Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 29 (1903)

Heft: 5

Sonstiges

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.08.2025

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

éviter l'irruption de la foudre dans les câbles. On a profité de leur présence pour élever la tension des lignes aériennes de 3000 à 6000 volts, ce qui a procuré une sensible économie de cuivre.

Des parafoudres à cornes ont été installés de distance en distance sur les poteaux supportant les lignes, ainsi qu'à la sortie de l'usine. Ces derniers sont reliés à la terre par l'intermédiaire de résistances d'eau pure, afin d'éviter la mise en court-circuit complète des transformateurs lorsque les parafoudres fonctionnent.

En outre, d'autres résistances de même nature, mais plus fortes, sont connectées à demeure entre chaque fil de ligne et la terre; il se produit de ce fait une petite perte d'énergie, insignifiante du reste, en regard de l'avantage obtenu. Les lignes se trouvent ainsi pouvoir en tout temps écouler dans le sol les charges d'électricité statique qu'elles contiennent, de sorte que les parafoudres n'ont plus à fonctionner que rarement.

Les transformateurs connectés sur ces lignes sont placés dans de petits bâtiments construits soit en ciment armé, soit en maçonnerie de briques ordinaires. Ils ramènent la tension à 125-216 volts et alimentent les réseaux secondaires qui sont eux aussi aériens.

Fig. 45.
Vue d'une tourelle de transformation, côté basse tension.

Deux moteurs-série, de 400 chevaux chacun, reçoivent leur courant de la ligne de transport de Saint-Maurice à Lausanne. L'un de ces moteurs actionne la fabrique de ciments de Paudex, l'autre se trouve à la fabrique de produits chimiques de Monthey.

La ville de Saint-Maurice est aussi desservie par un réseau triphasé provenant directement de l'usine hydro-électrique et recevant son courant à 3000 volts des deux génératrices triphasées que contient cette usine.

En terminant cette description des installations électriques de la ville de Lausanne, nous tenons à relever tout particulièrement la bienveillance et l'appui soutenu que la Municipalité n'a cessé d'accorder aux techniciens chargés de mener à bien cette importante entreprise qui a doté la ville de Lausanne de l'une des distributions d'électricité les plus importantes de la Suisse.

A. DE MONTMOLLIN.

Divers.

Excursion technique de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

(Suite)[1].

La figure 9 donne une vue d'un des ateliers de forge; on y voit une série de petits fourneaux cylindriques chauffés au coke. Par les orifices latéraux on introduit les pièces à chauffer, telles que des boulons ou crampons, dont la tête s'étampera à chaud. Parmi les diverses machines-outils, mentionnons de nombreux tours pour le filetage des boulons et le taraudage de leurs écrous, des cisailles, des marteaux à vapeur, des machines pour courber le fer, soit des ferrures d'isolateurs, soit des fers utilisés pour les constructions en béton armé.

Quelques mots sur la force motrice dont disposent les usines de Gerlafingen, qui atteint un total maximum de 1600 chevaux.

Une station génératrice, à peu de distance, utilise sur l'Emme une force motrice de 500 chevaux transportée à l'usine sous forme électrique par courants triphasés à 3000 volts. Ce courant alimente la plupart des machines-outils et l'éclairage électrique de tout l'établissement; 54 moteurs électriques sont répartis dans les divers locaux. Toute l'installation électrique a été exécutée par la maison Brown, Boveri & Cie, à Baden.

A Gerlafingen se trouvent huit turbines utilisant une chute de $5^m,2$ créée par une dérivation de l'Emme. Deux turbines de 120 chevaux commandent par engrenages les laminoirs des tôles, une autre de 60 chevaux actionne des pompes et les ventilateurs pour les fours; une quatrième commande une dynamo de réserve pour le service d'éclairage. Deux autres turbines commandent des laminoirs pour fers profilés (l'une de 160, l'autre de 120 chevaux) et deux enfin, de 60 chevaux chacune, fournissent la force aux ateliers.

[1] Voir No du 25 février 1903, page 56.

Ces turbines ne marchent pas simultanément, le maximum d'eau disponible n'étant que de 12 m³ par seconde.

L'usine possède en plus deux machines à vapeur Sulzer à double détente, avec deux cylindres en tandem et distribution par soupapes, fournissant une puissance de 250 à 300 chevaux effectifs.

Une de ces machines, faisant 60 à 90 tours, a un volant de 6m,50 de diamètre pesant 22 tonnes, lequel commande directement par câbles les laminoirs pour fers profilés. La seconde machine actionne, également par câbles, un autre laminoir. Un troisième laminoir est commandé au moyen d'engrenages par une machine à vapeur de 150 chevaux environ.

La vapeur pour les machines des laminoirs est fournie par des chaudières tubulaires chauffées par les gaz s'échappant des fours à souder. Une batterie de chaudières Sulzer, placée à proximité de la forge et complétée par des économiseurs, alimente également plusieurs autres moteurs de machines-outils et huit à neuf marteaux à vapeur.

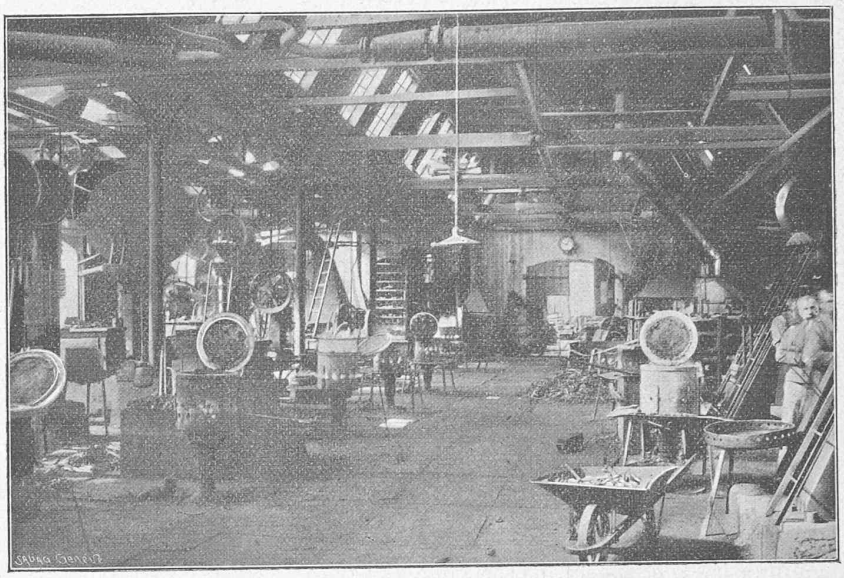

Fig. 9. — Un atelier de forge, à Gerlafingen.

Nous avons terminé notre visite par la station d'essais, nouvellement installée au sous-sol du bâtiment d'administration. Nous avons assisté à des essais de pliage à froid et de rupture par traction. Ces dernières épreuves se font avec une machine Amsler dont le principe est celui de la presse hydraulique.

L'ensemble de la machine, avec la commande de la pompe par un petit moteur électrique fixé à la paroi est donné dans la figure 10. Sur la table une série de barres rompues par traction. A droite de la figure se trouve un petit appareil permettant de diviser les éprouvettes en intervalles égaux de 10 mm. avant l'essai, afin de constater les allongements survenus dans les divers tronçons.

Voici les résultats d'essais faits sur deux éprouvettes ordinaires à notre passage :

Section éprouvette.	Charge de rupture.	λ Allongement à la rupture.	β Tension de rupture.	$c = \lambda \times \beta$ Coefficient de qualité.
Fer soudé 4 cm². .	16,12 t.	24,2 %	4,03 t.	98
Fer coulé 4 cm². .	16,20 t.	27.5 %	4,05 t. par cm².	1 11

L'échantillon de fer soudé était destiné au matériel d'attache pour chemins de fer, duquel les prescriptions des chemins de fer suisses exigent $\lambda = 18\,\%$, $\beta = 3{,}8$ t., $c = 70$.

Les résultats des essais sont donc sensiblement plus favorables.

Clus.

En sept minutes le chemin de fer Œnsingen-Balsthal conduit de la station d'Œnsingen à Clus.

Cette fonderie, avec atelier mécanique, occupe toute la largeur du vallon ; elle fut fondée en 1810.

La présence de minerai, les richesses forestières de la contrée, en même temps qu'une petite force hydraulique étaient appropriées à l'établissement d'installations pour l'élaboration du fer. Un haut-fourneau y fut en activité pendant de nombreuses années, mais on le démolit en 1876 lorsque la concurrence étrangère vint compromettre la rentabilité de cette exploitation.

L'usine actuelle, construite sur l'emplacement du haut-fourneau, se présente sous un aspect très propre malgré son industrie, tous les bâtiments étant construits en briques de scories du haut-fourneau de Choindez.

Fonderie.

Deux grands bâtiments recouvrant environ 10 700 m² sont affectés au moulage et au coulage. En pénétrant dans ces sanctuaires de Vulcain tout paraît noir, grâce au sable et à la poussière de charbon. Puis l'œil distingue bientôt des tas de sable, des piles de boîtes à moules et de nombreux ouvriers maniant adroitement la truelle pour confectionner les moules.

Chaque ouvrier doit en préparer un ou

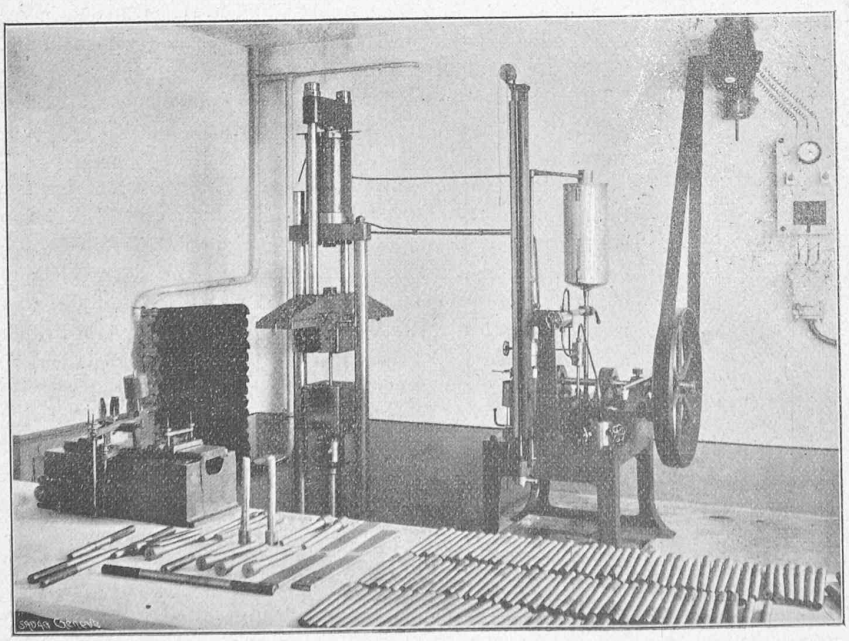

Fig. 10. — Machine Amsler pour essais à la traction.

plusieurs pour la coulée qui a lieu tous les après-midi.

Il y en a de toutes les dimensions, depuis le moule des petites pièces de fonte pesant 50 à 100 gr. jusqu'aux moules établis sur le sol même de la fonderie pour des pièces atteignant 4 à 5 m. de diamètre.

De nombreuses grues hydrauliques roulantes et plusieurs ponts roulants répartis rationnellement dans l'usine permettent aux mouleurs une grande rapidité dans leur travail et facilitent le coulage. Des pièces pesant jusqu'à 12 tonnes sont aisément transportées.

La fonderie de Clus exécute une série de spécialités, telles que la fonte ornementale, des appareils de chauffage, la fonte de construction ordinaire et la fonte pour machines. C'est là qu'apparaît l'art du maître fondeur qui devra, pour chaque pièce, utiliser une qualité de fonte appropriée au but poursuivi.

C'est ainsi qu'une pièce de fonte ornementée recevra dans le moule sa forme définitive ; elle ne subira pas de travail d'ajustage et pourra donc être en fonte dure ; en outre, sa résistance joue un rôle secondaire. Au contraire, une pièce de machine appelée à subir un effort devra être résistante, et la fonte sera assez tendre pour permettre un travail d'ajustage rapide et facile.

La salle des modèles donne une idée partielle des nombreux articles exécutés par la fonderie ; beaucoup d'autres sont moulés au trousseau. Comme modèles en bois, nous remarquons des candélabres, des colonnes, des bâtis de machines ; comme modèles en métal, citons les articles de fumisterie, la fonte d'ornement, divers articles courants du commerce, etc.

On réalise une grande économie dans la préparation des moules pour nombre de pièces décoratives plates et ayant un léger relief ; les dits moules sont simplement clichés, en faisant un modèle relief en métal fixé sur un châssis. Un mouleur pourra ainsi faire une quarantaine de moules par jour.

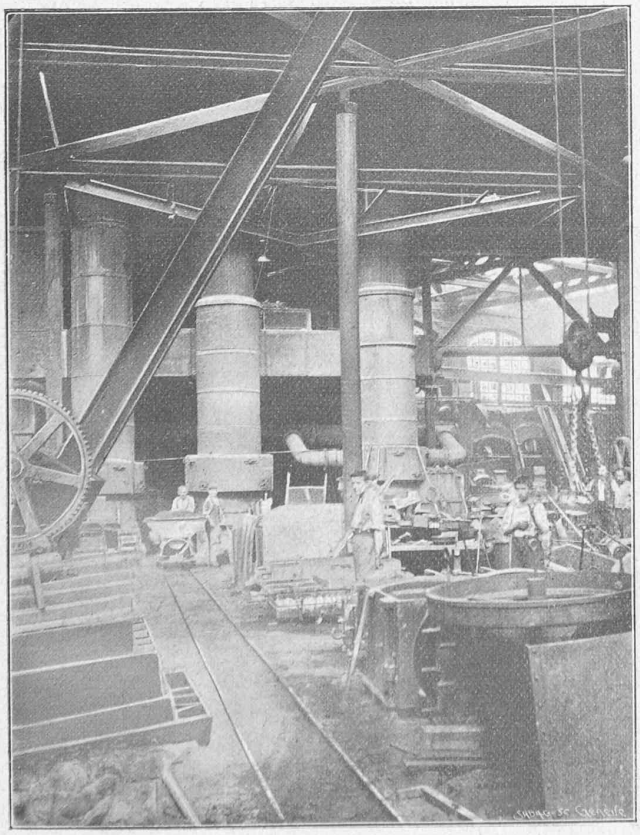

Fig. 11. — Atelier de fonderie et cubilots.

Environ 360 mouleurs préparent journellement des centaines de moules. Chacun a sa spécialité ; les uns clicheront des couronnes, de petites portes, des rosaces de fourneaux, d'autres trousseront des vannes, des siphons, des coudes de toute dimension. D'autres encore feront des moules de candélabres de 5 à 6 m. de haut, finement décorés, tels ceux qui portent les lampes à arc de la ville de Lausanne, ou de simples candélabres pour becs de gaz ; d'autres mouleront des barrières pour balcons ou pour ponts, des balustrades artistiques rappelant le fer forgé et moulées par panneaux.

Les meilleurs mouleurs travaillent suivant les modèles commandés par la clientèle et exigeant des soins spéciaux. Un jour ils fabriqueront des bâtis de bancs d'école, des cadres de fenêtres, des boîtes pour essieux de voitures, le lendemain ils mouleront des marchepieds, des grilles, des cuisines à gaz ou des appareils pour le chauffage central. Ce dernier article est un travail très délicat, tant pour la fabrication des moules d'appareils ornementés que pour la préparation et la fixation des noyaux en sable spécial, qui devront être brisés et évacués après le refroidissement de la pièce fondue.

Clus fabrique encore des tuiles de fonte, ainsi que les tuyaux de descente en fonte ; les tuyaux pour haute pression sont coulés à Choindez. Les tuyaux sont coulés verticalement, par plusieurs pièces à la fois, dans des moules d'une seule pièce, tandis que les candélabres, les piliers et colonnes sont coulés horizontalement, le moule étant formé de deux ou plusieurs pièces.

L'usine possède six cubilots judicieusement placés. Un premier groupe de quatre cubilots est disposé dans le bâtiment principal. Ils sont desservis par de grandes grues et un pont roulant qui traverse toute la fonderie.

La figure 11 laisse deviner les dimensions de cet atelier et nous montre la disposition des cubilots et de la soufflerie. Les deux autres cubilots sont dans un second bâtiment.

Deux ou trois cubilots sont en service chaque fois, et on y fond tous les après-midi environ 30 tonnes de fer. Après chaque coulée il est nécessaire de réparer le garnissage des cubilots.

Le coulage est une opération délicate qui doit être faite avec la plus grande célérité et avec beaucoup de précautions. Pour les petites pièces chaque fondeur remplit lui-même sa pochette de coulée pouvant renfermer 30 kg. de fonte ; tandis que pour les coulages plus importants ils se mettront plusieurs pour remplir les poches pouvant contenir 100 à 300 kg. et les amener à pied-d'œuvre, soit en les portant, soit à l'aide d'un wagonnet. Chaque pièce, petite ou grande, doit être fondue en une fois.

Il est intéressant d'assister à la coulée d'une grande pièce de dix tonnes ou davantage ; on voit les masses de fonte liquide soulevées par les grues, puis s'engouffrer dans les moules, tandis qu'aux joints et aux évents les gaz enflammés s'échappent. Ce n'est qu'en procédant avec soin et méthode qu'on peut mener à bien une semblable opération.

Une petite fonderie de bronze est attenante à la fonderie de fer ; on y utilise des moules en bois ou en métal.

La fusion et la préparation de la matière première, par alliage des métaux constitutifs, se fait dans deux fourneaux à creusets, semblables aux convertisseurs Bessmer, avec cheminée mobile. Ces fourneaux tournent autour d'un axe horizontal, afin

de pouvoir déverser facilement le contenu des creusets dans les pochettes.

Divers bâtiments contigus appartiennent encore à la fonderie ; ils sont affectés au dégrossissage, à la préparation du sable, à la menuiserie, etc.

Force motrice.

Avant d'entrer dans l'atelier de mécanique jetons un coup d'œil sur l'installation de force motrice de l'usine qui nous offre un exemple intéressant d'accumulation d'énergie.

L'usine exige pour la commande des divers appareils de levage, soufflerie de la fonderie, machines-outils de l'atelier de mécanique, une puissance de 200 chevaux environ, réduite à 170 chevaux pendant l'arrêt des ventilateurs. Une chute de six mètres, au pied de la vallée, donne une force hydraulique de 60 chevaux en eaux moyennes. Elle est fournie par une turbine placée dans l'atelier et par une autre dans la fonderie ; cette dernière, du type Girard-Graiz, construite pour une puissance maximum de 60 chevaux, peut dans certains cas utiliser tout le débit.

L'usine est abonnée pour 70 chevaux au service d'électricité de Wynau, à Langenthal ; cette puissance est amenée sous forme de courant alternatif à 8000 volts, jusqu'à la station transformatrice, et distribuée depuis là sous 120 volts aux quatre moteurs, ayant respectivement 30, 20, 15 et 7 $^1/_2$ chevaux.

Il manquerait donc pendant le jour 40 à 70 chevaux qui sont produits par une accumulation hydraulique.

Le soir, dès six heures, tout travail est suspendu. L'eau du ruisseau coulerait alors inutilisée, tandis qu'une faible partie seulement de l'énergie électrique serait utilisée pour l'éclairage.

Pour empêcher ceci, il a été aménagé une installation de pompes commandées par la turbine de la fonderie et un moteur électrique de 65 chevaux.

Deux pompes à piston, à double effet, pouvant débiter chacune 1500 litres par minute, refoulent pendant douze heures environ 2000 mètres cubes dans un réservoir situé à 130 m. au-dessus de l'usine. Cette eau accumulée est employée pendant les heures du jour pour la commande de sept turbines à haute pression, de diverses grues hydrauliques, monte-charges, machines à mouler, etc.

Quelques ateliers, tels que la menuiserie et le dégrossissage, sont actionnés tout le jour par ces turbines à haute pression. D'autres appareils, par exemple les ventilateurs de la soufflerie, fonctionnent pendant quelques heures seulement.

Si l'on fait le calcul de l'énergie consommée pour la commande des pompes et de celle restituée par les turbines, on arrive à un effet utile de 55 % environ. Cette accumulation montre quel avantage on peut tirer dans certains cas d'une force hydraulique et électrique qui, sans cela, resterait sans emploi pendant la nuit.

Atelier de mécanique.

L'atelier de mécanique occupe environ 300 ouvriers, employés principalement à l'ajustage et au montage des nombreuses pièces sorties de la fonderie.

La figure 12 représente une partie de cet atelier.

A l'entrée se trouvent deux grandes tables de fonte bien dressées ; avant d'arriver à l'ajustage toutes les pièces passent sur ces tables où l'on opère le traçage.

Les tours forment la fraction la plus importante des machines-outils. Plus une pièce pourra être travaillée au tour, meilleur marché elle sera. Aussi voit-on des tours de tout calibre, les uns pour le filetage de vis de grandes dimensions, le taraudage des écrous correspondants, pour l'alésage des moyeux et la taille des roues d'engrenages ; d'autres, pour le burinage de poulies, de volants atteignant jusqu'à 5 m. de diamètre et pesant 15 tonnes, d'autres enfin, pour la fabrication d'outils tels que fraises, forets, etc.

A côté des tours se trouve une série de machines à aléser, à fraiser, et des machines spéciales pour le travail des pièces fabriquées en grande quantité. Mentionnons les perceuses à deux ou six forets pour le perçage des brides des tuyaux ou des vannes ; les machines pour la fabrication des obus pour l'artillerie suisse.

Les ateliers renferment au total plus de 500 machines-outils de provenance suisse ou étrangère, notamment des machines américaines. Un bon nombre de machines spéciales ont été construites dans les ateliers mêmes de Clus, qui possèdent une division pour la construction des machines-outils.

Une autre division d'atelier, avec les machines nécessaires, est affectée au montage et à l'ajustage des articles de fumisterie et de construction, portes et poignées pour poêles, cadres de fenêtres, etc.

Toutes ces excellentes installations mécaniques, jointes à une grande fonderie, permettent à l'usine de Clus de livrer les produits les plus variés qui sont demandés par les divers domaines de l'industrie.

Choindez.

L'Ecole a terminé sa course en visitant, l'après-midi du deuxième jour, l'établissement de Choindez, station de la ligne Bienne-Bâle, avant Delémont.

C'est à Choindez que se trouve le seul haut-fourneau que nous possédons en Suisse, et qui est en activité depuis 1845. Il utilise un minerai de fer tiré des mines de la vallée de Delémont, mines appartenant à la Société de Roll.

Ce minerai est du fer oolithique ou fer en grains (Bohn-

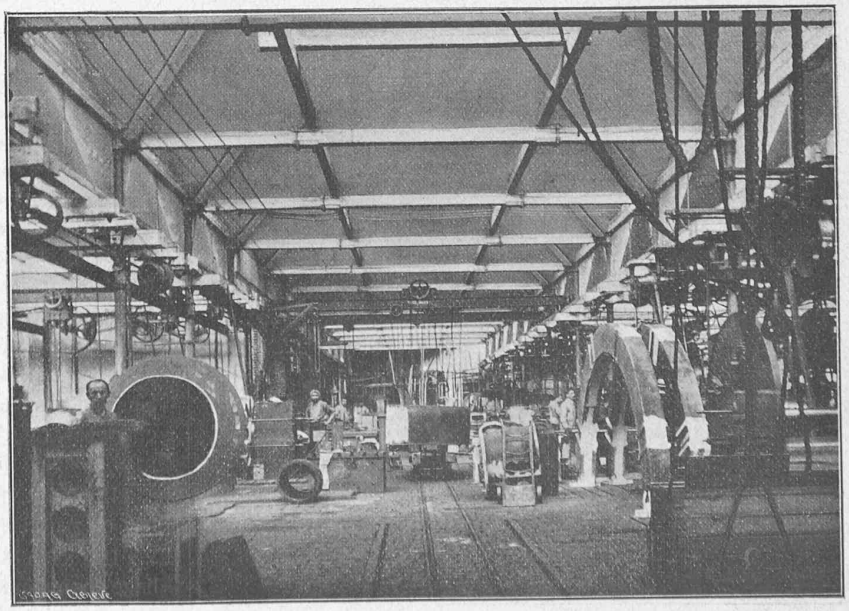

Fig. 12. — Atelier de mécanique, à Clus.

erz) ; il se présente sous forme de grains sphériques ou ovoïdes, dont la grosseur varie de celle de la grenaille à 20 mm., qui se trouvent emprisonnés dans une gangue argileuse compacte. Les grains eux-mêmes sont formés de couches concentriques qui apparaissent très nettement dans une brisure.

Les gisements de minerai se trouvent à une profondeur de 50 à 120 m. L'extraction a lieu par puits verticaux et le minerai est retiré au moyen d'ascenseurs électriques.

Le lavage du minerai brut s'opère mécaniquement, il produit environ 50 % de minerai pur et 50 % de boues et argile. Le minerai lavé contient :

Fe_2O_3 60 % (soit 42 % de fer) ;
SiO_2 15 % ;
Al_2O_3 14 %.

Le haut-fourneau est du type à piliers et à poitrine fermée, le creuset n'ayant d'autres ouvertures que les trous de coulée du laitier et de la fonte, ainsi que six tuyères pour l'introduction de l'air chaud. Le bâti en fonte a une hauteur de quatre mètres, il supporte la partie supérieure qui est en briques. La hauteur totale du haut-fourneau est de 17 m. ; son diamètre intérieur atteint 2 m. au creuset, 4 m. au ventre et 3 m. au gueulard. Le diamètre extérieur varie de $7^m,20$ sur le bâti jusqu'à $5^m,40$ au sommet. Le cube normal est de 140 m^3, mais cette capacité augmente avec l'usage jusqu'à 160 m^3, car la fusion du fer et les actions réductrices rongent peu à peu l'enveloppe intérieure en briques réfractaires de première qualité.

On admet qu'il est nécessaire tous les cinq ou sept ans de suspendre l'activité du haut-fourneau pendant environ quatre à cinq mois, pour refaire ce garnissage.

La base du haut-fourneau se trouve dans un bâtiment où se fait la coulée de la fonte ; une construction adjacente donne accès à la partie supérieure et permet d'y monter, à l'aide d'ascenseurs hydrauliques, les matériaux destinés au chargement. Transportons-nous sur cette plateforme pour suivre l'opération.

Nous voyons d'abord arriver un wagonnet de minerai qui s'étend en une couche d'égale épaisseur au-dessus du haut-fourneau ; puis on ajoute du vieux fer, mis de côté au triage de Gerlafingen ; ensuite viennent les scories des fours à souder de Gerlafingen, lesquelles renferment encore 45-50 % de fer. Puis vient la castine (pierre calcaire) qui formera avec la gangue argileuse du minerai des silicates facilement fusibles constituant le laitier. — Enfin on étend sur le tout une couche de coke qui produira la chaleur de combustion et opérera la réduction.

La figure 13 montre la plateforme du haut-fourneau, le chargement étant terminé et le couvercle encore soulevé.

Ces chargements se font ordinairement toutes les heures. On introduit environ 4000 kg. de matériaux par chargement.

La répartition de ce poids total entre le minerai, la castine et le charbon est déterminée par la constitution du laitier et par la qualité de fonte que l'on veut obtenir.

Revenons maintenant au pied du haut-fourneau. Dans la zone inférieure où le métal est en fusion, une circulation d'eau rafraichit l'extérieur de l'appareil qui est revêtu en maçonnerie. La figure 14 donne la disposition de cette partie ; on y remarque les piliers en fonte supportant la construction ; près du sol le trou de coulée ; les deux gros tuyaux amènent l'air chaud nécessaire à la combustion, qui est insufflé au-dessus du creuset par six tuyères. Ces tuyaux ont un diamètre extérieur de 90 cm. et sont maçonnés à l'intérieur de briques réfractaires.

Les six tuyères sont percées au-dessus de la masse liquide, permettant d'observer, au travers d'une feuille d'amiante, la marche de la fusion et de juger par la teinte du moment opportun pour procéder à une coulée.

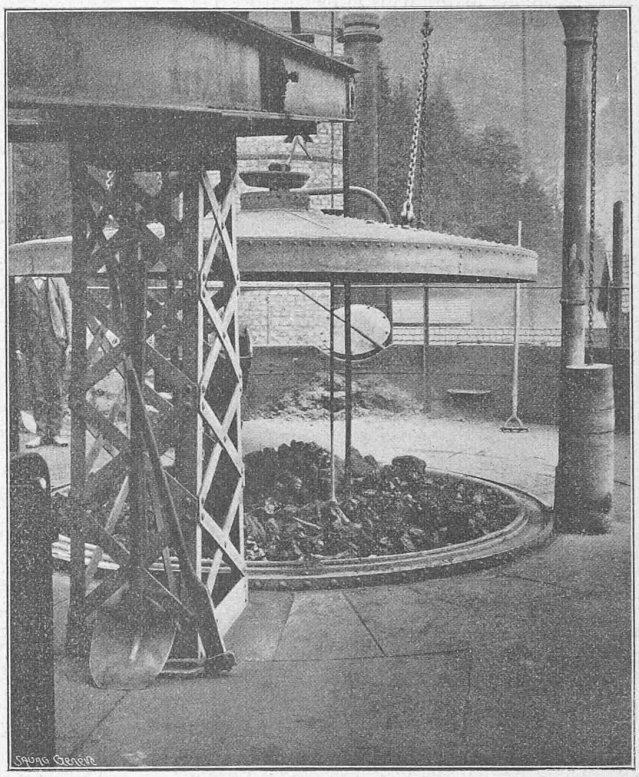

Fig. 13. — Plateforme de chargement du haut-fourneau.

Avant la coulée, il importe de débarrasser le métal du laitier qui, étant plus léger, surnage au-dessus de la masse liquide. Dans ce but, on ouvre un orifice et le laitier incandescent s'échappe avec violence, en un jet lumineux du plus bel effet qui éclaire la droite de la photographie reproduite dans la figure 14. — Ce laitier tombe dans un puissant jet d'eau froide qui le désagrège immédiatement pour en former une sorte de sable, qui se rassemble dans un bassin d'où une noria le retire.

Ces scories (laitier) ont été pendant longtemps un rebut encombrant de la fabrication du fer ; aujourd'hui elles sont au contraire très utiles pour la fabrication du ciment-laitier.

Une fois le laitier évacué, on ouvre le trou de coulée en enlevant le bouchon d'argile qui l'obstrue. La fonte liquide s'écoule rapidement et vient remplir soit des poches pour en couler directement des tuyaux, soit des rigoles creusées dans le sol de l'usine, où elle forme, après refroidissement, de grosses barres d'environ 5 m. de longueur qui sont brisées en tronçons de 50 à 60 cm. appelés *gueuses* ou *saumons*.

Chaque coulée est d'environ deux tonnes ; la production de fonte journalière atteint 36, même 40 tonnes.

La composition chimique moyenne de la fonte de première fusion obtenue au haut-fourneau est la suivante :

Carbone.	3,5 à 4,5 %.
Silicium	1,7 à 2,4 %.
Phosphore. . . .	0,2 %.
Manganèse. . . .	0,3 %.
Soufre	0,01 %.

Les gueuses sont ensuite soumises à une deuxième fusion dans des cubilots semblables à ceux représentés dans la figure 11 (Clus). Dans ces appareils, on dispose par couches alternées la fonte, le coke et la castine afin d'obtenir une fonte de moulage de meilleure qualité, ayant la composition chimique voulue.

Suivons maintenant la circulation des gaz dans le haut-fourneau. L'air nécessaire à la combustion est amené par une machine soufflante ; cette machine comprend deux corps de pompe commandés par une ancienne roue hydraulique de 9 m. de diamètre, pouvant fournir une puissance de 100 chevaux.

L'air est refoulé avec une surpression de 27 cm. de mercure dans les appareils de chauffe. Ces appareils, du système Cowper, sont formés par de grands cylindres en tôle, au nombre de quatre, ayant 14 m. de haut sur 5 m. de diamètre, garnis intérieurement d'un revêtement réfractaire en briques. Le gaz du haut-fourneau arrive à la partie inférieure sur un foyer au contact de l'air extérieur ; ce gaz contient une notable proportion d'oxyde de carbone *(CO)* qui se combinera avec l'oxygène de l'air pour se transformer en acide carbonique *(CO_2)*. La chaleur développée par cette combustion porte l'appareil à une haute température ; on coupe alors l'arrivée du gaz et on introduit l'air venant de la machine soufflante ; il se réchauffe dans l'appareil et pénètre ensuite dans la zone inférieure du haut-fourneau à une température de 800-1000° et à une surpression de 21 cm. de mercure.

La chaleur accumulée dans cet appareil une fois consommée jusqu'à un certain degré par la circulation d'air, on le chauffe à nouveau et cela se passe ainsi successivement pour les quatre appareils, de telle façon qu'il n'y ait pas d'interruption dans l'insufflation de l'air chaud.

On compte sur environ 5 m³ d'air par kg. de coke, ce qui nécessite journellement l'introduction de 140 000 m³ dans le haut-fourneau.

La récupération de chaleur par ces gaz, qui étaient autrefois perdus, produit une sensible économie de combustible ; une partie de ces gaz est encore utilisée pour le séchage des moules de fonderie.

Les gaz sortant des hauts-fourneaux ont un pouvoir calorifique d'environ 800 à 1000 calories par mètre cube ; dans d'autres installations sidérurgiques ils reçoivent un double emploi ; on les utilise, comme à Choindez, pour le chauffage de l'air que les machines soufflantes insufflent dans les hauts-fourneaux à des températures qui ont toujours été en augmentant, et on en brûle une partie dans les chaudières fournissant la vapeur nécessaire aux machines des souffleries, à la commande des monte-charges et appareils accessoires des hauts-fourneaux.

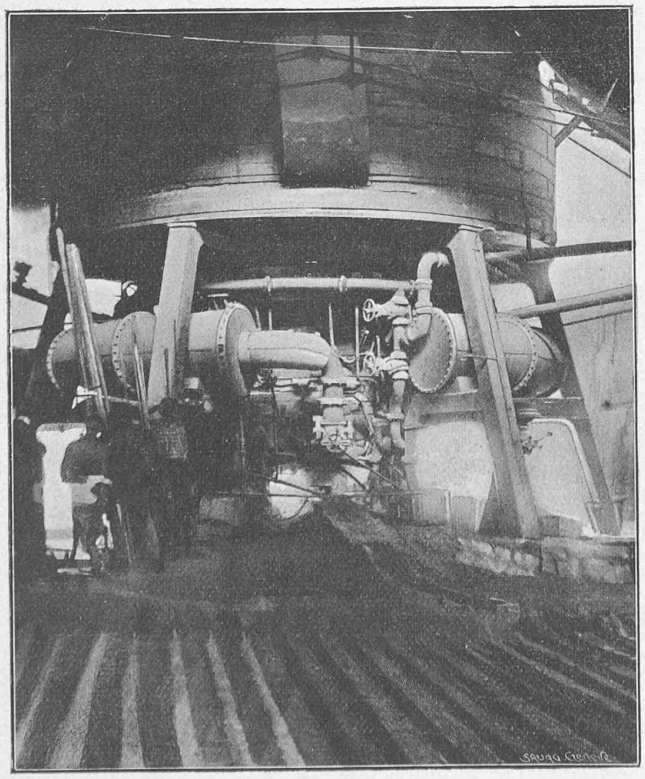

Fig. 14. — Partie inférieure du haut-fourneau.

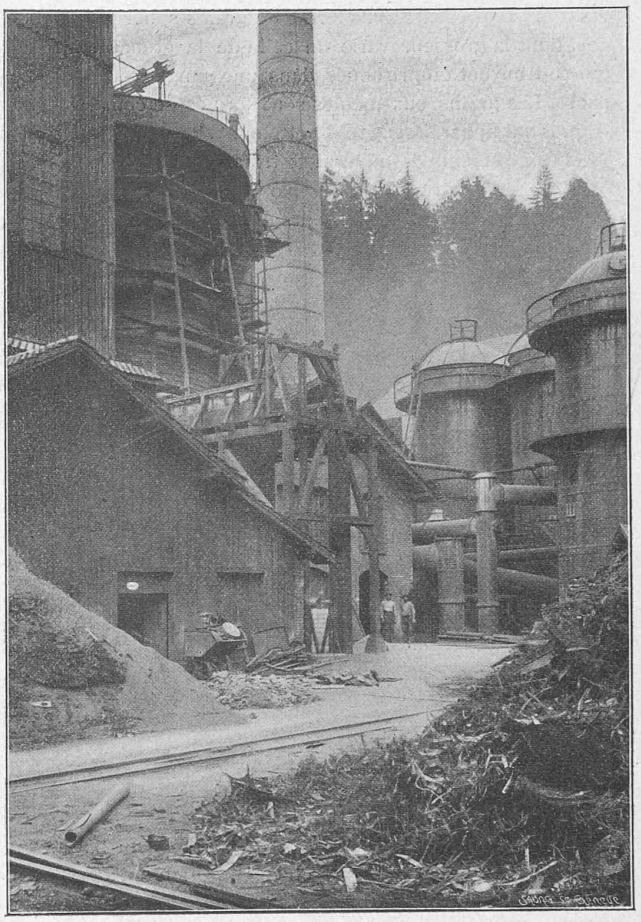

Fig. 15. — Vue d'ensemble du haut-fourneau.

Depuis peu d'années ces gaz sont consommés directement par des moteurs qui suppriment ainsi l'intermédiaire de la vapeur et augmentent dans une grande proportion le rendement de cette transformation d'énergie. On produit ainsi un excédent qui peut être appliqué à la commande de laminoirs, forges, etc., ou distribué sous forme électrique pour l'éclairage et la force motrice. Les premiers essais dans cette voie sont dus à la Société Cockerill de Seraing (Belgique), qui exposait à Paris, en 1900, un moteur d'une puissance de 600 chevaux alimenté par du gaz de haut-fourneau.

Dès lors de nombreux moteurs à gaz de haut-fourneau, de divers systèmes et de grande puissance, ont été installés dans beaucoup d'établissements sidérurgiques à l'étranger.

Une vue extérieure du haut-fourneau est donnée dans la figure 15 qui laisse voir à droite un des appareils pour le chauffage de l'air. L'extérieur du haut-fourneau était en réparation à ce moment, ce qui explique la présence des échafaudages. Au premier plan un amas de ferraille telle qu'elle arrive aux usines sans avoir encore subi aucun triage. La cheminée à la gauche du haut-fourneau est destinée au tirage des appareils de chauffage dont elle évacue les produits de combustion.

(A suivre).

Tunnel du Simplon.

Etat des travaux au mois de février 1903.

Galerie d'avancement.		Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
1. Longueur à fin janvier 1903.	m.	8610	6011	14621
2. Progrès mensuel	»	163	142	305
3. Total à fin février 1903	»	8773	6153	14926
Ouvriers.				
Hors du Tunnel.				
4. Total des journées	n.	10928	12252	23180
5. Moyenne journalière	»	420	438	858
Dans le Tunnel.				
6. Total des journées	»	27699	35096	62795
7. Moyenne journalière	»	1066	1289	2355
8. Effectif maximal travaillant simultanément	»	426	516	942
Ensemble des chantiers.				
9. Total des journées	»	38627	47348	85975
10. Moyenne journalière	»	1486	1727	3213
Animaux de trait.				
11. Moyenne journalière	»	6	8	14

Renseignements divers.

Côté nord. — La galerie d'avancement a traversé le schiste micacé calcarifère et le gneiss schisteux. On a suspendu la perforation mécanique pendant 72 heures à cause du boisage.

Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de $6^m,48$ par jour de travail. Les eaux provenant du tunnel ont comporté 40 l.-s.

Côté sud. — La galerie d'avancement a traversé le gneiss schisteux et micacé. Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de $5^m,07$ par jour de travail.

Les eaux provenant du tunnel ont comporté 800 l.-s.

Section de Genève de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole Polytechnique fédérale (G. e. P.)

Dans sa séance de février cette société a eu le plaisir d'entendre une communication intéressante de M. Rambert, directeur de la Compagnie de l'Industrie électrique, sur la traction électrique des chemins de fer.

Par suite d'un empêchement de M. Rambert, sa communication fut lue par son secrétaire, M. Finaz, qui a bien voulu nous en transmettre la partie inédite suivante qui nous semble de nature à intéresser les lecteurs du *Bulletin Technique :*

Permettez-moi, Messieurs, de vous exposer encore les travaux de notre Société dans ce domaine si vaste de la traction électrique des chemins de fer.

La Compagnie de l'Industrie électrique fut la première en Europe à appliquer la traction électrique aux chemins de fer de montagne, la ligne du Salève fut inaugurée en 1892 et démontra tous les avantages de ce nouveau mode de traction ; son exemple fut bientôt suivi par d'autres, et actuellement la plupart des lignes de montagne sont électriques. Elle fut encore dernièrement chargée de l'équipement des lignes d'Aigle-Leysin et de Bex-Gryon-Villars, mais ce sont là des applications spéciales qui rentrent plutôt dans le domaine des tramways, bien que les locomotives de ces deux dernières lignes soient capables de développer la puissance déjà respectable de 250 chevaux.

En 1896, notre Compagnie prit part au concours ouvert par l'Etat Belge et fournit une locomotive à accumulateurs actionnée par deux moteurs à six pôles, d'une puissance de 150 HP chacun à la tension de 550 volts ; cette machine rendit d'excellents services, mais l'affaire n'eut pas de suite étant donné les frais d'exploitation considérable des locomotives à accumulateurs.

L'année suivante elle fit l'étude complète d'une locomotive électrique de 50 tonnes et d'une puissance de 800 HP pour le service des usines du Creusot ; cette machine fut exécutée au Creusot sur les plans et dessins de notre Compagnie et figurait à l'exposition de Paris en 1900.

Elle est actionnée par quatre moteurs à six pôles, d'une puissance de 200 HP chacun à la tension de 550 volts ; leur vitesse angulaire est de 423 tours à la minute.

Enfin, l'année dernière, à la suite d'un concours auquel prirent part les principales maisons de construction électrique, notre Compagnie obtint de l'Etat Français la commande d'une locomotive d'expérience destinée à assurer la traction sur sa ligne de la Mure dans l'Isère ; elle doit être livrée dans le courant du mois prochain et comme elle présente certaines particularités intéressantes qui nous ont fait avoir la préférence sur nos puissants concurrents, je vous demande la permission pour terminer d'en faire encore une rapide description.

M. Thury, persuadé que le courant continu présente de très réels avantages dans le cas particulier, chercha une disposition qui permit d'arriver à une tension suffisante pour rendre la ligne de distribution aussi économique qu'avec le système triphasé, et il y parvint par l'application du système de distribution dit à trois fils, fréquemment employé dans les réseaux d'éclairage. Une première application de ce système à un tramway de 43 kilomètres de longueur, de Grenoble à Chapareillan, démontra ses avantages et son parfait fonctionnement, aussi n'hésita-t-il pas à le proposer pour le chemin de fer de la Mure, en doublant toutefois la tension admise au Grenoble-Chapareillan. Celle-ci était de 1200 volts entre les fils extrêmes, à la Mure, elle sera de 2400 volts. Comme dans le système triphasé, les conducteurs sont au nombre de trois, dont deux aériens, le troisième est constitué par les rails ; ce troisième conducteur, à l'inverse du système triphasé dans lequel il joue un rôle égal aux deux autres, n'est cependant qu'un fil d'équilibre et normalement il n'y passe aucun courant.

Or, le système dit à trois fils présente cette particularité que la tension qui est de 2400 volts entre les deux fils extrêmes, n'est plus que de la moitié, soit 1200 volts entre un de ces fils et le fil moyen constitué par la terre ; l'isolement contre la terre n'a donc à résister qu'à une tension de 1200 volts ce que nous n'avons pas craint d'admettre puisque nous avons déjà construit des moteurs à courant continu jusqu'à la tension de 3600 volts.

La locomotive qui doit pouvoir développer une puissance de 500 HP, sera actionnée par quatre moteurs de 125 HP chacun, complètement fermés et placés en série ; de cette façon, chaque moteur n'absorbe que le quart de 2400 volts, soit 600 volts ce qui est la tension normale généralement admise sur tous réseaux de tramways ; ainsi se trouve réalisée par des moyens très simples une locomotive à courant continu haute tension, dont les éléments pris séparément sont à tension moyenne.

Le problème qui nous était posé présentait toutefois une autre difficulté, c'est que la ligne de la Mure est à voie étroite d'un mètre, qu'elle présente des déclivités de 27,5 mm. par mètre et que ses rayons minima de courbe sont de 100 m.

Ce n'est pas sans peine que nous arrivâmes à loger nos quatre moteurs dans l'emplacement excessivement restreint dont nous disposions, car la locomotive est destinée à remorquer des trains de 100 tonnes, non compris son propre poids,

à la vitesse de 22 à 23 kilomètres à l'heure seulement, ce qui nécessitait un train d'engrenage intermédiaire.

Enfin, il était prescrit que la locomotive serait munie du frein électrique modérable sur résistance et d'un frein à vide continu pour retenir un train de 300 tonnes à la descente.

Le châssis est placé sur bogie ; la locomotive aura l'aspect d'un long wagon portant à chaque extrémité une cabine vitrée avec les appareils de mise en marche ; ceux-ci sont d'un système spécial à rouleaux collecteurs, avec sectionnement très multiplié et souffleurs magnétiques, les étincelles de rupture se produisant sur un appareil spécial ; le courant est recueilli par quatre archets, deux à l'avant, deux à l'arrière, et passe dans deux appareils de sécurité avant de se rendre à la mise en marche et au moteur, un fusible et un déclencheur automatique.

Les résistances de mises en marche et du frein électrique sont placées latéralement au centre de la locomotive ; elles se composent de deux caisses de tubes de fer et de deux caisses de boudins en fil de fer placés sur châssis ; chacun de ces châssis se glisse dans la caisse séparément, ce qui permet un démontage rapide et facile en cas d'avarie aux résistances ; le tout est soigneusement isolé de la terre.

La ligne se compose de deux fils de cuivre de 12 mm. de diamètre, supportés par des traverses fixées à des poteaux de $7^{m},25$ de hauteur et distants de 35 m. l'un de l'autre en ligne droite et de 28 m. en courbe.

Cette ligne est alimentée elle-même par deux *feeders* de même section amenant le courant depuis l'usine génératrice d'Avignonnet sur le Drac, distante de 5 kilomètres environ de la voie.

Les essais auront lieu pour commencer sur la section de La Motte-les-Bains et La Motte-d'Aveillans, soit sur une longueur de 7 km. seulement, mais on prévoit d'importantes extensions ; la ligne est très accidentée et le trafic en sera important, car il assure entre autre le service des mines d'anthracite de la Mure.

Le courant est fourni par une génératrice double Thury construite par notre Compagnie ; elle se compose de deux machines de 350 HP chacune, calées sur le même arbre sans palier intermédiaire et montées sur le même bâti ; elle sera actionnée directement par une turbine Piccard et Pictet, au moyen d'un accouplement par volant système Raffard d'un diamètre de $3^{m},60$ et du poids total de 7600 kg. Elle fournira l'énergie à la tension de deux fois 1350 volts et à la vitesse de 250 tours.

Telles sont, brièvement résumées, les principales données du problème que nous avons été chargés de résoudre par les ingénieurs des Ponts et Chaussées français ; c'est, comme on le voit, l'application de l'électricité à la traction des trains lourds et à petite vitesse, une nouveauté, car jusqu'ici on n'avait envisagé cette application que pour les trains légers et à grande vitesse. Chaque jour amène ainsi son progrès et la traction électrique des chemins de fer est certainement à l'heure qu'il est une des questions qui font réfléchir et travailler le plus d'hommes dans tous les domaines.

Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes.

7me séance ordinaire, du 7 mars 1903 (au café du Musée).

Présidence de M. J.-J. Lochmann, président.

La séance est ouverte à 8 $^{1}/_{2}$ h. 22 membres y assistent.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

La parole est donnée à M. le Professeur-Dr Schardt. Le conférencier nous parle de l'avalanche du glacier du Rossboden, sur la route du Simplon. Les applaudissements de l'assemblée témoignent de l'intérêt qu'on a pris à la question développée par l'orateur et montrent que les ingénieurs et les architectes savent s'intéresser aux pierres à d'autres points de vue que celui de la construction, aux forces de la nature autrement que pour les asservir.

Quelques communications sont faites par le président, concernant des questions administratives.

On a dû rajouter à la convention de la bibliothèque un article stipulant qu'en cas de reprise des livres par nous, nous devrions rembourser les frais de reliure faits pour nos livres.

Les heures de consultations sont rappelées : le mardi et le vendredi de 5 à 7 h. du soir. Les membres qui trouveraient la bibliothèque fermée à ces heures sont priés d'en aviser M. A. Vautier, ingénieur.

La société décline l'invitation à faire partie du cortège du centenaire le 14 avril prochain.

Lecture est donnée de la lettre d'envoi au comité central à Zurich des pièces relatives au béton armé.

Sont nommés vérificateurs des comptes, MM. Roller, ingénieur, et Schenk, ingénieur.

M. Meyer, architecte, rapporte au sujet du jugement du Tribunal fédéral sur l'affaire Schumacher-Meili. L'architecte ayant dépassé les devis en a été rendu responsable.

Une discussion s'engage sur les responsabilités des architectes, tant au point de vue des devis que des bienfactures. On décide de demander une étude complète de la question à une commission, qui est composée, séance tenante, de MM. A. van Muyden, ingénieur, Verrey, Isoz, Villard et Meyer, architectes.

La séance est levée à 11 h. 10.

Le Secrétaire.

Concours pour un bâtiment d'archives, à Neuchâtel[1].

Le résultat du concours définitif pour le bâtiment des Archives de Neuchâtel est le suivant :

No 1. Prix : 1200 fr.— Cachet rouge sur ruban tricolore neuchâtelois. MM. A. Dufour et H. Baudin, architectes, à Genève.

No 2 ex-æquo.

a) Prix : 800 fr.— Akropolis. M. Albert Hauser, architecte, à Bienne.

b) Prix : 800 fr. — R. C. N. M. Robert Leitner, architecte, à Bâle.

No 3. Prix : 700 fr. — Croix blanche, avec ces mots : Octobre 1902. MM. Emile Frey et H. Geissler, architectes, à Paris.

L'auteur de l'esquisse : 15, X, 1902, admis à prendre part au concours définitif, n'a pas envoyé de projet.

Les projets sont exposés, du 4 au 18 mars, dans la Galerie Léopold Robert, à Neuchâtel.

Nous publierons dans un prochain numéro la reproduction des principales planches de ces projets ainsi que le rapport du jury.

[1] Voir No du 5 novembre 1902, page 284.

Notes et croquis techniques sur Genève. *3e édition. Une brochure. Editeur : E. Imer-Schneider, ingénieur-conseil, Genève.*

Cet opuscule, qui parut pour la première fois en 1892, en est aujourd'hui à sa troisième édition. Son auteur-éditeur s'est appliqué à condenser en quelques pages tous les renseignements essentiels sur les travaux intéressants exécutés à Genève en matière de mécanique, d'électricité, de génie civil et d'architecture. La nouvelle édition se distingue de la précédente par des compléments relatifs au développement de l'Usine de Chèvres, à l'unification et à la transformation des réseaux de la Compagnie des Tramways Suisses et de la Compagnie des Voies Etroites, ainsi qu'à quelques exemples des reconstructions effectuées dans les anciens quartiers.

Lausanne. — Imprimerie H. Vallotton & Toso Louve, 2.