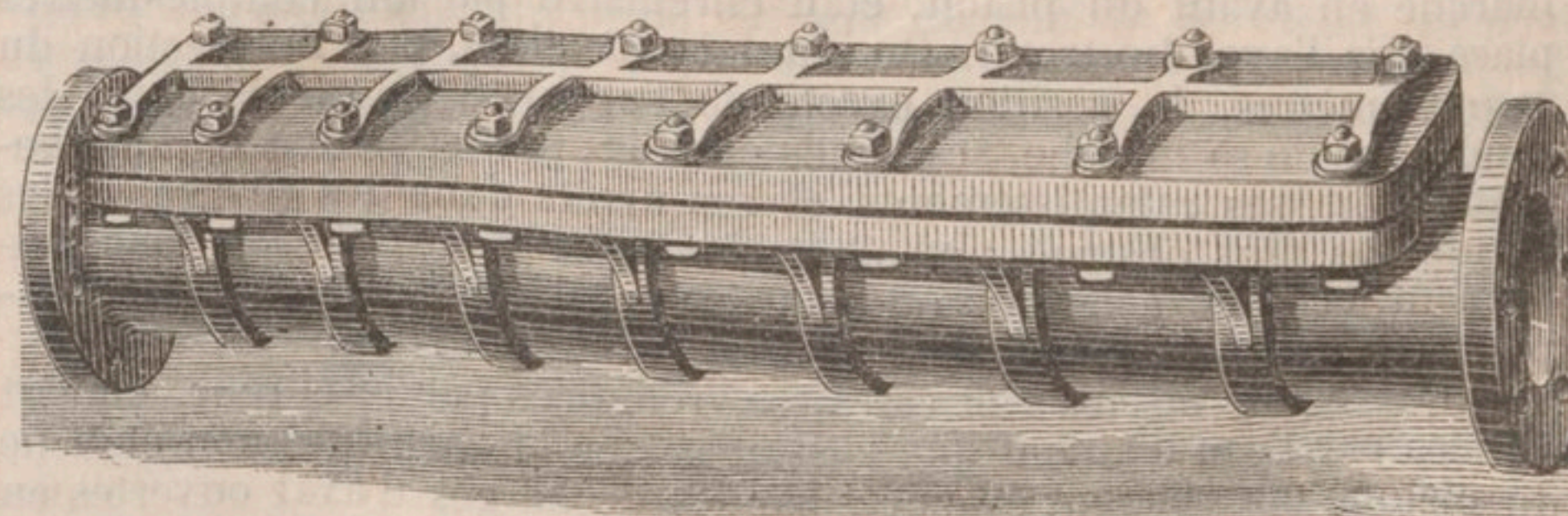


FIG. 3. — Appareil de curage.

Après avoir enlevé le couvercle du tuyau, on introduit dans l'intérieur l'appareil cureur articulé, en le plaçant, les couteaux en avant, dans la direction de la poussée de l'eau, laquelle agit sur les pistons qui en forment la partie postérieure.

(1) Voir le *Génie Civil*, tome III, n° 44, p. 244.

Le bruit de l'appareil passant dans le tuyau est perçu par l'oreille au moyen d'un stéthoscope.

Voici, à titre documentaire, un extrait du rapport rédigé, en 1882, par le Comité des Eaux d'Exeter (Angleterre), au sujet de cet appareil de curage :

« L'avantage résultant de l'entreprise de curage de la Compagnie Glenfield est considérable, non seulement par l'augmentation du débit de l'eau distribuée dans la ville, mais encore par l'enlèvement des matières impures retenues aux parois des tuyaux.

» Le Comité propose de faire curer la conduite tous les ans. »

M. A. Binet, Ingénieur des Arts et manufactures, Directeur du Service des Eaux de Roubaix et de Tourcoing, écrivait, de son côté, ce qui suit :

« Je certifie avoir employé avec plein succès, en 1888, l'appareil Glenfield, au curage d'une conduite ascensionnelle de 600 millimètres, sur une longueur de 7500 mètres.

» La conduite envasée et incrustée, sur une épaisseur de 0^m 04, a été nettoyée à vif et remise en l'état d'une conduite neuve, sans dislocation des joints et sans autres frais que la main-d'œuvre d'une dizaine d'hommes pendant trois jours.

» L'appareil se gouvernait avec la plus grande facilité. Une charge d'eau de 3 mètres suffisait pour le mettre en mouvement ; elle lui

Voici la description succincte des ateliers de cette Compagnie :

Les bureaux, situés au rez-de-chaussée, et occupant un personnel nombreux, sont installés dans une grande salle bien aérée, attenante au bureau du secrétaire de la Compagnie, dont ils sont séparés par une cloison vitrée.

Du bureau du secrétaire, on a accès, par une porte en fer, dans une chambre incombustible, où sont classées les correspondances.

Au premier étage se trouve le bureau des dessins, pièce également incombustible, où sont classées les archives.

Au-dessus, est une autre pièce, éclairée à l'électricité, ce qui permet la reproduction des dessins même par les temps les plus sombres.

Des bureaux, on entre dans l'atelier de modelage, vaste pièce de 51 mètres de long sur 12 de large, où se trouve une série complète de toutes les machines à travailler le bois ; ces machines sont mues par un moteur horizontal qui actionne également deux machines dynamos pour la production de la lumière électrique des six lampes placées dans la cour.

Un peu plus loin, nous trouvons le magasin des modèles, grande construction de 4 étages de 38 mètres de long sur 13 de large, élevée seulement depuis quelques années et actuellement remplie de modèles de tous genres, classés et numérotés pour permettre de retrouver immédiatement les modèles dont on a besoin.

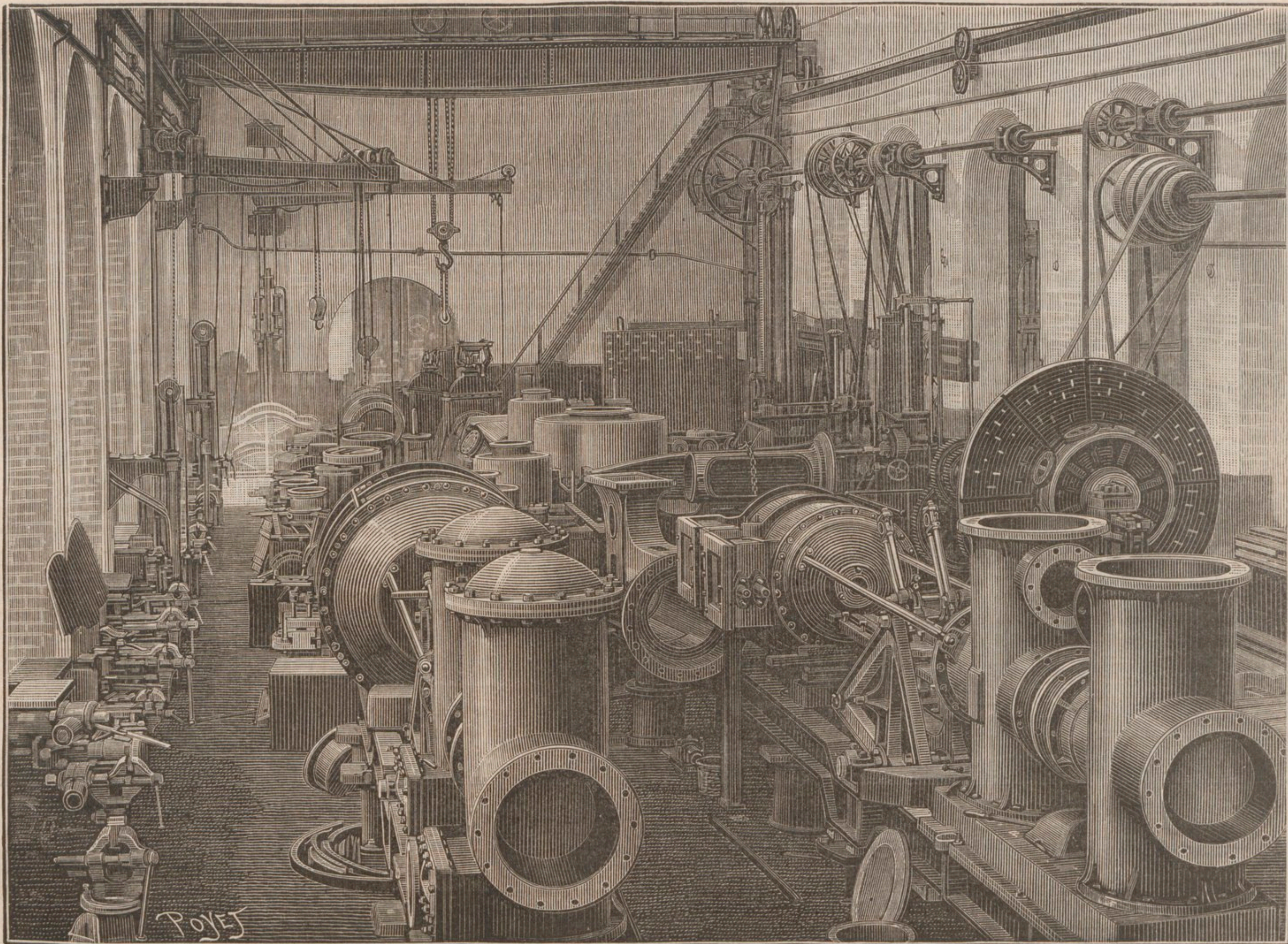


FIG. 4. — Vue d'un atelier de montage.

était donnée par un robinet nourrice de 0^m 06 plus ou moins ouvert, qui amenait derrière le piston du cureur l'eau prise à la conduite jumelle. Un fil de cuivre attaché en queue du piston du cureur, sortait de la conduite par un calfat *ad hoc*, installé près du robinet nourrice, et était enroulé sur un treuil ; le déroulement du fil, amené par la marche en avant du piston, était enregistré par un compte-mètres placé sur l'axe du treuil. On connaissait ainsi, par l'inspection du compte-mètres, la position exacte de l'appareil en mouvement, les conditions de sa marche, ses bonds dans les parties hautes et d'alignement droit, ses ralentissements et ses arrêts dans les courbes et les points bas plus obstrués ; on était témoin et maître de son fonctionnement, et pour accélérer ou retarder sa marche, il suffisait de manœuvrer de quelques tours le robinet-vanne nourrice.

» Les boues vaseuses et calcaires, refoulées par le cureur, étaient diluées par l'eau d'amont que laissait passer la garniture non étanche du piston ; elles étaient évacuées par les décharges d'aval ouvertes en grand. Je ne puis trop recommander pour les conduites de 0^m 500 et 0^m 600, l'emploi de l'appareil Glenfield. »

D'importants travaux ont été entrepris par la Compagnie Glenfield, qui établit en ce moment le Service des Eaux de Braila, et les travaux et fournitures nécessaires pour la décantation et l'utilisation des eaux d'égout de Londres (égout du North London).

A la suite se trouvent les fonderies ; la première, pour les grosses pièces, comprend deux bâtiments, un de 27 mètres sur 17 et l'autre de 27 mètres sur 15.

La seconde, pour les petites pièces, mesure 40 mètres sur 25.

L'adoption du moulage à la machine permet de faire aussi bien qu'à la main, et beaucoup plus vite ; les fours pour séchage des noyaux sont chauffés au gaz, procédé beaucoup plus prompt et moins coûteux que l'emploi de charbon.

La fonderie de cuivre mesure 39 mètres sur 12 ; bien aérée, haute de toiture, elle contient 16 fourneaux et fond environ 125 000 kilogrammes de pièces en bronze par mois.

Les ateliers proprement dits viennent ensuite ; ils sont composés d'une série de bâtiments, dont le premier de 57 mètres sur 27^m 50 est couvert par un toit de trois arches, supporté par des colonnes de fonte, sous lequel fonctionnent librement deux grues roulantes.

Les tours et autres machines sont placés au milieu de la pièce et comprennent 24 tours, une machine à raboter murale, pouvant raboter de 2^m 30 de hauteur et de 3 mètres de longueur, des machines à raboter ordinaires, à fraiser, à percer, etc.

Il y a également deux machines pour essayer les robinets-vannes, et près de là, dans la cour, un manomètre à mercure à colonne pour essayer l'exactitude des autres systèmes de robinets.

Les générateurs sont du type Lancashire et Américain.

Le second atelier a 44 mètres sur 10; il y existe 6 machines à raboter, 5 machines à percer, 4 tours et une grue roulante; nous passons dans le troisième, qui mesure 52 mètres sur 13; ici encore une grue roulante traverse l'atelier dans sa longueur et s'utilise au moyen de cordes pouvant supporter un poids de 20 000 kilogrammes; trois grues hydrauliques murales pour poids plus légers y figurent également.

Nous notons, en passant, une machine à raboter, une machine à percer horizontale et deux grands tours.

Tous ces appareils sont des types les plus perfectionnés.

Le quatrième atelier est employé à la fabrication des robinets-vannes de grandes dimensions, ce qui est une des spécialités de la maison; il y a deux ans, elle a fourni à Liverpool des robinets-vannes à haute pression, mesurant 1^m 050 de diamètre, et pesant chacun près de 11 000 kilogrammes.

La spécialité même de construction de ces importantes usines a permis à la direction de se passer des secours d'un poste de pompiers; un jeu complet de bouches et d'appareils d'incendie, raccordé sur les conduites de la Compagnie des eaux, et toujours sous une pression de 50 mètres, jeu comprenant 16 bouches d'incendie, avec tuyaux, lances, etc., assure les secours immédiats en cas de sinistre.

Ainsi que l'on pourra s'en rendre compte par les renseignements qui précèdent, les Compagnies Kennedy et Glenfield disposent de moyens d'action considérables. Ce succès est en très grande partie dû à l'homme éminent qui en a pris la direction, et qui a su la mener à bien.

F. B.

L'EXPOSITION DES CHEMINS DE FER

Aperçu général du matériel et des objets exposés dans les classes 61 et 62.

(Suite 1.)

M. Chevalier, constructeur de matériel à Paris, a exposé une voiture mixte pour les chemins de fer à voie de 1 mètre du Cambrésis; cette voiture comprend un compartiment de chaque classe; la 1^{re} classe, garnie de drap gris galonné, avec des rideaux de mérinos, des stores et un tapis; la 2^e classe garnie de drap vert avec des rideaux et des stores; la 3^e classe, sièges cintrés et à dossiers inclinés, avec des baies vitrées à châssis fixe, de chaque côté de la portière. La membrure de la caisse est en bois de teack recouvert de tôle, la toiture est en zinc. Le châssis métallique est muni de l'attelage Chevalier et Rey, du frein à vide agissant par quatre sabots sur l'un des essieux d'acier. Longueur totale hors tampons, 5^m 900; écartement des essieux, 2^m 200; largeur intérieure de la caisse, 2^m 260; poids de la voiture, 4450 kilogr., soit pour 38 voyageurs, 147 kilogr. de poids mort.

L'attelage Chevalier et Rey diffère des attelages ordinaires par l'adjonction d'un balancier qui s'appuie en son milieu, sur la chape du ressort de traction, et qui supporte, à ses extrémités, l'effort résultant de la tension initiale du ressort de choc. Les chapes des deux ressorts laissent entre elles un passage pour le balancier et s'articulent, au moyen d'un axe commun, sur l'extrémité de la tige de traction; enfin les tiges des tampons viennent buter sur le ressort de choc, par l'intermédiaire de sellettes, de sorte que quand le crochet de traction sort du châssis d'une longueur déterminée, la saillie des tampons augmente de la même longueur, et ils restent en contact permanent quel que soit l'effort moteur; au passage dans les courbes, les tampons extérieurs sortent de leur boisseau, d'une quantité égale à celle dont sont refoulés les tampons intérieurs, et le train acquiert la flexibilité nécessaire.

La Société internationale des wagons-lits a exposé le modèle d'un de ses nouveaux trains de luxe, se composant d'une voiture-salon, d'une voiture-restaurant et d'un fourgon.

La Société industrielle suisse de Neuhausen a exposé une voiture pour le service du chemin de fer du Brünig, et le véhicule appliqué sur le chemin à crémaillère du Pilate.

La voiture du Brünig est à quatre compartiments de six places avec sièges en jonc et à galerie latérale ouverte; les portes sont à coulisse et suspendues pour rester ouvertes ou fermées même sur les fortes rampes; elle est montée sur trois essieux: celui du milieu est muni de la roue dentée qui engrène avec la crémaillère, et est logé dans un châssis spécial qui permet un jeu latéral de l'essieu à l'aide de pièces articulées placées sur les longerons. Le frein est à vapeur, du système Klosé; il agit par quatre sabots sur la roue dentée et par huit sabots sur les quatre roues des deux autres essieux. Le système d'attelage et de traction est central et supporte un poids de 54 tonnes. Longueur hors tampons 9^m 780; écartement des essieux extrêmes 6 mètres; largeur de la caisse 2^m 700, hauteur 3^m 100; poids total 7 750 kilogr. soit 323 kilogr. par place offerte.

La voiture du Pilate est construite en bois de pin, les panneaux en peuplier; elle ne pèse que 1050 kilogr. pour 32 places assises, soit environ 33 kilogr. de poids mort par voyageur.

Nous avons encore à signaler quelques modèles d'améliorations proposées pour la construction des voitures à voyageurs:

1^o Le système de fermeture automatique Weill et Garnier est composé d'une gâche à plusieurs crans, dans lesquels le pêne peut successivement s'engager: si, par suite d'une circonstance quelconque, le pêne s'est dégagé du premier cran, au lieu que la portière s'ouvre, il entre immédiatement dans le second et arrête la portière;

2^o Le système de suspension de M. Féraud, avec application en dedans des menottes des ressorts à lames, a été décrit dans la séance du 15 juin 1888 de la Société des Ingénieurs civils: il est appliqué sur le réseau de l'Ouest et sur le Grand Central belge, et est étudié de manière à mieux utiliser la flexibilité des ressorts, à permettre d'écarter davantage les essieux pour augmenter la stabilité de la voiture;

3^o Le modèle de train de voyageurs à couloir proposé par M. Haurez est composé de voitures de 32 places en quatre compartiments, portés par deux essieux dont chacun fait partie d'un bogie commun à deux voitures; le couloir est au milieu, les plates-formes des extrémités sont supprimées et les véhicules reliés par des soufflets.

Chauffage des trains. — Thermosiphon. — L'appareil de chauffage des voitures par une circulation d'eau chaude, dit thermosiphon, à poêles indépendants par voiture, est employé par les Compagnies de l'Est, de P.-L.-M. et d'Orléans. Pour éviter de donner au poêle qui chauffe les grandes voitures de 1^{re} classe de trop grandes dimensions, on place dans chaque voiture, deux ou quatre poêles. L'eau chaude circule dans des chaufferettes en tôle galvanisée placées dans chaque compartiment: un mécanisme de réglage, placé auprès de chaque chaufferette, permet d'arrêter à volonté la circulation de l'eau, pour régler la température. Dans les voitures à couloir de la Compagnie d'Orléans, le couloir est chauffé par les tuyaux des poêles autour desquels on a ménagé une circulation d'air; de plus, une double enveloppe remplie de laine de scorie protège la charpente contre les inconvénients qui pourraient résulter d'un trop fort chauffage. Les avantages des thermosiphons, surtout sensibles dans les voitures à compartiments séparés, résident principalement dans la suppression de l'obligation d'ouvrir les portières pour remplacer les chaufferettes, et dans la faculté qu'on a, en surveillant la marche du poêle, d'obtenir une température constante des chaufferettes.

Thermosiphon Gallet. — Les appareils de chauffage installés dans les voitures à bogies exposées sont du système à thermosiphon, construit et breveté par M. Gallet. Il consiste en chaudières tubulaires que l'on boulonne transversalement sous le châssis de la voiture, aux extrémités; la porte latérale de chargement de la grille à combustible, est munie d'un ressort qui la maintient levée ou abaissée, ainsi que d'une fermeture de sûreté se composant d'un ressort à bec et d'une came réglant la position de ce bec; au-dessous de la grille et sur un arbre en fer creux, sont montés des cônes de réglage qui permettent d'obtenir plus ou moins complètement les orifices d'entrée de l'air; on manœuvre cet arbre à l'aide d'une poignée munie d'un ressort à pointe qui, en s'engageant dans les trous d'un secteur, permet de fixer la position des cônes et de régler l'entrée de l'air. Les tubes de la chaudière, situés de part et d'autre du foyer, mettent en communication la bache inférieure, dans laquelle débouche le tuyau de retour de l'eau refroidie, avec la bache supérieure, d'où part le tuyau d'eau chaude qui s'étend longitudinalement sous la voiture et communique avec chacune des bouillottes tubulaires fixées dans les compartiments; le raccord se fait au moyen de joints avec bagues en caoutchouc, permettant le glissement des tuyaux, produit par la dilatation et par la suspension de la caisse; sur le tuyau de départ est un vase d'expansion, qui sert également à l'évacuation et à la purge des gaz et des vapeurs, à la sortie de la chaudière; sur le tuyau de retour est un vase de remplissage et de réserve d'eau. Chaque bouillotte contient quinze tubes de 10 millimètres de diamètre intérieur et de 1^{mm} 5 d'épaisseur, communiquant, à une extrémité, avec la conduite de départ, et à l'autre extrémité, avec la conduite de retour; on pose les bouillottes sur le plancher du compartiment, où l'on perce deux trous pour le passage des tuyaux; l'épaisseur de ces chaufferettes étant seulement de 25 millimètres, il suffit de les entourer de tapis-brosses ou de baguettes en bois, pour éviter toute saillie gênante; le montage ou le démontage, aux changements de saison, peut donc se faire rapidement et à peu de frais, sans immobiliser les voitures en les faisant rentrer à l'atelier. La manutention (réglage et entretien des feux) se fait en dehors de la voiture, avant le départ ou après l'arrivée des trains. L'approvisionnement de charbon de tourbe de chaque grille peut durer dix-huit heures consécutives, au bout desquelles on les retire pour les ringarder et faire tomber les cendres, et pour les charger à nouveau, sans qu'il soit nécessaire de rallumer les feux; c'est un travail d'une durée de 10 minutes, qu'on peut faire en retirant la grille par l'une des deux portes opposées, et en l'emportant dans la chaufferetterie, à distance du train; ces portes ne pouvant s'ouvrir qu'à l'aide d'une clef de voiture, les charbons incandescents ne peuvent s'échapper de la grille; quant aux produits de la combustion, ils se dégagent à l'air libre au-dessous de la voiture entre les tampons, à une température qui ne dépasse pas 75 degrés. Les essais de ce thermosiphon ont porté sur une voiture de 1^{re} classe, pendant une durée de cinq mois, entre Paris et La Rochelle, sans extinction; au bout de ce temps, l'appareil a été trouvé en excellent état et capable d'être remis en service sans réparations.

Chaufferettes à acétate (système Ancelin). — L'eau chaude est remplacée par de l'acétate de soude cristallisé, exempt de matières goudronneuses et contenant quatre équivalents d'eau; pour descendre de 80 à 40 degrés, en se solidifiant, l'acétate emploie environ neuf heures, tandis que la chaufferette à eau ne met que deux heures et demie; le renouvellement des chaufferettes dans les compartiments est donc beaucoup moins fréquent. Le remplissage n'a lieu qu'une fois par an, et les chaufferettes sont ensuite hermétiquement fermées au moyen de bouchons soudés. Le réchauffage se fait par l'immersion des chaufferettes dans des cuves remplies d'eau entretenue bouillante au moyen d'un courant de vapeur: on place, à cet effet, 18 chaufferettes dans les cases d'une sorte de panier à claire voie en acier, qu'on

(4) Voir le *Génie Civil*, tome XV, n° 20, p. 439; n° 21, p. 495; n° 22, p. 534; n° 24, p. 579; n° 25, p. 615; n° 26, p. 637.

descend au moyen d'une grue; l'immersion dure une heure et demie, puis on remonte le panier et on le pose par ses deux tourillons sur un cabrouet, de manière qu'en arrivant devant les compartiments, on fait basculer le panier pour ramener les chaufferettes à la position horizontale. Ce système permet de faire le chauffage des trains qui ont de longs trajets, sans renouveler les chaufferettes; sur la banlieue, les voitures font aussi plusieurs trajets sans réchauffage. L'effectif des chaufferettes à acétate du réseau de l'Ouest est de 2 400.

Toutefois cette compagnie n'a pas exclusivement recours au système Ancelin: elle expose aussi une chaufferette fixe à eau et à foyers se chargeant de l'extérieur, à chaque bout. Les produits de la combustion se rendent du foyer dans une des branches d'un carneau horizontal en forme d'U, et reviennent, par l'autre branche, déboucher à l'air libre, sous la voiture, par un tube muni d'un registre à trous qui permet de régler le tirage. Le foyer est constitué par une cage en tôle perforée, qui peut se manœuvrer de l'extérieur de la voiture et sur laquelle on place en ignition un charbon à combustion lente. Une voie d'expansion permet la dilatation du liquide et sert d'appareil de sûreté. La température d'une de ces chaufferettes peut être entretenue à 50 degrés pendant 8 à 9 heures, sans addition de combustible. Le liquide employé est un mélange de glycérine et d'eau, ne se congelant qu'à - 17 degrés.

La compagnie a aussi essayé un thermosiphon permettant de chauffer deux compartiments pendant cinq heures, sans recharger le foyer avec des briquettes de charbon de bois. Le tube contenant le mélange d'eau et de glycérine est enroulé en serpent autour du foyer et à faible distance: les chaufferettes sont munies de cloisons qui chicanent la circulation d'eau chaude, de manière à égaliser la température sur toute la surface des chaufferettes qui sont très plates.

Chaufferette mixte à eau et à briquettes (type Nord). — Cet appareil, dont la forme et les dimensions diffèrent peu des bouillottes ordinaires, se compose d'une enveloppe en tôle contenant un réservoir interne, s'étendant sur toute la surface supérieure, au-dessous duquel est une grille-cendrier pouvant recevoir deux briquettes; l'air nécessaire à la combustion pénètre par deux ouvertures débouchant sur le plancher de la voiture dans une gaine en fonte, à diaphragme, terminée à ses extrémités par des entonnoirs diamétralement orientés, afin que l'air s'y engouffre, quel que soit le sens de la marche du train. Le combustible employé est un charbon aggloméré recuit à une haute température, en vases clos et soumis à un traitement chimique qui annule le dégagement des gaz délétères: d'ailleurs la chaufferette est hermétiquement close, de sorte qu'il n'y a ni odeur, ni danger d'asphyxie dans les compartiments. En raison de la faible pression de la vapeur produite par l'eau échauffée que contient le réservoir, on n'a pas jugé nécessaire d'y ménager un vase d'expansion. Cette chaufferette, en usage sur les lignes secondaires, où les gares intermédiaires ne comportent pas l'installation coûteuse de chaufferetteries, ni le personnel nécessaire au renouvellement des bouillottes, permet d'assurer le chauffage, avec une température constante, pendant une durée de 7 à 9 heures, sans qu'il soit nécessaire de recharger le combustible.

Chauffage continu (système Belleruche). — Ces appareils de chauffage, en service sur le réseau du Grand Central belge, consistent en chaufferettes fixes encastrées au niveau du plancher, dans lesquelles circule un courant d'eau chaude partant de la locomotive ou d'un wagon-réservoir, et revenant au point de départ, après avoir parcouru toute la longueur du train. Les avantages de ce système, qui a été décrit en détail dans la *Revue universelle des Mines* (n° de janvier 1884), résident surtout dans la possibilité de contrôler et de régler à volonté le chauffage, qui est constant et uniforme; mais il nécessite soit un emprunt de calorique à la locomotive, soit l'addition d'un poids mort dans le fourgon, et surtout un accouplement de plus entre tous les véhicules d'un train.

Éclairage des voitures. — Lampe à bec rond (modèle du Nord). — La lampe à l'huile en service dans toutes les voitures de 1^{re} classe de la Compagnie du Nord, réalise un éclairage perfectionné, tant au point de vue de l'intensité lumineuse du bec, qui est de 0 carcel 75, que par la position du foyer, dont la lumière directe éclaire toutes les parties d'un compartiment, et par la courbure du réflecteur, qui a la forme d'un store engendré par la rotation d'un arc d'ellipse, de manière à renvoyer la lumière sur les espaces obscurcis par l'ombre portée des tubes amenant l'huile au bec. Pour maintenir constant le niveau de l'huile, le récipient est formé d'un anneau cylindrique placé au-dessus du bec, et l'huile arrive au bec goutte à goutte au moyen d'un régulateur à soupape; le bec est muni d'une couronne sur laquelle se fixe la cheminée en verre, indispensable avec le type de bec rond. La lanterne a été étudiée de manière à supprimer la mobilité de la flamme, quand on ouvre ou qu'on ferme les portières, ainsi que pendant la marche du train. A cet effet, on a ménagé dans le chapiteau des gaines d'entrée d'air, et la calotte du chapiteau est formée d'une double chemise qui chicane l'évacuation des gaz de la combustion et régularise le tirage. Les réflecteurs sont en tôle d'acier doux et nickelé, ce métal présentant, par rapport au cuivre rouge plaqué d'argent, l'avantage d'une durée plus grande, d'un prix de revient moins élevé, et d'un pouvoir réfléchissant supérieur, au bout d'un certain temps d'usage, parce que le plaqué d'argent perd une plus grande fraction de son pouvoir réfléchissant au bout d'une année de service.

Lampes Shallis et Thomas. — L'éclairage minéral, en usage sur le réseau d'Orléans et sur quelques autres lignes, est étudié de manière à donner une lumière vive et sans ombre portée: la flamme est horizontale et placée au-dessus du niveau de l'huile, qui arrive à la mèche par capillarité; la combustion se fait au centre d'une chambre conique en acier émaillé, séparée du réservoir d'huile par une enveloppe et un

feutrage: l'air nécessaire à la combustion est pris à l'extérieur de la voiture, la mèche est coupée et réglée à chaque voyage; l'évacuation des gaz de la combustion se fait par une cheminée en métal. Pour éviter l'échauffement du réservoir d'huile, on fait circuler autour de lui de l'air pris dans le compartiment; une double enveloppe percée de deux trous à la partie supérieure est établie autour de la lampe, et des conduits verticaux débouchent du réservoir dans cette enveloppe, pour assurer l'évacuation rapide du liquide, dans le cas où la lanterne serait renversée dans un accident. Le remplissage, l'allumage et le réglage des lampes se font à la lampisterie, pour une durée de 12 à 15 heures; le pouvoir éclairant atteint 1 carcel; malheureusement la position du bec et la forme du réflecteur ne permettent de donner qu'un cône de lumière qui n'éclaire pas tous les coins du compartiment.

Pour compléter l'éclairage des compartiments, la Compagnie d'Orléans y installe des ventilateurs Pignatelli modérables à volonté et empêchant surtout la pénétration de la poussière; une manche à vent placée sur la toiture de la voiture refoule l'air à l'intérieur du compartiment sous l'action de la vitesse du train, en le forçant à traverser des cloisons de fils métalliques qui le débarrassent des grains et des escarbilles, et à passer au contact d'un récipient d'eau, où il se rafraîchit et achève de se purifier; un registre permet de régler l'admission d'air dans le compartiment, parallèlement au plafond. Chaque appareil comporte deux manches orientées en sens inverse et deux récipients d'eau.

Éclairage au gaz d'huile. — La compagnie de l'Ouest a appliqué ce mode d'éclairage à 240 voitures de 1^{re} classe faisant le service de la banlieue et de la Ceinture: chaque compartiment est éclairé au moyen d'une lampe placée au milieu du plafond; le réflecteur, qui est émaillé à cause du gaz, ce qui lui donne un pouvoir réfléchissant inférieur à celui des surfaces métalliques, a une forme circulaire. Il y a, sur chaque voiture, un réservoir à gaz timbré à 7 kilogr., d'une capacité suffisante pour assurer l'éclairage pendant 16 heures en grande flamme et ne nécessiter qu'une fois par jour le remplissage aux accumulateurs de Saint-Lazare et de Courcelles; des manomètres indiquent la durée d'éclairage disponible et décèlent les fuites; un robinet spécial permet de mettre les becs en veilleuse. Une seule usine, aux Batignolles, assure la fabrication du gaz par la distillation des schistes bitumineux; elle est reliée à la gare Saint-Lazare par une canalisation en plomb de 3 kilomètres de longueur, et par un branchement de 630 mètres à celle de Courcelles; cinq accumulateurs contiennent une réserve de 47 mètres cubes à la pression de 11 kilogr. Les conduites sont posées dans des caniveaux en planches goudronnées, remplis de sable fin, ou à la traversée des voies, dans des tuyaux en fonte.

La Compagnie de l'Ouest a aussi fait l'essai de lampes à gaz carburé, disposées pour enrichir, au bec, le gaz ordinaire, par des vapeurs de naphthaline; à chaque lampe est adapté un réservoir en laiton, contenant des fragments de naphthaline; une tubulure débouche de ce réservoir dans la cheminée de la lampe, de manière que la naphthaline se distille sous l'influence de la chaleur dégagée par les produits de la combustion; le gaz ordinaire, qui arrive par un tube distinct, se mêle à ces vapeurs, et le col de cygne qui conduit ce mélange au bec, est aussi placé dans la cheminée, pour empêcher la solidification de la naphthaline et les engorgements qui en résulteraient.

Les appareils d'éclairage appliqués à la voiture à couloir exposée par la Compagnie de l'Est, sont au nombre de six, une lampe par compartiment, une dans le couloir et une dans le water-closet. Les lanternes des compartiments et celle du couloir sont munies d'un brûleur intensif à flamme horizontale, du système Delmas, qui, par le réchauffement préalable de l'air destiné à la combustion, augmente de 40 % le pouvoir éclairant. La lanterne du water-closet est un brûleur ordinaire à flamme verticale; le nettoyage et l'entretien se font de l'intérieur, en ouvrant la coupe; l'allumage et l'extinction se font du toit du véhicule. Les lanternes des compartiments sont munies d'appareils de mise en veilleuse automatique par la manœuvre des stores, quand les deux demi-stores sont tous deux fermés; un robinet permet de mettre en veilleuse tous les becs pendant le jour. Le gaz est comprimé à 7 kilogr. dans trois réservoirs d'une capacité totale de 845, placés sous le châssis; avant d'arriver aux lanternes, il est détendu dans un régulateur.

Lampes à bec rond et sans verre. — Plusieurs systèmes ont été proposés pour éviter l'emploi des cheminées en verre dans les lampes à l'huile et à bec rond, sans sacrifier la fixité et la constance de l'éclairage.

Le système Lefaurie et Potel, essayé sur le réseau de l'Ouest, se compose d'une lampe à niveau constant plongeant dans une coupe profonde de 10 centimètres. Le courant d'air extérieur à la mèche est produit par une prise d'air dans la coupe et par l'appel d'une cheminée métallique qui prend naissance au réflecteur, avec un diamètre égal à celui du bec, et qui va ensuite en s'évasant; le courant d'air intérieur à la mèche est produit par l'appel de la même cheminée au moyen d'une prise d'air dans la lanterne et d'un tube qui, suivant celui d'arrivée de l'huile à la mèche, débouche au-dessous d'elle. La lanterne est construite de manière à chicaner l'évacuation des produits de la combustion. La consommation est de 25 à 30 grammes d'huile de colza à l'heure, et la durée de l'éclairage est d'environ 16 heures. 108 voitures de 1^{re} classe sont déjà munies de ce système.

Intercommunication. — Il n'y a guère que deux systèmes principaux d'intercommunication, établis, suivant les prescriptions ministérielles en France, pour donner aux voyageurs la faculté d'appeler le chef de train ou même de faire arrêter le train en cas de danger: ce sont l'intercommunication électrique et l'intercommunication pneumatique.

Intercommunication électrique. — Le type d'appareils exposé par la Compagnie du Nord et appliqué par la Compagnie P.-L.-M. est le système Prudhomme, que cette Compagnie emploie depuis vingt-cinq ans, avec quelques perfectionnements apportés par M. Eug. Sartiaux, chef du Service télégraphique. On sait que le système Prudhomme consiste dans l'installation de deux fils électriques isolés, d'un bout à l'autre du train, et aboutissant, dans chaque fourgon, à une pile Leclanché de 6 éléments et à une sonnerie trembleuse, qui se met à tinter d'une manière continue, dès qu'on réunit ensemble les deux fils, sur la longueur du train; or, ce cas se produit, soit automatiquement, dès qu'il y a une rupture d'attelage, soit lorsqu'un voyageur tire la chaînette qui existe dans chaque compartiment pour l'appel de secours, soit, enfin, lorsque l'un des conducteurs manœuvre le commutateur rouge placé dans son fourgon. Pour donner aux agents de l'entretien du Matériel et du Service télégraphique le moyen de vérifier l'état des communications, on met à leur disposition, soit une boîte à sonnerie pour vérifier l'état d'isolement des fils, soit une poignée de résistance pour vérifier les boîtes à sonnerie; la boussole de vérification des fils est munie d'une aiguille calée au repos; lorsqu'on la décale, on fait jouer un commutateur qui intercale l'appareil dans le circuit de la pile; quant à la poignée de résistance, elle se compose de deux pièces métalliques, reliées par un fil isolé qui a la même résistance qu'un train entier; il suffit donc d'introduire les deux pièces dans les crochets de suspension de la boîte de sonnerie, pour faire tinter celle-ci, si elle est en bon état.

L'appareil d'appel exposé par la Compagnie de l'Est ne diffère du précédent que par quelques détails peu importants: la forme du commutateur mis à la disposition des voyageurs et muni d'un enclenchement qui ne permet de le remettre au repos qu'à l'aide d'une clef spéciale; l'attelage des fils, d'une voiture à l'autre, au moyen de pièces en porcelaine, au lieu des crochets métalliques employés par la Compagnie du Nord.

La Compagnie d'Orléans emploie aussi le système Prudhomme, avec des boutons d'appel, mais avec des voyants qu'elle a placés sous la voiture, au lieu de les faire apparaître latéralement au compartiment dans lequel on a fait usage du signal. En outre, elle expose un bouton de tirage actionnant tous les systèmes en usage sur les réseaux français, de manière à l'appliquer dans les trains qui ne sont pas composés du même matériel. Pour utiliser le bouton dans le cas de l'intercommunication pneumatique, on a recours au mouvement que prend l'arbre portant les voyants, grâce à la détente d'un ressort à boudin placé sur cet arbre; en outre, sur la conduite du frein à air comprimé est placé un robinet, ordinairement fermé et plombé, et que l'on ne met en service que sur les réseaux où la manœuvre de l'intercommunication doit avoir pour effet d'obtenir le serrage des freins.

Intercommunication pneumatique. — Le principe du système employé depuis 1881 par la Compagnie de l'Ouest réside dans l'utilisation de l'air comprimé de la conduite du frein pour la transmission de l'appel et pour le fonctionnement du sifflet avertisseur placé sur la machine. En tirant sur une poignée, à l'intérieur des compartiments, on fait fonctionner le robinet d'un branchement de la conduite d'air comprimé, et vibrer, non seulement le sifflet avertisseur de la machine, mais celui de la voiture, pour indiquer de quel véhicule part l'appel; la dépression produite par cet échappement d'air serait insuffisante pour déterminer le serrage des freins; le sifflement se produit jusqu'à ce que le conducteur, averti par le mécanicien, ait été remettre en place, au moyen d'une tringle extérieure, le robinet de la voiture d'où part l'appel et dans l'un des compartiments de laquelle doit pendre la poignée d'appel. Pour éviter que le serrage des freins ne fasse fonctionner, chaque fois, le sifflet avertisseur, on a ajouté au robinet des rainures disposées de manière à mettre ce sifflet en dehors de la communication, entre la conduite et le réservoir principal.

Le système appliqué sur les chemins de fer de l'Etat est fondé sur le serrage des freins par la manœuvre des boîtes d'appel: la poignée, une fois tirée, ne pouvant être remise en place par le voyageur, indique par sa position le compartiment de la voiture déjà désignée par l'apparition d'un voyant à l'extérieur. De la conduite générale du frein se détache, sur chaque voiture, un branchement spécial aboutissant à une soupape de fuite, dont l'ouverture est obtenue par la chute d'un contrepoids qu'on déclenche chaque fois qu'on tire la poignée d'appel. Le mécanicien doit alors fermer son régulateur, mettre son robinet au serrage et forcer l'allure de la pompe à air, pour faciliter le desserrage.

Le système d'intercommunication pneumatique exposé par la Compagnie du Midi et appliqué à ses voitures de toutes classes, consiste en une valve d'arrêt disposée au-dessous d'une ouverture pratiquée sur un branchement de la conduite principale du frein: lorsqu'on déclenche le levier qui la maintient normalement fermée, elle cesse de s'appliquer sur son siège, laisse échapper de l'air et détermine ainsi le serrage immédiat des freins. En appuyant, dans chaque compartiment, sur un bouton de manœuvre, on fait mouvoir un parallélogramme articulé, qui déplace une tige sur la toiture de la caisse; un levier d'équerre transmet ce mouvement à une tige verticale placée latéralement à la paroi, et qui, d'une part, fait apparaître un voyant à l'angle de la voiture, et d'autre part, force la valve à laisser échapper de l'air en écartant le levier de déclenchement; celui-ci est muni d'une poignée, qu'il suffit d'abaisser pour ramener à leur position normale le voyant et le bouton, qui ne peut être remis en place par le voyageur lui-même; de sorte qu'on peut déterminer quel est le compartiment d'où est parti l'appel, dans la voiture dont les voyants sont apparents.

M. COSSMANN,

(A suivre.)

Ingénieur des Arts et Manufactures.

PRODUITS DE L'EXPLOITATION

des mines et de la métallurgie. — Fonte, fer et acier.

Groupe V. — Classe 41.

Pour le fer et l'acier, comme pour tous les autres produits industriels, l'Exposition universelle de 1889 a pleinement réalisé les espérances de ses organisateurs. A part quelques exceptions, trop peu nombreuses pour être remarquées dans un aussi vaste ensemble, toutes les grandes Compagnies métallurgiques, tous les maîtres de forges ont tenu à figurer dignement au Champ de Mars, et quelques-uns d'entre eux se sont vraiment surpassés. Le visiteur, placé entre l'exposition de la *Société des Acieries de la Marine et des Chemins de fer* et celle de la *Société de Châtillon et Commentry*, ne pouvait manquer de concevoir une haute idée de la puissance et de la variété de production des usines françaises, et cette impression se fût encore accrue, si les produits sidérurgiques disséminés dans le Palais des Machines et dans quelques pavillons isolés, eussent pu être aperçus du même point.

Bien que les exposants aient pris le soin de garnir leurs étagères et leurs vitrines d'étiquettes donnant les indications nécessaires, un certain nombre d'entre eux se sont en outre présentés devant le jury avec des Notices destinées à faire connaître la consistance de leurs établissements et la nomenclature des produits exposés. Nous mentionnerons parmi ces notices celles des deux Sociétés que nous n'avons pu résister au plaisir de citer en première ligne. Nous ferons également usage des renseignements donnés sous la même forme par la *Société anonyme de Commentry-Fourchambault*, la *Société de Firminy*, la *Société des Acieries de Longwy*, la *Société des Forges et Acieries du Nord et de l'Est*, MM. Pinat et C^{ie}, à Alleverd, MM. Ferry Curicque, etc. Le *Génie Civil* ayant eu la primeur d'un certain nombre de ces intéressantes monographies, il nous sera permis de n'en retenir que les traits les plus saillants, en renvoyant les lecteurs aux articles déjà parus.

Tandis que les travaux mentionnés ci-dessus conservaient forcément un caractère analytique, les rapports présentés au Congrès international des mines et de la métallurgie ont constitué une véritable synthèse des connaissances actuelles de l'ingénieur métallurgiste. Les questions pendantes y ont été examinées sous toutes leurs faces, et nous avons été particulièrement heureux de voir nos collègues venus de l'autre côté de l'Atlantique prendre une part active à ces discussions. Comme nous le disions en commençant, rien n'a manqué pour donner à la célébration du Centenaire, non seulement l'éclat des fêtes et des grands spectacles, mais encore les satisfactions plus modestes mais aussi plus durables d'un énorme travail accompli. L'industrie du fer et de l'acier peut en revendiquer sa bonne part, car parmi tous ceux qui ont pensé, parlé et écrit au Champ de Mars, il en est bien peu qui n'aient été abrités par des constructions demandées à ses usines.

Pour mettre quelque ordre dans la description que nous allons entreprendre, il nous paraît utile de diviser la France en un certain nombre de régions, dont les limites se trouvent naturellement indiquées, non pas tant par les circonstances géographiques que par la nature des matières premières employées, ou bien encore par certaines conformités dans le mode de fabrication. C'est ainsi qu'en parlant du groupe du Nord-est, on voit immédiatement se dresser devant soi les grands hauts fourneaux de Meurthe-et-Moselle alimentés par les abondants minerais oolithiques exploités à leurs pieds, mais obligés de demander à la Belgique et à l'Allemagne le coke nécessaire à leur roulement. Le groupe du Nord montre une situation inverse. Nos bassins houillers d'Anzin et du Pas-de-Calais fournissent ici d'excellent combustible, mais c'est la mine de fer qu'il faut aller chercher jusque sur les côtes de l'Algérie ou de l'Espagne. Les groupes de la Loire et du Centre évoquent aujourd'hui la pensée d'établissements qui, moins bien traités que les précédents sous le rapport du minerai et aussi du charbon, ont à peu près complètement abandonné la fabrication de la fonte, mais ont su maintenir leur situation grâce à un superbe outillage, permettant des fabrications difficiles, et par suite lucratives, malgré la baisse des prix causée par la concurrence.

Ce sont ces différents faits que nous voudrions mettre en lumière, en nous excusant d'avance des omissions inévitables dans un travail où l'on cherche plutôt des vues d'ensemble qu'une reproduction du catalogue officiel ou des notices déjà publiées.

Groupe du Nord-Est. — Le groupe du Nord-Est comprend les établissements industriels réunis autour de Nancy et de Longwy, et s'étend par suite sur le département de Meurthe-et-Moselle et quelques parties du département de la Meuse. On disait autrefois de certaines contrées particulièrement fertiles qu'elles étaient le grenier de la France; on pourrait dire de la région qui nous occupe qu'elle est le parc à fonte de notre pays. La production de nos 86 départements ayant été, en 1888, de 1 689 000 tonnes, le département de Meurthe-et-Moselle figure à lui seul pour 941 000 tonnes, soit plus de la moitié du chiffre total indiqué ci-dessus.

Parmi les principaux producteurs figurant à l'Exposition, nous citerons la *Société des Acieries de Longwy*, avec ses 6 hauts fourneaux, parmi lesquels le n° 6, remis récemment en feu, après une reconstruction complète, présente une capacité de 480 mètres cubes, et se trouve être par suite, si nos renseignements sont exacts, le plus grand de toute la région. Les hauts fourneaux de MM. Ferry Curicque, établis à Micheville-Villerupt, à l'extrême frontière, sont remarquables également par leurs grandes dimensions. Comme spécimen de la même industrie dans la région de Nancy, on peut citer les hauts fourneaux de MM. Fould Dupont, à Pompey, et ceux de la *Société des Forges et Acieries du Nord et de l'Est*, à Jarville, dont la capacité varie de 230 à

300 mètres cubes, avec des hauteurs comprises entre 15^m50 pour le plus petit et 21 mètres pour le plus grand des quatre appareils qui forment cette importante installation.

Les minerais traités dans les hauts fourneaux de Meurthe-et-Moselle sont connus par de nombreuses descriptions. La plupart des exposants fournissaient, à l'appui des échantillons exposés, des analyses très complètes indiquant une richesse en fer variant de 30 à 40 % avec une teneur en phosphore comprise entre 0,50 et 0,80. Les minerais de Meurthe-et-Moselle ont toujours passé pour des minerais plutôt pauvres que riches, mais d'une réduction facile; leur teneur en phosphore, loin d'être aujourd'hui un inconvénient, les rend particulièrement propres à la fabrication de la fonte destinée à être transformée en fer et en acier par le procédé Thomas.

Des trois grandes aciéries qui ont été construites en France depuis 1878 pour utiliser ce procédé de déphosphoration au convertisseur, celle de Jœuf, située dans la région de Nancy, n'a pris aucune part à l'Exposition. La Société des aciéries de Longwy montrait une collection intéressante de ses fontes Thomas, ainsi que la série des fers et aciers en provenant. On trouvait dans la notice de cette Société l'échelle de dureté permettant de distinguer par la résistance à la traction et l'allongement correspondant les neuf numéros d'acier offerts au consommateur. L'acier n° 7, celui qu'on obtient le plus facilement dans la fabrication courante, était indiqué comme pouvant donner en moyenne 44 kilogr. de résistance avec 25 % d'allongement. A ces propriétés mécaniques correspondent une teneur en carbone de 0,09 à 0,10, une teneur en manganèse de 0,40 à 0,60, enfin une proportion de phosphore de 0,08 à 0,10, tandis que ce métalloyde s'élève jusqu'à 2 % dans la fonte soumise au traitement.

Très faible teneur en phosphore et en carbone, qui arrivent à s'égaliser, et teneur relativement élevée en manganèse, telle paraît être la caractéristique de ces nouveaux métaux, qui, fabriqués dans d'excellentes conditions de prix de revient, sont appelés à remplacer pour bien des emplois le fer puddlé dans un avenir assez prochain.

Les minerais de Meurthe-et-Moselle, traités avec les précautions convenables, produisent aussi bien les fontes de moulage que celles d'affinage; aussi d'importantes fonderies se sont-elles établies dans ce département, où l'industrie du fer a pris, depuis l'Exposition de 1878, un essor presque inquiétant pour le reste du pays. Nous nous bornerons à citer les grands établissements de la *Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson*. Celle-ci s'est créée une véritable spécialité, celle de la fabrication des tuyaux de conduite en fonte, et la longueur totale coulée en 1888 a atteint le chiffre presque invraisemblable de 943 kilomètres. Cet article, joint à quelques autres également de formes simples, parmi lesquels les coussinets de chemins de fer occupent le premier rang, a porté la production de la fonderie de Pont-à-Mousson, pour l'exercice qui vient de s'écouler, au chiffre de 35 804 tonnes; elle n'était que de 2 200 tonnes en 1863. Il y a donc eu là un énorme progrès, qu'on doit noter avec une satisfaction d'autant plus grande que l'usine de Pont-à-Mousson est une usine d'exportation. Un graphique accompagné de notes explicatives faisait connaître par pays les chiffres de ces exportations, qui se sont élevées en 1888 à 7 237 tonnes. Pour lutter avec l'Allemagne et l'Angleterre sur les marchés étrangers, il faut arriver à un prix de revient très réduit. La Société de Pont-à-Mousson n'avait pas craint d'indiquer celui qu'elle a obtenu dans la période 1884-1888 pour la moyenne de ses moulages; ce prix de revient s'est abaissé à 94 francs, tandis qu'il était encore de 151 francs vingt ans auparavant. Dans le même laps de temps, le salaire annuel moyen d'un ouvrier s'est élevé de 843 à 1 201 francs. Ce sont là des renseignements instructifs et qu'on aurait aimé trouver chez un grand nombre d'exposants.

Le grand développement qu'a pris la fabrication de la fonte brute et moulée dans la région du Nord-Est ne s'est pas encore étendu à l'élaboration mécanique des produits. Le forgeage au pilon n'y existe pour ainsi dire point; les laminaires y sont relativement peu nombreux, et parmi ceux qui s'y rencontrent, quelques-uns se sont abstenus de paraître au Champ de Mars. Cette observation ne saurait s'appliquer en aucun cas aux établissements de *M. Fould-Dupont*, maître de forges à Pompey, qui s'était chargé, à titre gracieux, de la fourniture d'une des deux portes par lesquelles la classe 41 aboutissait à la galerie centrale du Palais des Industries diverses. Les ingénieurs de ces usines avaient obtenu, en groupant pour ce travail les produits laminés et forgés les plus usuels, un ensemble décoratif d'un effet un peu sévère, mais qui permettait néanmoins au fer de tenir dignement sa place à côté d'industries plus élégantes et plus variées. En outre, tous les fers de la Tour Eiffel, pesant ensemble plus de 7 000 tonnes, avaient été fournis par les forges de Pompey, et cette importante fourniture, effectuée dans un court délai, donne la mesure de la capacité de production de ces grands établissements.

Groupe du Nord. — Un pavillon spécial, construit avec des matériaux, fontes, fers et briques, sortant exclusivement des forges du Nord, abritait l'exposition collective des usines de cette région. Celles-ci concourent également pour une forte part à la production de la fonte française, car le département du Nord figure dans la statistique de 1888 pour 231 693 tonnes, et vient ainsi au second rang après le département de Meurthe-et-Moselle, qu'il est loin, pourtant, d'égaliser. Les gros producteurs de cette région, qui comprend également une partie du département du Pas-de-Calais, sont la *Société des forges et aciéries de Denain et Anzin*, avec dix hauts fourneaux capables de produire annuellement 150 000 tonnes de fonte; la *Société anonyme de Vezin-Aulnoye*, dont les deux hauts fourneaux, situés à Aulnoye même, peuvent livrer annuellement 70 000 tonnes; la *Société anonyme des hauts fourneaux de Maubeuge*, également avec deux hauts fourneaux, produisant par jour 90 à 100 tonnes de fonte d'affinage; la *Société anonyme des forges et fonderies de Montataire*, dont les trois hauts

fourneaux d'Outreau, dans le Pas-de-Calais, s'adonnent spécialement à la fabrication des fontes de moulage; enfin la *Société des aciéries de France*, dont les usines à Isbergues, également dans le Pas-de-Calais, sont complétées par une importante aciérie dont il sera parlé plus loin.

Comme nous l'avons indiqué en commençant, ce sont surtout les minerais de Bilbao qui forment l'élément principal du lit de fusion de ces hauts fourneaux. Deux des Sociétés que nous venons d'énumérer, celle de Montataire et celle de Denain et Anzin, ont même eu l'heureuse inspiration de prendre pied dans ce riche gisement par la création de la *Société franco-belge des mines de Sommarostro*; l'exposition de cette dernière Société, installée dans la classe 48, consistant en un plan à grande échelle et en divers modèles, permettait de se rendre compte du mode d'exploitation et des moyens de transport qui la desservent. Il va sans dire que les minerais eux-mêmes, avec leurs deux grandes variétés, le Rubio et le Campanil, figuraient sur les étagères de la plupart de leurs consommateurs. De nombreuses analyses témoignaient de la haute teneur en fer (55 % en moyenne), qui, jointe à la facilité du transport par mer, permet à ces minerais de jouer dans la métallurgie du nord de la France le rôle important qui vient d'être signalé.

La fabrication de l'acier a pris dans la région qui nous occupe un développement parallèle à celui de la fabrication de la fonte. Pour parler d'abord du travail au convertisseur, nous devons citer comme possédant une puissance de production à peu près égale les trois aciéries de *Trith-Saint-Léger* (Société des aciéries du Nord et de l'Est), de *Denain* et d'*Isbergues*. La première a remplacé ses cornues acides par des cornues basiques de 10 tonnes, destinées à traiter les fontes phosphoreuses de *Jarville*, dont nous avons déjà parlé; les deux autres emploient uniquement l'ancien procédé Bessemer, en prenant directement la fonte au haut fourneau.

L'objectif principal de ces trois aciéries est la fabrication des rails. Non seulement elles occupent une place absolument prépondérante dans les livraisons faites aux diverses Compagnies de chemins de fer françaises, mais elles ont réussi, dans ces derniers temps, à traiter d'importantes fournitures pour l'exportation. Elles le peuvent grâce à un puissant outillage, qu'on a fait profiter sans tarder de tous les progrès nouveaux.

La Société des forges et aciéries du Nord et de l'Est exposait en particulier les plans et dessins d'un nouveau laminoir réversible de 5 000 chevaux, desservi mécaniquement par de nombreux engins hydrauliques, et par les Pitts giers, qui permettent, grâce à une manutention simple et facile, d'éviter pour le laminage des lingots d'acier un réchauffage toujours coûteux.

Quelques soins qu'on y apporte, le laminage des rails ne saurait suffire, dans un avenir prochain, à entretenir uniquement de grands établissements. Aussi, les usines dont nous venons de parler y ont-elles ajouté d'autres fabrications, alimentées surtout par des fours Martin-Siemens récemment construits. Celui de Trith-Saint-Léger est à garniture siliceuse et d'une capacité de 10 tonnes. La Société de Denain possède trois fours avec lesquels elle a abordé depuis peu la fabrication des moulages en acier, disputant ainsi aux usines de la Loire et du Centre une industrie qui leur était jusqu'à présent à peu près entièrement réservée. Enfin, ces deux Sociétés possèdent encore des ateliers de puddlage importants, qui leur permettent de prendre aussi leur part aux livraisons de fers marchands ordinaires que le département du Nord fait dans la France presque entière, et particulièrement à Paris.

L'espace nous manque pour faire à chacun des onze participants de l'exposition collective des Forges du Nord la place qui lui reviendrait; nous ne pouvons qu'indiquer sommairement ceux dont le nom n'est pas encore venu sous notre plume. Ce sont :

1° Les *Etablissements métallurgiques de Ferrières-la-Grande*, adonnés surtout à la fabrication des profilés en fer de petit et de moyen calibres, dont la puissance productive annuelle est d'environ 25 000 tonnes. Cette Société se faisait aussi remarquer par une collection intéressante de fers laminés rustiques, ouvrant la voie à un nouvel emploi du fer dans les constructions d'art et d'ornement;

2° *MM. Dorémieux fils et Cie*, maîtres de forges à Saint-Amand-les-Eaux, qui ont fait leur spécialité de la fabrication de chaînes de toute sorte, et dont les produits contribuaient à la décoration du trophée central du pavillon;

3° La *Fabrique de fer de Maubeuge*, qui a pour spécialité les tôles et les larges plats, et dont l'exposition montrait divers éléments de chaudières avec des emboutis et des cassures témoignant de la valeur de la fabrication;

4° La *Société anonyme des forges de la Providence*, à Hautmont, remarquable par ses grandes poutrelles en fer et en acier, et dont la production en 1888 a atteint 95 000 tonnes de produits laminés finis. Comme la Société de Vezin-Aulnoye, dont nous aurions aussi à signaler la belle collection de profilés, la Société de la Providence possède des hauts fourneaux à Behon, dans le département de Meurthe-et-Moselle. Elle est donc, en quelque sorte, à cheval sur les deux régions dont nous terminons ici la description.

Groupe de Champagne et des Ardennes. — Les deux groupes qui viennent d'être étudiés forment sur notre frontière, de Dunkerque à Belfort, une première ligne de grande production métallurgique, dont Valenciennes, Maubeuge, Nancy et Longwy sont les principaux centres. En seconde ligne viennent la Champagne et les Ardennes, qui, prenant au passage les produits bruts se dirigeant vers le centre de la France, leur font subir un nouveau degré d'élaboration. Ces deux provinces ne se seraient point contentées autrefois de ce rôle secondaire. L'industrie de la fonte au bois, s'appuyant d'une part sur des forêts abondantes, de l'autre sur des minerais excellents mais devenus rares aujourd'hui, y a connu des années prospères. Elle a

presque entièrement disparu aujourd'hui, et les établissements métallurgiques réunis autour de Mézières et de Saint-Dizier doivent se contenter de dénaturer les matières premières que le Nord et l'Est leur envoient. Les Ardennes se sont surtout adonnées à la ferronnerie, et leur industrie est, par suite, trop étrangère au sujet que nous traitons. Une fabrication très particulière à cette région, celle de la fonte malléable, était cependant représentée dans la classe 41 par MM. Hardy, Capitaine et C^{ie}, à Nouzon, et nous devons au moins rappeler ici leur nom.

La Champagne occupait, dans la galerie de cette même classe, un espace relativement étendu. Il convient de citer en première ligne la Compagnie des forges de Champagne, qui possède encore des hauts fourneaux, traitant les minerais de Vassy, et dont les plans figuraient à l'Exposition. Les fers fins, les feuillards, les fers dits de Suède pour clous à cheval et la coutellerie, enfin les fils de fer et d'acier laminés et tréfilés avec leurs nombreux dérivés, constituent les principaux articles provenant de ces laminoirs, situés à Saint-Dizier, Marival et Rachecourt. Non loin de là se trouvent les établissements de la Société des forges d'Eurville, qui a fait également des petits fers fins et des articles de tréfilerie, les éléments essentiels de sa fabrication actuelle; cette Société était également bien représentée à l'Exposition.

Nous ne saurions quitter le département de la Haute-Marne sans rappeler que l'industrie de la fonderie s'y est aussi maintenue avec avantage. Son porte-drapeau dans la classe 41 était la Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Brousseval, qui avait réuni, dans un ensemble très décoratif, les objets de forme et de nature si variées qui sortent des mains du mouleur.

A défaut d'un emplacement mieux défini, nous rattacherons au groupe de la Champagne quelques établissements situés au nord de Paris, et qui méritent d'être mentionnés. Ce sont les usines de la Société des forges et fonderies de Montataire, près de Creil. Ces usines, dont l'importance a été grande autrefois, s'adonnent aujourd'hui principalement à la fabrication de la tôle et du fer-blanc. A côté d'elles se trouvent les Forges de Creil (Th. de Hennau et C^{ie}), où les fils d'acier et leurs dérivés sont produits en grande masse, au moyen d'installations nouvelles et très bien aménagées. Nous citerons, en terminant, la Société anonyme des forges, fonderies et laminoirs de Saint-Roch-les-Amiens, qui s'adonne surtout à la fabrication des essieux de toutes sortes et de leurs boîtes.

(A suivre.)

G. BRESSON.

CHRONIQUE DE L'EXPOSITION

Les entrées à l'Exposition. — Malgré les journées de plus en plus courtes et l'approche de la clôture définitive, les visiteurs continuent toujours à affluer à l'Exposition. Jeudi dernier, le nombre des entrées payantes a été de 153 369, vendredi de 106 903, samedi de 94 827, dimanche de 299 803, lundi de 124 938, mardi de 145 746, etc. On voit que pour le dernier dimanche d'octobre il y a eu près de trois cent mille entrées payantes et que leur moyenne a dépassé cent dix mille pour les autres jours de la fin du mois.

Au commencement de cette semaine, le vingt septième million de tickets était déjà entamé. Comme on prévoit une grande affluence de visiteurs à l'occasion des fêtes de la Toussaint, il est probable qu'au moment de la clôture définitive on ne sera pas bien loin d'atteindre le vingt-neuvième million. En tenant compte des tickets égarés et de ceux que leurs possesseurs n'auront pas cherché à utiliser, on voit qu'on arrivera presque à l'épuisement complet des trente millions de tickets qui avaient été émis par le Crédit Foncier.

Clôture de l'Exposition. — Le jour de la clôture de l'Exposition est définitivement maintenu au mercredi 6 novembre.

A partir du 7 novembre, l'Esplanade des Invalides et toute la partie du quai d'Orsay comprise entre l'Esplanade et le Champ de Mars seront fermées au public, jusqu'à ce que les travaux d'évacuation et de démolition soient terminés. Ces travaux dureront vraisemblablement deux à trois mois. Il est probable que, pour donner satisfaction aux habitants des quartiers avoisinant l'Exposition, la Direction des travaux fera établir deux passages, qui couperont, l'un l'Esplanade des Invalides, l'autre le Champ de Mars dans l'axe de la rue Saint-Dominique.

Aussitôt après la clôture de l'Exposition, le chemin de fer Decauville cessera de fonctionner et l'on rétablira les voies ferrées nécessaires pour la manutention et la sortie des divers objets exposés; mais, au lieu d'installer la ligne au travers des jardins du Champ de Mars, comme pendant la construction, on lui fera longer la terrasse du palais des Arts libéraux.

Le Trocadéro et le pont d'Iéna seront immédiatement rendus à la circulation. Dans le jardin du Trocadéro on préservera au moyen de palissades, les massifs de plantes précieuses qui appartiennent aux exposants; les serres seront immédiatement démolies.

La tour de 300 mètres ne sera pas isolée des autres parties du Champ de Mars et après comme avant la clôture de l'Exposition, les visiteurs devront passer tout d'abord par un guichet de l'administration.

L'Administration a l'intention d'admettre les visiteurs dans l'enceinte du Champ de Mars tous les jours, de midi à quatre heures, jusqu'à épuisement total des tickets en circulation, ce qui, d'après ce que nous disons plus haut, ne peut guère tarder à se réaliser. Toutefois, la direction se réservera le droit de fermer au public, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, toutes les parties du Champ de Mars où la sécurité des promeneurs pourra sembler menacée, et où il paraîtra nécessaire d'assurer aux ouvriers la liberté de leurs mouvements.

Les exposants, les membres du jury et de la presse continueront à

jouer, comme précédemment, de leur droit d'entrée à l'Exposition, sur la présentation de leurs cartes spéciales. Le service des jetons d'ouvriers sera assuré dans les mêmes conditions qu'auparavant.

On entrera au Champ de Mars par quatre portes: la porte Rapp, la porte située à l'avenue de La Bourdonnais, en face du pignon de la Galerie des Machines, la porte Desaix, et par une quatrième entrée qui sera placée au quai d'Orsay, à peu près à la hauteur du pont d'Iéna.

L'ancienne Chambre des députés, avant de se séparer, avait émis un vœu tendant à la conservation d'une grande partie des constructions du Champ de Mars, mais aucune résolution définitive n'a encore été prise à ce sujet. La question reste donc entière, et c'est sur le projet que prépare en ce moment M. Alphand, que la nouvelle Chambre et le prochain ministère auront à statuer.

D'après ce projet, qui sera probablement voté dans ses dispositions principales, on conserverait le Palais des Machines, la Galerie de trente mètres, le Dôme central, les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux. Toute la partie du Champ de Mars qui s'étend jusqu'à la fontaine monumentale serait aménagée en parc, et les terre-pleins qu'occupaient les galeries des Industries diverses seraient plantés en quinconces d'arbres assez espacés pour rendre possibles les jeux, les exercices de gymnastique et les manœuvres de l'école du soldat.

Parmi les diverses constructions du Champ de Mars qui ne seront pas immédiatement démolies après la clôture de l'Exposition, figurent le panorama de la Compagnie Générale Transatlantique, la rue du Caire, le pavillon du Maroc et celui des pastellistes.

Fête de nuit pour la clôture de l'Exposition. — Le mardi 6 novembre, aura lieu, ainsi que nous l'avons déjà annoncé, une grande fête de nuit comprenant illumination du Trocadéro, embrasement de la Tour de 300 mètres, jeu des fontaines lumineuses, illumination des massifs et des pelouses du Champ de Mars et de l'Esplanade des Invalides.

Le prix d'entrée à la fête de nuit est fixé à cinq tickets à partir de cinq heures du soir. Mais il est facile de prévoir que le nombre des entrées à cinq tickets ne sera pas bien élevé: la foule des visiteurs entrera naturellement avant cinq heures pour n'avoir à donner qu'un seul ticket, et il y aura certainement, comme pour les fêtes analogues données précédemment, une cohue énorme que se garderont bien d'affronter les personnes qui auraient pu donner cinq tickets pour jouir du spectacle des illuminations.

Les premiers feux de Bengale seront allumés à 7 heures et demie; le premier embrasement de la tour aura lieu à 8 heures et demie et le dernier à 9 heures 20.

Réexpédition des produits étrangers et français. — La direction générale de l'exploitation vient de faire afficher dans les galeries du Champ de Mars une *Instruction pour la réexpédition des produits étrangers et français en provenance de l'Exposition*. Ce document est composé de vingt-quatre paragraphes.

Après avoir dégagé sa responsabilité des vols et détournements qui pourraient être commis, l'administration invite les exposants et leurs agents à redoubler de surveillance pendant la période de réexpédition. Elle appelle spécialement leur attention sur la nécessité de ne faire pénétrer dans l'enceinte de l'Exposition que des ouvriers dont ils soient sûrs, et de se faire rendre, aussitôt qu'ils ne seront plus nécessaires, les jetons de service mis à leur disposition pour l'entrée de ces ouvriers.

Au moment de la réexpédition, les exposants, leurs agents, les entrepreneurs et leurs ouvriers entreront dans l'Exposition au moyen de cartes-jetons de service et laissez-passer en usage pendant la période d'ouverture de l'Exposition.

A dater du 7 novembre, des commissionnaires médaillés par la préfecture de police seront admis dans l'enceinte de l'Exposition sur le vu de leur médaille. Ils seront astreints toutefois à stationner sur certains points qui leur seront assignés.

Aucun objet ne pourra sortir de l'Exposition sans être accompagné d'un laissez-passer de sortie signé par le directeur général de l'exploitation et portant le double visa de la douane et de l'octroi. Toutefois, il importe de remarquer que cette mesure ne concerne naturellement pas les pays tels que l'Egypte, le Maroc, la Tunisie, etc., dont les produits sont à présent dédouanés, et par conséquent francs de toutes taxes.

Fermeture des galeries du Champ de Mars. — Depuis dimanche dernier, l'heure de la fermeture de la galerie des Machines est avancée; on commence à la faire évacuer chaque soir dès neuf heures un quart.

D'autre part, comme les journées deviennent de plus en plus courtes, les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux sont maintenant évacués à quatre heures, et les galeries industrielles à quatre heures et demie.

Distinctions honorifiques. — Dans la liste des nominations ou promotions dans l'ordre de la Légion d'honneur, qui vient d'être publiée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, nous sommes heureux de relever les suivantes obtenues par ceux de nos collaborateurs dont les noms suivent:

Au grade de commandeur:

MM. CAUVET, Directeur de l'Ecole Centrale des Arts et manufactures; — RISLER, Directeur de l'Institut agronomique.

Au grade d'officier:

MM. DEHERAIN, Membre de l'Institut; — C.-M. GABRIEL, Rapporteur général des Congrès et conférences de l'Exposition; — HERSCHER, Ingénieur-constructeur; — HENRI MENIER, industriel; — CH. WEYHER, Ingénieur-constructeur.

Au grade de chevalier:

MM. G. BELIARD, Ingénieur-constructeur; — BERTHON, Directeur de la C^{ie} des téléphones; — ED. BOURDON, Ingénieur-constructeur; — HENRI DEUTSCH, industriel; — ED. LIPPMANN, Ingénieur-constructeur; — PORTEVIN, Ingénieur; — G. RICHARD, Ingénieur-constructeur.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Séance du 30 septembre 1889.

Physique. — *Sur l'application de hautes températures à l'observation du spectre de l'hydrogène.* Note de MM. L. THOMAS et Ch. TRÉPIED, présentée par M. Mascart.

A l'occasion de leurs recherches sur quelques points de physique solaire, MM. L. Thomas et Ch. Trépiéd ont été conduits à examiner si l'on pourrait observer le spectre d'hydrogène en rendant ce gaz lumineux autrement que par la décharge électrique dans des tubes de Plücker et par une simple élévation de température.

A cet effet, on applique à ce gaz un traitement réservé jusqu'ici aux métaux et aux sels métalliques, en le faisant arriver dans un arc électrique, entre les deux charbons, à l'aide d'un dispositif imaginé et décrit par les auteurs de cette note.

Après avoir projeté l'image de l'arc sur la fente d'un spectroscopie, MM. Thomas et Trépiéd introduisent l'hydrogène entre les charbons; ils observent alors immédiatement l'apparition de deux lignes H_α et H_β . Avec un seul prisme, H_α possède un éclat comparable à celui des raies métalliques; H_β , estompée sur les bords, rappelle par sa constitution la raie obscure F du spectre solaire, observée avec une dispersion d'environ vingt prismes. Avec une dispersion équivalente à celle de dix prismes, H_α s'élargit beaucoup et s'estompe sur les bords, offrant ainsi une certaine analogie avec la raie correspondante de la chromosphère, mais sans présenter toutefois un maximum aussi marqué; H_β s'étale considérablement. Enfin, avec le grand spectroscopie Thollon (trente et un prismes de flint ordinaire) H_β ne se voit plus que difficilement.

Les apparences sont les mêmes en ce qui concerne ces deux lignes, lorsqu'on substitue à l'hydrogène le gaz d'éclairage et même la vapeur d'eau.

Quant aux lignes H_γ et H_δ , il a été impossible d'en apercevoir aucune trace, même avec les dispersions les plus faibles.

Il résulte de cette note que l'arc électrique fournit un moyen sûr et relativement facile de rendre l'hydrogène suffisamment lumineux pour l'observation spectroscopique, même avec l'emploi de grandes dispersions.

Chimie. — *1° L'enchaînement des poids atomiques des corps simples.* Note de M. DELAUNEY, présentée par M. Berthelot.

En appliquant aux poids atomiques des corps simples la méthode de recherche qu'il a exposée dans une note intitulée « L'art de faire parler les statistiques » (séance du 29 avril 1889), M. Delauney est arrivé très nettement à la conclusion suivante :

Les poids atomiques des corps simples s'enchaînent les uns aux autres par l'addition de la racine carrée d'un nombre entier. Ce nombre est variable, mais toujours harmonique, c'est-à-dire qu'il ne renferme pas d'autres facteurs premiers que 1, 2, 3 et 5.

L'auteur donne dans cette note un tableau très complet des corps simples suivis de leur poids atomique, qu'on obtient en ajoutant au poids atomique du corps qui le précède immédiatement la racine carrée indiquée vis-à-vis du corps lui-même sous le titre de nombre additionnel.

La chaîne des poids atomiques présente des lacunes, paraissant tenir à ce qu'on ne connaît pas la totalité des corps simples.

On y remarque des endroits remarquables, où viennent se greffer des chaînons de deux corps; ces endroits correspondent à des poids atomiques se succédant en progression géométrique: 24 (magnésium), 48 (titane), 96 (molybdène) et probablement 192 (corps inconnu);

2° Combinaisons de l'oxyde de cuivre avec les matières amylacées, les sucres et les mannites. Nouveaux réactifs pour l'analyse immédiate. Note de M. CH. ER. GUIGNET, présentée par M. Berthelot.

M. Guignet rappelle d'abord les principales combinaisons de l'oxyde de cuivre avec les matières amylacées, les sucres et les mannites, qui sont les suivantes :

La solution de cellulose dans l'oxyde de cuivre ammoniacal précipite par l'addition d'une grande quantité d'eau et donne une combinaison assez bien définie de cellulose et de cuivre, qui ne retient plus d'ammoniaque quand elle a subi des lavages prolongés.

Mis en contact avec l'oxyde de cuivre ammoniacal,

l'amidon ou la fécule à l'état sec absorbent très facilement l'oxyde de cuivre; l'action est encore plus rapide avec la fécule imprégnée d'une petite quantité d'eau. L'empois agit de la même façon au bout d'un temps plus long.

La fécule combinée avec l'oxyde de cuivre retient de l'ammoniaque, mais si l'on chauffe à 40° en présence de l'eau, elle perd cette ammoniaque et passe d'un bleu de ciel foncé à la couleur verte.

L'inuline se comporte d'une manière analogue.

L'oxyde de cuivre ammoniacal ne précipite aucune matière sucrée, par la raison que les composés formés par les sucres avec l'oxyde de cuivre, sont très solubles dans l'ammoniaque; mais il n'en est pas de même du sulfate de cuivre ammoniacal.

Le sucre de canne, le sucre de lait (et probablement les autres isomères) ne précipitent pas par le sulfate de cuivre ammoniacal. Au contraire, le glucose pur, le galactose, etc., précipitent.

Le sucre interverti ne précipite pas par le sulfate de cuivre ammoniacal; il en est de même du lévulose pur et cristallisé provenant de l'inuline; mais si l'on ajoute du glucose pur au sucre interverti ou au lévulose, la combinaison glucosique se dépose au bout de quelques heures.

La mannite, la dulcité et probablement les autres isomères produisent immédiatement des précipités bleus, dans la solution de sulfate de cuivre ammoniacal. Ces combinaisons donnent avec l'ammoniaque des solutions bleues qui ne sont pas altérées par l'ébullition, au moins sous la pression ordinaire.

La plupart des corps contenus dans les décoctions des matières végétales ne précipitent pas par le sulfate de cuivre ammoniacal: ce réactif pourra donc être employé dans beaucoup de cas de préférence à l'acétate neutre ou basique de plomb. Ainsi les acides végétaux, les gommes, les matières peptiques, etc., ne précipitent pas par le sel de cuivre ammoniacal.

Mécanique. — *1° Complément à la théorie des déversoirs en mince paroi, qui s'étendent à toute la largeur du lit d'un cours d'eau: mise en compte des variations de la contraction qu'éprouve la nappe déversante, du côté de sa face inférieure;* par M. J. BOUSSINESQ.

2° Sur la dénomination de l'unité industrielle du travail. Note de M. RÉSAL.

A propos des vœux émis par le Congrès international de mécanique appliquée, M. Résal annonce qu'il aurait été l'un des premiers à proposer, pour cette unité, le chiffre de 100 kilogrammètres, auquel il aurait aussi proposé de donner le nom de quintalmètre, formant un seul mot, de manière à dire: un travail de tant de quintalmètres. Or, comme dans les échanges commerciaux d'une certaine importance on ne procède généralement qu'en raison de 100 kilogrammes, c'est-à-dire du quintal métrique, expression adoptée d'ailleurs depuis près d'un demi-siècle dans les relevés statistiques officiels, le mot quintalmètre ne serait donc pas un mot bien nouveau et pourrait, en conséquence, être accepté sans répulsion par les ingénieurs et les industriels.

Quant à établir une distinction entre les mots de force et puissance, pour désigner un travail, M. Résal n'y attache aucune importance; c'est, en réalité, une subtilité due à Belanger, car, pour tout le monde, puissance est équivalent de force. Ces deux mots sont impropres, comme celui de force vive, qu'on a néanmoins conservé.

Il est évident que l'on saurait ce que l'on veut dire en parlant d'une machine de 100 quintalmètres par seconde.

Astronomie. — *Présentation du quatrième fascicule du Bulletin du Comité international de la Carte du Ciel. — Réunion du Comité à l'Observatoire de Paris.* Note de M. E. MOUCHEZ.

En présentant le quatrième fascicule du Bulletin du Comité international de la carte du ciel à l'Académie, M. Mouchez fait connaître que le Comité vient d'avoir une nouvelle réunion. Pendant les sept séances il a été étudié, discuté et voté la plupart des questions restées pendantes par le Congrès de 1887, entre autres la dimension des clichés et des réseaux, le partage du ciel entre tous les observatoires prenant part au travail, et la construction d'un catalogue définitif.

Le succès de l'œuvre est aujourd'hui assuré. Aux seize observatoires primitivement adhérents sont venus s'en ajouter cinq nouveaux: Vienne, Catane, Mexico, Manille et le Vatican.

Conformément à une première répartition du travail, telle qu'elle a été décidée entre les divers observatoires, chacun d'eux aura à faire environ

700 clichés pour la zone qui lui est attribuée, et, bien qu'on doive en faire une triple série, on espère que le travail pourra être terminé en trois ou quatre années au plus.

Il reste à résoudre une très importante question, celle de savoir quel sera le procédé le plus économique, le plus sûr et le plus expéditif pour utiliser l'énorme quantité de documents qui vont se trouver si rapidement recueillis par la photographie. La création d'un bureau international, comme celui des Poids et Mesures, où seraient centralisées toutes ces diverses opérations, semble absolument indispensable pour que l'œuvre garde son homogénéité complète. Les frais de ce bureau ne seront pas bien élevés si l'on admet que toutes les dépenses occasionnées par les reproductions et les publications seraient couvertes en grande partie par leur prix de vente.

G. PETIT,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

Le moteur à gaz; ses progrès, son mode actuel de construction et son mode de travail, par R. SCHÖLLER, professeur à l'école supérieure technique de Brunswick; 2^e édition, avec 250 gravures. — Bennisgöritz, éditeur, Brunswick.

L'ouvrage en question nous paraît être un des plus complets qui aient été écrits jusqu'à présent sur les moteurs à gaz. Comme son titre l'indique, il est divisé en trois parties, formant un véritable traité théorique et pratique de la construction de ces appareils, dont l'emploi tend de plus en plus à se répandre dans les grandes villes. L'ouvrage est accompagné d'une liste complète, qui ne prend pas moins de 16 pages, de tous les brevets pris en Allemagne pour la construction des machines à gaz, et d'un index bibliographique, dans lequel sont indiqués avec une exactitude que nous aimons à reconnaître, tous les ingénieurs français qui ont écrit sur cette matière.

Sur l'analyse capillaire et ses divers emplois. — Les phénomènes de capillarité jouent un grand rôle dans la distribution de la substance colorante, dans les plantes et divers autres corps organisés. Ces phénomènes ont donné lieu à un mode spécial de recherches dont les résultats ont été publiés par le professeur Docteur Friedrich Goppelsröder dans le « Bulletin de la section de chimie du Musée Impérial et Royal de technologie industrielle de Vienne » (K. K. Technologisches Gewerbe Museum in Wien). Les physiciens et les naturalistes que cette question un peu spéciale intéresse pourront y trouver d'utiles renseignements.

Revue théorique et pratique des connaissances relatives à l'art de l'ingénieur. — Abonnement annuel: 15 francs.

M. T. Pujes, ingénieur, avec le concours d'un groupe d'ingénieurs ou d'anciens élèves de l'École des Ponts et Chaussées, publie une Revue scientifique qui s'adresse principalement aux constructeurs, agents des Ponts et Chaussées, des chemins de fer et du service vicinal.

L'avantage de cet ouvrage consiste en la réunion, dans une même publication, de toutes les matières théoriques et pratiques de l'art de l'ingénieur et celles nécessaires aux conducteurs ou agents voyers qui désirent passer les différents examens de l'École Centrale, de l'École des Ponts et Chaussées, d'ingénieurs et d'agents voyers d'arrondissement. Il permettra à tous les agents qui ont embrassé la carrière des travaux publics d'y trouver l'enseignement qu'ils doivent posséder dans la pratique journalière des travaux qui leur sont confiés. Les cours publiés, sans avoir un caractère officiel, seront entièrement conformes au programme de l'École des Ponts et Chaussées.

La Lumière électrique, générateurs, foyers, distribution, applications, par L. MONTILLOT, directeur de télégraphie militaire. 1 vol. in-16 (Bibliothèque scientifique contemporaine) de 408 pages, avec 190 figures intercalées dans le texte. — J.-B. Bailière et fils, éditeurs, Paris, 1889. — Prix: 3 fr. 50.

Pour tous les articles non signés,
Le Gérant: MAX DE NANSOUTY,
Ingénieur des Arts et manufactures.

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE.