

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — France et Colonies : 38 francs; — Étranger : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

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

SOMMAIRE. — Chemins de fer à voie étroite : Le matériel de guerre français à voie étroite, p. 449; E. LEMAIRE. — Science industrielle : L'évaluation de la lumière et la spécification des sources d'éclairage. L'évaluation du flux lumineux en lumens, p. 456; A. BOUTARIC. — Mécanique : Presse électrique pour comprimer le coton ou les fourrages, p. 459. — Art militaire : L'obus des canons à longue portée qui bombardent Paris, p. 460; Nicolas FLAMEL. — Variétés : Les mines d'or de la Sibirie Orientale, p. 461; — L'industrie de la taille du

corail, p. 462; — La rupture des aubages d'une turbine de 35 000 chevaux à la Boston Elevated Company, p. 462; — Les gisements espagnols de sels de potasse, p. 463.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (10 juin 1918), p. 464. — Société des Ingénieurs civils (31 mai 1918), p. 464.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 464. — Brevets anglais, p. 468.

ANNONCES : Informations diverses.

CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

LE MATÉRIEL DE GUERRE FRANÇAIS A VOIE ÉTROITE

Le *Génie Civil* du 6 avril dernier a donné la description du matériel des chemins de fer à voie étroite qui sert, en Allemagne et en Autriche, aux divers transports nécessités par la guerre.

Un matériel analogue est en service en France depuis 1888; il peut être employé aux mêmes usages que le matériel ennemi, mais il peut rendre et rend effectivement d'autres services, car il a été

Ce matériel, le premier qui ait été aménagé pour l'organisation des chemins de fer de campagne avec locomotives, a été conçu et réalisé, de 1881 à 1889, par le colonel Péchot, alors capitaine, avec la collaboration de M. Ch. Bourdon, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur honoraire à l'École Centrale. Il a servi de modèle aux Allemands qui, à la suite d'essais commencés en 1891, en ont adopté un autre, du même genre, vers 1892, en ont constitué des approvisionnements considérables et ont formé un personnel important pour s'en servir. En France, le matériel Péchot avait fait ses preuves bien avant la guerre actuelle; les immenses services qu'il a déjà rendus au cours du conflit actuel montrent qu'il a

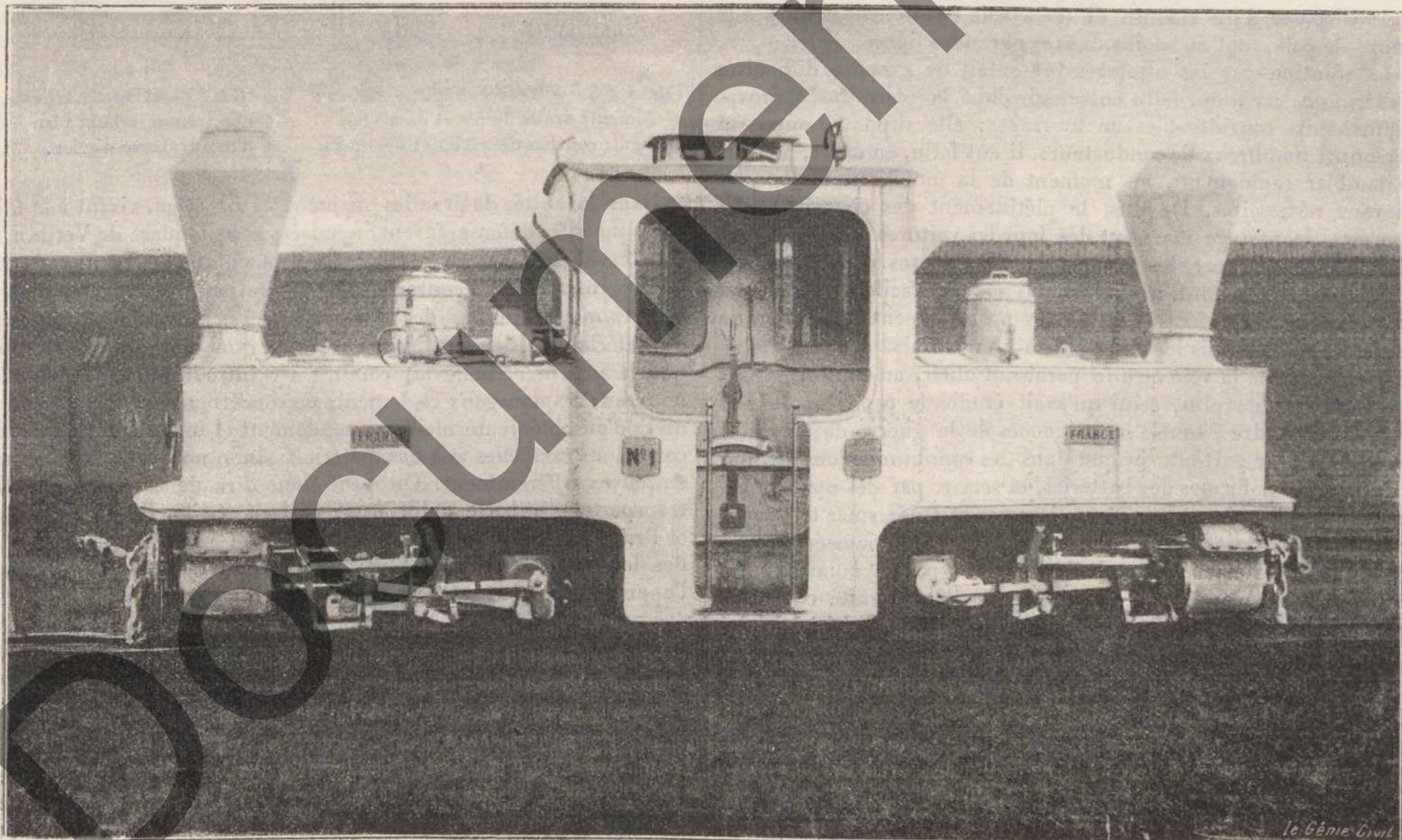


FIG. 1. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE MODÈLE 1888, A QUATRE ESSIEUX MOTEURS, SYSTÈME PÉCHOT-BOURDON, POUR VOIE MILITAIRE DE 0^m 60.

conçu et construit pour réaliser un programme très différent. Alors que le fonctionnement et l'exploitation des chemins de fer stratégiques allemands et autrichiens à voie étroite ne diffèrent pas essentiellement de ceux du matériel à voie normale affecté aux transports publics du temps de paix, le matériel français satisfait en outre à certaines conditions d'ordre purement stratégique ou tactique; aussi, malgré une grande souplesse et une grande robustesse, est-il capable de transporter des charges très élevées et indivisibles, jusqu'à 48 tonnes, dans des conditions d'exploitation extrêmement dures. Il assure non moins bien les services de l'arrière, grâce à l'emploi de types de voitures répondant à tous les besoins.

réalisé, bien au delà de ce qu'on en attendait, les espérances de ses créateurs.

En France, dans un camp retranché voisin du front, en quelques jours, nous avons vu construire une vingtaine de kilomètres de voie, la faire servir à armer et à approvisionner des batteries de siège, et cela par un personnel de mobilisés non préparés; cette voie a pu servir à un trafic intense, pendant plusieurs mois, presque sans entretien et sans donner lieu à aucun accident. On avait rencontré à peu près toutes les difficultés de construction possibles: fortes rampes, routes fréquentées, traversées de rivières, de villages à population très dense, terrains peu solides.

A Verdun, en 1916, ces mêmes voies ont vite remplacé les automobiles employées sur les routes, au début de l'offensive allemande, faute de voies normales suffisantes; après quoi, on en a construit pour desservir toutes les batteries lourdes existantes, *quel que fût leur emplacement* (1). Enfin, dans notre offensive sur la Somme, cette voie a suivi pas à pas, en quelque sorte, le mouvement en avant pour aider à toute espèce de travaux dont le moindre n'a pas été le transport du matériel et des munitions d'artillerie.

Programme. — L'apparition, en 1886, des obus chargés en explosifs puissants, comme la mélinite, modifia complètement la tactique employée jusqu'alors dans la défense des places fortes. Désormais, on ne devait plus concentrer la grosse artillerie dans des forts, qui ont cessé d'être invulnérables; ils sont même devenus de vrais « nids à projectiles », car, visibles de toutes parts, ils sont faciles à repérer et ne se prêtent que trop bien au réglage du tir: en effet, pour commander la région environnante, on les avait à dessein placés sur des points hauts toutes les fois que la chose avait été faisable. Il convenait, au contraire, de disséminer le plus possible cette artillerie, de la dérober aux vues, et de lui donner, ce qu'elle ne possédait pas, une grande mobilité afin de pouvoir changer facilement les positions de batterie, soit parce qu'une position pouvait être rendue intenable par le feu ennemi, soit pour coopérer à la défense d'un secteur menacé. La guerre actuelle a prouvé qu'une batterie repérée et bombardée pendant des jours, des semaines et même des mois, n'est pas forcément détruite et peut continuer à tirer. Par contre, l'argument tiré de la mobilité a conservé toute sa valeur.

Pour mettre à exécution ce programme, deux solutions étaient en présence :

1° Disposer, dans la place, d'un nombre suffisant d'attelages pour pouvoir faire face à toute éventualité;

2° Disposer d'un chemin de fer à voie étroite, construit dès le temps de paix, tout au moins dans ses grandes lignes.

La solution par lesattelages présentait de grandes difficultés d'exécution, car il eût fallu entretenir dans la place des approvisionnements considérables de fourrages; elle supposait aussi un personnel nombreux de conducteurs. Il eût fallu, en outre, pouvoir rassembler rapidement, au moment de la mobilisation, tous les chevaux nécessaires. De plus, le piétinement des chevaux et des hommes, le passage incessant des lourdes voitures d'artillerie ont vite fait de défoncer les routes; et les voitures d'artillerie, les chariots de parc surtout, ne passent pas non plus facilement à travers tous les terrains. Il aurait fallu très probablement construire de nouvelles routes, puis les entretenir à grands frais.

Le système de la voie étroite paraissait offrir, au contraire, tous les avantages; de plus, celui qu'avait étudié le capitaine Péchot semblait répondre à toutes les exigences de la guerre de siège: il pouvait circuler partout, jusque dans les communications étroites et sur les plates-formes des batteries, et servir, par des manœuvres de force très simples et très sûres, à armer et à désarmer très rapidement ces batteries. L'étude des détails avait été poussée de telle façon que le matériel s'adaptait à tous les types de bouches à feu de siège et de place alors en service; à chaque unité collective complète correspondait un nombre déterminé de wagons.

Des raisons analogues à celles qui viennent d'être exposées militaient en faveur d'un chemin de fer à voie étroite pour l'attaque des places.

L'étude de l'histoire des sièges montre, en effet, qu'à toutes les époques, depuis l'adoption de l'artillerie, l'insuffisance des moyens de transport a été la principale cause des retards presque toujours constatés dans l'entrée en action de la grosse artillerie devant les places et, souvent même, de l'échec des opérations des armées de siège (2). Cette insuffisance s'accroissait à mesure qu'on augmentait la résistance des places. Sous peine de voir l'attaque inférieure à la défense, il fallait, soit perfectionner les moyens de transport existants, soit en créer de nouveaux, mieux adaptés aux exigences nouvelles. Or, les routes, si bonnes qu'elles soient, ne sont pas assez résistantes pour supporter les charrois que comporte, aux environs du parc qu'on est amené à créer devant la place assiégée, le service

d'un équipage de siège. Les routes ne possèdent pas non plus un débit suffisant, à moins d'employer l'automobile lourde ou le tracteur, mais ces voitures dégradent aussi profondément (1) les routes et elles ne passent pas sur tous les terrains. Seul le chemin de fer à voie étroite fournit la solution. Au point de vue de la guerre de siège, il devait satisfaire aux conditions suivantes :

Conduire par tous les temps, sur tous les points pouvant recevoir des batteries, les pièces les plus lourdes dont on dispose;

Éviter tout transbordement dans la zone bombardée par l'ennemi;

Exécuter tout chargement ou déchargement de matériel de guerre, en pleine voie, sans quai, ni appareils spéciaux;

Aller chercher, au besoin jusqu'à 80 kilom. le matériel amené par la voie normale ou les cours d'eau navigables et l'amener soit aux parcs, soit même, le cas échéant, à pied d'œuvre, c'est-à-dire jusqu'aux batteries;

Être susceptible d'un trafic intense.

Ces conditions sont pleinement satisfaites par le matériel Péchot, qui suffit à l'approvisionnement en munitions des batteries, malgré leur énorme consommation dans la guerre actuelle.

En 1887, des essais étaient faits avec le matériel Péchot, dans la place de Toul, entre les parcs d'artillerie de la place et le fort de Lucey, distants de 12 kilom., sur des rampes qui atteignaient en certains points, jusqu'à 10 centimètres par mètre et des courbes au rayon de 20 mètres. Cette expérience fut couronnée d'un plein succès et le « Péchot » fut définitivement adopté pour la défense des places. Les essais de Toul furent poursuivis jusqu'en 1890.

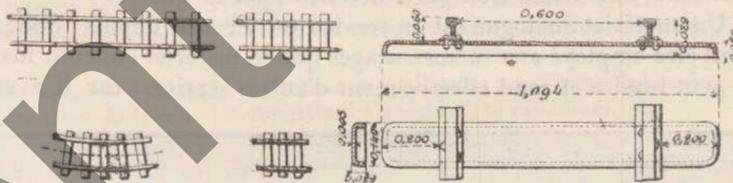


FIG. 2 à 5. — Travées réglementaires : éléments droits de 5^m et de 2^m 50, éléments-courbes de 2^m 50 et de 1^m 25. FIG. 6 à 8. — Coupe verticale, coupe transversale et plan d'une traverse d'acier.

Dans la suite, de grandes manœuvres de siège, visant à la fois l'attaque et la défense, furent organisées dans la place de Verdun, à Châlons et près de Paris; elles servirent uniquement à fixer quelques points de détail concernant l'exploitation du nouveau matériel et son adaptation à des types de bouches à feu nouvelles. C'est ce matériel que nous utilisons encore tel quel aujourd'hui (2), sans que la guerre actuelle ait conduit à y introduire grand'chose de nouveau: les nouveaux règlements ne concernent guère que la manière d'en obtenir un meilleur rendement et son adaptation à des conditions nouvelles et à des matériels sinon nouveaux, du moins employés différemment. On peut donc dire de ce matériel qu'il transporte n'importe quoi, passe partout et vite. De plus, la pose et l'entretien de la voie, l'exploitation, sauf peut-être la conduite des locomotives, n'exigent pas un personnel très spécialisé, car l'apprentissage de toutes les opérations se fait rapidement.

Voie. — **TRAVÉES.** — La voie est constituée par des éléments ou travées qui sont droits pour les parties rectilignes ou présentant des courbes de très grand rayon, et par des éléments courbes dans les changements de direction. Les travées droites ou courbes ont 5 mètres, 2^m 50 ou 1^m 25 de longueur, cette longueur étant comptée suivant l'axe de la voie (fig. 2, 3, 4 et 5).

Les éléments courbes sont aux rayons de 100 mètres, 50 mètres, 30 mètres, 20 mètres et 7^m 63. Les éléments au rayon de 7^m 63 ne sont pas employés dans les parties exploitées au moyen de locomotives.

Ce rayon de 7^m 63 correspond au tournant des chariots de parc (pour lesquels il est de 7 à 8 mètres) sur lequel ont été réglés les tournants des communications des anciens forts et des batteries des divers types autrefois réglementaires. Il devait permettre d'amener

(1) En choisissant l'emplacement des premières batteries lourdes, en général, on ne s'était nullement préoccupé de la possibilité de les desservir au moyen de la voie ferrée. D'autres considérations primaient celle-ci.

(2) Ainsi, c'est seulement le 31 décembre 1870, c'est-à-dire 104 jours après l'investissement de Paris, que les Allemands ont ouvert sur la capitale le feu de leurs pièces de siège; encore n'avaient-ils mis en batterie que la moitié des 400 pièces qu'ils avaient rassemblées à Villacoublay.

(1) La grande route de Verdun, parcourue incessamment par les automobiles au début de l'offensive allemande en 1916, était réparée simultanément en tous ses points, sans arrêt, nuit et jour, pendant que circulaient les automobiles. En opérant autrement, elle aurait vite cessé d'être carrossable. Il convient de remarquer qu'elle ne fut cependant pas empruntée par les convois d'artillerie lourde ou de campagne hippomobiles, auxquels d'autres itinéraires avaient été imposés.

(2) La majeure partie des renseignements qui suivent est empruntée à une étude du colonel Péchot, parue dans les *Annales des Ponts et Chaussées* de 1905.

les plus lourdes pièces d'artillerie jusqu'aux plates-formes mêmes en substituant la traction par hommes ou par chevaux à la traction mécanique à proximité de la batterie ou de l'ouvrage fortifié, c'est-à-dire sur quelques centaines de mètres au plus. La guerre actuelle a fait rejeter l'emploi des fortifications permanentes et des anciens types de batterie réglementaires, de formes régulières, d'un repérage facile par les avions, mais l'existence d'un aussi faible rayon rend cependant d'immenses services, car la dissimulation des batteries conduit à placer les pièces au mieux du camouflage, et à respecter, par exemple, des arbres très rapprochés auprès desquels il faut passer. La voie étroite n'est d'ailleurs utilisée, le plus souvent, aussi près des pièces qu'au moment même de l'armement et du désarmement de la batterie, la dissimulation d'une voie ferrée, sauf sous bois, n'étant presque jamais chose facile. Pour les raisons indiquées ci-avant, les travées courbes aux rayons de 7^m 63 et de 20 mètres n'existent qu'en longueurs de 2^m 50 et de 1^m 25. Des marques et des couleurs distinctives indiquent sur chaque élément courbe son rayon de courbure.

Rails et traverses. — Les travées sont formées de rails distants de 0^m 60 (fig. 6, 7 et 8), entre les bords intérieurs des champignons. Ces rails sont, comme pour le matériel Decauville, fixés par le patin au moyen de rivets (3 par rail) sur des traverses en tôle d'acier.

A la traversée des lieux habités, et quelquefois sur route, on emploie des éléments et des changements de voie munis de contre-rails qui peuvent être surélevés dans le cas d'un pavage (fig. 9 à 12).

Le rail est en acier, du poids de

9^{kg} 5 par mètre courant. Le nombre des traverses est de 8, 5 ou 3, respectivement, pour les éléments de 5 mètres, 2^m 50 et 1^m 25.

Le type de traverse a été arrêté à la suite de longues recherches qui ont duré d'avril 1882 à mai 1885. Elle est en acier laminé, emboutie à chaud, à bords verticalement rabattus, ce qui lui donne la forme d'une boîte renversée dont tous les angles et arêtes sont arrondis. D'une longueur de 1^m 10, les traverses débordent le rail de 0^m 20 de chaque côté et assurent ainsi une bonne assiette, même sur le terrain mou des champs ou des prairies, et cela sans ballast.

Ces dispositions et la résistance propre de l'acier préviennent les déformations et enferment le ballast sous la traverse, s'opposant ainsi à son ouverture lors du passage des lourdes charges de même qu'aux déplacements longitudinaux ou transversaux; les oscillations verticales, loin de désagréger le sol dans le voisinage et de former une flache où l'eau séjourne, ne font que tendre à asseoir la traverse

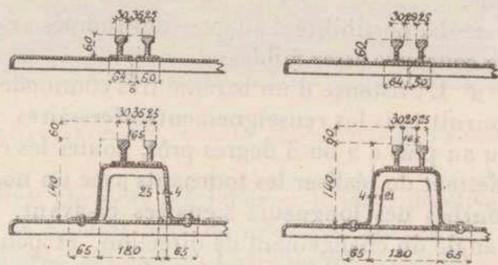


FIG. 9 à 12. — Voies munies de contre-rails : à gauche en courbe, à droite en alignement droit.

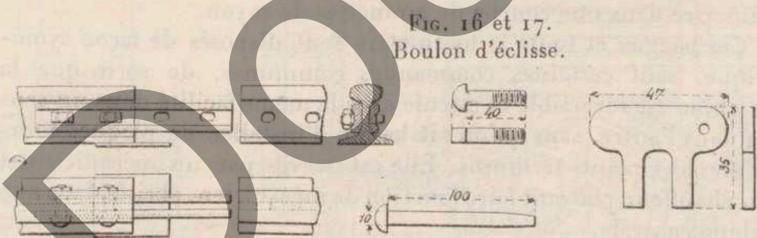


FIG. 13, 14 et 15. Assemblage de deux rails.

FIG. 18. Broche.

FIG. 19 et 20. Cale de joint.

plus solidement sur son fond. Si une traverse s'est pliée, on peut facilement la redresser à chaud et même à froid. Traverses et rails ont été calculés pour que la voie puisse porter sans fatigue des véhicules pesant 3 500 kilogr. par essieu. En fait, tout le matériel roulant a été conçu de manière à ne jamais dépasser 3 tonnes par essieu, comme on le verra plus loin.

Éclissages. — Dans chaque travée, deux extrémités opposées diagonalement sont pourvues d'éclisses dont les parties saillantes forment bout femelle (fig. 13 à 15). On réunit ainsi deux éléments consécutifs sans avoir à s'inquiéter de tourner la travée bout pour bout; elle se présente toujours bien. Le bout femelle porte, au-dessous du patin, une plaque de tôle rivée, dite plaque

de joint, qui dépasse le rail et fournit un appui au patin du bout mâle. Chacune des éclisses est munie d'une rainure longitudinale qui emboîte à l'intérieur de la voie les têtes des boulons (fig. 16 et 17); celles-ci, étant de même forme, ne peuvent pas tourner quand on fixe la voie et ne gênent pas le passage du mentonnet des roues des wagons. Les trous des éclisses et de l'âme du rail sont ovalisés pour donner le jeu nécessaire à la dilatation, faciliter l'entrée des broches (fig. 18) (le brochage est pratiqué aussitôt après la pose des travées sur le sol) et aussi pour permettre d'obtenir des courbes de très grand rayon, 500 mètres et plus, avec des éléments droits: dans ce cas le joint intérieur est plus petit que le joint extérieur; l'expérience a appris que les rails intérieurs peuvent même être jointifs. A cet effet, on se sert de cales dites de joint (fig. 19 et 20), prévues aussi pour ménager un joint de même ouverture en alignement droit, mais que, dans ce cas, on se dispense généralement de ménager.

Changements de voie. — Les changements de voie (fig. 21 et 22) sont constitués par plusieurs coupons dont la longueur cumulée est un multiple de 1^m 25, de telle sorte qu'on peut les intercaler dans un alignement droit quelconque, existant déjà, sans qu'on soit obligé de couper un bout de rail; il suffit d'enlever deux travées de 5 mètres et de juxtaposer au changement de voie une travée de 2^m 50

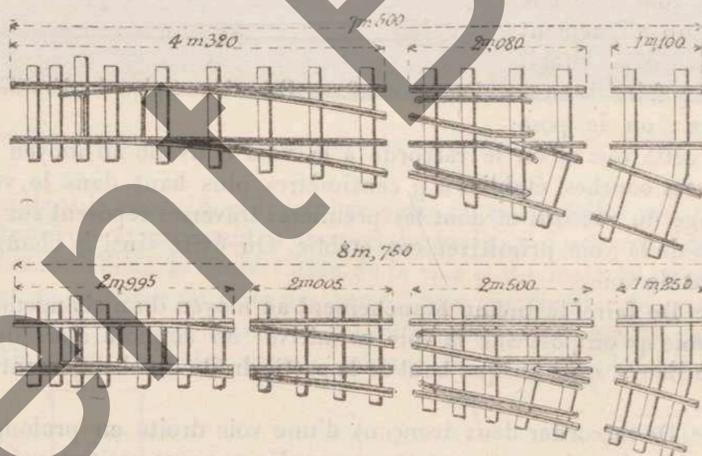


FIG. 21 et 22. — Changements de voie aux rayons de 20 mètres et de 30 mètres.

quand il est au rayon de 20 mètres et une travée 1^m 25 quand il est au rayon de 30 mètres. Les coupons pèsent de 82 à 246 kilogr. et peuvent être maniés facilement par plusieurs hommes.

Les changements de voie se font aussi avec contre-rails et sur supports, avec ou sans contre-rails. Dans ces derniers cas, le poids d'un coupon peut être légèrement supérieur à 300 kilogr. Les changements de voie se font à droite ou à gauche; leurs coupons sont interchangeables et ils portent des marques distinctives pour les rayons de 20 ou 30 mètres.

ACCESSOIRES DE LA VOIE. — Sauterelle. — La sauterelle (fig. 23 à 26) sert à dérailler ou à réentrailler les wagons. Elle comprend : 1° Un pivot A, rivé sur un fer en U que l'on fait reposer sur une traverse de la voie de manière à l'emboîter; 2° La sauterelle B proprement dite, composée de pièces de bois

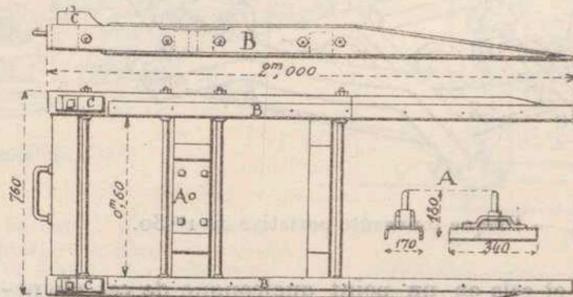


FIG. 23 à 26. Élévation et plan de la sauterelle; détail du pivot.

taillées en pente sur une de leurs faces, doublées d'acier, et maintenues à l'écartement de 0^m 60 par trois traverses et des tringles. Une plaque d'acier, boulonnée sur la traverse du milieu, est percée d'un trou dans lequel s'engage l'axe du pivot. Deux butoirs C arrêtent le wagon qui a été poussé sur la sauterelle; il y reste, car la partie voisine des butoirs est légèrement à contre-pente.

Quand, par exemple, pendant la pose ou la dépose d'une ligne, un ou plusieurs wagons se trouvent sur la voie et empêchent le

passage d'un convoi, on fait descendre successivement chacun de ces wagons sur le terrain au moyen de la sauterelle, dont on oriente les pointes dans la direction où l'on veut envoyer le wagon hors de la voie.

La manœuvre est très rapide et très commode surtout si, pour gagner du temps, on ne se préoccupe pas du renversement possible des wagons une fois arrivés sur le sol. Le convoi passé, la remise des wagons sur la voie s'obtient en exécutant la manœuvre inverse après que les pointes de la sauterelle ont été amenées dans la direction du wagon. La sauterelle tourne aisément sur son axe si on prend soin d'en soulever légèrement les pointes.

Dérailleur. — Le dérailleur (fig. 27 et 28) est un élément de voie droite dont les rails, en forme de coins, constituent un plan incliné au $\frac{1}{20}$, la partie supérieure des rails étant, comme les plaques tournantes avec lesquels son emploi est souvent combiné comme on le verra plus loin, à 9 centimètres au-dessus de la surface d'appui. Le dérailleur permet :

1° De brancher une voie nouvelle sur un alignement droit déjà établi sans y faire de coupure : on le pose sur cette voie et on le raccorde à la voie nouvelle au moyen de travées courbes, établies à 9 centimètres plus haut dans le voisinage du raccord et dont les premières traverses reposent sur les rails de la voie primitivement établie. On évite ainsi le changement de voie ;

2° De faire le même branchement au moyen d'un changement de voie qu'on pose sur la voie primitive : on emploie alors deux dérailleurs, un à chaque bout de la partie droite du changement de voie ;

3° De raccorder deux tronçons d'une voie droite en prolongement, mais qui ne peuvent être raccordés par une petite travée de $1^m 25$: on établit alors sur la coupure une espèce de pont constitué par une travée de 5 mètres et deux dérailleurs placés en sens inverse à chacun de ses bouts ; le tout repose sur la voie existante.

Le dérailleur a été construit pour supporter, le cas échéant, le passage de trains complets remorqués par des locomotives. Le règlement interdit cependant d'y faire passer les machines.

Plaque tournante. — Pour exécuter certaines manœuvres, notamment pour armer ou désarmer une batterie, on est amené à brancher à angle droit un tronçon de voie, souvent très court, à un

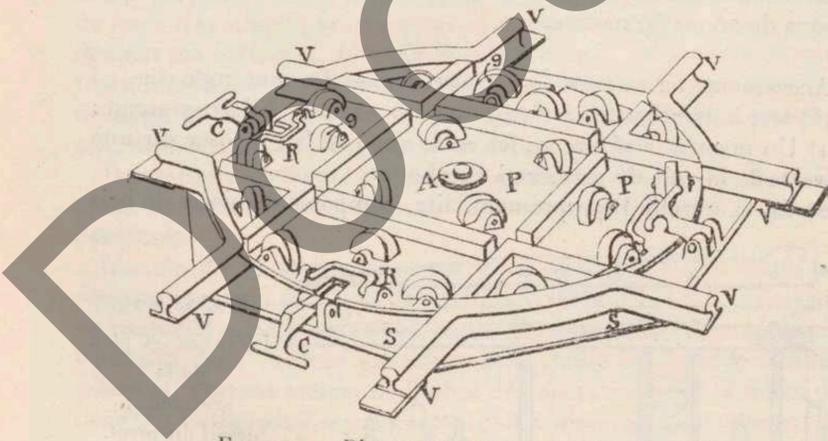


FIG. 29. — Plaque tournante portable de $1^m 30$.

alignement droit, et cela en un point quelconque de cet alignement. On fait alors usage d'une plaque tournante portable (fig. 29). Elle se compose de deux pièces séparables : un socle inférieur octogonal S, en tôle d'acier, sur lequel sont fixées des amorces de voies V, et un plateau circulaire P, tournant autour d'un axe vertical A, fixé au socle. Ce plateau est pourvu de 20 galets, répartis uniformément sur trois cercles concentriques par lesquels il appuie et roule sur le socle. Il porte en outre : deux éléments de voie à angle droit dont les rails sont des fers carrés interrompus pour laisser passer le mentonnet des roues des voitures, et quatre poi-

gnées R, qui servent à transporter tout l'ensemble ou à faire tourner le plateau sur le socle. Des doguets ou taquets d'arrêt C, permettent, une fois rabattus sur le plateau, de l'immobiliser sur le socle.

Le relief de cette plaque (du diamètre de $1^m 30$ et d'un poids de 612 kilogr., pouvant porter 9 tonnes) est le même (9 centimètres) que celui de la voie, traverse comprise ; elle peut donc reposer sans excavation sur un sol réglé au même niveau que la voie avec laquelle elle doit se raccorder. Le plus souvent, cependant, on la pose momentanément, pour la manœuvre, sur la voie existante, à laquelle on la raccorde au moyen d'un ou de deux dérailleurs.

Il existe un type de plaque tournante de forme identique mais plus lourd, de $1^m 70$ de diamètre, en usage dans les dépôts fixes ou pour le matériel d'artillerie de côte comportant l'emploi de wagons à quatre essieux.

Le plus souvent, les appareils de voie, surtout lorsqu'il s'agit de dispositions momentanées, à prendre uniquement pour l'exécution de manœuvres bien déterminées, sont amenés par le convoi qui apporte ou emporte le matériel devant faire l'objet de la manœuvre ; et c'est le personnel du convoi ou de l'unité desservie par la voie branchée qui exécute la pose et la dépose des appareils de voie au moment même de leur emploi.

Tracé de la voie. — Le tracé de la voie est grandement facilité par :

1° La possibilité d'adopter des rampes assez fortes et des rayons de courbure assez faibles.

2° L'existence d'un barème très commode qui, non seulement, fournit tous les renseignements nécessaires, mais donne exactement ou au plus à 2 ou 3 degrés près, toutes les combinaisons qui permettent de réaliser les tournants avec un nombre entier d'éléments courbes des longueurs signalées ci-avant, et cela quel que soit l'angle du changement de direction, et pour les différents rayons de courbure ; le même barème fournit toutes les coordonnées nécessaires pour passer sans danger auprès d'obstacles déterminés, tracer exactement la voie et établir le carnet de pose.

Même en s'imposant de suivre un chemin défilé aux vues ou au tir rasant de l'ennemi, il est rare qu'on soit amené à exécuter des travaux de terrassement importants.

Matériel roulant. — Le matériel roulant a été conçu de manière que, en ne dépassant pas 3 tonnes par charge d'essieu, on puisse transporter aussi bien des charges indivisibles élevées, rigides ou non et atteignant jusqu'à 48 tonnes, que des charges fractionnées par petites quantités, ou encore de petites charges groupées en grand nombre pour constituer de grosses expéditions.

LOCOMOTIVE. — *Dispositions générales.* — La locomotive Péchot-Bourdon, dénommée locomotive articulée modèle 1888, possède, comme les machines Fairlie, une chaudière tubulaire unique (timbrée ici à $12 \text{ kg} : \text{cm}^2$) ; elle est à deux foyers centraux en cuivre (fig. 30), et montée sur quatre essieux moteurs répartis entre deux boggies (fig. 30 et 31) pouvant pivoter indépendamment et s'inscrire dans une courbe de 20 mètres de rayon.

Ces boggies et toute la locomotive sont disposés de façon symétrique, sauf certaines commandes communes, de sorte que la machine est réversible et circule avec la même facilité dans un sens ou dans l'autre, sans qu'on ait besoin d'installer de plaques tournantes aux points terminus. Elle est servie par un mécanicien et un chauffeur pouvant faire fonction de mécanicien, abrités dans une cabine centrale.

Les projections des axes des boulons Q d'articulation des tampons d'attelage R (fig. 31) sont assez rapprochées des centres de figure des bases d'appui sur les rails pour que les réactions dues au refoulement ou au passage en courbe ne puissent provoquer aucun mouvement dangereux de pivotement de la machine et des boggies sur eux-mêmes. L'écartement des essieux d'un même boggie ($0^m 90$) se prête à une circulation facile en courbe ; la distance des boggies ($3^m 80$ entre les essieux extrêmes) est cependant assez grande pour donner à la machine une grande stabilité longitudinale, un bon guidage dans les alignements droits et une grande douceur dans les entrées en courbe.

La machine étant soutenue à ses extrémités par des trains de roues indépendants, on a pu descendre très bas les deux foyers placés dans leur intervalle, tout en leur donnant une hauteur suffisante ($0^m 40$ entre le cendrier et la rangée inférieure de tubes) et ne placer le sommet de la chaudière qu'à $1^m 40$ au-dessus du rail.

Le centre de gravité est ainsi très bas, ce qui donne à la machine une stabilité exceptionnelle au passage dans les courbes.

Le dôme de vapeur D, placé au milieu, et le corps cylindrique, ou plutôt en forme de conoïde, de la chaudière étant uniques, le niveau de l'eau reste presque invariable au-dessus des foyers, quelle que soit l'inclinaison longitudinale de la chaudière, même sur une

Le dévers peut ainsi, sans inconvénient, atteindre $0^m 06$ à droite sous l'un des boggies et $0^m 06$ à gauche sous l'autre, soit une dénivellation transversale totale de $0^m 12$.

Les machines ainsi établies franchissent, aussi bien que les wagons, disposés d'ailleurs de façon analogue, les inégalités de la voie et les pentes des dérailleurs sans qu'on ait à craindre de varia-

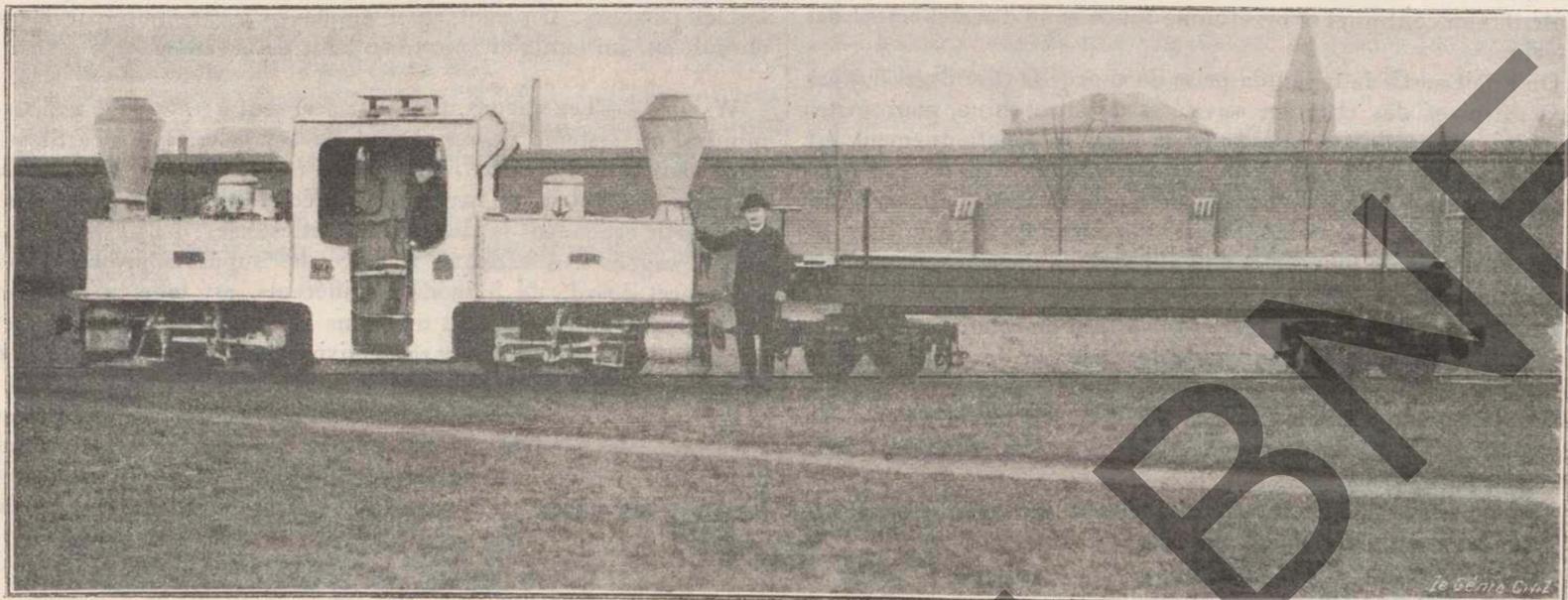


FIG. 30. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE, MODÈLE 1888, SYSTÈME PÉCHOT-BOURDON, ET PAIRE DE WAGONS CHARGÉE POUR VOIE MILITAIRE DE $0^m 60$.

pente de $0^m 10$ par mètre. On évite ainsi d'avoir le foyer découvert ou noyé, comme cela se produit dans les machines allemandes à foyers placés aux extrémités, dès que les déclivités dépassent légèrement $0^m 03$ par mètre.

Pour permettre à la machine de passer aussi facilement que les wagons à deux essieux sur des voies présentant de fortes dénivel-

tion dans la répartition de la charge des roues. De telles variations entraîneraient forcément, d'une part, la surcharge d'une partie de ces roues, nuisible à la conservation de la voie et du matériel, d'autre part, la décharge du reste des roues, pouvant faciliter le passage de l'une d'elles par-dessus le rail, et provoquer des déraillements.

De même que les wagons, comme on le verra plus loin, la

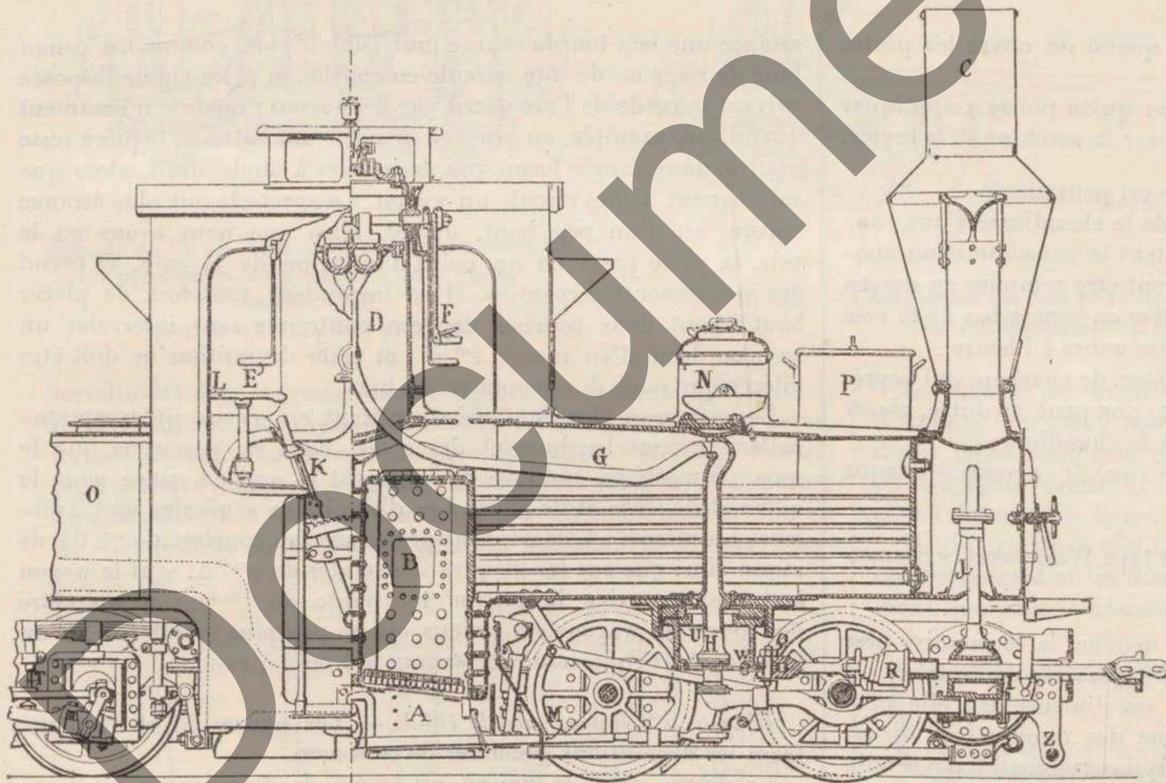


FIG. 31. — Coupe longitudinale de la locomotive articulée, modèle 1888, système Péchot-Bourdon.

A, cendrier; — B, porte (côté chauffeur); — C, rallonge de cheminée; — D, dôme central; — E, régulateur du mécanisme avant; — F, régulateur du mécanisme arrière; — G, prise de vapeur; — H, double rotule; — I, entretoise; — J, échappement; — K, Changement de marche; — L, manœuvre du frein; — M, commande du frein; — N, sablière; — O, soute à eau; — P, boîte à outils; — Q, boulon d'articulation; — R, tampon d'attelage; — T, tige de suspension; — U, rondelle de caoutchouc; — W, entretoise-pivot; — X, ressort de suspension; — Z, chasse-pierres.

lations dans les deux sens, on a adopté les dispositions suivantes :

1° Les boggies sont montés sur ressorts X (fig. 31 et 32) et balanciers longitudinaux S au moyen de tiges de suspension T ;

2° Des rondelles de caoutchouc U sont intercalées (fig. 31) entre les surfaces d'appui de la machine et la partie supérieure des pivots des boggies.

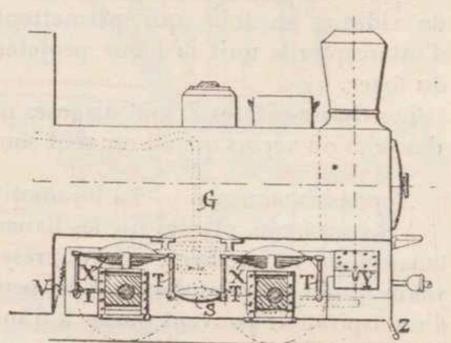


FIG. 32. — Mode de suspension de la locomotive.

G, tuyau de prise de vapeur; — S, balancier; — T, tiges de suspension; — V, ressort compensateur; — X, ressort de suspension; — Y, tiroir; — Z, chasse-pierres.

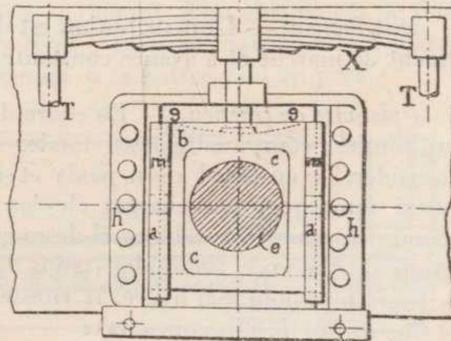


FIG. 33. — Boîte à graisse.

T, tiges de suspension; — X, ressort de suspension; — a, tourillon; — b, boîte à graisse; — c, coussinets; — e, fusée d'essieu; — g, glissières; — h, cages; — m, cales de rattrapage de jeu.

machine est articulée dans toutes ses parties: c'est ainsi que les coussinets c sont montés dans des boîtes à graisse b (fig. 33) qui oscillent autour de tourillons a, dont l'axe est parallèle à celui de la voie, ce qui permet aux essieux de s'incliner par rapport aux longerons sans que les coussinets cessent de s'appliquer exactement sur toute l'étendue des portées de la fusée e.

Le poids des cylindres est en porte-à-faux sur l'essieu avant. Pour corriger cette différence, on a placé la cheville ouvrière un peu en arrière du centre de figure de la base du boggie (fig. 31) et on a équilibré la prépondérance de poids au moyen de ressorts compensateurs V (fig. 32) ayant reçu au moment du montage une bande initiale correspondant à un certain poids en dehors de celui des cylindres. On évite ainsi que les boggies soient dans un état d'oscillation continuel et on élimine tout risque d'arrachement des attaches.

On a fait sortir le tuyau de prise de vapeur G (fig. 31 et 32) par l'axe du pivot des chevilles ouvrières de la machine, pour éviter l'emploi de conduites télescopiques dont le fonctionnement est incertain. Un système de deux rotules, placées dans le voisinage du centre d'oscillation du boggie par rapport à l'entretoise-pivot W (fig. 31) portant la machine, permet à la partie de la conduite solidaire du boggie de tourner et de s'allonger ou de se raccourcir par rapport à la partie fixée à la chaudière.

De même, on a renvoyé vers l'axe vertical de rotation du boggie tous les mouvements de commande des freins et des changements de marche.

Un système de régulateurs placés dans la cabine permet d'envoyer la vapeur, soit dans les deux mécanismes à la fois, soit dans l'un quelconque des deux.

Le frein permet d'enrayer simultanément les deux boggies, en agissant au moyen de sabots en bois sur toutes les roues par l'intermédiaire des bielles d'accouplement.

Les cheminées, du type américain, et les foyers sont prévus pour brûler aussi bien de la houille et des briquettes que du bois. Toute la machine qui, à vide, pèse 10 tonnes, peut être placée sur un wagon découvert ordinaire en service sur les voies normales, sans sortir du gabarit.

La cabine est munie latéralement de rideaux en toile qui permettent d'intercepter la nuit la lueur projetée quand on ouvre les portes du foyer.

Les chasse-pierres Z sont disposés pour qu'on puisse y appliquer des crics ou vérins quand on veut soulever la machine ou la brêler.

Approvisionnements. — La locomotive est pourvue de :

4 caisses à eau, placées sur les flancs de la chaudière; d'une contenance de 1 750 litres, elles représentent la consommation moyenne d'une heure et demie. Elles peuvent être remplies au moyen d'un aspirateur pouvant puiser à 6 mètres en contre-bas de la voie et débiter, dans ces conditions, 10 mètres cubes à l'heure;

2 soutes à charbon, contenant 300 kilogr. de charbon, qui représentent une consommation de huit heures; on peut, en outre, placer un excédent de charbon sur le dessus de la chaudière;

Une boîte à outils P et une sablière N (fig. 31) placées à chaque extrémité.

Distribution. — La distribution est du type Walschaert, à changement de marche et à avance constante.

Puissance de traction. — En ordre de marche, la locomotive pèse 14 tonnes; étant à adhérence totale, sa puissance de traction est considérable eu égard à son poids et à ses dimensions; elle peut ainsi remorquer des charges élevées sur des rampes très fortes, comme le montre le tableau ci-dessous, qui correspond à des conditions d'adhérence favorables (poids de 12 tonnes, soutes vides, et vitesse de 9 kilom. par heure, la vitesse moyenne étant de 12 kilom. à l'heure sur profils courants) :

Rampe (en millimètres par mètre).	Poids remorqué (en tonnes).	Rampe (en millimètres par mètre).	Poids remorqué (en tonnes).
0	342	30	38
5	165	40	27
10	106	50	20
15	82	60	15
20	58	80	8
25	48	100	5

Ces valeurs correspondent à la marche en alignement droit sur voie ordinaire; il convient de majorer les rampes ci-dessus, par

exemple, de 20 millimètres, dans les courbes de 20 mètres, et de 2 millimètres, dans les parties munies de contre-rails. La rampe de 100 millimètres est la plus élevée de celles qui soient adoptées pour les routes en pays montagneux. Si aucun tracé ne permet d'éviter des rampes aussi fortes, la traction animale est plus avantageuse que celle par locomotive, surtout si on ne peut en atteler deux au convoi; la traction animale reste commode s'il ne s'agit que de faibles parcours. On peut aussi employer la traction par câble enroulé sur un tambour amarré en haut de la rampe.

WAGONS. — Les wagons, tout en acier, sont à 2, 3 ou 4 essieux, munis d'un système de ressorts et de balanciers qui répartissent également la charge entre les 4, 6 ou 8 roues. Grâce à l'emploi de supports pivotants et de barres dites d'écartement, qui permettent de répartir également la charge, on peut associer, deux à deux, jusqu'à 4 wagons à 4 essieux; la force des supports pivotants qui sont, à cet égard, de 5 modèles différents, est telle qu'on peut réaliser ainsi un chargement uniforme de 3 tonnes par essieu et transporter aisément une charge indivisible de 48 tonnes; c'est le cas du canon de côte de 32 centimètres (fig. 34).

Pour chaque type de bouche à feu ou unité collective de bouches à feu, des cales spéciales en bois et des systèmes de brélage sont prévus de façon à pouvoir amarrer solidement la charge transportée. Il est extrêmement curieux de voir pour la première fois avec quelle

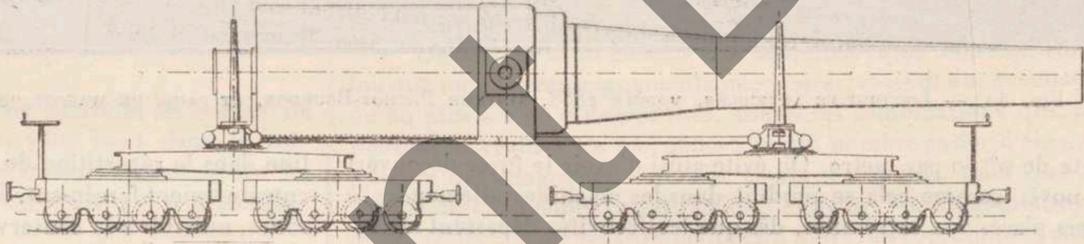


Fig. 34. — Transport du canon de côte de 32 centimètres sur quatre wagons de quatre essieux; charge totale, 48 tonnes.

aisance une très lourde charge indivisible rigide, comme un canon long de siège ou de côte, circule en courbe, la pièce rigide disposée suivant la corde de l'arc décrit par les wagons; ou de voir comment quand, par exemple, on arme ou désarme une batterie, la pièce reste inscrite dans l'angle formé par deux voies à angle droit, alors que sur chacune d'elles circule un wagon. Le spectacle est plus étrange encore, vu d'un peu haut, quand, ainsi que nous avons pu le voir, la pièce passe en un point d'inflexion de la voie, et prend des mouvements serpentins. Il est imprudent, toutefois, de placer bout à bout deux courbes de sens contraires sans intercaler un tronçon droit d'au moins 1^m 25; et cette disposition ne doit être tolérée que pour des manœuvres à bras.

Les wagons à plus de 2 essieux n'étant en service qu'exceptionnellement pour l'armement des côtes, nous ne décrirons que le wagon à 2 essieux employé couramment et seul en usage pour le matériel de siège et de place. Les dispositions générales sont d'ailleurs les mêmes: tous peuvent passer sur des courbes de 7^m 63 de rayon ainsi que sur les plaques tournantes de 1^m 30; seul le wagon à 4 essieux exige la plaque tournante de 1^m 70; le diamètre des roues des wagons à 2 essieux est un peu plus grand (0^m 40 au lieu de 0^m 32) que celui des wagons à 3 ou à 4 essieux.

Wagons à 2 essieux modèle 1888. — Les figures 35 et 36 montrent les dispositions générales de ce wagon.

Le châssis, en acier laminé, est formé de deux longerons réunis par quatre entretoises et porte un tablier en tôle striée. La suspension par ressorts, balanciers et boîtes à graisse à la cardan est celle des boggies de la locomotive.

Un cercle de roulement M, à surface conique, et une crapaudine A permettent d'y placer un support dit pivotant S, à galets, et la cheville ouvrière. Des deux tampons G, mobiles autour de la cheville ouvrière, l'un est à ressort B, l'autre est sec. Le premier peut être immobilisé au moyen d'un loquet et le tampon sec au moyen d'un immobilisateur lorsqu'on doit soit refouler sans atteler, soit employer une béquille de sûreté. Ces tampons, rappelés par des ressorts E, servent aussi à réaliser l'attelage, au moyen soit, le plus souvent, d'un maillon F posé à cheval sur deux tampons contigus, soit, plus rarement, d'une grande maille d'attelage de 0^m 65 de longueur. Quatre chaînes forment un deuxième attelage, de sûreté,

et peuvent servir à accrocher ou des chaînes d'attelage ou des prolonges en cas de traction par chevaux ou par hommes.

Un frein, agissant sur les quatre roues par quatre sabots D, un à chaque roue, est commandé par une clef à volant N quand on peut monter sur le tablier, ou bien par un cliquet P qui est manœuvré à terre.

Quatre douilles à section carrée Q peuvent recevoir horizontalement des ranchets R, deux parallèlement, deux perpendiculairement à la voie lorsqu'on veut, soit faire tourner le wagon sur une plaque tournante, soit le soulever à bras.

Les supports pivotants sont pourvus d'anneaux et peuvent recevoir en trois points différents des ranchets R (fig. 35) qui fixent la largeur du chargement et servent à son brélage au moyen de prolonges et de jarretières.

Quand on accouple deux wagons, deux cas peuvent se présenter :

1° Si les fardeaux sont assez rigides pour se soutenir dans l'in-

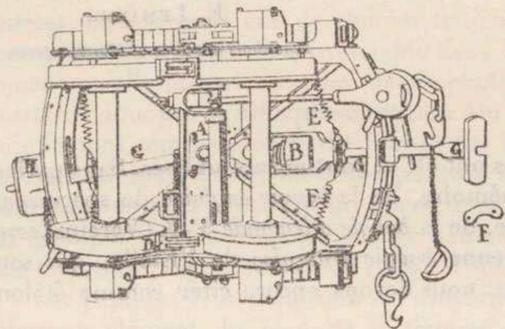
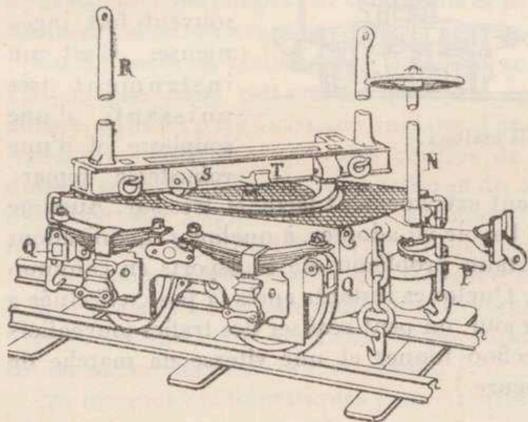


Fig. 35 et 36. — Vues perspectives, en élévation et par-dessous, d'un wagon à deux essieux, modèle 1888, pourvu d'un support pivotant.

tervalle des deux wagons, on les munit de supports pivotants S, reliés entre eux au moyen d'une barre d'écartement. Cette barre, formée de deux tubes cylindriques coulissant l'un dans l'autre, peut prendre plusieurs longueurs fixées, différentes selon la nature du chargement. Pour les fardeaux de très grande longueur, elle est en acier profilé, pouvant aussi prendre plusieurs longueurs. Cha-

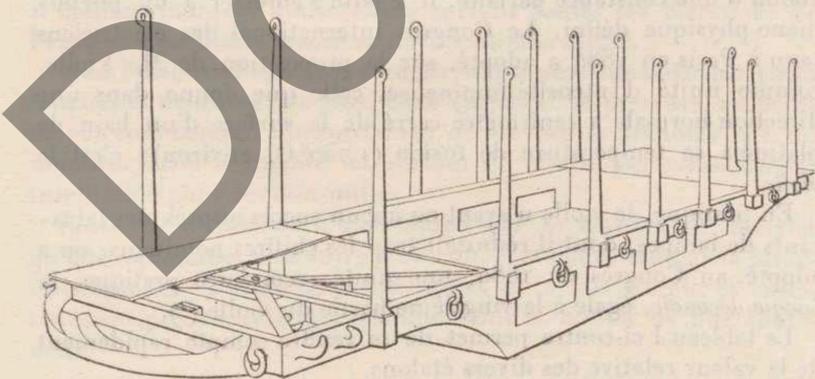


Fig. 39. — Plateforme ou tablier de truc.

cune de ses extrémités est munie d'une bride d'attelage par laquelle on la fixe au crochet T du support pivotant. Cette barre, relativement légère, ne travaille qu'à la traction et a simplement pour but d'assurer l'invariabilité de distance entre les wagons accouplés et de transmettre l'effort de traction, indépendamment du poids des fardeaux transportés.

Deux wagons accouplés peuvent ainsi porter 10 tonnes. Ce cas est celui qui est représenté sur les figures 37 et 38, relatives au transport d'un mortier de siège de 270, de son affût, de son châssis et de son frein hydraulique.

Le poids brut du premier chargement est de 6'5, celui du second 8 350 kilogrammes.

2° Si les fardeaux sont nombreux et de petites dimensions, non susceptibles de se placer sur deux supports pivotants, on installe sur les deux wagons une plateforme, ou tablier de truc (fig. 39), pouvant être chargée à 8 tonnes.

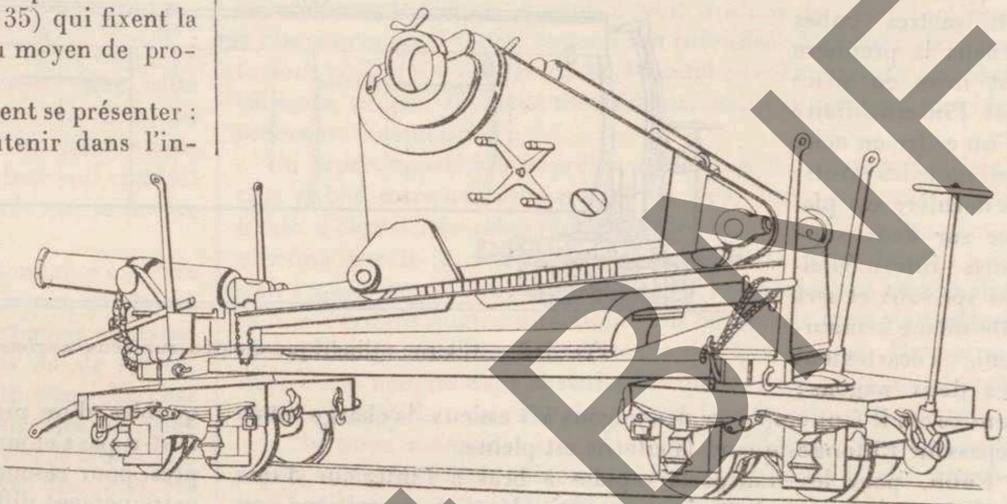


Fig. 37. — Chargement sur une paire de wagons du châssis, de l'affût et du frein du mortier de siège de 270 millimètres à plateforme métallique.

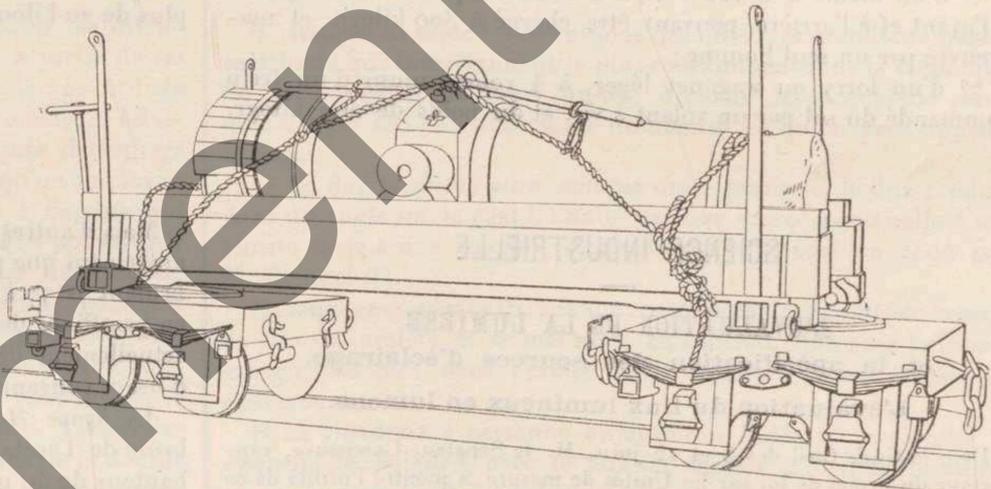


Fig. 38. — Chargement sur une paire de wagons du tube d'un mortier de siège de 270 millimètres à plateforme métallique.

La figure 30 montre que, grâce à l'emploi des supports pivotants, on peut transporter des profilés, des rails; on peut, d'une façon analogue, transporter des éléments de voie (jusqu'à 20 éléments droits de 5 mètres), ce qui facilite grandement la construction de la ligne.

Des instructions très claires indiquent, dans chaque cas, le mode de chargement et les manœuvres à exécuter, tant pour le chargement que pour le déchargement, à la batterie ou au parc.

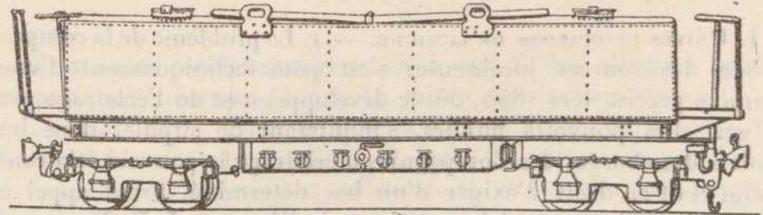


Fig. 40. — Voiture-citerne prismatique à quatre essieux.

ACCESSOIRES DU MATÉRIEL ROULANT ET AUTRES VOITURES. — Un seul wagon, sans support pivotant, peut être muni d'une caisse à obus.

Deux wagons, sans supports pivotants, portant la plateforme déjà signalée, peuvent transporter non seulement des munitions, du fourrage, des outils, des agrès, une grue roulante de 6 tonnes, du ballast, des vivres, mais encore du personnel, soit à découvert et debout, soit à couvert et assis (40 hommes), soit même couché; dans ce cas, l'ensemble fonctionne comme voiture d'ambulance pour 12 blessés.

Il suffit, dans chaque cas, d'utiliser des dispositifs soit existants, soit de circonstance. Le poids à charger ne doit pas dépasser 8 000 kilogrammes.

Deux wagons avec supports pivotants, agencés avec des madriers et des bouts de madriers entaillés, le tout pris entre deux paires de ranchets convenablement placés, constituent une caisse à ballast de fortune de 2.6 mètres cubes, pouvant circuler sur les voies posées sur un sol simplement dressé.

Le transport de l'eau se fait, soit avec des citernes prismatiques (fig. 40), soit avec des citernes cylindriques (fig. 41) contenant

respectivement 8 et 10 mètres cubes d'eau; la première est mise en place par l'intermédiaire d'un cadre en acier qui porte les pivots; la dernière est placée sur deux supports intermédiaires spéciaux et sert elle-même à maintenir l'écartement des deux wagons;

dans ce cas il faut employer des wagons à 3 essieux, la charge totale dépassant 13 tonnes quand la citerne est pleine.

Enfin, pour les transports rapides à bras à l'intérieur d'une batterie ou entre une batterie et un petit dépôt de munitions, on peut faire usage :

1° d'un diable à 2 roues et à brancards, pourvu de béquilles à l'avant et à l'arrière, pouvant être chargé à 300 kilogr. et manœuvré par un seul homme;

2° d'un lorry ou wagonnet léger, à 4 roues, muni d'un frein commandé du sol par un volant à vis, et du poids de 200 kilogr.

Ces dernières voitures peuvent former des trains mus par des hommes ou des chevaux, mais elles ne doivent jamais être associées à des voitures d'un autre modèle; même vides, elles doivent toujours être accompagnées, et ne jamais circuler à une allure plus rapide que le pas; en aucun cas, les hommes ne doivent monter sur ces véhicules.

On voit, par l'exposé qui précède, que le matériel à voie de 0^m 60 répond bien au but que ses créateurs s'étaient proposé et que

sa conception et sa réalisation ont été poussées jusque dans les moindres détails; toutes les difficultés ont été prévues et les solutions adoptées sont souvent fort ingénieuses. C'est un instrument très puissant, d'une souplesse et d'une

robustesse remar-

quables, d'un maniement extrêmement facile et très sûr. Aussi ne faut-il pas s'étonner de l'avoir vu adopter, à quelques modifications près, pour résoudre certains problèmes de transports en commun extrêmement difficiles. Quelques instants après la pose, effectuée à raison de 10 kilom. par jour, on peut réaliser des trafics journaliers atteignant facilement 2 500 tonnes et une vitesse de marche de plus de 20 kilom. à l'heure.

E. LEMAIRE,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

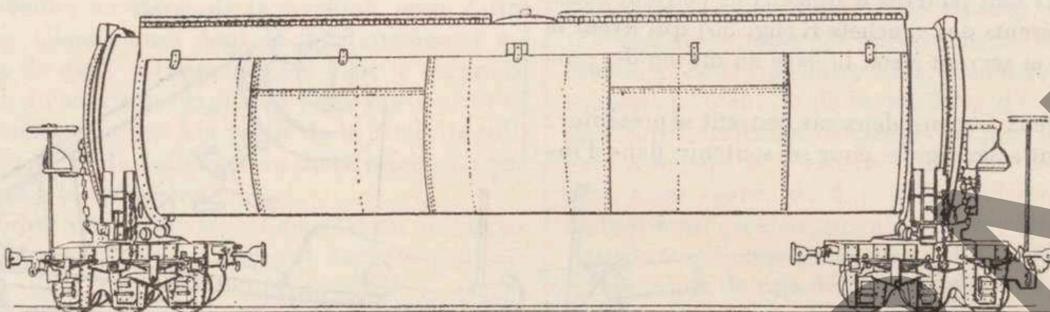


Fig. 41. — Citerne cylindrique montée sur deux wagons à trois essieux.

SCIENCE INDUSTRIELLE

L'ÉVALUATION DE LA LUMIÈRE

et la spécification des sources d'éclairage.

L'évaluation du flux lumineux en lumens.

Dans le *Génie Civil* des 8 et 15 juin, M. le Sénateur Cazeneuve, rapporteur du projet de loi sur les Unités de mesure, a montré l'utilité de ce projet qui doit donner, à l'industrie et au commerce, des unités pratiques légales que le système métrique décimal ne leur fournit qu'insuffisamment.

Au point de vue de l'éclairage, notamment, le système métrique n'a prévu aucune mesure de lumière, ce qui s'explique par l'état rudimentaire où se trouvait l'industrie de l'éclairage sous la Convention. Les mesures qui ont été proposées depuis, au moment où s'est généralisé l'éclairage au gaz, puis quand s'est développée l'industrie électrique, manquent encore d'homogénéité et leur variété complique les calculs relatifs à l'éclairage. Le nouveau système d'unités de mesure défini dans le projet de loi en discussion institue, comme unité principale d'intensité lumineuse, la *bougie décimale* et, comme unité secondaire, de flux lumineux, le *lumen*. L'étude de M. Boutaric, que nous donnons ci-après, montre l'utilité de ces nouvelles unités pour l'évaluation exacte et pratique de la lumière.

I. UNITÉS ET ÉTALONS DE LUMIÈRE. — 1. Le problème de la comparaison des sources lumineuses s'est posé techniquement d'une manière précise vers 1850, dès le développement de l'éclairage par le gaz. Les pouvoirs publics, s'inquiétant de stipuler dans les cahiers des charges des Compagnies d'éclairage le pouvoir éclairant qu'on était en droit d'exiger d'un bec déterminé, firent appel à deux des meilleurs expérimentateurs de l'époque, J.-B. Dumas et Regnault, pour mettre au point une méthode qui permit d'obtenir aisément des résultats comparables. Les recherches de ces savants, véritables modèles de minutieuse précision, ont été résumées dans une célèbre *Instruction pratique donnant la marche à suivre pour les expériences relatives à la détermination journalière du pouvoir éclairant et de la bonne épuration du gaz de la Compagnie Parisienne* (1).

L'étalon utilisé pour les mesures était la lampe *carcel* brûlant 42 grammes d'huile de colza épurée par heure et fonctionnant sous des conditions parfaitement déterminées.

Mais d'autres étalons ont été et sont encore utilisés. Sans parler, autrement que pour mémoire, de la *bougie anglaise* de spermaceti brûlant 75^{gr} 77 à l'heure, de la *bougie allemande* V-K (Vereinskerze) en paraffine, de l'ancienne *bougie française* de l'Étoile, qui sont actuellement délaissées, nous devons encore citer comme étalons d'usage courant :

La *lampe Hefner-Alteneck* à mèche simple, dans laquelle on brûle de l'acétate d'amyle; la flamme libre (sans verre) a une hauteur de 40 millimètres et une largeur de 8 millimètres.

La *lampe Vernon-Harcourt* au pentane, dont il existe deux modèles, l'un de 1 bougie, l'autre de 10 bougies; dans ce dernier, alimenté par un courant d'air chargé de vapeurs de pentane, la hauteur de la partie visible de la flamme est de 47 millimètres.

2. Toutes les sources précédentes, carcel, bougies diverses, lampe Hefner, lampe Vernon, joignent à une évidente commodité d'emploi les défauts inhérents aux flammes dont l'état dépend essentiellement des circonstances extérieures. Pour réaliser un étalon d'une constance parfaite, il a fallu s'adresser à un phénomène physique défini. Le Congrès international des électriciens tenu à Paris en 1884 a adopté, sur la proposition de M. Violle, comme unité d'intensité lumineuse, celle que donne dans une direction normale 1 centimètre carré de la surface d'un bain de platine à sa température de fusion (1 750° C. environ); c'est le *violle*.

En pratique, le violle n'ayant eu aucun succès auprès des fabricants de lampes, dont il réduisait trop les chiffres nominaux, on a adopté, au Congrès de 1889, une unité secondaire pratique, la *bougie décimale*, égale à la vingtième partie du violle (1).

Le tableau I ci-contre permet de se rendre compte rapidement de la valeur relative des divers étalons.

3. Il eût pu sembler qu'à partir du Congrès de 1889, on allait s'entendre en photométrie. Il suffit de lire quelques mémoires

(1) Faisons remarquer à ce propos, après M. Blondel, que la *bougie décimale*, excellente comme grandeur, est déplorable comme appellation. En effet, la bougie décimale n'est la dixième partie d'aucune unité; elle s'approche du dixième de la carcel; mais, la carcel n'ayant cours qu'en France, le qualificatif décimal n'a aucun sens à l'étranger. C'est bougie vigésimale ou vigéviolle ou demi-déciviolle qu'il eût fallu choisir; mais il serait si peu séduisant de dire: une lampe de 16 demi-déciviolles, qu'il ne faut pas savoir trop mauvais gré aux congressistes d'avoir reculé devant une semblable terminologie.

TABLEAU I. — Valeur comparée des différents étalons.

	LAMPE CARCEL	BOUGIE DE L'ÉTOILE	LAMPE HEFNER	BOUGIE DÉCIMALE	ÉTALON VIOLE
Étalon Violle . .	2,08	16,6	22,8	20	1
Lampe Carcel ou V. Harcourt . .	1	8	10,9	9,6	0,48
Lampe Hefner . .	0,092	0,84	1	0,885	0,044

récents relatifs à l'éclairage ou de parcourir les catalogues de différents fabricants pour voir qu'il n'en est rien. Sans doute emploie-t-on généralement d'une manière uniforme la *bougie*. Mais cette uniformité de nom est encore plus trompeuse, puisqu'elle cache des significations différentes. En Allemagne, malgré les conventions internationales, on utilise couramment l'unité Hefner qui conduit à caractériser les lampes par des nombres plus élevés que la bougie décimale, d'où un avantage évident pour la vente.

En Suisse et en Hollande, on a de plus en plus tendance à suivre l'Allemagne dans cette voie. Quelques rares auteurs emploient encore, dans les pays de langue anglaise, l'ancienne bougie anglaise. Aussi, quand on voit citer des chiffres de *candles* ou de *kerzen*, doit-on se livrer d'abord à une critique du contexte pour chercher à deviner s'il s'agit de bougies décimales ou anglaises ou allemandes, etc., ce qui est loin d'être la même chose (voir le tableau I).

D'où, pour la spécification des sources d'éclairage, une première difficulté tenant à la non-uniformité des unités employées.

Il en est une autre, tout aussi importante, qui tient à la constitution même des sources lumineuses.

Les mesures photométriques permettent de comparer les intensités de deux sources pour des directions déterminées à partir de ces sources. Si l'on convient de donner toujours à la lampe utilisée comme étalon une position invariable dans le photomètre, l'éclairage qu'elle produira sur les plages photométriques demeurera constant : donc pas de difficulté de ce côté. Du temps qu'on employait uniquement comme sources d'éclairage des lampes à flamme qui devaient toujours brûler dans une position verticale, il pouvait n'y avoir pas non plus grand inconvénient à caractériser une source, par exemple un « bec Bengel », par l'intensité correspondante à une direction perpendiculaire à l'axe vertical. Déjà pourtant, avec le « bec papillon », la définition est différente, suivant qu'on considère un élément du plan de la flamme ou un élément de la tranche. Avec les modernes lampes à incandescence, l'arbitraire devient total, l'intensité variant depuis zéro au-dessus de la douille jusqu'à une certaine valeur maxima. La plupart des constructeurs, du moins en Europe, définissent leurs lampes par l'intensité maxima ; quelques-uns adoptent l'intensité moyenne, et encore là est-il bon de préciser : on peut faire entrer dans la moyenne l'intensité correspondant à toutes les directions (*intensité moyenne sphérique*) ou seulement l'intensité correspondant aux directions situées par rapport au plan horizontal médian, du côté opposé à la douille (*intensité moyenne hémisphérique*), etc.

4. Pour définir une lampe d'une manière absolument précise, il faudrait indiquer son intensité suivant toutes les directions de l'espace, c'est-à-dire tracer sa *surface caractéristique*.

Mais l'établissement de la caractéristique nécessite des expériences longues et délicates ; de plus, cette spécification présente, au point de vue commercial, l'inconvénient de ne pas se traduire par un nombre, facile à retenir, et surtout de n'être pas suffisamment intelligible pour les non-initiés.

Entre la définition d'une lampe par le nombre de bougies qu'elle représente, sans autre précision, et la définition par la caractéristique, il y a place pour une autre, à la fois simple et suffisamment précise, celle qui fait intervenir la notion de flux lumineux.

II. LES GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES D'USAGE COURANT. — 5. Par suite de la confusion qu'on établit souvent entre les diverses grandeurs photométriques, il ne sera peut-être pas inutile d'en rappeler d'abord sommairement la définition (1).

Il n'existe pas moins de six quantités photométriques fondamentales : l'intensité, le flux, l'éclairement, l'éclat intrinsèque, l'illumination et la quantité de lumière, aux besoins desquelles on a

longtemps prétendu satisfaire à l'aide d'une seule unité : « la bougie ». Vouloir employer celle-ci à tous les usages, c'est exactement comme si on voulait évaluer les quantités qui interviennent dans les phénomènes magnétiques au moyen de la seule unité de pôle. Qui songerait, par exemple, à mesurer une induction magnétique en « pôles unités à un mètre » : c'est pourtant ce qu'on fait en photométrie, quand on évalue l'éclairement en « bougies à un mètre ».

Le public non initié, qui a instinctivement le sentiment que la lumière se répand comme l'air dans les directions de l'espace, est naturellement dérouté quand il voit évaluer le débit lumineux d'une source en bougies, comme son intensité. A propos des confusions possibles à cet égard, M. Blondel cite l'amusante anecdote suivante, un peu ancienne assurément, mais qui pourrait très bien redevenir d'actualité.

Un expert appelé à interpréter une clause d'un contrat d'éclairage publié entre une ville voisine de New-York et la compagnie locale d'électricité, relativement à des arcs de 2 000 bougies, a exprimé, paraît-il, son opinion en ces termes : « Les lampes à arc sont suspendues aux intersections des rues et chacune envoie ainsi sa lumière dans quatre directions ; on ne saurait donc s'attendre à recueillir 2 000 bougies dans chacune des quatre rues. Un arc qui envoie 500 bougies dans chacune des quatre rues, voilà ce qui constitue la lampe de 2 000 bougies prévue dans le cahier des charges. »

« Ne nous moquons pas, poursuit M. Blondel, de cet honnête expert, car, en réalité, c'est un sage ; la quantité la plus directement utile à connaître dans ce cas, c'est bien, comme il le pense, le flux de lumière, et si la photométrie ne permet pas de définir une lampe à ce point de vue, c'est elle qui a tort. »

6. Rappelons donc les définitions des quelques grandeurs photométriques qui interviennent le plus couramment dans la technique de l'éclairage et de leurs unités, à partir de ce quelque chose qu'émet par seconde une source lumineuse et qu'on peut appeler le *flux* :

a) Le *flux lumineux* aura, comme unité pratique, le flux produit dans un angle solide égal à l'unité par une source ponctuelle d'intensité égale à une bougie : c'est le *lumen* proposé en 1894 par M. Blondel (1).

Le langage courant attribue souvent le nom de *quantité de lumière* au flux de lumière et se met ainsi en contradiction avec la terminologie adoptée dans l'étude de la chaleur, agent cependant analogue.

Il ne viendrait à personne aujourd'hui l'idée de confondre la quantité de chaleur Q avec le flux de chaleur Φ , car la première correspond au produit du deuxième par un temps t :

$$Q = \Phi t.$$

Pourquoi établir cette confusion en photométrie, où elle ne présente aucun avantage ? Il serait désirable d'employer les notions de flux et de quantité de lumière exactement dans les mêmes conditions que le flux et la quantité de chaleur.

b) L'intensité lumineuse d'une source, dans une direction donnée, est le rapport du flux $d\Phi$ qu'elle émet dans un petit angle solide $d\Omega$ ayant pour axe cette direction, à la valeur de cet angle solide :

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}. \quad [1]$$

Nous avons suffisamment indiqué (n° 2) les diverses unités adoptées pour mesurer l'intensité, sans y insister de nouveau.

Comme, dans la plupart des sources lumineuses en usage, cette intensité I varie avec la direction sous laquelle on la mesure, la notion simple d'intensité ne suffit pas, et, en présence des foyers à distribution très irrégulière, on a été conduit à une autre notion : celle de l'intensité moyenne, sphérique ou hémisphérique, selon qu'on envisage toutes les directions autour de la source ou la moitié seulement.

Pour obtenir, par exemple, l'intensité moyenne sphérique I_{ms} , on mesurera I dans toutes les directions, on fera la somme des produits de I par l'angle solide correspondant et on divisera par 4π , valeur angulaire de la sphère entière :

$$I_{ms} = \frac{1}{4\pi} \int_0^{4\pi} I d\Omega. \quad [2]$$

(1) Voir A. BLONDEL : « Grandeurs et unités photométriques » : *La lumière électrique*, 7 juillet 1894, t. LIII, p. 7-13.

(1) A. BLONDEL, *loc. cit.*

Mais, par suite de la définition [1], le flux total Φ émis par un foyer a pour valeur :

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I d\Omega. \quad [3]$$

L'intensité moyenne sphérique n'est donc pas autre chose que le flux total divisé par 4π , et la relation :

$$\Phi = 4\pi I \quad [4]$$

est toujours vraie.

c) L'éclairement, en un point d'une surface, est égal au rapport du flux lumineux $d\Phi$ qui tombe sur un petit élément de surface à l'aire dS de cet élément :

$$e = \frac{d\Phi}{dS}. \quad [5]$$

Comme unité d'éclairement, on prend tantôt le *phot* qui correspond à un flux d'un lumen par centimètre carré, tantôt le *lux* produit par un flux d'un lumen par mètre carré.

Étant donnée une surface éclairée uniformément, si on connaît son éclairement e en lux, il suffira de multiplier ce nombre par la surface mesurée en mètres carrés pour avoir le flux total en lumens qui tombe sur elle.

d) La quantité de lumière reçue par une surface sera le produit du flux lumineux par la durée de l'éclairement :

$$Q = \Phi t.$$

On pourrait l'exprimer en *lumens-heures*, évaluation qui rappellerait celle utilisée pour la quantité d'électricité (*ampères-heures*). Comme le faisait remarquer M. Blondel, le lumen-heure pourrait faire la base des marchés d'éclairage.

La quantité de lumière, pour une radiation de longueur d'onde donnée, est proportionnelle à l'énergie de ses radiations. D'où l'idée de la mesurer avec la même unité, l'erg, que les autres formes d'énergie. Pendant longtemps, la réalisation de cette idée a rencontré des difficultés considérables, tenant à ce que chaque radiation possède un coefficient d'action physiologique différent. Nous indiquerons dans la quatrième partie de cet article comment on a pu récemment les surmonter.

III. LA SPÉCIFICATION DES LAMPES PAR LE FLUX TOTAL, ÉVALUÉ EN LUMENS, QU'ELLES ÉMETTENT. — 7. Les considérations précédentes montrent qu'une lampe sera suffisamment bien caractérisée, pour un grand nombre d'applications, si on donne le flux total qu'elle émet, exprimé en lumens.

Il semble que cette nouvelle définition soit à tous égards préférable à l'ancienne définition par le nombre de bougies.

Elle évite d'abord toute confusion provenant du sens multiple que prenait le mot bougie suivant les circonstances. Nous avons déjà insisté (n° 3) sur ces confusions et nous n'y reviendrons pas.

Elle simplifie d'une manière heureuse la plupart des problèmes relatifs à l'éclairage. Indiquons, d'après M. Blondel (1), quelques-unes des simplifications qu'entraîne la caractérisation des lampes par le flux total qu'elles produisent, évalué en lumens.

a) *Effet d'un projecteur.* — Soit Φ le flux qui sort d'un projecteur, a le rayon de base du faisceau, b la tangente de l'angle de divergence, l'éclairement moyen de la plage circulaire sur laquelle est concentré le faisceau, à la distance l , sera donné en lux, par la formule :

$$e = \frac{\Phi}{\pi(a + bl)}.$$

b) *Éclairage public.* — Pour les calculs techniques relatifs à un éclairage public, il suffira de mesurer à l'aide de la courbe des intensités de lampe, le flux envoyé par celle-ci au-dessous de l'horizon. Le produit de ce flux par le nombre de lampes, divisé par la superficie totale de la rue en mètres carrés, donne l'éclairement moyen en lux, car on sait (n° 6, c) qu'un flux d'un lumen réparti sur une surface d'un mètre carré donne un éclairement d'un lux. Le flux d'une lampe évalué en lumens constitue donc une mesure approchée de l'effet utile de ces lampes.

Quand une ville achète de la lumière pour ses rues à une compagnie d'éclairage, elle pourrait la payer d'après le nombre de lumens-heures, fournis au-dessous du plan horizontal médian des lampes pendant le cours d'une année, et il ne semble pas impossible qu'on puisse arriver à rédiger des contrats d'éclairage sous cette forme.

(1) A. BLONDEL, *loc. cit.*

c) *Éclairage intérieur.* — L'éclairement en un point de l'espace, dans un intérieur, varie suivant la direction de la surface sur laquelle on le mesure; l'éclairement maximum peut servir de mesure à l'intensité du champ lumineux, de même que la densité du flux magnétique dans l'air mesure l'intensité du champ magnétique. Mais l'œil apprécie, en général, l'éclairement réalisé dans une salle d'après l'éclairement moyen des parois e . Celui-ci, pour pouvoir réaliser un même effet utile, doit être inversement proportionnel au pouvoir diffusant d des parois. On a donc, en désignant par k une constante :

$$ed = k.$$

Soient, d'autre part, a le pouvoir absorbant et S la superficie totale des parois. En négligeant l'effet des meubles, on trouve que le flux lumineux total qu'il est nécessaire de produire au moyen des lampes doit être égal au flux absorbé :

$$\Phi = aeS = Sk \frac{a}{1-a} = Sk \frac{a}{1-a}.$$

Il doit donc être proportionnel à la superficie totale de la salle.

On voit ainsi que les lampes choisies devront pouvoir donner un certain nombre de lumens par mètre carré. Si, par exemple, on se donne $k = 5$ bougies et que le coefficient d'absorption des parois soit $d = 0,60$, on devra produire 7,5 lumens par mètre carré de parois. Connaissant la superficie de la salle et le nombre de lumens produits par chaque lampe, il sera facile de calculer le nombre total de lampes nécessaires pour l'éclairage.

8. Le plus grand obstacle à l'emploi du lumen pour définir les sources d'éclairage, c'est l'esprit de routine des fabricants et des acheteurs. Tout changement à apporter dans des habitudes acquises, ces habitudes fussent-elles déplorables, nécessite un gros effort. On objecte volontiers que personne ne saura ce que c'est qu'une lampe de tant de lumens, tandis que chacun croit savoir ce qu'est une lampe de tant de bougies.

Effectivement, la nouvelle unité, qui n'est pas consacrée par une longue pratique, peut paraître à quelques-uns difficile à concevoir. Pour les électriciens, il peut n'être pas inutile de signaler l'analogie qui existe entre le lumen et le flux émané d'un pôle magnétique (1).

On sait que l'intensité du champ magnétique, au voisinage du pôle d'un long aimant rectiligne de puissance déterminée, est en raison inverse du carré de la distance au pôle, la direction de la force magnétique variant d'un point à l'autre; de même, l'éclairement produit par une source lumineuse d'intensité déterminée est en raison inverse du carré de la distance à la source, et la direction des rayons lumineux varie d'un point à l'autre. Mais dans la plupart des applications pratiques des aimants, ce n'est pas l'intensité du champ ou la direction de la force qui importent le plus: la grandeur qu'il est habituellement nécessaire de connaître est le flux magnétique total envoyé par le pôle dans toutes les directions, flux qui est égal à l'intensité du pôle multipliée par 4π . De même, pour une source lumineuse, la grandeur importante est non pas son intensité en bougies dans une direction déterminée, mais la quantité totale de lumière qu'elle produit; et celle-ci peut être obtenue d'une manière analogue au flux magnétique en multipliant par 4π la valeur moyenne de l'intensité suivant l'ensemble des directions (c'est-à-dire, l'intensité moyenne sphérique). Le résultat obtenu est, dans le premier cas, le nombre de lignes de force émanées du pôle; dans le second, le nombre de lumens produits par la lampe.

Le constructeur de dynamos n'a que faire de l'intensité de pôle dans ses machines; il n'y pense jamais. Pour l'ingénieur chargé des études d'éclairage, l'intensité en bougies de ses lampes n'a pas plus d'intérêt. Ce qu'il lui importe de connaître, c'est la quantité de lumière que peut fournir une lampe: l'intensité en bougies n'indique pas cette quantité de lumière, que la définition en lumens lui donne, au contraire, aussitôt et sans aucun calcul.

Dans le même ordre d'idées, la vieille expression « nombre de watts par bougie » ne fournit qu'une expression illusoire du rendement d'une lampe, expression qui dépend du type de lampe et du mode de mesure. Au contraire, le nombre de « lumens par watt » constitue une évaluation du rendement qui est correcte et indépendante de la méthode de mesure.

A. BOUTARIC,

(A suivre.)

Chargé d'un Cours complémentaire d'électricité industrielle à l'Université de Montpellier.

(1) *Electrical Review*, 26 octobre 1917.

MÉCANIQUE

PRESSE ÉLECTRIQUE A COMPRIMER LE COTON
ou les fourrages.

L'électricité se prête très bien à la commande des presses employées à réduire le volume des fourrages, des cotons, ou en général, de toutes matières légères et volumineuses à l'état naturel, mais susceptibles d'être ramenées à un volume très réduit par compression.

MM. Hindle, de Manchester, ont, dans cet ordre d'idées, créé des types spéciaux de presses de toutes puissances, dont l'*Engineering*

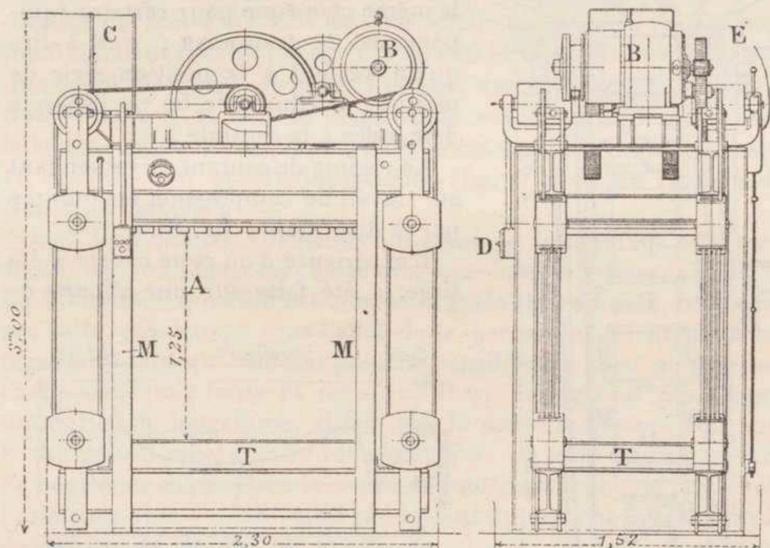


FIG. 1 et 2. — Élévation et vue en bout d'une presse Hindle de 50 tonnes.

a exposé récemment les caractéristiques principales. Dans la presse électrique du système Hindle, il ne subsiste aucun des organes habituels qui font la complication et la fragilité relative des autres types de machines : leviers nombreux, et en particulier, leviers brisés du genre « toggle », vis sans fin, ciseaux de Nuremberg, etc. Ces organes sont remplacés par un mouflage approprié. Le plateau de la presse Hindle est simplement attelé à des câbles en acier qui viennent passer sur des poulies-guides et des tambours d'enroulement convenablement disposés le long des montants de la cage de l'appareil ou sur le plateau qui les surmonte. Il résulte d'abord de ce système que le diamètre des poulies et tambours peut être convenablement choisi pour que la presse développe à tout moment de sa course tout l'effort qu'on désire, et des simplifications appréciables résultent encore des dispositions adoptées qui sont telles, en général, que le moteur électrique commande directement les tambours d'enroulement du câble d'acier par l'intermédiaire d'un simple train d'engrenages.

Les presses, système Hindle, établies pour fonctionner sous courant continu, sont commandées simplement par moteurs série, en sorte qu'il y a auto-régulation du couple moteur et accélération marquée dans le déplacement du plateau de la presse aux faibles vitesses : la variation relative peut atteindre 500 % et les moteurs doivent naturellement être établis en vue de supporter sans inconvénient ce régime.

Les figures 1 et 2 montrent une presse de 50 tonnes, actionnée par un moteur électrique de 8 chevaux, développant sa puissance normale à la vitesse de 400 tours par minute et pouvant atteindre jusqu'à 2 000 tours à charge réduite. A ces deux régimes de marche du moteur électrique correspondent, pour le plateau, des

vitesses linéaires de 460 millimètres et de 2^m 30 par minute, ce maximum étant atteint en particulier dans le retour rapide de la presse après une période de compression.

La vitesse moyenne d'avancement du travail est naturellement supérieure de beaucoup à la moyenne arithmétique entre ces deux extrêmes, car les matières soumises à la compression offrent une résistance qui demeure très faible dans la plus grande partie de la course et qui n'augmente sensiblement que vers la fin de la course.

Dans le modèle de presse représenté sur les figures 1 et 2, on voit que la cage délimitée par les montants M et les traverses T présente 1^m 25 de hauteur totale en A pour une course utile de 1^m 07 environ. Le moteur est placé en B à la partie supérieure, et en C est disposé le contrôleur qui effectue la commande par crans du moteur. Toutefois, il y a une commande à la main avec avancement automatique à l'aide de boutons placés en D (fig. 2), boutons au nombre de 3 avec enclenchements entre eux, qui assurent respectivement l'ascension, la descente ou l'arrêt du plateau de la presse. L'arrivée du plateau à l'une ou à l'autre extrémité de sa course doit déterminer l'arrêt automatique, et il en doit être de même, pour la sécurité du service, quand la pression atteint une limite déterminée *a priori* : ce sont ces arrêts qui permettent de produire automatiquement le limiteur de courant E, qui n'agit pas pour limiter l'intensité de courant à une valeur donnée, mais pour couper le courant et appliquer les freins dans l'une ou l'autre des deux éventualités ci-dessus. Le système se prête particulièrement à la commande par des femmes ou des apprentis, et n'exige du personnel aucun effort musculaire. La consommation électrique est réduite et atteint seulement 10 kilowatts-heures pour la confection de 50 balles de coton.

Les figures 3 et 4 montrent la construction du moteur électrique. On voit que les coussinets en sont montés sur billes et que, du côté du collecteur, le palier présente des dispositions spéciales en vue du montage d'un frein automatique. Le flasque employé de ce côté est aimanté par une bobine cylindrique C enfilée sur l'arbre. L'attraction magnétique s'exerce sur un disque de frein en fonte, garni de métal antifricition et porté sur la couronne latérale du moteur à l'aide de plusieurs axes qu'entourent les ressorts A, lesquels servent à pousser la face antifricition du disque de frein en contact avec le sabot de frein D, qui peut coulisser sur une clavette longue placée sur l'arbre du moteur. Sa position peut être réglée de telle manière, à l'aide de l'écrou terminal F, que l'en-

tre-fer du système magnétique ait la valeur voulue pour son bon fonctionnement.

Ce modèle de frein magnétique donne lieu, pour sa magnétisation, à une consommation qui varie de 100 watts pour un moteur de 4 chevaux à 350 watts pour un moteur de 30 chevaux.

Les figures 5 à 7 se rapportent à un modèle de presse à coton développant une pression de 250 tonnes, avec une course exceptionnellement longue et une puissance relativement réduite. La presse est

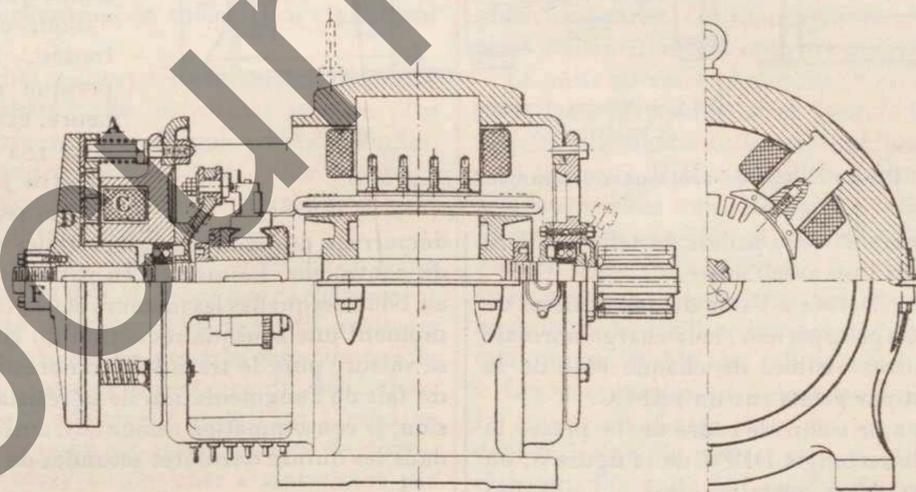


FIG. 3. — Élévation-coupe.

FIG. 4. — Profil-coupe.

FIG. 3 et 4. — Moteur électrique de la presse de 50 tonnes.

installée dans un bâtiment à quatre étages dont elle occupe toute la hauteur, les planchers métalliques de l'édifice encastrant convenablement les montants verticaux qui forment la cage de la presse et qui servent de guides à son plateau. La course utile atteint 3^m 93.

Le plateau qui surmonte les montants de la cage supporte deux moteurs électriques AB de 25 chevaux chacun et les paliers, tambours pour câbles et engrenages de transmission.

On voit sur la figure 7 la disposition donnée aux deux moteurs AB et à leurs organes de transmission : C, D, E, F représentent les quatre tambours séparés qui sont destinés à la commande de chacun des câbles tracteurs en acier de la presse. A chaque tambour correspond une roue dentée solidaire, et à chaque roue dentée un pignon formant avec la roue dentée un système réducteur de vitesse

séparé, mais les pignons sont montés deux à deux aux extrémités de deux arbres de renvoi xy , zt , parallèlement placés de part et d'autre des arbres A, B, des moteurs électriques. La commande des deux arbres de renvoi est faite individuellement par les deux moteurs : l'arbre xy par le moteur A dont le pignon u engrène avec la roue dentée U ; l'arbre zt par le moteur B dont le pignon v engrène avec la roue dentée V. Mais comme il faut cependant que les vitesses s'égalisent pour la bonne marche de la presse, on a soin

quatre câbles d'acier L, O, M, N, roulant sur les poulies PP, QQ, l'ascension du tréteau compresseur HH (chacun de ces câbles d'acier supportant une charge maximum de 15 à 16 tonnes pour sa part).

La plateforme X (fig. 5 et 7) supporte tout le matériel moteur représenté séparément sur la figure 6. La manœuvre est assurée au moyen d'un contrôleur série-parallèle analogue à ceux qu'on emploie sur les tramways. Pendant la majeure partie de la période de travail de la presse, les deux moteurs sont groupés en parallèle et tournent à leur maximum de vitesse.

Quand la course approche de sa fin, on fait pour l'équipement de la presse la même chose que pour certains équipements de tramways : c'est-à-dire qu'on revient à la position-série de manière à réduire de 50 % l'énergie demandée à la centrale.

Le régime de courant correspondant au travail de compression est indiqué par le diagramme (fig. 8). L'expérience d'où cette courbe a été tirée, a été faite sur une colonne de

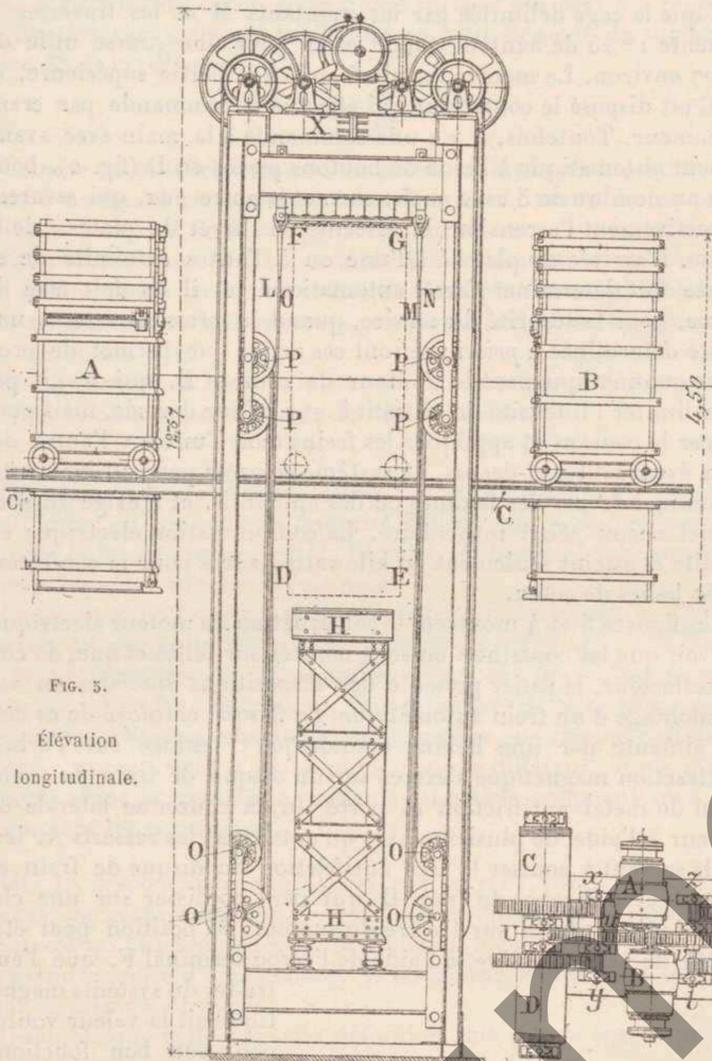


FIG. 5.
Élévation
longitudinale.

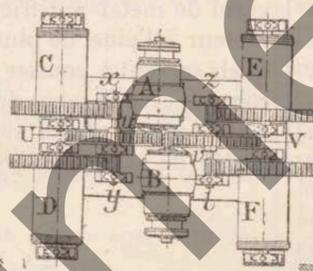


FIG. 6. — Moteurs et organes
de transmission.

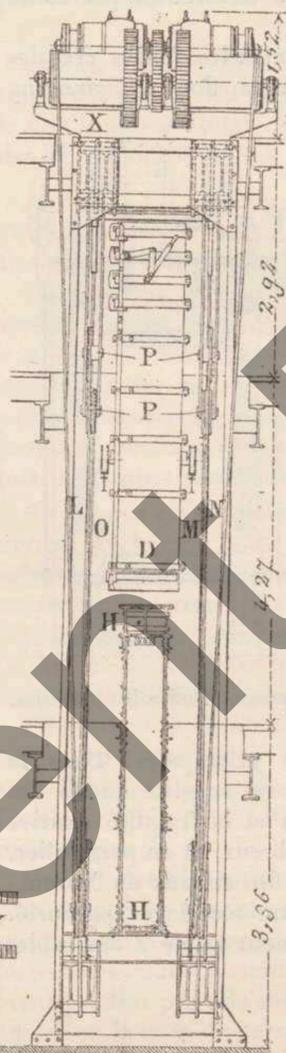


FIG. 7.
Vue en bout.

FIG. 5 à 7. — Presse Hindle de 250 tonnes à commande électrique.

de disposer les arbres des moteurs et leurs paliers de telle manière que les pignons u et v engrènent l'un avec l'autre.

La compression du coton est effectuée à l'aide de deux caisses de remplissage qui reçoivent, à l'étage supérieur, leur charge normale de 250 kilogr. de coton : caisses visibles de chaque côté de la figure 5, en A et en B, roulant par galets sur un rail CC.

Une fois que la boîte pleine a pris dans le cadre de la presse la place qu'indique en pointillé le rectangle DEFG de la figure 5, on met en mouvement les moteurs et on entraîne ainsi à l'aide des

démarrage des moteurs, alors reliés en série-parallèle au moyen du contrôleur. La marche en parallèle durait près de 60 secondes, au bout desquelles les moteurs étaient remis en série. Il y avait à ce moment une brusque réduction du courant à près de la moitié de sa valeur ; puis, le travail de compression s'accroissant notablement du fait de l'augmentation de la résistance du coton à la compression, la consommation remontait, ainsi que l'indique le diagramme, dans les quinze dernières secondes de la période de travail.

L. P.

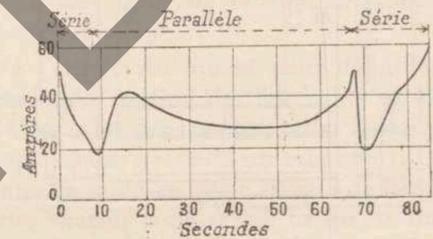


FIG. 8. — Diagramme de consommation
d'une presse de 250 tonnes.

coton d'une hauteur de 4^m 42 dont la section à la base mesurait 1^m 30 × 0^m 71. Par le passage à la presse, la hauteur de cette colonne de coton se réduisait à 0^m 50 environ, dans un temps qui n'excédait pas 85 secondes.

Pour chaque balle de coton ainsi traitée, la consommation s'élevait presque exactement à 0,5 kilowatt-heure, exactement 92 kilowatts-heures pour 182 balles de coton. Ainsi que le montre le diagramme, les huit premières secondes étaient consacrées au

ART MILITAIRE

L'OBUS DES CANONS A LONGUE PORTÉE qui bombardent Paris.

Dans l'article que nous avons publié dans le *Génie Civil* du 20 avril sur le bombardement de Paris par des canons allemands à très grande portée, nous avons émis, sur les obus tirés par ces pièces, quelques hypothèses qu'il convient de compléter et de modifier, notamment au point de vue de leur chargement intérieur.

Au début, le nuage produit au moment de l'éclatement a été signalé comme noir ou mélangé d'un peu de blanc ; parfois une odeur éthérée a été perçue par les témoins les plus rapprochés des premiers points de chute. Depuis la reprise du bombardement, le 27 mai, les obus sont tombés plus souvent qu'au début en terrain

découvert sans produire grands dégâts et la fumée, très légère, a paru être blanche ; jusqu'ici tous les obus sans exception ont éclaté et aucun n'a pu être encore retrouvé entier. Aucune fusée entière n'a été recueillie. Les éclats de l'obus ne retiennent aucune parcelle, si minime qu'elle soit, de l'explosif et aucune coloration ne se retrouve sur les parois de métal. Le diaphragme renferme des pièces qui n'avaient pas été trouvées dans les autres types d'obus.

La déformation des éclats de l'obus n'avait pas permis de fixer le calibre exact du canon, ni par suite son poids. On a constaté, depuis, que le calibre avait augmenté et se rapprochait de 240. D'après l'examen de ces éclats, il semble que l'obus soit obtenu sous sa forme presque définitive par moulage. Son acier, renfermant du nickel et du chrome en proportions comprises entre 1 et 2 % avec 0,7 % environ de carbone, est fort analogue à ceux employés pour la confection d'un grand nombre d'obus.

La fausse ogive est, au contraire, en acier doux. Cette fausse ogive est-elle vide? Ne renferme-t-elle pas à l'extrémité un lest lourd obligeant l'obus à se coucher sur la trajectoire, au lieu de se déplacer parallèlement à lui-même? Au lieu d'un lest fixe, n'y a-t-il pas des masses mobiles?

Enfin, l'arrière de l'obus a été modifié légèrement pour éviter les conséquences de son épanouissement sous les effets de la percussion au départ.

L'hypothèse de l'emploi de deux fusées a été émise pour expliquer la régularité avec laquelle explosaient tous les obus, que leur chute se produise sur un toit léger ou sur un sol dur. Rien ne permet encore de confirmer ou d'infirmer une telle hypothèse.

On peut, toutefois, faire quelques suppositions plausibles en tenant compte des faits connus et nettement établis que nous résumons de nouveau : tous les obus éclatent, la fumée de l'éclatement est, dans tous les cas des tirs récents et bien observés, blanche, une odeur éthérée a été parfois perçue, aucun des éclats ne retient trace d'explosif et dans le diaphragme se trouvent des pièces dont la raison d'être, en se plaçant dans le cas du chargement ordinaire en explosifs, est encore inexplicable (fig. 5 à 13 de l'article du *Génie Civil* précité).

L'explosif que les Allemands ont employé doit être *sûr au départ*, au moment où l'obus est chassé avec une énorme vitesse initiale, et *sûr à l'arrivée*, quand fonctionnent la fusée ou les fusées. Il ne doit, par suite, pas détoner sous l'effet de la percussion au moment du départ. Il faut qu'il ne soit pas très sensible au choc et que son chargement soit facile et régulier. Pour éviter tout glissement, toute friction dangereuse, il faut que la masse soit homogène, que sa dureté soit identique en tous les points ou aille en augmentant de l'ogive au culot. Dans le cas où la fumée est noire, ce fait révèle l'existence d'un explosif nitré produisant du carbone et de l'oxyde de carbone au moment de l'explosion. C'est d'ailleurs la formation de ce nuage noir qui rend si difficile le réglage par obus explosifs, parce que le nuage noir se distingue mal sur le sol. Il existe cependant certains explosifs nitrés qui produisent une fumée noire et blanche des plus avantageuses pour le réglage et cela sans addition de nitrates alcalins ; mais fort souvent, les Allemands ajoutent du nitrate d'ammoniaque, notamment au trinitroanisole. Il était donc logique de penser que nos ennemis auraient utilisé leurs explosifs les plus faciles à charger régulièrement, comme le trinitrotoluène ou le trinitroanisole, ce dernier seul ou mélangé de nitrate d'ammoniaque.

Ces explosifs, de plus, ne tachent pas le métal et n'y adhèrent pas.

La présence de fumées blanches, assez systématiquement observée, conduit à écarter cette hypothèse ; elle ne permet pas non plus d'admettre que la charge intérieure est constituée par de la poudre. La puissance brisante de la poudre noire est trop faible, sa fumée épaisse et son odeur sont, d'ailleurs, trop caractéristiques pour qu'il soit possible d'admettre un seul instant son emploi.

L'emploi du coton-poudre humide, avec relais successifs en coton plus sec et détonateur ordinaire, est délicat, parce que ce chargement ne présente pas toute la sécurité désirable. Un dispositif analogue à celui de M. Vieille permet d'utiliser les poudres sans fumée à la nitrocellulose comme explosifs ; mais l'importance du détonateur est telle qu'il devient une cause d'éclatement prématuré. C'est dans ce but que les Allemands ont imaginé un grand nombre de dispositifs pour réaliser des fusées sûres « rohrsicher » n'amenant pas l'éclatement des obus dans l'âme, quand ils se servent d'explosifs paresseux (1).

Aussi est-il permis de supposer que nos ennemis ont adopté le mode de chargement suivant pour leurs obus, en attribuant au diaphragme un autre rôle que celui que nous avons indiqué au début dans notre article du 20 avril : diviser l'explosif en deux masses, afin d'éviter tout tassement ou toute friction au départ. Pour réaliser un explosif sûr et tel que nous l'avons défini, ne laissant aucune trace sur le métal et produisant une fumée blanche en éclatant, les Allemands ont peut-être songé à employer un explosif du type panclastite ou hellhoffite, qui éclaterait sûrement au choc, sans qu'il soit même nécessaire d'employer de fusée.

Le diaphragme et ses pièces accessoires, dont le rôle reste encore inexplicable, servirait à diviser l'intérieur de l'obus en deux chambres bien séparées, qui ne communiqueraient l'une avec l'autre qu'au moment du départ. Par l'effet de la percussion, au moment

du départ, les canaux de communication s'ouvriraient et permettraient au liquide le plus dense de s'écouler dans la chambre arrière pendant que l'obus parcourt la branche ascendante de la trajectoire.

Sous l'effet de la rotation, le mélange serait brassé et aurait le temps d'être intime avant l'arrivée du projectile, puisque la durée du trajet est de trois minutes.

Un tel explosif serait *sûr au départ*, puisqu'il n'existerait pas en tant qu'explosif et qu'il ne se formerait qu'en cours de route ; il serait *sûr à l'arrivée*, puisque certaines panclastites au sulfure de carbone ne sont pratiquement pas maniables et que certaines variétés d'hellhoffite n'ont pas pu être tirées dans des canons, même à très faible vitesse initiale, sans les faire éclater. La longueur du trajet, la position très inclinée de l'obus, l'existence de ce diaphragme, l'absence de traces d'explosif solide sur les éclats et même l'intervalle de vingt minutes qui sépare les tirs d'une seule pièce sont autant d'arguments pour rendre très vraisemblable un tel mode de chargement, le remplissage de la seconde chambre, celle près du culot, n'étant effectué qu'au moment du tir.

Nicolas FLAMEL.

VARIÉTÉS

Les mines d'or de la Sibirie Orientale.

Une grande partie de la production d'or de la Russie provient des placers de la Sibirie Orientale, à l'est et au nord-est du lac Baïkal. Un ingénieur américain, M. Hutchins, fournit sur ces exploitations, dans l'*Engineering and Mining Journal*, du 11 mai, des renseignements détaillés qui décrivent assez bien les méthodes employées et avec lesquelles on n'obtient qu'une extraction peu rémunératrice.

L'or se présente ordinairement dans les alluvions d'anciens cours d'eau ; le bedrock, toujours voisin des sables riches, se rencontre à une profondeur qui peut atteindre 50 mètres. L'exploitation se fait alors par puits dont chacun forme le centre d'un carré de 140 à 150 mètres de côté : ces dimensions, comme le procédé même, sont invariables ; peu importe qu'un tunnel foré dans le bedrock puisse, dans bien des cas, économiser de nombreux puits, ou qu'un seul puits convenablement armé soit en état d'en remplacer avantageusement plusieurs autres. On rencontre ici un premier exemple de la difficulté d'adaptation des mineurs sibériens.

Le puits est carré et mesure 4^m 70 de côté : à sa base sont tracées deux voies perpendiculaires jusqu'à la limite d'exploitation ; perpendiculairement à celles-ci sont poussées d'autres galeries divisant la zone à dépiler en piliers carrés ; la largeur des voies est telle que leur surface totale est égale à celle des piliers ; leur hauteur est souvent très exagérée et nécessite l'enlèvement d'une forte proportion d'alluvions pauvres : la raison en serait que leurs dimensions doivent comprendre un nombre entier de sagènes (2^m 10 environ) pour faciliter les comptes des ouvriers payés aux pièces : quelque incroyable que soit ce motif, il paraît néanmoins exact.

Les voies tracées, on enlève les piliers en rabattant vers le centre. Le gravier est chargé dans des wagonnets primitifs qui sont vidés dans la benne du puits ; celle-ci est remontée par un manège à chevaux. Par suite de l'emploi de ces moyens peu perfectionnés, l'effectif des ouvriers est limité à 50 ou 60 par puits et l'exploitation se prolonge pendant plusieurs années, d'où des dépenses de boisage exagérées.

Les appareils de traitement des graviers ne sont pas moins primitifs : ce sont des trommels, si les sables sont propres, ou des désintégrateurs, appelés chashas s'ils sont enrobés d'argile, et des sluices rudimentaires. On estime qu'un tiers de l'or contenu est perdu et passe avec les stériles.

Une difficulté spéciale consiste dans le fait que les terrains sont souvent gelés, notamment dans le district de Nerchinsk et dans la région de la Léna. On les dégèle à l'aide de feux de bois ou de charbon de bois qui ont l'inconvénient d'exiger une forte ventilation, de provoquer le dégel en des points du retour d'air où il ne peut être que nuisible en nécessitant un boisage dont on aurait pu se passer et d'être d'une efficacité médiocre. Le même combustible employé à la production de vapeur, comme c'est la pratique courante en Alaska, aurait un effet utile six fois supérieur, mais il semble bien que la routine s'oppose à ce perfectionnement. La

(1) Voir, dans le *Génie Civil* du 2 septembre au 14 octobre 1916 (L. LXIX, nos 10 à 16), notre étude sur les fusées allemandes et autrichiennes.

main-d'œuvre est très médiocre et il est spécialement difficile de trouver des chefs de chantiers capables.

On s'explique que, dans ces conditions, l'exploitation soit peu rémunératrice : dans la région de Nerchinsk, où le prix moyen de la journée d'ouvrier ne dépasse pourtant pas 2 fr. 50, l'extraction et le traitement d'un mètre cube d'alluvions revient à 6 francs environ, mais il faut y ajouter 7 fr. 50 de frais généraux, chiffre dû au nombre très grand des employés et à une mauvaise administration. Dans la région de la Léna, les frais sont beaucoup plus élevés et atteignent 32 ou 33 francs par mètre cube. Encore ces chiffres sont-ils ceux des rapports officiels : or, en général, les cubes exploités y sont fortement majorés, dans la proportion du tiers ordinairement. Les ouvriers sont, en effet, payés aux pièces et ils parviennent, soit par tromperie, soit avec la complicité des chefs de chantier, à se faire verser des sommes supérieures à celles qui leur sont dues en somme, le prix de revient réel pour un mètre cube d'alluvions varie de 43 à 49 francs, alors qu'au Klondyke, il n'est que de 11 à 27 francs : la main-d'œuvre y est pourtant six fois plus chère, de même que le bois.

Il semble que le prix de revient pourrait facilement être abaissé de 50 à 75 %. Les améliorations principales qu'il y aurait lieu d'apporter à l'exploitation seraient : l'emploi généralisé des sondages pour la prospection et la reconnaissance du gisement, la substitution d'installations bien équipées à la quantité des puits qui jalonnent les placers, l'amélioration de l'outillage d'abatage, de transport et de traitement et surtout de la méthode employée pour le boisage, basée sur l'opinion enfantine que celui-ci doit pouvoir supporter le poids intégral des terrains jusqu'à la surface. Les frais généraux devraient également être réduits dans de larges proportions, car il n'est pas rare qu'un directeur reçoive un traitement et une prime sur l'or extrait dont l'ensemble s'élève à 500 000 francs par an. Il est malheureusement bien douteux que la situation actuelle du pays favorise ces améliorations nécessaires.

L'industrie de la taille du corail.

Un des effets inattendus de la guerre a été de déplacer vers le Japon une industrie, la taille du corail, qui, auparavant, était très florissante en Italie. Avant le conflit actuel, le Japon exportait en Italie plus de la moitié du corail brut qu'il produisait ; en Italie, ce corail était taillé, sculpté suivant la mode et le goût des différents pays consommateurs, puis expédié en Hollande, centre du commerce du corail taillé pour tous les pays occidentaux et l'Amérique. L'Italie était autrefois le seul pays producteur de corail brut de l'Europe et il s'y est formé toute une corporation de sculpteurs habiles qui a survécu, malgré l'épuisement presque complet des bancs de coraux de la Méditerranée.

D'après un rapport du vice-consul des États-Unis à Nagasaki, résumé dans le *Journal of the Royal Society of Arts*, du 23 novembre, la demande de corail travaillé en Europe a diminué graduellement depuis l'ouverture des hostilités ; de plus, le Japon s'est vu dans la quasi impossibilité d'expédier son corail brut en Italie. Pour ne pas laisser chômer ses pêcheurs de corail, le Gouvernement japonais a organisé la taille de ce produit dans les stations de pêche du pays : la chose a été très facile, car c'était faute de connaître la mode et les goûts occidentaux, et non par manque d'habileté professionnelle ni de goût artistique des artisans japonais, que ces derniers n'avaient pu disputer aux Italiens la suprématie dans cette industrie.

Jusqu'ici, la taille industrielle du corail au Japon s'était limitée à la production de grains et de perles pour colliers, épingles à cheveux et peignes ornementaux pour femmes, ainsi qu'à la production des *netsuke*, petits boutons ornés par lesquels, au moyen de cordons, le Japonais suspend sa blague à tabac à la ceinture. Pour la production de grosses perles (de 12 à 18 millimètres de diamètre) vendues isolément, ou de petites perles, vendues enfilées sur un cordon de 75 à 100 millimètres de longueur, les Japonais étaient aussi habiles, si ce n'est plus, que les Italiens.

Grâce aux mesures qu'il a prises pour la vente, en Europe et en Amérique, du corail sculpté, le Gouvernement japonais pense pouvoir exporter après la guerre pour 35 millions de francs de corail travaillé par an, alors qu'il ne vendait que pour 500 000 francs de corail brut, la différence représentant la valeur de la main-d'œuvre artistique qui y aura été incorporée, main-d'œuvre dont les produits sont fort appréciés depuis quelques années en Europe et aux États-

Unis. De véritables centres de production, comptant chacun une vingtaine d'apprentis, ont été créés, par le Bureau Impérial des Pêcheries, à Gato (département de Nagasaki), où de nouveaux bancs de coraux très productifs ont été récemment découverts, ainsi qu'à Tosa, Satsuma et Miyazaki.

La pêche est pratiquée maintenant par des scaphandriers ; elle est strictement réglementée ; la production annuelle est d'environ 30 000 kilogr. Le corail le plus apprécié est le *kobe*, de couleur grenat clair, dont une perle vaut de 10 à 50 francs ; viennent ensuite : le corail rose, le blanc, le rouge clair et le rouge foncé. La couleur du corail rouge foncé tire quelquefois jusqu'au noir. C'est cette variété qui sert à la confection des bijoux de deuil, notamment de colliers à plusieurs rangs avec cabochon, pour les femmes de la campagne, dans un grand nombre de provinces des Pays-Bas. Dans ce pays, le corail de toutes couleurs est resté fort en honneur. La France est peut-être le seul pays d'Europe où le corail ait presque complètement cessé d'être à la mode.

E. L.

La rupture des aubages d'une turbine de 35 000 chevaux à la Boston Elevated Company.

Un accident grave est survenu le 14 février, à 5 heures de l'après-midi, à l'un des groupes turbo-alternateurs de 35 000 kilowatts de la O Street Power Station du Boston Elevated Railway. On peut maintenant juger de l'importance et de la nature de cet accident d'après les résultats d'une enquête publiée par la revue américaine *Power* et reproduite en partie dans l'*Electrical Review*, du 12 avril.

Les conséquences de l'accident auraient pu être d'une gravité plus grande encore, étant données l'heure et les circonstances, si la machine n'avait pas été mise rapidement hors service par le fonctionnement de sa soupape automatique. La charge du réseau commençait à augmenter sensiblement, lorsque le personnel entendit un frottement à l'intérieur de la turbine de 35 000 chevaux et perçut nettement des vibrations qui durèrent cinq à six minutes :

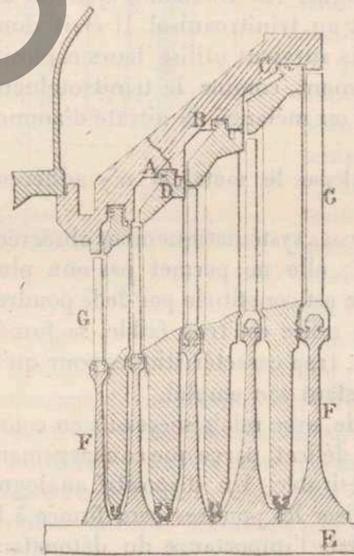


FIG. 1. — Section des dernières roues et diaphragmes, montrant l'emplacement de la rupture de l'enveloppe.

A, B, C, cône de réunion des diaphragmes ; — D, diaphragmes ; — E, arbre ; — F, roues en acier.

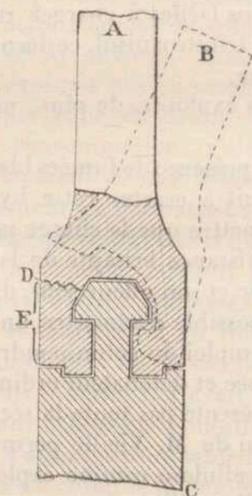


FIG. 2. — Schéma de la rupture de la huitième roue.

A, position normale de l'aubage ; — B, position que la pièce tendait à prendre ; — C, roue en acier ; — D, ligne de rupture ; — E, zone de frottement.

au bout de ce temps, la vapeur était automatiquement coupée, mais l'accident avait entièrement détruit les aubages de la turbine et projeté à distance des fragments de l'enveloppe du rotor à basse pression et du diaphragme.

Il en résulte une perte directe de plus de 200 000 dollars, c'est-à-dire de plus d'un million, non compris les dommages indirects qui résulteront de l'arrêt prolongé du groupe.

Il semble qu'on doive attribuer l'accident à une flexion d'un des diaphragmes en fonte de la machine dans le 18^{me} ou antépénultième étage qu'elle comporte.

L'*Electrical Review* rappelle à ce sujet qu'au cours des essais du groupe, un an juste avant cet accident, c'est-à-dire à la date du

14 février 1917, ce 18^e diaphragme de la même turbine manifesta une certaine distorsion, c'est-à-dire qu'il s'infléchit à son bord dans la direction de la 18^e roue de la turbine (fig. 1). Le groupe fut immédiatement arrêté, et on put constater que les aubes des 18^e et 19^e roues ainsi que les diaphragmes correspondants étaient sérieusement détériorés. L'accident ainsi localisé, on put maintenir la turbine en service à charge réduite, c'est-à-dire à 20 000 kilowatts au lieu de 35 000, pendant le laps de temps nécessaire à la fabrication des pièces de rechange nécessaires à la remise en état de la machine : soit du 17 mars au 23 mai 1917. Il fut alors reconnu qu'une modification de détail était nécessaire pour permettre à la turbine de supporter les surcharges de 2 500 kilowatts exigées par le contrat au-delà de la charge normale de 35 000 kilowatts, ce que le groupe ne faisait qu'en glissant d'une période environ, c'est-à-dire en tombant de 25 à 24 par seconde. La modification consista à percer 19 trous dans le 8^e diaphragme pour admettre la vapeur à haute pression dans la 8^e roue.

On peut tirer, des circonstances du nouvel accident, une explication qui ne met en cause ni l'accident survenu précédemment, ni les troubles qui, à plusieurs reprises, ont compromis le graissage de la turbine et le fonctionnement de ses paliers de butée. L'état de la charge sur le réseau imposait déjà au groupe, quelques instants avant l'accident, une charge de 32 000 kilowatts qu'il supportait parfaitement, lorsque, dans l'usine centrale reliée à la O Street Station où fonctionne le groupe de 35 000 kilowatts, le déclenchement d'un disjoncteur supprima un groupe de 10 000 kilowatts et en reporta la charge sur la turbine de 35 000 kilowatts, seule capable à ce moment de faire face aux besoins du réseau. Sa soupape s'ouvrit donc à pleine admission, et il en résulta sans doute un accroissement de la pression de vapeur du côté basse pression, dont le 18^e diaphragme fut incapable de supporter le choc sans un fléchissement. Les lectures au tableau de distribution concordant avec les enregistrements au moment qui précéda l'accident, établissent que la charge perceptible était de 37 000 kilowatts sur la turbine, et la fréquence du courant du groupe 24 périodes par seconde au lieu de 25 ; mais une manœuvre avait été faite au tableau de distribution pour retirer un peu de sa charge à la turbine, et celle-ci ne paraissait plus porter que 32 000 kilowatts lorsque l'accident survint. Le choc dû à la suppression avait probablement faussé le 18^e diaphragme, qui avait, par suite de sa flexion, frotté sur les aubes de la 18^e roue ; ceux-ci à leur tour avaient faussé le 19^e diaphragme, et en détériorant la 19^e roue il avait poussé cette roue à détériorer enfin le 20^e diaphragme. C'est à leur jonction avec la 18^e roue que les aubes sont entrés en contact avec la partie infléchie du 18^e diaphragme, et la figure 2 montre où s'est fait le frottement et quelle position il a donnée aux aubes. La figure 3 montre l'état dans lequel on a retrouvé une partie de celles-ci.

L'enveloppe de forme conique qui portait les diaphragmes fut ensuite brisée comme l'indique la figure 1, ce qui ne peut guère s'expliquer que par la projection sur cette enveloppe de fragments de diaphragmes lancés par la force centrifuge, par suite du mouvement du rotor sur lequel ils étaient d'abord tombés. Une autre explication, il est vrai, met en cause l'effort exercé sur le diaphragme 18 par les aubes de la 18^e roue, et l'effort résultant sur l'anneau D de ce diaphragme.

L'enveloppe de la turbine, après s'être nettement brisée du côté basse pression, s'est fendillée jusque du côté haute pression ; les paliers sont presque intacts du côté haute pression, et complètement détériorés du côté basse pression.

Toutes les roues en acier portant les aubes sont intactes ou à peu près, et il en est de même des roues et aubes jusqu'à la 17^e roue.

Il semble que l'accident aurait pu être beaucoup moins grave si le personnel avait procédé à l'arrêt de la vapeur dans la turbine au premier bruit de vibration ou aux premiers frottements manifestés dans celle-ci.

D'autre part, au contraire, l'accident aurait pu devenir plus désastreux si cet arrêt ne s'était pas produit dans un délai d'à peu

près cinq à six minutes. Il résulte de l'enquête que les hommes ne se souviennent pas avoir manœuvré la soupape d'étranglement et que c'est celle-ci qui, automatiquement, a coupé la vapeur, sous l'effet sans doute des vibrations alors considérables du groupe.

La valeur de ce groupe, condenseur compris, était de 335 000 dollars ou à peu près 1 700 000 francs.

Le condenseur n'a été atteint que par ricochet, par des pièces lancées par la force centrifuge et qui en ont avarié de nombreux tubes. L'alternateur est à peu près indemne, mais le palier de la turbine qui lui fait face est tombé sur l'arbre et il est complètement détérioré, par suite de la rupture complète du grand flasque en fonte qui le supportait.

Power fait observer que les roues en acier qui portent les aubes ont excellemment résisté aux efforts qui leur ont été imposés, efforts pourtant considérables et augmentés encore par l'effet des chocs provenant des pièces de diaphragmes brisés. Ceux-ci présentaient l'inconvénient d'être établis en fonte, et si, malgré leur faible épaisseur relative, ils offraient une résistance statique suffisante en service normal, leur fragilité entraînait de graves inconvénients dès le moment qu'une partie d'entre eux pouvait tomber dans le rotor et subir de la part de celui-ci un lancer violent sous l'effet de la force centrifuge. L'emploi de la fonte, pour l'enveloppe et pour le flasque porte-palier, prête aux mêmes critiques que pour les diaphragmes ; mais on ne pouvait pas prévoir que ces pièces seraient appelées à subir les chocs de diaphragmes lancés avec la violence de véritables projectiles, et on s'était contenté de leur donner un coefficient de sécurité très large, étant données les conditions statiques de leur travail normal.

Les gisements espagnols de sels de potasse.

La découverte récente de sels de potasse en Espagne a attiré l'attention la plus vive et, dès à présent, le Syndicat allemand de la Potasse, un Syndicat Franco-Belge, un groupe américain et plusieurs Sociétés espagnoles s'y sont assurés des concessions. Le Gouvernement espagnol a, d'ailleurs, réservé à l'État une surface assez importante.

Les gisements sont situés dans la province de Barcelone, à proximité des villages de Suria et de Cardona. Ils appartiennent à l'oligocène, comme ceux d'Alsace ; au point de vue technique, ils paraissent assez disloqués, comme le montre la figure 1, empruntée à l'*Engineering and Mining Journal*, du 6 avril.

Les recherches ont débuté par l'exécution de trois sondages, puis un puits a été foncé : deux nouveaux sondages, l'un vertical, l'autre horizontal, attaqués au fond de celui-ci, ont abouti à la découverte des sels de potasse, dès la profondeur de 68 mètres. En ce point, l'épaisseur des lits de carnallite paraît atteindre 22 mètres, mais il faut tenir compte du pendage élevé des terrains, qui varie de 50 à 70°. On rencontre également la sylvinite.

Des recherches ultérieures ont donné des résultats analogues.

Malgré son indiscutable intérêt, il ne faut pas exagérer l'importance de cette découverte : en 1914, un rapport du Service des Mines

espagnol disait : « Le tonnage actuellement découvert n'est pas suffisant pour exercer sur le marché une influence quelconque ; il ne l'est même pas pour satisfaire aux besoins de l'agriculture espagnole. »

En 1917, une extension assez importante du gisement était constatée, mais ne paraissait pas devoir modifier sensiblement les conclusions précédemment indiquées.

Voici la coupe géologique relevée par l'ensemble des sondages : 1° marnes, gres et calcaires : 250 mètres ; 2° marnes avec gypse, anhydrite et sel : 175 mètres ; 3° argiles salifères, anhydrite et sel gemme : 100 mètres ; 4° zone des sels de potasse avec sel gemme ; 5° sel gemme gris : 200 mètres ; 6° anhydrite : 3 mètres ; 7° calcaires avec fossiles marins. Cette coupe rappelle celle du Harz méridional.



FIG. 3. — Aspect des aubes après l'accident.

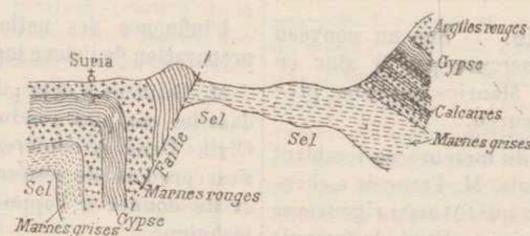


FIG. 1. — Coupe des gisements de potasse de la province de Barcelone.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 10 juin 1918.

Présidence de M. Paul PAINLEVÉ.

Biologie générale. — Vitamines et symbiotes. Note de MM. Henri BIERRY et Paul PORTIER, présentée par M. Y. Delage.

Des travaux déjà anciens (Eykmann, 1897), mais qui n'ont retenu l'attention des physiologistes que depuis quelques années, ont introduit un facteur nouveau dans les exigences du métabolisme (1).

Le minimum d'azote étant satisfait, les dépenses énergétiques étant complétées soit par les hydrates de carbone, soit par les graisses, ou par un mélange des deux substances, on admettait que le métabolisme de l'animal pouvait être assuré d'une manière permanente.

Nous savons aujourd'hui que la nourriture doit apporter de plus des principes particuliers, de constitution chimique encore énigmatique, qui existent dans les téguments des graines, dans certaines graisses animales (beurre, jaune d'œuf, huile de foie de morue), et qui sont détruits vers 120° (Gryns, 1909). On a donné le nom de vitamines à ces composés (Funk) (2).

La nourriture doit en apporter chaque jour une quantité pondéralement très faible, mais cependant indispensable. Si ces vitamines font défaut, l'animal épuise peu à peu celles de ses tissus. Lorsque l'épuisement est avancé, lorsque les vitamines de réserve du système nerveux sont largement entamées, on voit éclater une série d'accidents (troubles trophiques, paralysies, etc.) qu'on englobe sous le nom de maladies de la sous-nutrition, de carence, d'avitaminose.

Le bériberi, le scorbut des marins et des prisonniers, le scorbut infantile de Barlow ne seraient que des aspects particuliers de cette maladie.

Au cours de recherches sur les symbiotes (bactéries isolées des tissus des animaux normaux) MM. Bierry et Portier ont été amenés à se demander s'il n'y avait pas quelque rapport entre les vitamines et les symbiotes.

Une première série de recherches leur a montré que les symbiotes introduits dans le milieu intérieur des vertébrés étaient parfaitement tolérés.

D'autres recherches leur ont montré, enfin, que l'introduction, dans le milieu intérieur, de symbiotes d'origine appropriée et sous une forme convenable, élimine les accidents de carence amenés par un régime privé de vitamines.

A la suite de cette note, M. Yves Delage présente quelques observations qui montrent que la question des vitamines est encore mystérieuse et demanderait, pour être élucidée, des expériences nombreuses et rigoureusement conduites.

Chimie analytique. — Sur un nouveau procédé de dosage du mercure par le zinc en limaille. Note (3) de M. Maurice FRANÇOIS, présentée par M. Charles Moureu.

Les procédés de dosage du mercure ne semblant pas entièrement satisfaisants, M. François a cherché une nouvelle méthode qui fût assez rigoureuse pour permettre d'établir avec certitude la formule de corps dont la teneur en mercure ne diffère que par quelques centièmes. Il s'est arrêté à un procédé très simple qui repose sur le principe suivant.

Il est évidemment possible de déplacer le mercure de ses solutions salines par un métal sur lequel il se dépose. Le mercure étant amené tout entier à l'état métallique, si l'on pouvait dissoudre le métal étranger sans dissoudre le mercure, on

obtiendrait sous forme métallique tout le mercure à doser. Si, en plus, on réussissait à grouper le mercure formé en gros globules faciles à peser, on aboutirait à un procédé très satisfaisant de dosage du mercure.

Cette conception est facile à réaliser par l'emploi du zinc, qui, en liqueur acide, précipite le mercure de ses sels et est soluble dans l'acide chlorhydrique, tandis que le mercure y est insoluble. Par une circonstance heureuse, le mercure libéré de l'amalgame de zinc primitivement formé se réunit toujours, sous l'influence de l'acide chlorhydrique agissant comme décuplant, en un globule unique, facile à peser.

L'auteur expose en détail la marche à suivre pour l'application de cette méthode.

Magnétisme. — État magnétique de quelques terres préhistoriques. Note de M. P.-L. MERCANTON.

M. Mercanton a complété l'étude qu'il a commencée précédemment (1) par l'examen de cinq autres lests de filet conservés au musée de Lausanne et provenant de palafittes du lac de Neuchâtel, datant de l'âge du bronze.

L'examen de ce nouveau matériel confirme la conclusion précédente de l'auteur : l'inclinaison magnétique terrestre a dû être presque nulle en Suisse à la fin de l'âge du bronze, avec une légère tendance boréale.

Mécanique des semi-fluides. — Intégration graphique pour le problème de l'état ébouleux, dans le cas d'un terre-plein à surface libre ondulée, indéfini à l'arrière et maintenu à l'avant par un mur courbe. Note de M. J. BOUSSINESQ.

M. Boussinesq continue l'importante étude de l'équilibre des masses pulvérulentes, et notamment des terre-pleins, qu'il a poursuivie dans un certain nombre de notes.

P. G.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 31 mai 1918.

Présidence de M. H. GALL, Président.

Cette séance a débuté par une allocution du président, qui a félicité le doyen de la Société M. Jules Gaudry d'avoir atteint sa centième année le 18 mai 1918. Il lui a remis, en terminant, une médaille spécialement frappée en commémoration de cet anniversaire, ainsi qu'une adresse sur parchemin.

M. Jules Gaudry, dont nous avons retracé la carrière et donné le portrait dans le numéro du *Génie Civil* du 25 mai, a remercié la Société et les personnes qui s'étaient associées à cette petite cérémonie.

L'influence des notions d'expérience dans la préparation de l'élève ingénieur, par M. GUILLERY.

M. Guillery a déjà publié une note sur ce sujet, dans les comptes rendus du Congrès du Génie Civil. Dans la conférence qu'il vient de faire, il s'est proposé de résumer simplement cette note et de donner à l'appui de sa thèse un exemple technique.

Son but est de trouver un moyen qui permette de développer plus rapidement la fonction « Expérience » chez les élèves ingénieurs.

L'expérience n'étant actuellement acquise que par l'âge, il estime qu'il conviendrait de demander à l'enseignement technique de s'en occuper pour réduire au minimum le temps que les ingénieurs mettent à l'acquiescer.

Après avoir examiné qui doit enseigner la science appliquée, soit des hommes de métier, soit des professeurs, M. Guillery pense que la création de « Carnets de l'Expérience » faciliterait

la solution de cette question. Pour leur préparation il conviendrait de demander des conférences à tous les ingénieurs qualifiés, conférences dans lesquelles ils montreraient le développement de leurs études, les essais avec leurs critiques, les erreurs, les oublis, les incidents et les accidents et enfin les résultats acquis. La Direction de l'Enseignement technique retiendrait celles de ces conférences qui présenteraient de l'intérêt, les condenserait en les groupant. Le recueil ainsi obtenu constituerait les « Carnets de l'Expérience ».

La réalisation de ces Carnets de l'Expérience demandera un certain nombre d'années, et les résultats attendus n'apparaîtront que lorsque leur documentation sera suffisante.

M. Guillery rappelle les vœux qui ont été émis par la troisième section du Congrès du Génie Civil :

Que la Direction de l'Enseignement technique décide la création des Carnets de l'Expérience, que ces carnets soient un résumé de conférences faites par tous les savants et ingénieurs dont les travaux font autorité ;

Que ces conférences soient un historique sincère de leurs travaux depuis la genèse de l'idée ou l'énoncé du problème posé, jusqu'au résultat définitivement obtenu, en insistant principalement sur les déboires momentanés ainsi que sur leurs causes ;

Que ces carnets soient créés pour toutes les branches de l'industrie et pour les spécialités de chaque branche ;

Que les professeurs de sciences appliquées connaissent obligatoirement les carnets des spécialités qu'ils enseignent ;

Que ces carnets soient consultés facultativement par les élèves qui veulent se spécialiser et soient — dans ce but — mis à leur disposition.

Ayant ainsi établi le principe et le mode d'établissement des « Carnets de l'Expérience », M. Guillery s'est proposé de donner un exemple de conférence telle qu'il la conçoit pour pouvoir servir à l'établissement de ce carnet. Le sujet choisi pour cette conférence est « l'Étude sur le changement de vitesse continu au moyen de deux sources d'énergie indépendantes ».

Les laboratoires dans les établissements sidérurgiques, par M. WENDELICUS.

Quelques principes essentiels doivent être observés pour assurer un bon rendement au laboratoire qui doit accompagner toute usine métallurgique, c'est-à-dire un maximum de travail analytique exact, par le moins de personnel possible.

Ce sont ces principes que développe, avec beaucoup de détails, le conférencier.

En terminant il montre les plans et quelques vues d'intérieur du laboratoire installé par l'usine Krupp, en 1909, dans ses aciéries d'Essen. C'est un institut scientifique qui a coûté des millions et qui n'a certainement pas encore été égalé dans d'autres usines.

A. D.

BIBLIOGRAPHIE

REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES

AGRICULTURE

La culture et le commerce des légumes secs. — Les légumineuses occupent le deuxième rang après les céréales comme produits végétaux dans l'alimentation de l'homme et des animaux. On les cultive dans presque toutes les parties du monde, aussi bien sous les climats tropicaux que sous les climats tempérés. Elles jouent en ce moment un rôle considérable comme substituts des céréales

(1) Le métabolisme est l'ensemble des transformations produites dans les organismes vivants par le mouvement nutritif de l'assimilation et de la désassimilation.

(2) Voir à ce sujet le *Génie Civil* du 4 mai 1918 (t. LXXII, n° 18, p. 327) et la page suivante du présent numéro.

(3) Séance du 3 juin 1918.

(1) Voir le *Génie Civil* du 11 mai 1918 (t. LXXII, n° 19, p. 344). (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

dont la production est devenue insuffisante. C'est ce rôle qui est mis en évidence dans un très long exposé que donne le *Bulletin of the Imperial Institute*, d'octobre-novembre 1917.

Cette étude se limite aux légumes secs proprement dits: haricots, pois, lentilles, et laisse de côté deux légumineuses importantes: l'arachide et le soja, qui sont plutôt des graines oléagineuses et dont l'importation chez les Alliés s'est d'ailleurs accrue considérablement dans ces deux dernières années.

Chaque variété de haricot, pois ou lentille, consommée en Europe ou susceptible de l'être bien que n'y étant pas cultivée, est étudiée: les caractères de la plante, les conditions de sa culture, les transactions commerciales dont elle fait l'objet sont indiqués.

L'attention est attirée sur certaines variétés nouvelles, importées récemment en Europe, qui ont donné lieu à des empoisonnements par suite de la présence d'acide cyanhydrique. D'autres se signalent par l'absence de certains principes essentiels, probablement des vitamines. Dans ce dernier cas, le produit ne doit servir que d'adjuvant dans l'alimentation et ne doit pas être consommé presque exclusivement. Toute nouvelle variété introduite sur le marché d'Europe doit être étudiée soigneusement avant d'être lancée dans la consommation.

Des tableaux, très détaillés, relatifs aux importations dans le Royaume-Uni, font ressortir quelques faits intéressants:

L'importation des haricots secs est restée à peu près la même en 1915 et en 1916 qu'en 1911. Ils provenaient principalement, avant la guerre: de Madagascar, d'Allemagne, d'Autriche-Hongrie, de Roumanie et de Belgique. Actuellement, les pays exportateurs sont: l'Inde britannique, Madagascar, l'Amérique du Sud et le Japon. Les haricots employés pour nourrir le bétail venaient surtout de Chine, d'Allemagne et de Turquie; ils proviennent maintenant des colonies britanniques, surtout de l'Inde et d'Égypte. Le chiffre des importations anglaises en 1916 est d'environ la moitié de ce qu'il était avant la guerre.

Les grands producteurs de haricots consommés par l'homme ou le bétail étaient, avant la guerre: l'Autriche, l'Italie, l'Espagne, la France, les États-Unis, l'Angleterre.

En ce qui concerne les pois, ce sont actuellement le Japon et la Chine qui alimentent l'Angleterre; avant la guerre, c'étaient l'Inde anglaise, la Nouvelle-Zélande, l'Allemagne, la Hollande et le Japon.

L'étude se termine par un exposé de la valeur alimentaire des légumes secs. Ils ne peuvent remplacer complètement la viande, malgré leur grande richesse en protéines. Leur digestion est d'ailleurs plus difficile et l'assimilation de leurs protéines est souvent incomplète. Elles sont meilleures quand la préparation culinaire a eu pour effet de séparer complètement l'enveloppe et de réduire le contenu en pulpe, comme dans les soupes et les purées. Les légumes secs doivent être mangés fréquemment, mais seulement par petites quantités à la fois, associés à d'autres aliments végétaux. On ne doit jamais en faire sa nourriture végétale exclusive.

ALIMENTATION

La localisation des vitamines dans le grain des céréales. — Des recherches entreprises dans ces dernières années ont permis de reconnaître la présence, dans tous les aliments crus, de principes indispensables à la conservation de la santé chez celui qui les consomme. Ces principes sont détruits par la cuisson. Leur absence dans un régime alimentaire provoque le beriberi, le scorbut, des polyneurites, des paralysies, des parésies, des troubles nerveux et circulatoires qui aboutissent à la mort si le régime déficient est prolongé. On a donné à ces affections le nom de maladies par carence, et c'est leur fréquence parmi les troupes

britanniques des Dardanelles et de la Mésopotamie, nourries de conserves et de biscuit préparé avec de la fleur de farine, pendant le second semestre de 1915, qui a conduit M^{mes} Harrette CHICK et Margaret HUME à rechercher dans quelles régions du grain des céréales se trouvent ces principes. Elles n'ont pas réussi à les isoler. Elles exposent le résultat de leurs recherches dans un mémoire reproduit par les *Proceedings of the Royal Society*, du 1^{er} décembre.

Il n'y a pas de vitamines dans la fleur de farine du froment, du riz et du maïs. Elles sont localisées surtout dans le germe, mais aussi dans les couches extérieures du grain qui passent dans le son et à des degrés divers selon la céréale. Les viandes et légumes conservés en boîtes ont perdu leurs vitamines.

CHEMINS DE FER

L'étude des conditions rationnelles d'établissement des voies. — *L'Engineering News Record*, du 14 mars, rend compte d'un rapport très documenté qui est l'œuvre d'un Comité spécial institué par l'American Society of Civil Engineers et par l'American Railway Engineering Association, dans le but d'étudier les réactions de la voie et les efforts qu'elle subit. Les travaux du « track stress Committee » (suivant le nom donné à Commission d'études), comportent des centaines de milliers d'essais de diverse nature, soit pour déterminer les efforts développés dans les rails, soit pour en mesurer la flexion sous des charges déterminées, fixes ou en mouvement. Les essais sous charges mobiles étaient faits à l'aide du stremmatographe, les charges étant représentées par des locomotives à essieux moteurs pesant de 12 à 16 tonnes, et circulant à des vitesses de 8 à 96 kilom. à l'heure.

Il est impossible de résumer brièvement les nombreuses dispositions d'essais, les diagrammes et les résultats expérimentaux de toute nature passés en revue dans le rapport du « track-stress Committee ». Seules les conclusions générales peuvent être indiquées: elles résultent du fait que, les essais étant faits avec des charges reposant tour à tour sur les traverses et au milieu de l'intervalle séparant les traverses, il en résultait pratiquement les mêmes chiffres dans les deux cas, aussi bien pour les efforts développés dans les rails que pour la flexion éprouvée par ces rails. C'est donc beaucoup moins les réactions individuelles des traverses qu'il faut étudier pour déterminer les réactions de la voie que l'action d'ensemble de cette voie considérée comme une structure élastique, obéissant aux lois de l'élasticité. Les profils de dépression observés lors du passage des locomotives conduisent à formuler les mêmes conclusions, car la flexion dans son ensemble ne se modifie pas suivant la position relative de la charge par rapport aux traverses successives. Les effets de cette charge paraissent se répartir uniformément, en sorte que les conditions de son bon établissement résident principalement dans le choix d'une section de rails suffisante, dans la constitution d'une assiette bien rigide, avec un bon pilonnage, un ballast de profondeur suffisante, etc., toutes conditions qui ont été longtemps négligées aux États-Unis plus qu'en Europe.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Les sables pour verrerie d'optique. — M. BOSWELL, de Londres, a fait une étude sur les sables pour verrerie d'optique, dont M. Jules GARÇON donne les conclusions dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de novembre-décembre.

Le choix du sable a une grande importance sur la transparence et la dureté du verre. La détermination de ses qualités repose sur une triple analyse, chimique, mécanique et minérale.

Rien de particulier à dire sur l'analyse chimique.

L'analyse minérale s'effectue en traitant les sables par des liquides lourds de densités étagées entre 2,56 et 3,3.

L'analyse mécanique a pour but de déterminer la grosseur et le pourcentage des diverses grosseurs; elle s'opère soit par tamisage, soit de préférence par lévigation dans un courant d'air ou d'eau. Il importe que les $\frac{7}{10}$ du sable soient compris entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$ millimètres.

Les sables de verrerie ne doivent contenir que des traces d'alcali, de chaux et de magnésie. Le pourcentage en silice doit être de 99,5 % pour les verres d'optique, 98 % pour les verres ordinaires; il peut descendre à 95 % pour les verres à bouteille.

L'action de l'acétylène sur les métaux à chaud.

— Quand on fait passer de l'acétylène dans un tube chauffé à 120-150°, il se polymérise partiellement en benzène; à très haute température et sous une pression supérieure à la normale, il y a décomposition en carbone et hydrogène. A vitesse modérée, on peut monter cependant à 600-800° sans observer un dépôt de carbone appréciable.

Dans le *Journal of the Society of Chemical Industry*, du 30 mars, M. HODGKINSON rend compte des faits qu'il a observés quand, opérant à des températures généralement comprises entre celles qui viennent d'être indiquées, on fait passer l'acétylène sur des métaux en fils.

Avec le cadmium, le zinc, le plomb, l'étain, le cuivre et l'aluminium, on n'observe rien, même lorsqu'on a atteint le point de fusion de ces métaux.

Pour le fer, le nickel, le cobalt et, à un moindre degré, pour le manganèse, le tungstène, le platine et le palladium, que l'acétylène soit pur ou dilué dans un gaz inerte, on observe, déjà à 200°, un dépôt de charbon sur le métal. Souvent, dans les conditions favorables, le fil devient incandescent. Si on poursuit, la couche de charbon se détache et il s'en forme une autre. Une partie du métal passe dans ce charbon; le métal est gravé; en général, il est devenu très cassant et a absorbé du carbone qui s'y retrouve diffusé, combiné ou non. L'augmentation de fragilité s'observe surtout avec le nickel et le cobalt; le fer, au contraire, est devenu plus résistant, bien que l'intensité des phénomènes aille en décroissant avec les métaux dans l'ordre indiqué ci-dessus.

Ces effets ne peuvent guère s'expliquer que par la formation de composés métalliques, volatils aux températures de l'expérience.

Un grand nombre de composés organiques: le toluène, le phénol, l'aniline, le naphthalène, se comportent comme l'acétylène.

Ces constatations, comme l'a fait ressortir la discussion de ces résultats lors de leur communication en séance de la Société, expliquent la présence du fer dans le goudron, le brai et le coke de houille, ainsi que dans les dépôts de charbon qui se forment dans les conduites de gaz de houille chaudes, situées au voisinage des cornues; elles expliquent aussi l'impossibilité pratique d'employer des bacs métalliques comme brûleurs à acétylène et les encrassements qu'on y observe, même quand on emploie un dispositif pour refroidir ces brûleurs.

Le dosage du manganèse dans les alliages et poussières. — *L'Engineering and Mining Journal*, du 2 mars, publie une étude de M. J. E. CLENNELL sur les méthodes de dosage du manganèse dans les alliages d'aluminium et les poussières. L'expérience démontre que le manganèse entre très fréquemment dans la composition des alliages d'aluminium, et les proportions qu'on en retrouve sont parfois très différentes pour les pièces fabriquées à l'aide de ces alliages et pour leurs poussières.

Les méthodes gravimétriques et volumétriques actuellement en usage exigent généralement la séparation préalable et complète du manganèse,

elles offrent trop de complexité et prennent trop de temps.

C'est pourquoi M. Clennell propose deux méthodes nouvelles de détermination, qui n'exigent, ni l'une ni l'autre, la séparation complète du manganèse.

Après avoir passé en revue les avantages et inconvénients des méthodes suivantes : méthode de séparation par l'oxyde de zinc ; méthode par l'acide oxalique ; méthode Volhard par l'acide sulfurique ; méthode par le persulfate d'ammonium ; méthode de titrage par le peroxyde de plomb, l'auteur expose deux méthodes basées sur l'emploi d'une solution d'arsénite de sodium. Pour titrer convenablement cette liqueur d'essai, M. Clennell se sert, soit du permanganate de sodium, soit de préférence du nitrate de manganèse. Il indique minutieusement les précautions à prendre pour s'assurer que les mêmes conditions sont exactement réalisées lorsqu'on opère, d'une part sur l'alliage soumis à l'étude, et d'autre part sur le permanganate de sodium ou le nitrate de manganèse, afin d'obtenir des résultats qui soient absolument comparatifs.

ELECTRICITÉ

Les lampes électriques portatives à piles primaires. — Les lampes électriques portatives sont presque exclusivement des lampes à accumulateurs. Depuis quelques années cependant, on a construit des lampes à piles sèches, dérivées de la pile Leclanché, qui présentent le très grand avantage d'avoir des dimensions très réduites.

M. NEU, dans la troisième livraison de 1917 du *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, donne la description d'une lampe à pile primaire récemment construite par M. Gauzentes, et composée de deux piles rectangulaires enfermées côte à côte dans une boîte métallique. Pour une durée de 12 heures, le voltage commençant à 3 volts finira à 2 volts.

L'auteur décrit également un type de lampe destinée aux travaux du génie militaire, pouvant fonctionner 16 heures. L'électrode négative est une feuille de zinc moulée cylindriquement et emmanchée à frottement dans un vase en tôle plombée, qui reçoit à son intérieur un vase poreux. Ce vase poreux contient une électrode positive constituée par une lame plate en charbon aggloméré.

Le vase en tôle plombée se trouve préservé de l'attaque des réactifs par son contact électrique avec l'électrode zinc, métal électro-négatif par rapport à la tôle plombée. Les liquides employés sont : dans le vase extérieur une solution saturée de chlorure de sodium et dans le vase intérieur une solution chromique.

La lampe complète pèse 1^{kg} 350 et aux prix d'avant guerre le coût de 16 heures d'éclairage était de 5 fr. 50.

L'électricité dans la sucrerie. — La sucrerie est une des industries pour lesquelles la contribution des États-Unis a pris le plus de développement vis-à-vis de leurs alliés, depuis que ceux-ci se sont trouvés privés par la guerre de leurs propres moyens de production et des ressources que leur offrait l'importation du sucre des autres pays (France, Belgique, Russie étant les principaux pays producteurs parmi les alliés, et l'Autriche-Hongrie et l'Allemagne dans l'autre camp). Heureusement l'industrie sucrière américaine, aussi bien que l'industrie cubaine depuis l'intervention des Américains à Cuba, ont su tirer un très grand profit des applications de l'électricité, qui ont été lentes à se développer, mais dont la consécration n'en est aujourd'hui que plus définitive.

La *General Electric Review*, d'août 1913, signalait déjà, dans un article dû à M. P. S. SMITH, les avantages certains d'une telle évolution dans l'intérêt de la sucrerie en général, et en particu-

lier dans la fabrication du sucre de canne. Avec plus de précision encore, dans les numéros de janvier et de décembre 1914 de la même publication, M. A. I. M. WEINTRAUB a montré comment devait se faire l'électrification des sucreries, et maintenant de nouveaux articles de ce journal viennent témoigner des avantages que l'industrie sucrière doit à l'adoption des appareils électriques et à l'initiative éclairée des constructeurs américains.

Dans la *General Electric Review*, de mars, M. E. M. ELLIS expose les emplois de l'électricité dans la sucrerie de betteraves, et décrit trois installations caractéristiques de Californie : ces installations font une telle consommation de vapeur à basse pression qu'elles n'ont pas trop de toute la vapeur détendue dans la turbine motrice pour le chauffage des jus sucrés, en sorte que l'on trouve plus économiquement de ne pas employer la condensation et d'utiliser la vapeur d'échappement pour le chauffage.

Dans la *General Electric Review*, d'avril, M. C. A. KELSEY montre l'économie réalisée par la commande électrique du matériel servant au traitement de la canne à sucre. Ses exemples sont empruntés à de nombreuses installations de Cuba et du Mexique, transformées pour la plupart entre 1914 et 1916, et dont il examine les éléments de dépenses et décrit à grands traits le matériel et les méthodes. Pour chiffrer les avantages de l'électricité au point de vue économique, M. Kelsey donne l'exemple d'une exploitation dont il analyse les dépenses avant et après la transformation, analyse qui a pour conclusion les chiffres suivants :

Économies totales dues à l'emploi de l'électricité : environ 260 000 francs par an.

Économies par tonne de sucre dues à l'emploi de l'électricité : 17 francs environ.

La sous-station de transformation de Cedar Avenue, à Cleveland (É.-U.). — L'*Electric Railway Journal*, du 13 avril, donne une intéressante description de la sous-station de commutatrices qu'on vient d'installer à Cleveland, sur l'emplacement de l'ancienne centrale à vapeur de Cedar Avenue, une des rares usines à vapeur qui s'exploitaient encore récemment à échappement libre, et certainement la plus puissante de ces usines aux États-Unis.

La raison de cet anachronisme était curieuse : elle tenait à ce que la Compagnie exploitante était depuis longtemps liée par contrat à une fabrique de sel voisine, à qui elle vendait sa vapeur d'échappement à un prix rémunérateur, de sorte qu'en tenant compte des recettes assurées par ce contrat, le kilowatt-heure revenait à un prix net inférieur à celui qu'il eût fallu payer pour l'obtenir d'une autre Compagnie. Nous n'avons pas à dire ici pour quelles raisons il est devenu possible économiquement de recourir à une autre source de courant et de faire disparaître cette centrale complètement démodée. On l'a fait en lui substituant, sur le même terrain, une grande sous-station transformatrice destinée à transformer en courant continu le courant alternatif triphasé à 11 000 volts et 60 périodes par seconde.

L'installation a été faite dans un temps remarquablement court, et cinq semaines ont suffi à la mise en place de tout le matériel en ordre de marche, le transfert de tous les feeders et la vérification des connexions n'ayant pris que six heures.

La puissance de la sous-station est de 12 000 kilowatts, réalisée à l'aide de 8 unités de 1 500 kilowatts, au lieu de machines plus puissantes, partout employées maintenant. La raison en est que ce type de machine est représenté déjà sur le même réseau par une douzaine de commutatrices en service, auxquelles le personnel est habitué. D'autre part, il est plus facile ainsi de proportionner le nombre des unités en marche aux besoins du service et de faire marcher les commutatrices et leurs transformateurs aussi près que possible de leur pleine charge.

Une pile-étalon thermo-électrique. — Dans une communication à l'*American Institute of Electrical Engineers* que publient les *Proceedings*, de février, M. C. A. HOXIE indique le moyen de faire servir le couple thermo-électrique à l'établissement d'un étalon secondaire de force électromotrice.

En principe, le couple thermo-électrique fournit un étalon d'intensité de courant, en ce sens qu'il lui faut une intensité de courant déterminée pour fonctionner normalement.

Le fonctionnement de la pile-étalon étudiée repose sur la mise en opposition de la force électromotrice de l'élément thermo-électrique avec une résistance analogue à celles des ponts de Wheatstone ou des potentiomètres : il faut une certaine valeur de l'intensité de courant pour obtenir l'équilibre, et c'est ce courant qui, envoyé dans un filament approprié, sert de source calorifique pour le chauffage du couple thermo-électrique.

Le coefficient de température offre évidemment différentes valeurs qui dépendent de la température à laquelle est chauffé le filament. Il faut donc prévoir des dispositifs compensateurs appropriés pour compenser le coefficient de température du système.

Une des premières applications données à cette pile-étalon a consisté à établir avec elle certains potentiomètres d'un type spécial.

Parmi les avantages qu'offre le nouvel étalon, on doit naturellement mettre au premier rang la permanence de son étalonnage, permanence qui, d'après les essais, ne serait pas sujette à permettre des variations supérieures à plus ou moins 0,1 %. La pile présente une grande sensibilité aux changements d'intensité, car les galvanomètres de laboratoire, et notamment ceux qu'on fournit couramment avec les potentiomètres de type portatif, sont susceptibles de traduire de manière très sensible des variations d'intensité d'un dixième de 1 %.

ENSEIGNEMENT

Le laboratoire d'essai des matériaux à l'Institut Technique de Milan. — Dans l'*Industria*, du 31 mars, le Professeur DANUSSO envisage le rôle et l'organisation qui conviennent aux laboratoires de recherches directement engagés dans les essais intéressant la science et l'industrie. Il semble que la guerre, avec le caractère industriel dont elle est profondément marquée, doive avoir une influence directe sur l'orientation de leur activité et de leurs efforts : c'est ce que M. Danusso montre en particulier pour le laboratoire d'essais annexé à l'Institut Technique supérieur de Milan.

Avant même que le décret du 4 avril 1916 eût pour effet de comprendre les laboratoires parmi les établissements auxiliaires participant à la mobilisation industrielle, le laboratoire d'essais de Milan avait mis son personnel et son outillage à la disposition des autorités militaires italiennes. Il en est résulté un développement considérable dans le nombre et dans l'importance des essais exécutés, essais qui dépassaient mensuellement 50 000 à la fin de l'année 1917, alors qu'ils étaient à peine de quelques milliers par mois dans les deux années précédentes. Dans le programme de recherches du laboratoire rentrent tous les essais de métaux, des fers de différentes sections et des fils de différents diamètres, les essais des bois, des pierres, chaux et ciments, des manomètres et des récipients pour gaz comprimés, etc.

Une évolution paraît s'être faite dans les essais, en ce sens qu'ils ont aussi souvent pour objet la vérification d'un travail fait sur un ou plusieurs matériaux que l'épreuve de qualité intrinsèque des matières premières : certaines pièces, préparées, par exemple, pour l'aviation, doivent être soumises à des essais portant bien plus souvent sur la pièce en état d'utilisation que sur les matériaux dont elle est faite.

C'est, d'ailleurs, un des caractères dominants

du laboratoire de l'Institut de Milan de s'être prêté dès les premiers jours aux essais nouveaux exigés par et pour le développement de l'aviation, et trois catégories d'essais sont à distinguer dans cet ordre d'applications :

1° Essais des matières premières employées dans la construction des pièces d'aéroplanes, offrant un contrôle régulier qui profite directement aux travaux des usines de construction et des services de contrôle institués par l'État dans ces usines ;

2° Essais des pièces fabriquées et retenues par les usines de construction, essais auxquels est subordonnée leur réception définitive avant que les pièces soient admises au montage ;

3° Essais comparatifs des systèmes ou travaux de diverses provenances et d'inspiration différente ; recherche des combinaisons et des matériaux susceptibles de mieux servir les intérêts et les progrès de l'aviation.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

L'apprentissage. — Quoique les progrès de l'outillage et des machines-outils permettent jusqu'à un certain point de se passer de la main-d'œuvre qualifiée, grâce à la fabrication en grandes séries de pièces interchangeables. M. JULY montre dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de novembre-décembre, que les usiniers doivent se préoccuper de l'apprentissage pour un certain nombre de leurs ouvriers. Comme il ne leur est plus possible de former eux-mêmes des apprentis, on a songé à la création d'écoles spéciales d'apprentissage, fort coûteuses assurément, mais d'où peuvent sortir des ouvriers d'élite.

Différents procédés ont été utilisés : les cours du soir dans certains ateliers scolaires ; — les cours dits de « demi-temps », ayant pour sanction un certificat de capacité qui constitue un critérium de la valeur de l'ouvrier ; — les cours municipaux d'apprentis ayant satisfait à l'obligation scolaire, où les élèves, avec 5 heures $\frac{1}{2}$ de travail manuel, suivent des cours élémentaires de technologie et de révision de l'enseignement général.

M. July préconise le préapprentissage (1), c'est-à-dire un peu de travail manuel durant la dernière année d'école primaire pour tous ceux qui sont destinés à devenir ouvriers. Sans salaire, on ne trouvera pas d'apprentis : les classes de préapprentissage auraient l'avantage de permettre une rémunération immédiate.

Les relations de l'administration et du personnel aux usines. — M. Mark M. JONES expose, dans l'*Industrial Management*, d'avril, les principes qui l'ont inspiré dans l'organisation du service du personnel aux usines Edison d'Orange, service qu'il dirige avec succès depuis l'année 1916, sous la haute direction de M. Charles Edison, fils de l'inventeur. C'est à la suite d'une étude approfondie des organisations en vigueur à cette date que fut décidée la centralisation complète de toutes les questions intéressant le personnel des usines Edison. De même que l'inventeur fameux, ses collaborateurs immédiats professent que tout sentiment ne doit pas être banni des affaires, et qu'au contraire, il en faut faire puissamment état pour assurer toute leur efficacité aux services suivants : surveillance du travail, répartition des emplois, fixation des salaires, service des améliorations, service de sécurité, service de santé.

C'est aux idées que défendent Edison et ses collaborateurs qu'on doit l'introduction dans le langage industriel, aux États-Unis, du mot *personnel* au lieu et place du mot américain *personal*, ce mot étant emprunté à la langue française et conservant son sens familial français comme substantif, en excluant, au contraire, l'acception qui s'attache à lui comme adjectif : car l'idée de

M. Jones est que l'administration doit être impersonnelle, et que toute autocratie doit être bannie pour faire place à l'exercice discret d'une autorité d'ailleurs fondée sur la confiance et sur l'expérience.

M. Jones compare la méthode de commandement des chefs d'usine et des contremaîtres américains, au moins aux usines Edison, à la méthode traditionnelle en vigueur dans l'armée française et dans les armées alliées, par opposition à la rudesse autoritaire de l'officier et du feldwebel allemands. Sans doute, les contremaîtres ont d'abord cru que l'organisation d'un service du personnel centralisé tendrait à diminuer leurs prérogatives et il se sont montrés d'abord peu favorables à cette centralisation. Ils ont reconnu depuis qu'il y gagnaient en autorité.

D'après M. Jones, les usines Edison doivent à ces principes l'harmonie et le contentement qui s'affirment à tous les degrés de la hiérarchie, même à l'heure où la crise de la main-d'œuvre déroule ses conséquences les plus graves.

MÉTALLURGIE

La métallurgie de l'antimoine en Chine. — La Chine méridionale possède de riches gisements de stibine (sulfure d'antimoine) exploités depuis longtemps ; leur exploitation avait déjà pris quelque importance avant la guerre et la Chine exportait de nombreux minerais, surtout des pauvres à 20-25 % d'antimoine, qu'elle ne pouvait traiter sur place pour régule et qui, en Europe, étaient grillés pour oxyde d'antimoine Sb_2O_3 . Cet oxyde trouve des emplois directs quand il est pur ; impur et chargé de Sb_2O_4 , il peut être réduit par le charbon en présence du carbonate de soude et fournit alors l'antimoine métallique (régule).

Les événements actuels ayant provoqué la hausse de ce métal, plusieurs usines métallurgiques se sont créées en vue de traiter le minerai sur place et selon les méthodes européennes, de sorte que la Chine est actuellement le premier producteur d'antimoine du monde : plus de 60 % de la consommation mondiale sont fournis par elle.

Dans le *Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, d'avril, M. CHUNG YU WANG donne un tableau de l'état actuel de la métallurgie de l'antimoine en Chine. Il décrit les différents types de fours en service : fours à cuve, à réverbère, soit pour grillage de minerai à l'état de Sb_2O_3 ou de Sb_2O_4 , soit pour réduction de ces oxydes par le charbon de bois, soit pour réaction du fer sur le sulfure fondu, séparé par liquation du minerai riche. Les types de chambres de condensation et le procédé d'obtention du dessin en fougère sur le régule d'antimoine sont décrits en détail.

Toutes ces installations nouvelles à l'européenne ne correspondent à aucun progrès technique ; l'auteur déplore le gaspillage qui en résulte et indique les perfectionnements qu'on pourrait facilement apporter à cette industrie.

La trempe des métaux et l'effet de masse. — A la dernière réunion (2-3 mai), de l'*Iron and Steel Institute*, M. E. F. LAW a consacré un long mémoire à cette question.

Il fait d'abord observer que, depuis 25 ans, de nombreux travaux ont fixé assez exactement les conditions d'équilibre des aciers au carbone et les effets sur ces aciers des changements de température. Le traitement thermique des aciers peut donc s'asseoir maintenant sur des bases scientifiques suffisantes, et on pourrait presque se contenter des résultats obtenus, si on n'avait à tremper que des pièces de petites dimensions.

Les conditions de la trempe sont nettement déterminées pour ces pièces, mais elles restent à déterminer pour les pièces de plus grosses dimensions, et c'est une grave erreur que celle qui consiste à déduire du petit au grand par simple extension des résultats : méthode à laquelle M. Law s'efforce de substituer une méthode rationnelle, basée sur l'étude attentive des conditions du refroi-

dissement dans les différentes sections d'une pièce de grandes dimensions.

L'auteur opère sur des cubes de 450 millimètres de côté, qu'il chauffe pendant 4 heures dans un four à la température de 900° C, de manière à s'assurer que la température de départ est bien uniforme dans toutes les parties de la masse du cube. Il prouve, d'abord, par des courbes d'échauffement soigneusement établies sur des cubes semblables, que cette durée de séjour dans le four est en effet suffisante pour obtenir ces conditions initiales d'uniforme température dans la masse, indispensables à des essais précis de refroidissement.

M. Law fait ensuite connaître, par une série de diagrammes de refroidissement dans différentes zones des blocs en question, les conditions de la trempe aux différents points : soit dans l'air froid, soit dans l'huile, soit sous l'effet d'un bain dans l'eau froide, soit sous l'action d'un appareil vaporisant l'eau en fines gouttelettes. Quatre groupes de courbes correspondent à ces quatre cas, et, si on considère l'extérieur du bloc, son centre, et un point intermédiaire placé à égale distance entre les deux premiers, on constate que : dans l'air, il ne faut pas moins de 265 minutes pour que les trois courbes du premier groupe atteignent asymptotiquement les ordonnées de température à peu près égales ; dans l'huile, il faut 140 minutes pour que le refroidissement soit à peu près le même aux trois points choisis du même bloc ; dans le pulvérisateur à eau, le résultat est encore loin d'être atteint au bout de 50 minutes, et il en est à peu près de même pour la trempe dans un bain d'eau. Les essais faits ensuite sur les cubes ainsi trempés confirment leur hétérogénéité, que faisait prévoir la lecture des thermo-couples servant à la mesure des températures aux trois points choisis d'un même cube.

La fonderie de cuivre et ses applications électriques. — La métallurgie du cuivre était encore si imparfaite, il y a 25 ans, qu'on n'aurait pas pu faire de ce métal l'emploi si répandu qu'on en fait en électricité, sans des pertes au moins doubles de celles d'aujourd'hui.

Après avoir rappelé, dans l'*Iron Age*, du 18 avril, les études de Matthiesen sur la question, M. G. F. COMSTOCK montre comment elles ont été complétées par M. Laurence Addicks dans son mémoire à l'American Institute of Mining Engineers sur l'effet des impuretés du cuivre au point de vue de la conductibilité de ce métal.

L'affinage du cuivre a été aujourd'hui perfectionné de telle manière qu'on pourrait penser qu'il est désormais facile de préparer le cuivre nécessaire aux différents besoins de l'électricité. Il n'en est rien pour deux raisons principales :

1° L'affinité du cuivre fondu pour l'oxygène et pour les autres gaz, d'où dissolution de ces gaz et formation de poches dans lesquelles l'oxyde formé est maintenu à l'état de solution qui se solidifie lorsque le métal se refroidit, mais reste à l'état d'oxyde de cuivre eutectique, incorporé entre les grains de cuivre pur.

2° La seconde raison des difficultés qu'on éprouve à obtenir de bons moulages de cuivre électrique tient à ce que ce métal offre, à l'état pur, des constantes mécaniques insuffisantes pour la plupart des applications de cet ordre. Il y a longtemps que les fondeurs ont appris à sacrifier un peu de la conductibilité du cuivre et à lui donner plus de dureté en y ajoutant certaines impuretés. Le zinc a été souvent employé à cet effet ; mais il n'est pas difficile de trouver un métal qui fasse perdre moins de conductibilité et donne plus de qualités mécaniques au cuivre, et on cite à cet égard l'expérience heureuse faite avec le silicium, le phosphore et le bore.

M. Comstock examine tour à tour les avantages et les inconvénients de ces divers désoxydants, et il conclut en faveur de l'emploi du silicium, qui, selon lui, convient le mieux à tous égards et assure au cuivre moulé le maximum de conductibilité électrique.

(1) Voir, à ce sujet, l'importante étude publiée par M. BELLOM dans le *Génie Civil* des 28 juillet et 4 août 1917 (t. LXXI, nos 4 et 5, p. 37 et 73).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La formation artificielle du diamant. — Sir Charles A. PARSONS a présenté le 2 mai, à l'Institut of Metals, un mémoire, reproduit dans l'*Engineering*, du 3 mai, sur les procédés proposés jusqu'ici pour la fabrication du diamant. Il rappelle les travaux de Moissan et de Crookes et passe en revue les voies diverses dans lesquelles se sont successivement engagés les chercheurs.

L'auteur pense que le diamant peut probablement se former à la température d'environ 690° C., l'un des points de recalescence de la fonte, alors que le bain de métal est encore quelque peu perméable aux gaz. Un traitement thermique à hautes températures dans un four électrique semble être essentiel à la production des diamants.

Mesure précise de la vitesse d'un obturateur photographique à rideau au moyen d'un disque tournant. — Lorsque des instantanés doivent être de très courte durée ($1/100$ à $1/1.000$ de seconde), les photographes préfèrent souvent employer un obturateur à rideau plutôt qu'un obturateur d'objectif. Ce genre d'obturateur, qui consiste en un rideau à fente, de largeur réglable, qui se déplace rapidement devant la plaque, a, en outre, l'avantage de mieux utiliser la lumière et de la répartir régulièrement sur toute la plaque, de sorte qu'on peut encore réduire la durée de la pose dans certains cas.

Pour mesurer la durée de pose fournie par un obturateur, on photographie généralement une bille brillante pendant qu'elle tombe devant une échelle graduée; des positions extrêmes de l'image de cette bille sur la plaque par rapport à la règle, on déduit facilement le temps qui s'est écoulé entre ces deux positions. Cette opération est délicate car il faut déclencher l'obturateur pendant que la bille traverse le champ de l'appareil.

Dans la *Revue Polytechnique* (de Genève), du 25 avril, M. H. HUGUENIN indique une nouvelle méthode de mesure qu'il a imaginée dans le cas de l'obturateur à rideau. Elle n'a pas les inconvénients précités et elle est à la fois beaucoup plus commode et plus précise que la méthode de la bille.

Cette méthode consiste à photographier un disque noir portant deux secteurs blancs diamétralement opposés, qu'on a fixé sur une des faces latérales d'une meule tournant à une vitesse constante connue, et mesurée par un tachymètre. On obtient ainsi comme image un cercle noir traversé par des bandes blanches. L'auteur montre comment, de l'examen de ces bandes et de quelques mesures exécutées sur elles, on peut déduire facilement la durée de pose à $1/3.000$ de seconde près (quand la meule fait 2.250 tours par seconde), soit une approximation 20 à 30 fois plus grande que par la méthode de la bille. On peut, en outre, mesurer la vitesse du rideau aux différentes positions de la fente et étudier son fonctionnement, savoir s'il est régulier ou non.

BREVETS ANGLAIS

Extracteur d'huiles de graines. — MM. Downs et Belwood ont obtenu, sur ce sujet, le brevet de l'appareil représenté figure 1, imprimé le 17 avril sous le n° 113 530.

L'invention a pour objet de réduire la consommation de la vapeur employée dans les installations d'extraction d'huile de graines au moyen des solvants volatils. En se rendant à l'appareil extracteur, le solvant passe dans des appareils de chauffage préalable A et K : mais, tandis que l'appareil K est chauffé par la vapeur à la manière ordinaire, la cuve A est chauffée au moyen des vapeurs du solvant déjà chargé d'huiles et passé dans l'évaporateur B.

De l'appareil de chauffage préalable A, les va-

peurs du solvant sont envoyées au condenseur C à la manière ordinaire.

Les condensations du solvant dans l'appareil A sont éliminées par la soupape et la tuyauterie M.

Le solvant pur est amené à l'appareil A par la tuyauterie F que commande une soupape. Le solvant saturé d'huile lui est amené, de l'un ou l'autre des réservoirs E ou H, par les tuyauteries e ou G, également pourvues de soupapes.

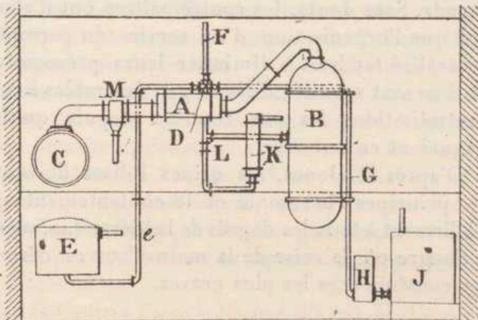


FIG. 1. — Extracteur d'huile.

Enfin, L est la tuyauterie d'évacuation qui ramène le solvant saturé d'huile, à sa sortie de l'appareil A, dans le réservoir B où il sera traité à la manière ordinaire.

Il est clair qu'il cédera avant d'y arriver les calories utilisées au chauffage du solvant pur dans l'appareil A, et que par conséquent cet appareil réalisera une notable économie de vapeur par cette récupération thermique.

Hélice nautique à pales mobiles. — M. Thomas Eaton a obtenu, le 21 février, sous le n° 113 324, un brevet ayant pour objet le mode de montage de l'hélice représenté sur la figure 1.

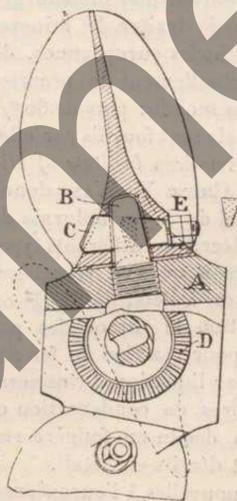


FIG. 1.

Hélice nautique à pales mobiles.

Sur les bossages A du moyeu d'hélice font projection des axes qui s'engagent exactement à l'intérieur des logements B ménagés à la base des pales de l'hélice. Les axes et les logements sont assujettis entre eux au moyen de clavettes C en forme de coins, et les pièces sont serrées sur les rampes de ces clavettes au moyen des écrous et contre-écrous E.

Pour donner l'orientation voulue aux pales et pour maintenir celles-ci en position, les faces de contact maintenues en prise présentent une fine denture analogue à celle des têtes moletées des dispositifs de réglage, ainsi que le montre en D la partie centrale de la figure 1.

Appareil de soudure électrique. — Le 12 avril a été délivré à M. W. H. Isherwood, sous le n° 113 537, un brevet sur la soudure électrique, publié le 17 avril 1918.

L'invention s'applique aux appareils commandés à la main ou au pied, et elle permet de donner, en commandant à la fois l'arc électrique et son circuit d'alimentation, une durée déterminée d'application du courant électrique à la soudure.

L'appareil n'est pas utilisé pour effectuer la soudure linéaire et continue, mais bien une succession de soudures appliquées à des pièces séparées, ou même appliquées par places à une pièce déterminée. On doit placer la pièce à souder entre les électrodes A et D, reliées directement aux extrémités du circuit secondaire du transformateur HK,

comme l'indique la figure 1. L'électrode D est fixe et rendue solidaire d'une des bornes du secondaire K du transformateur, au moyen de la console métallique sur laquelle est montée l'électrode D. L'électrode supérieure A est montée à l'une des extrémités d'un levier B susceptible d'osciller autour du pivot C. Le courant secondaire du transformateur est amené à cette seconde électrode par le balai feuilleté J, frottant, ainsi qu'on le voit, à la partie supérieure du secon-

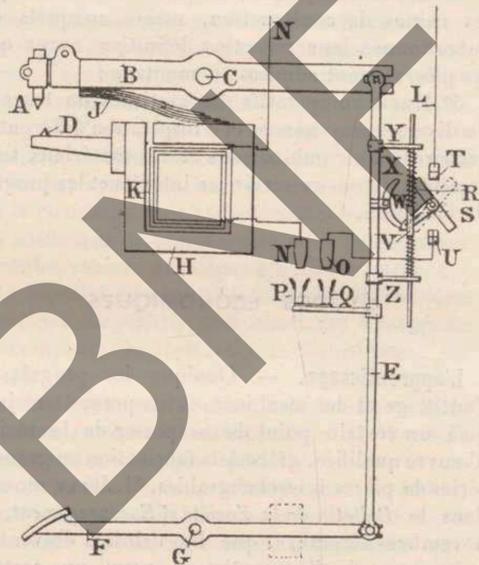


FIG. 1. — Appareil de soudure électrique Isherwood.

daire H, qui, pour la circonstance, est constitué d'une simple spire de ruban ou de barre en métal bon conducteur de courant.

On voit qu'en pressant sur la pédale F on fait osciller son levier autour de l'axe G, et la poussée qui en résulte sur la tige verticale E se transmet à l'extrémité du levier B opposée à l'électrode A et fait descendre cette électrode au contact de la pièce à souder.

En même temps, le circuit primaire K du transformateur, qui était interrompu aux points P et Q par l'interrupteur à deux branches NOPQ, est rétabli, par suite du déplacement de bas en haut des mâchoires mobiles P Q de cet interrupteur.

La manœuvre d'abaissement de la pédale F a donc déjà pour double effet d'amener en place les électrodes de l'appareil à souder et de préparer, dans le primaire K du transformateur réducteur, l'envoi du courant alternatif emprunté aux lignes L et N.

L'examen de la figure 1 montrera qu'un troisième effet résulte encore de cette manœuvre : en effet, la tige E entraîne dans son mouvement une console Z qui, en s'élevant avec la tige E, applique la pression d'un ressort à la pièce V et dégage du verrou inférieur W la manette S d'un interrupteur T, R, U. Entre les contacts fixes T et U de cet interrupteur, le pont mobile R établit le courant, qui sera maintenu d'autant plus longtemps que le ressort est plus puissant et les contacts T et U plus larges.

Lorsque la pression du pied sur la pédale F aura pris fin, la manette S de l'interrupteur et la coulisse V du dispositif enclencheur et déclencheur se trouveront bloquées par le verrou X dans leur position supérieure, exactement comme elles l'étaient auparavant dans leur position inférieure par le verrou W.

La durée de l'émission de courant se règle ainsi qu'il a été dit, soit par la largeur des contacts, soit par la pression des ressorts, soit enfin par un dashpot. Le dispositif est donc réglé en vue d'un travail donné et il prolonge l'application du courant exactement le temps qu'il faut pour la bonne exécution de ce travail.

Le Gérant : A. DUMAS.