

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères...

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères.... 1924/09/27.

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

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

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

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

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

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

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

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

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

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

Le schiste pouvant être mélangé aux blocs de grosseur moyenne est enlevé en grande partie à la main, en faisant passer les blocs sur un transporteur à courroie de caoutchouc de 1^m 20 de largeur ; le reste est enlevé après le broyage préliminaire par des tamis vibratoires. Les petits morceaux de fer sont éliminés par une poulie magnétique.

Les principales machines employées pour le broyage sont : huit broyeurs Sturtevant, dont quatre réduisant à 32 millimètres et

quatre longs transporteurs à bandes montés chacun sur un châssis se déplaçant sur des rails au-dessus des diverses trémies, permettant de desservir l'une quelconque des trémies. Le déplacement du châssis et le mouvement de la bande du transporteur sont obtenus électriquement par un moteur monté sur le châssis en tête du transporteur.

De même, le chargement en vrac des wagons fermés est obtenu avec un chargeur Manierre à goulotte orientable. Les sacs

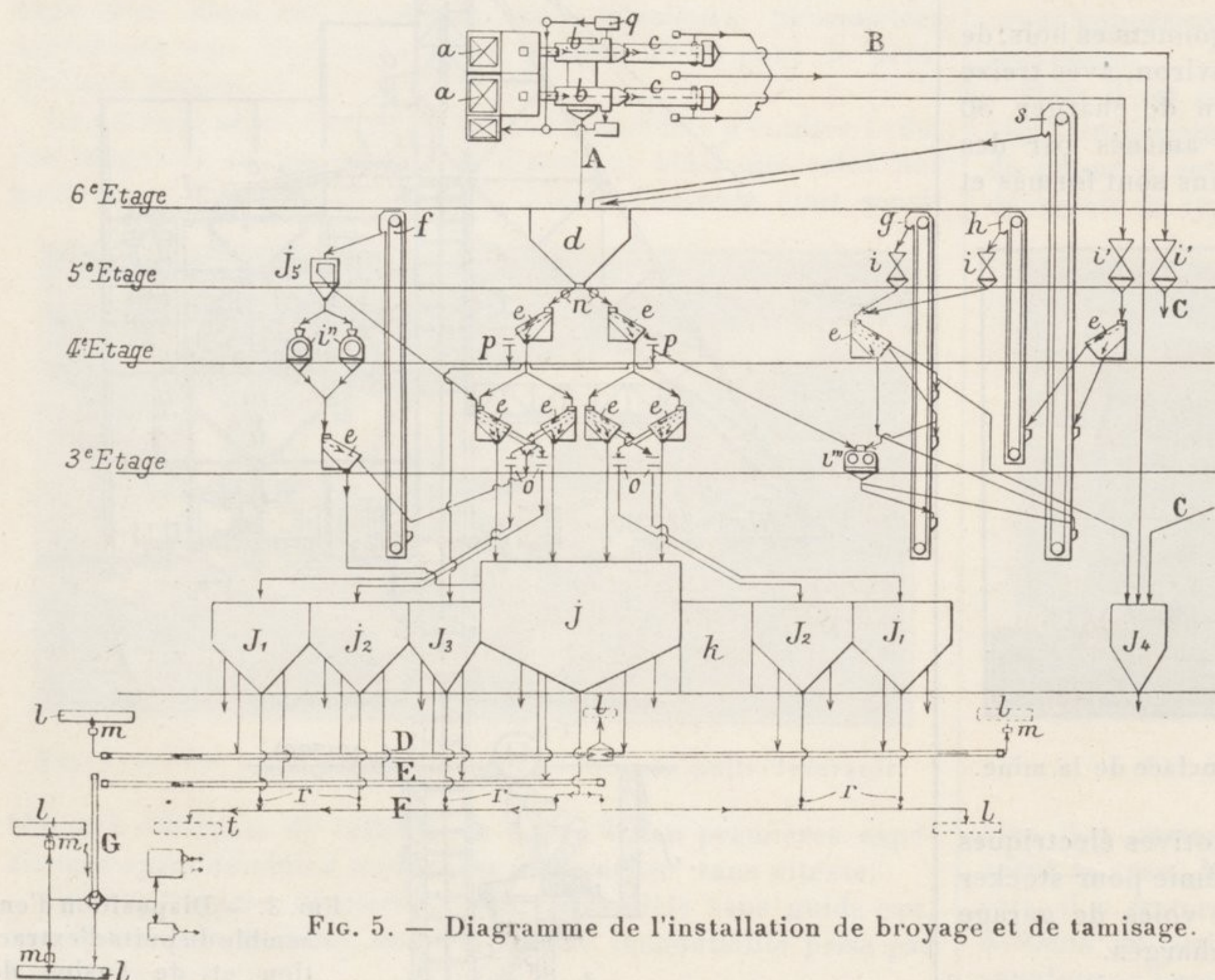


FIG. 5. — Diagramme de l'installation de broyage et de tamisage.

- a, benne de 9 tonnes ;
- b, tamis à secousses (160) ;
- c, courroie pour l'enlèvement du schiste (160) ;
- d, trémie primaire de 300 tonnes ;
- e, tamis vibratoires Hummer ;
- f, élévateur de second broyage (30) ;
- g, élévateur à schiste (30) ;
- h, élévateur (30) ;
- i, broyeurs Sturtevant (30) ;
- i', broyeur Sturtevant (160) ;
- i'', broyeurs Bauer (10) ;
- i''', broyeur Stephens-Adamson (20) ;
- j, trémie à sel demi-fin de 850 tonnes ;
- j1, trémie à gros sel de 430 tonnes ;
- j2, trémie à sel n° 1 de 430 tonnes ;
- j3, trémie à sel n° 2 de 250 tonnes ;
- j4, trémie à résidus rocheux ;
- j5, trémie intermédiaire ;
- k, sacherie ;
- l, wagon en position de chargement ;
- m, chargeur de wagons ;
- m1, chargeur de wagons transportable ;
- n, distributeurs rotatifs (31,25) ;
- o, groupe de transporteurs à châssis mobile ;
- p, transporteur à courroie ;
- q, wagon pour gros blocs ;
- r, ensachage ;
- s, élévateur (80) ;
- A, fil de 10^{mm} 5 et au-dessous (107) ;
- B, résidu rocheux vers la trémie ;
- C, vers un groupe de machines symétrique à celui de gauche ;
- D, transporteur de sel en vrac (300) ;
- E, transporteur mixte ;
- F, transporteur de sacs de sel ;
- G, transporteur à courroie incliné.

(Les chiffres entre parenthèses indiquent le tonnage horaire.)

quatre à 25 millimètres pour le broyage préliminaire, deux broyeurs Stephens-Adamson à cylindres lisses pour le broyage moyen et deux broyeurs à frottement Bauer pour transformer le sel n° 1 en sel demi-fin.

Pour le tamisage, les tamis vibratoires Hummer ont avantageusement remplacé les tamis à secousse ordinaires comme rendement et capacité ; l'installation comporte vingt-quatre tamis doubles et douze tamis simples, les grands ayant une capacité de 15 tonnes à l'heure. Des distributeurs rotatifs, à quatre aubages, disposés à la sortie de la trémie primaire, assurent une alimentation uniforme et régulière des six premiers tamis Hummer.

L'alimentation des diverses machines et la manutention sont entièrement automatiques, au moyen de glissières, d'élévateurs à godets, de transporteurs à bande particulièrement ingénieux. Ainsi, la distribution des produits finis est effectuée au moyen de

transporteurs à bande spéciaux et chargés dans les wagons automatiquement.

L'installation électrique a été réalisée avec le même souci de perfection. Un groupe de transformateurs fournit à 2 300 volts le courant nécessaire à l'usine de broyage et tamisage pourvue de transformateurs secondaires, aux moteurs des treuils d'extraction, et aux machines et locomotives du fond, où est disposé un convertisseur rotatif.

Cette installation de la mine de Retsof, dont nous avons emprunté la description à l'*Engineering and Mining Journal-Press*, du 23 juin, a été mise en marche dans son ensemble au début de 1924, et elle réalise, paraît-il, le rendement maximum avec le minimum de frais d'exploitation et d'entretien.

P. B.

CHEMINS DE FER

L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER

en Allemagne occupée, par la Régie franco-belge.

Au moment où la France et la Belgique prennent des mesures préliminaires en vue de l'évacuation de la Ruhr, occupée depuis le 11 janvier 1923, il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'œuvre accomplie par les alliés pendant cette période difficile. Le *Génie Civil* a déjà donné (1) des indications sur l'activité de la Mission interalliée de contrôle des usines et des mines, qui aurait été paralysée dans ses efforts si elle n'avait eu, pour tous les transports, l'appui de la Régie franco-belge des chemins de fer.

Les problèmes techniques que soulevait le fait de la résistance allemande étaient très complexes. Nous allons examiner comment a été résolu le plus difficile de tous, peut-être, l'exploitation des chemins de fer des territoires occupés par la Régie franco-

belge, d'après une étude très documentée, publiée dans la *Revue générale des Chemins de fer*, d'août et septembre, par M. E. Soulez, Ingénieur des Arts et Manufactures, sous-chef de l'Exploitation au Chemin de fer du Nord et secrétaire général de la Régie.

Création de la Régie. — Dès le début de l'occupation, le Reich ordonna aux fonctionnaires et à la population la « résistance passive ». La grève du personnel des chemins de fer devint bientôt générale sur les deux rives du Rhin.

Il importait d'assurer les communications des troupes d'occupation, et l'autorité militaire ne disposait que de 500 agents formant la 50^e Section des Chemins de fer de campagne ; les Gouvernements français et belge décidèrent immédiatement de la renforcer par l'envoi d'une partie des sections actives des Chemins de fer de campagne. Grâce à l'énergie de ces agents, l'espoir qu'avaient conçu les Allemands de nous créer des difficultés inextricables fut déçu, et le ravitaillement de l'armée fut assuré.

Ceci fait, il s'agissait de réorganiser peu à peu les transports commerciaux. Dans ce but fut créée, le 1^{er} mars, la Régie des chemins de fer des territoires occupés, qui, placée sous l'auto-

(1) Voir : *L'évolution de l'industrie sidérurgique allemande des territoires occupés, et particulièrement de la Ruhr*, dans le *Génie Civil* des 23 et 30 août 1924 (t. LXXXV, n° 8 et 9, p. 172 et 189).

rité du général commandant en chef pour tous les transports destinés à l'armée, conservait par ailleurs son indépendance technique.

Lorsqu'elle prit possession des lignes antérieurement exploitées par 170 000 agents allemands, la Régie ne disposait que de 10 000 français et belges, auxquels vinrent bientôt se joindre 5 400 cheminots volontaires. C'est avec ce personnel si peu nombreux qu'il fallut résister aux sabotages organisés : en effet, du 19 avril au 30 juin, furent constatés 125 attentats dont les organisateurs espéraient jeter la panique dans le personnel franco-belge.

D'autre part, nombre de locomotives avaient été envoyées en territoire non occupé, des sabotages de cabines, d'aiguilles, de ponts tournants, de prises d'eau avaient été effectués ; une partie de l'outillage avait été enlevée des dépôts, ou détruite. Par des emprunts d'outillage faits aux grands ateliers, et grâce à l'aide des réseaux français qui prirent des locomotives en réparation, on put surmonter toutes ces difficultés.

L'attentat du pont de Duisbourg où une bombe à retardement, déposée dans une voiture d'un train de permissionnaires belges, causa la mort de 12 soldats et en blessa 60, eut pour effet de soulever l'indignation générale et la réprobation de tous les pays, et même celle des populations des territoires occupés ; le Reich comprit qu'il faisait fausse route : les attentats cessèrent.

La dévalorisation constante et souvent très rapide du mark, monnaie en laquelle se faisaient tous les encaissements, dont la Régie devait transformer la valeur en francs, fut une autre cause de graves difficultés. Après avoir étudié diverses solutions (emploi du franc français, création d'une banque d'émission), les Gouvernements français et belge autorisèrent la Régie à émettre, jusqu'à concurrence de 65 millions de francs, des bons spéciaux de valeurs diverses (0 fr. 05 à 100 francs), valables exclusivement pour les transports.

Dès le début d'octobre, il devint évident que le Reich, à bout de ressources, allait être forcé de cesser de financer la résistance passive et que la rentrée des cheminots allemands en serait bientôt la conséquence. En effet, les premières demandes de réintégration se produisirent le 17 octobre et s'élevèrent à 124 000 en quatre jours. C'était une nouvelle difficulté pour organiser, sans heurt, l'amalgame des deux personnels : le franco-belge, sur lequel on pouvait compter quoi qu'il arrive, et l'allemand, dont on pouvait redouter une nouvelle défaillance ; M. Soulez indique les directives adoptées.

Le personnel allemand étant rentré en service, on dut s'occuper de la remise en état des voies et de la signalisation, des locomotives et des wagons, puis intensifier le service à mesure que les besoins du trafic l'exigeaient. Au 1^{er} décembre, la Régie transportait 100 000 tonnes par jour, 250 000 voyageurs, et assurait 128 000 kilom. de parcours ; en janvier 1924, elle arrivait à 180 000 tonnes, 290 000 voyageurs, 175 000 kilom. et, au 1^{er} mai, à 400 000 tonnes, 400 000 voyageurs et 350 000 kilom. de parcours.

Examinons comment ont été organisés les différents services pour atteindre ces résultats.

Organisation générale de la Régie. — Les lignes exploitées par la Régie étaient auparavant rattachées aux Directions allemandes d'Essen, Elberfeld, Cologne, Mayence, Ludwigshafen et Trèves ; il apparut nécessaire, surtout en vue de la reprise de service ultérieure des cheminots allemands, de conserver l'ancienne organisation. En outre, une Direction générale et des Services centraux furent créés et installés d'abord à Düsseldorf, puis bientôt transportés à Mayence.

Aux cheminots français et belges furent assurées une allocation supplémentaire de 16 francs au minimum et pouvant aller jusqu'à 31 francs, et une bonification d'ancienneté faisant compter double le temps passé au service de la Régie.

La fixation des salaires des cheminots allemands présentait une difficulté spéciale due à la baisse du mark. Le personnel désirait être payé en francs français ; on ne crut pas devoir le faire, par crainte de nuire à notre franc, et la création des bons de la Régie assura la solution désirée. Des majorations de salaires, qui passèrent progressivement de 30 % à 100 %, furent appliquées pour maintenir la parité avec le coût croissant de la vie. Lorsque les chemins de fer allemands payèrent leurs agents en marks-or, on adopta une majoration de 140 % des salaires de base.

Tous les avantages dont jouissaient antérieurement les

cheminots allemands leur furent conservés : soins médicaux et produits pharmaceutiques pour eux et leur famille, secours pécuniaire en cas de maladie, assistance d'accouchement, etc.

Constitution du réseau. — Le réseau ferré de la rive gauche et de la rive droite du Rhin compris dans la limite de la zone d'occupation, déduction faite de la zone anglaise de Cologne, comportait 3 392 kilom., et les lignes de la Ruhr, 1 633 kilom. : soit un total de 5 025 kilom. dans la zone d'action de la Régie, au moment de sa création.

Au début de la résistance passive, l'armée n'avait assuré que l'exploitation des lignes principales de la zone d'occupation et de deux lignes dans la Ruhr : Düsseldorf à Duisbourg et Düsseldorf à Hengenstein ; le tout formait un ensemble de 1 478 kilomètres.

A partir de la prise de possession du réseau par la Régie, l'exploitation fut peu à peu étendue à de nouvelles lignes pour satisfaire, à la fois, aux besoins croissants du trafic et aux demandes des divers organismes des « Réparations ».

Services de l'exploitation. — L'autorité militaire, pour son exploitation de début, avait utilisé les marches du livret spécial militaire. Par la soudure des marches de ce livret, des itinéraires avaient été établis pour assurer le ravitaillement de l'armée, le transport des isolés et des détachements, et quelques transports civils sur les lignes exploitées.

A sa prise de service, la Régie continua à utiliser ce livret ; mais, dès le 18 avril, de nouveaux horaires furent créés, correspondant à une accélération notable ; des trains express, marchant à 60 kilom. à l'heure, furent mis en route pour assurer une liaison rapide entre la France et la Belgique et les principaux centres de l'Allemagne occupée : entre Aix-la-Chapelle, Düren, Düsseldorf et Essen ; entre Wiesbaden, Mayence et Sarrebrück ; entre Wiesbaden, Mayence, Wissembourg et Strasbourg ; entre Coblenz et Trèves.

Sans insister sur la sujétion causée par la traversée de la zone anglaise, M. Soulez rappelle la convention faite de dix trains circulant dans chaque sens sur la ligne de la rive gauche du Rhin de cette zone, et signale le doublement, pour assurer le transport des charbons, de la ligne à voie unique de Düren à Euskirchen et Bonn.

Il rappelle aussi l'accord du 1^{er} décembre, après la cessation de la résistance passive, entre la Régie et la Reichsbahn, fixant les conditions du rétablissement des relations et des échanges ferroviaires entre les territoires occupés et l'Allemagne non occupée. Les échanges furent repris rapidement partout, sauf au point de contact avec la zone d'occupation anglaise. Ce ne fut qu'après des pourparlers assez laborieux entre la Régie, les autorités d'occupation anglaises et les chemins de fer allemands, que fut signée la convention du 16 février réglant le rétablissement des relations et des échanges dans cette zone.

Lorsque la Régie prit l'exploitation de son réseau, une des premières opérations dont elle eut la charge fut la reconnaissance et l'acheminement des 18 000 wagons chargés de colis et laissés en souffrance par l'administration allemande défaillante : ce travail fut très laborieux ; il dut, d'ailleurs, être terminé par un organisme spécial créé à cet effet.

Concurremment avec cette liquidation, la Régie eut à assurer, pour le compte du service des réparations, des transports de coke et de charbon, provenant d'abord des stocks sur wagons trouvés dans les gares, puis du déstockage des combustibles se trouvant sur le carreau des mines. Elle eut aussi à assurer, au même titre, jusqu'au 1^{er} décembre, l'expédition de 100 000 tonnes de produits chimiques, 26 000 tonnes de sucre, 22 000 tonnes de matières colorantes, 170 000 tonnes de produits métallurgiques, etc.

Les transports commerciaux ne commencèrent à prendre quelque importance qu'à partir de septembre, mais leur développement a été rapide au cours des derniers mois ; aujourd'hui le trafic de 1922 est dépassé.

En même temps que la question des transports, s'est posé, dès le début, le problème de leur taxation.

Pour les voyageurs, progressivement furent établis des tarifs d'abonnement ordinaires, à la semaine ou mensuels, puis des suppléments pour les rapides et les express, comme sous le régime allemand.

Pour les marchandises, on créa neuf échelles différentes de prix, applicables par wagons de 15 tonnes, sauf exceptions, prix que l'on dut majorer par la suite de 80 %.

Les prix des billets de voyageurs ont de même été majorés plusieurs fois; ils sont actuellement, pour les 1^{re}, 2^e, 3^e et 4^e classes, respectivement de 0 fr. 30, 0 fr. 20, 0 fr. 12 et 0 fr. 08 par kilomètre.

Organisation du service de la voie. — Les voies allemandes sont constituées généralement par des rails Vignole posés sur traverses métalliques avec emploi de selles, crapauds, rondelles à ressort et boulons. L'entretien des voies armées en traverses métalliques nécessite une surveillance particulière des attaches qui se desserrent plus facilement que celles des traverses en bois. De plus, les traverses métalliques exigent un bourrage spécial.

L'entretien, depuis longtemps négligé, dut être repris d'urgence par la Régie, qui a fourni un tel effort que dès avril 1923, elle avait en exploitation près de 2 200 kilom., dont 1 825 à double voie; cependant le personnel du Service de la voie, réparti sur ces 2 200 kilom., n'était alors que de 1 250 cheminots, personnel notoirement insuffisant, surtout à cause de l'hostilité fréquente de la population.

Afin d'améliorer la situation, des équipes volantes de cantonniers furent réparties pour surveiller les lignes. D'autre part, le gardiennage de la voie et des passages à niveau fut imposé aux municipalités. A partir du 1^{er} juillet 1923, des travaux de réfection des voies furent adjugés à des entreprises privées.

Grâce à ces différentes mesures, au moment de la cessation de la résistance passive, la longueur totale des lignes surveillées et entretenues par la Régie atteignait 3 580 kilom., dont 2 580 à double voie.

L'arrêt de fonctionnement des signaux et des appareils de sécurité, dont beaucoup avaient été sabotés par les cheminots allemands, lors de leur abandon du travail, fut un grave obstacle au prompt rétablissement du service.

La signalisation allemande, très simple dans son principe, est très développée. L'emploi des appareils de block enclenchés avec les signaux est général. Les postes de manœuvre, dont la plupart avaient été sabotés, sont nombreux et de types très divers. Toutes ces installations étaient inconnues des cheminots de la Régie, exception faite de ceux venant d'Alsace-Lorraine. Aussi, dans bien des cas, dut-on assurer la sécurité en établissant des relations téléphoniques, tandis que, sur les grandes lignes seulement, on installait d'urgence les appareils de sécurité nécessaires.

Matériel et traction. — Avant le déclenchement de la résistance passive, les Allemands avaient évacué vers les territoires non occupés environ 1 100 locomotives et 30 000 wagons tombereaux en bon état. En outre, de nombreuses locomotives avaient été sabotées et, comme il a été dit ci-dessus, dans les ateliers et les dépôts, les machines et l'outillage avaient été partiellement enlevés ou mis hors de service.

Au 1^{er} avril 1923, la Régie n'avait à sa disposition que 2 639 locomotives, dont 52 % étaient immobilisées. La réorganisation des ateliers et les réparations faites en France permirent de remettre en service, de décembre à avril dernier, plus de 1 000 locomotives.

D'autre part, suivant les accords de Mayence du 1^{er} décembre, l'Administration allemande s'était engagée à fournir progressivement à la Régie, en ordre de marche normal, les locomotives demandées par cette dernière, dans la mesure correspondant au trafic, jusqu'à concurrence du nombre des locomotives de chaque type qui existaient au parc du réseau exploité par elle au 10 janvier 1923. M. Soulez ajoute que, conformément à ces accords, 600 machines ont été demandées successivement à l'Administration allemande; mais celle-ci n'en a livré que 167.

Comme pour les locomotives, la question de la remise en état de nombreux wagons avariés ne se posa qu'à partir du moment où, le trafic prenant un notable développement, le matériel en bon état, dont le petit entretien fut seul assuré au début, commença à faire défaut. On dut alors remettre en service un certain nombre d'ateliers et entreprendre la remise en état méthodique du matériel en commençant par les véhicules de grande vitesse et les wagons houillers. Au 31 décembre, les 38 ateliers, d'impor-

tances diverses, qui fonctionnaient alors avec 5 600 ouvriers, réparaient en moyenne, par jour, 300 voitures et 1 500 wagons et levaient 50 voitures et 500 wagons.

En février, le parc de la Régie comptait 8 200 voitures G. V., dont 1 700 avariées; en avril, elle avait sur ses lignes 140 000 wagons de P. V. dont 30 000 couverts, 80 000 wagons-tombereaux et 10 500 wagons plats.

La cessation du travail dans les mines rendit difficile l'approvisionnement en combustibles pour les locomotives; il y eut crise de quantité et de qualité. Pour remédier en partie à ces inconvénients, des marchés furent passés avec les mines domaniales de la Sarre, qui fournirent, à partir d'octobre, des charbons criblés de fraîche extraction. Enfin, en novembre, à la suite d'accords spéciaux réalisés par la Régie, les quantités de combustibles nécessaires purent être prélevées directement auprès des mines de la Ruhr.

En ce qui concerne le personnel des locomotives, on ne put tout d'abord constituer que 850 équipes, tout en employant tous les agents susceptibles de monter sur les machines; en octobre, le nombre des équipes était de près de 1 300; à partir de cette époque, la résistance passive ayant cessé, la progression du nombre des équipes fut extrêmement rapide, et leur nombre avait atteint environ 5 400 en mars.

Organisation financière de la Régie. — Le régime financier de la Régie tient à la fois de celui des grandes Compagnies de chemins de fer et de celui des Chemins de fer de l'Etat français, qui comporte lui-même une certaine adaptation des règles très étroites de la comptabilité publique aux nécessités d'une exploitation industrielle et commerciale.

Le Directeur de la Régie dresse le projet de budget et exerce, en matières de dépenses, les fonctions d'ordonnateur; un contrôleur des dépenses engagées doit intervenir pour régler les détails d'organisation du service financier.

Les ressources nécessaires pour couvrir les déficits, ou pour compléter le fonds de roulement sont fournies à la Régie, au fur et à mesure des besoins, par les Gouvernements français et belge, à titre d'avances remboursables par le Gouvernement allemand. Les bénéfices sont mis à la disposition des mêmes Gouvernements, en fin d'exercice, et viennent d'abord en atténuation des avances.

La Régie tire ses principales ressources du trafic; cependant, les produits du domaine: concessions de buffets, location des emplacements dans les gares, etc., forment un appoint appréciable.

Quant aux rapports de la Régie avec les services publics financiers et les banques, les disponibilités sont centralisées à des comptes de dépôt sans intérêts ouverts à la Régie à Mayence, à Paris et à Bruxelles; les retraits de fonds sont opérés, soit par voie de demandes de fonds, soit par voie de virements ou de tirages de chèques au profit des créanciers de la Régie.

Conclusions. — Au moment de sa création, les buts fixés à la Régie ont été d'assurer les transports militaires et les transports de réparations. La Régie s'est imposé, en outre, celui d'assurer la reprise de la vie économique dans les territoires occupés, se rendant bien compte qu'elle concourrait puissamment, de cette façon, à briser la résistance passive décrétée par le Reich.

Ces buts ont été complètement atteints; à l'heure actuelle, la Régie est en mesure d'assurer, non seulement la totalité du trafic demandé, qui a égalé celui de 1922, mais encore un trafic plus important.

On peut donc dire que, malgré toutes les difficultés qui lui ont été opposées et malgré l'immensité de sa tâche, la Régie a entièrement fait face aux obligations qui lui avaient été fixées ou qu'elle s'était imposées elle-même.

Les résultats financiers obtenus ne le cèdent d'ailleurs en rien aux résultats techniques. La recette journalière, qui n'était que de 1 000 francs au début, a atteint environ 8 millions en mai dernier. D'ailleurs, l'année 1923, pour laquelle on escomptait un gros déficit, s'est soldée par un bénéfice de près de 3 millions de francs. On peut être certain aujourd'hui, d'après les résultats acquis, que l'année 1924 est susceptible de se traduire par un bénéfice de plus de 600 millions, et cela, bien que la Régie fasse, en particulier au point de vue de la réparation des

machines et du matériel, un effort très supérieur à celui qu'elle aura à assurer ultérieurement, si elle continue l'exploitation, lorsque le parc sera définitivement remis en bon état.

M. Soulez termine ainsi : « En réalité, on peut escompter, dans un avenir relativement rapproché, que le développement de la vie économique dans les territoires occupés portera les recettes de la Régie à 9 ou 10 millions par jour, avec un bénéfice journalier de 3 millions ».

R. M.

VARIÉTÉS

La correction du facteur de puissance par des condensateurs statiques ou dynamiques.

Le *Génie Civil* a exposé, à diverses reprises (1), les inconvénients d'un mauvais facteur de puissance d'un appareil électrique en fonctionnement sur des réseaux de courant alternatif. Le mauvais $\cos \varphi$ des moteurs asynchrones entraîne, pour tout kilowatt de puissance mécanique absorbée par l'appareil, la fourniture par le réseau d'un courant déwatté, ou d'une puissance apparente qui atteint 10 % si le facteur de puissance du moteur est de 90 %, 20 % s'il est de 80 %, etc.

Les remèdes à apporter aux inconvénients du mauvais facteur de puissance, sont, en principe, de deux sortes : ou bien on aura recours à un mode de construction coûteux, assurant un meilleur facteur de puissance aux moteurs asynchrones; ou bien, ces moteurs conservant leur facteur de puissance actuel, un appareil spécial compensera ce mauvais $\cos \varphi$ et fournira sur place la puissance déwattée nécessaire.

Il reste naturellement un troisième palliatif à envisager pour les réseaux électriques, mais il ne dépend pas d'eux de l'adopter ou de l'imposer dans tous les cas : c'est l'emploi de plus en plus développé de moteurs synchrones. Quoi qu'il en soit, les plus principaux des moteurs à courant alternatif sont du type asynchrone, et la compensation de leur facteur de puissance est une des questions, qui, à l'heure actuelle, intéressent vivement les réseaux fournisseurs d'énergie électrique.

Deux moyens sont à la disposition des électriciens pour compenser les mauvais facteurs de puissance des moteurs asynchrones, ils consistent à employer :

1° Des condensateurs statiques, c'est-à-dire composés d'armatures métalliques alternant avec des diélectriques;

2° Des condensateurs synchrones (nom qui, par analogie, a été donné à des moteurs synchrones spécialement utilisés pour jouer le même rôle que des condensateurs statiques), c'est-à-dire compenser le retard du courant et le mettre, soit en phase, soit en avance sur la force électromotrice. On peut citer des installations utilisant l'une ou l'autre méthode, et, à mesure que se perfectionne la fabrication des condensateurs statiques, qui étaient, encore hier, du domaine des laboratoires et qui se développent de jour en jour davantage, on peut constater que les deux classes d'appareils ont leurs applications, et qu'un calcul économique doit permettre de faire un choix judicieux entre ces appareils, chaque fois qu'un cas analogue se présente.

C'est ce calcul que M. M. A. Hyde, de la Westinghouse Electric and Manufacturing Co, s'est efforcé, dans l'*Electrical World*, du 8 mars, d'asseoir sur des bases générales et rationnelles. Il est arrivé, en étudiant comparativement les deux solutions, à établir les lois suivant lesquelles est déterminée entre les domaines revenant de préférence à l'une ou à l'autre classe d'appareils, une ligne de démarcation bien définie, suivant les précisions numériques relatives à chaque cas.

Dans la figure 1, le domaine économique du condensateur statique est représenté par la zone A, le domaine du condensateur synchrone par la zone B (contenu entre l'axe des ordonnées et les courbes). En abscisses est représenté le prix de l'énergie en centièmes de dollar par kilowatt-heure, en ordonnées la puissance de l'appareil (condensateur synchrone ou statique), en kilovoltampères.

Suivant les mêmes données ont été établies les courbes de la figure 2, avec la différence que, au lieu de correspondre à une

tension de service de 2300 volts, elles correspondent à une tension de l'ordre de 110 volts. En A (entre l'axe des abscisses OX et les courbes AB), on voit le domaine pour lequel il est avantageux de faire appel à un condensateur statique, et dans la zone B celui pour lequel le condensateur synchrone mérite la préférence.

Le calcul auquel s'est livré M. Hyde est analogue, dans ses grandes lignes, aux calculs économiques les plus courants : par exemple, aux calculs pour lesquels les éclairagistes ont déclaré qu'il était avantageux de limiter la durée des lampes à mesure que s'appauvrit l'intensité de leur lumière, ou les calculs dans lesquels est défini mathématiquement le compromis à établir entre les dépenses du cuivre dans une installation électrique et le coût des machines génératrices d'énergie ou de la puissance qu'elles produisent. L'auteur a considéré chacun des appareils comme exigeant une mise de fonds, dont il a calculé l'intérêt et l'amortissement (représentant des annuités auxquelles il a ajouté la dépréciation, l'assurance et les impôts) : le tout étant de l'ordre de 15 %, dans le cas qu'il a envisagé; après quoi, il a tenu

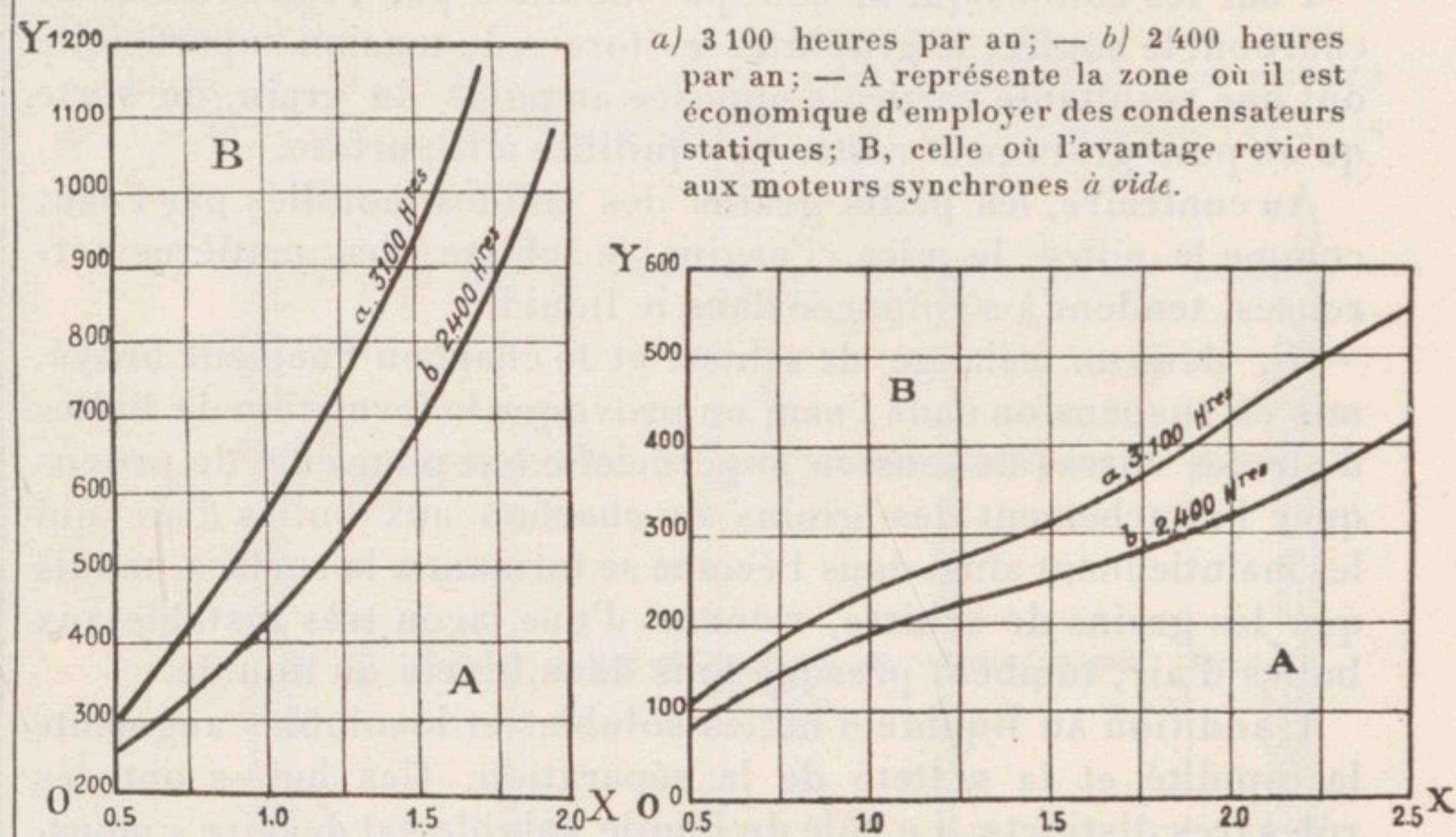


FIG. 1 et 2. — Conditions dans lesquelles s'effectue la compensation du facteur de puissance d'un réseau.

compte des frais d'entretien et de service, évidemment plus élevés pour le moteur synchrone que pour le condensateur statique, et enfin il a tenu compte du prix de l'énergie consommée et des rendements des appareils; cette énergie étant comptée au prix indiqué en abscisses aux figures 1 et 2. Il n'a tenu compte, cependant, ni des fondations qu'exige le moteur synchrone, ni des frais d'entretien, de service ou d'accidents. Il tient, d'ailleurs, pour très faibles les dépenses d'entretien qu'exige un condensateur synchrone, et pour nulles celles qui correspondent aux condensateurs statiques. Enfin, l'auteur n'a pas supposé qu'il était tiré parti, dans les installations qu'il envisage, de la possibilité d'utiliser le condensateur synchrone comme moteur fournissant de l'énergie. Malgré ces réserves, et dans les limites indiquées, la comparaison est sérieusement faite et permet de se faire, au moins en première approximation, une idée des avantages comparés des deux systèmes.

La concentration par flottage des schistes de terril aux mines de Nœux (Pas-de-Calais).

Deux sortes de produits, les mixtes et les schlamms, que l'on rencontre dans tous les lavoirs de charbon, sont d'une utilisation particulièrement difficile : les mixtes obligent à des repassages onéreux, souvent peu efficaces; les schlamms constituent à peu de chose près une perte.

Un nouveau traitement des mixtes devant être précédé d'un broyage, on se trouve, dans le cas de ces deux résidus, en présence de grains fins ou très fins. Or, les bacs à feldspath ne peuvent traiter que des grains d'au moins 3 millimètres; pour séparer des grains de dimensions inférieures, sans avoir recours à des appareils trop encombrants, on est obligé de s'appuyer sur d'autres constantes physiques que la densité : on peut s'adresser au procédé de concentration par flottage qui utilise les phéno-

(1) Voir, notamment, le *Génie Civil* du 10 janvier 1920 (t. LXXVI, n° 2, p. 39).

mènes de capillarité et de tension superficielle, sans que la densité ait aucun rôle à jouer.

Ce procédé a été appliqué au traitement du terril de Nœux ; un article de M. Chataignon, publié par la *Revue de l'Industrie minière*, du 15 juillet, expose l'application du flottage dans les lavoirs de ces mines, après avoir esquissé la théorie de ce procédé.

On sait que la concentration par flottage ⁽¹⁾ consiste, en principe, à former à la surface libre du liquide une écume chargée de grains de charbons, la gangue restant en grande partie dans le sein du liquide. Pour augmenter la rapidité de la concentration, on ajoute à l'eau une petite quantité d'huile, moins d'un demi-kilogramme par tonne d'huile, partiellement soluble (crésol) et d'huile insoluble (pétrole).

M. Chataignon rappelle que, depuis les travaux de Gauss, on peut assimiler la surface d'un liquide à une membrane élastique tendue. Cette « tension superficielle » du liquide peut maintenir à la surface les solides de petite dimension avec un « angle de contact » tourné vers le bas ou vers le haut, suivant que le corps est mouillé ou non par l'eau.

Pour les solides qui ne sont pas mouillés par l'eau, comme le charbon, le soufre, le graphite, les forces de tension superficielle ont une résultante verticale opposée au poids du grain, de sorte qu'un petit grain peut rester en équilibre à la surface.

Au contraire, les petits grains des solides mouillés par l'eau, comme la silice, le mica, l'argile, le schiste, les matières terreuses, tendent à s'enfoncer dans le liquide.

Si, dans un mélange de schiste et de charbon finement broyé, mis en suspension dans l'eau, on provoque la formation de bulles d'air, les forces de tension superficielle ont pour effet de provoquer l'attachement des grains de charbon aux bulles d'air qui les maintiennent ainsi dans l'écume se formant à la surface, tandis que les grains de schiste, retenus d'une façon très instable aux bulles d'air, tombent presque tous dans le sein du liquide.

L'addition au liquide d'huiles solubles et insolubles augmente la rapidité et la netteté de la séparation. Ces huiles ont des rôles très distincts. Le rôle de l'huile soluble est de faire « mousser » le liquide, c'est-à-dire de répartir l'air en un très grand nombre de bulles très petites et stables.

Quant à l'huile insoluble, l'auteur explique son rôle comme suit : tandis que l'eau mouille les gangues et ne mouille pas les sulfures et le charbon, l'huile insoluble possède une affinité inverse, elle mouille les sulfures et le charbon et ne mouille pas les gangues.

Une très mince pellicule d'huile insoluble recouvrant une particule de charbon a pour effet d'augmenter nettement l'angle de contact eau-charbon, ce qui revient à faciliter l'attachement aux bulles d'air et par suite l'inclusion dans l'écume.

Un appareil de flottage doit réaliser un contact intime, dans le sein du liquide, entre les particules de charbon et les bulles d'air, puis permettre aux bulles chargées de charbon de monter à la surface. M. Chataignon décrit l'appareil M. S. Standard, qu'il considère comme le mieux établi. Il se compose, en principe, de deux parties principales : la boîte d'agitation, caisse en bois, de section carrée, ouverte vers le haut, et la caisse pointue, sorte de spitzkasten de dimensions réduites. Ces deux parties, accolées l'une à l'autre, communiquent à leur partie inférieure.

Dans la boîte, l'agitation est produite par un arbre vertical portant des pales inclinées à 45° ; les remous produits par la rotation introduisent une certaine quantité d'air dans la pulpe : d'où production de bulles et formation de mousse enrichie de charbon.

Les appareils industriels sont composés de plusieurs unités semblables, accolées latéralement. La circulation de la pulpe se fait de la caisse pointue d'une unité à la boîte d'agitation de l'unité suivante, jusqu'à la dernière caisse pointue où se fait l'évacuation des résidus.

C'est dans quatre machines de flottage du type Standard, pouvant passer chacune 250 tonnes par 24 heures, que sont traités les schistes du terril de Nœux, après avoir été extraits par une pelle mécanique, système Clère ⁽²⁾ à commande électrique, amenés à l'usine par une série de transporteurs, et broyés à 0-2 millimètres.

(1) Voir, à ce sujet : *Le lavage des charbons par flottage ; le traitement des poussières à haute teneur en cendres*, dans le *Génie Civil* du 31 mai 1924 (t. LXXIV, n° 22, p. 521).

(2) Voir la description de cet appareil dans le *Génie Civil* du 13 janvier 1923 (t. LXXXII, n° 2, p. 39).

L'une des plus grosses difficultés consiste à débarrasser le concentré fourni par le flottage de la majeure partie des 50 à 60 % d'eau qui l'accompagne, cette opération est d'autant plus difficile que le concentré est plus argileux : c'est le cas des schlamms. On arrive à réduire cette humidité à 15 % environ, en faisant passer le concentré par deux filtres continus à vide du type Oliver, de 20 mètres carrés chacun de surface filtrante.

L'usine qui ne fonctionne encore qu'avec deux machines de flottage et ne traite que 500 tonnes par jour, produit, avec des schistes à 65 % de cendres, 100 tonnes de concentrés à 20 % de cendres et 15 % d'humidité.

La résistance des pieux de fondation.

Le professeur De Thierry, de Berlin, examine ce difficile problème technique, dans un article qu'a publié récemment la revue néerlandaise *De Ingenieur* (n° 22 de 1924).

Il signale que, pour la résistance des pieux, on fait souvent usage de la formule dite hollandaise donnée par Haagsma en 1887 :

$$P = \frac{h}{e} \cdot \frac{Q^2}{Q + q}$$

où Q = poids du mouton, q = poids du pieu en kilogr., h = hauteur de chute du mouton, e = enfoncement au dernier coup (h et e en minutes). La charge T admise pour le pieu est alors $T = \frac{P}{m}$. Haagsma fait dépendre m de la nature du mouton. Cela paraît rationnel, puisque ce choix dépend de la nature du terrain traversé.

De Préaudeau, dans son ouvrage « Procédés généraux de construction », donne pour m la valeur fixe 6, mais des exemples montrent que l'on arrive ainsi à des valeurs de P inadmissibles. Il suffit qu'un pieu ayant traversé un terrain peu consistant rencontre un terrain plus dur, pour que brusquement e s'abaisse et que P croisse au delà des valeurs possibles. D'ailleurs, dans un terrain compressible, on peut obtenir $e = 0$ avec un mouton tombant très vite, alors qu'après cette opération on obtient à nouveau des valeurs positives avec un petit mouton tombant lentement de faible hauteur.

L'auteur prétend que toutes ces formules de Haagsma, Rankine, Weisbach, Redtenbach, pèchent par un vice fondamental : on veut déterminer la résistance statique du pieu au moyen de déductions provenant d'opérations dynamiques. Déjà, dans l'*Engineering News*, en 1888, Krapf signalait qu'on ne parvenait pas à enfoncer au mouton les pieux dans le lit boueux de l'Hudson, tandis qu'en faisant reposer sur ces pieux une partie du poids du bateau portant la sonnette, le pieu s'enfonçait bien et supportait après coup une surcharge statique égale à la charge d'enfoncement. Les charges d'essai donnent dans ces cas des données sûres.

M. De Thierry cite encore (d'après les *Annales des Ponts et Chaussées*, 1895) l'exemple des pieux du fort de Rochefort, où l'on s'est basé uniquement sur le frottement latéral des pieux à raison de 1000 kilogr. par mètre carré, ce qui donna un coefficient de sécurité de 2 1/2. Dans le port de Bremerhaven, on arriva à peu près au même résultat avec un terrain analogue, terrain tourbeux sur sable diluvien.

Toutefois, dès que la pointe rencontre le terrain résistant, la résistance à l'enfoncement de cette pointe doit intervenir.

En 1922, l'ingénieur Dörr a émis une nouvelle théorie de la résistance des pieux, basée sur la théorie de la poussée des terres, d'Engesser. Il estime avec raison que cette poussée doit intervenir dans la résistance. M. de Thierry examine l'application de cette formule et les résultats qu'elle donne.

D'après Dörr, la résistance par frottement s'écrit :

$$R = \gamma \varepsilon \frac{l^2}{2} \mu u.$$

où : γ = poids spécifique du terrain ;

$\varepsilon = 1 + \operatorname{tg}^2 \varphi$ (φ , angle du talus naturel des terres) ;

l = distance du terrain naturel à la pointe du pieu ;

μ = coefficient de frottement entre le pieu et le sol ;

u = circonférence du pieu.

La résistance D à l'enfoncement de la pointe du pieu s'écrit :

$$D = \gamma \varepsilon l F.$$

$$\text{où : } \varepsilon = \text{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right).$$

F = section du pieu.

La résistance du pieu devient : $T = R + D$.

Si V est le volume de la partie enterrée du pieu :

$$T = \gamma V \left(\varepsilon + \varepsilon_1 \mu \frac{l}{2F} \right);$$

soit, pour un pieu cylindrique :

$$T = \gamma V \left(\varepsilon + \varepsilon_1 \mu \frac{2}{d} \right).$$

Si le pieu traverse des terrains différents, la formule se présente sous la forme d'une somme de plusieurs termes semblables.

T est la surcharge admissible et la sécurité est assurée en considérant que, si le pieu veut s'enfoncer, ε et ε_1 croîtront. D'ailleurs, on choisira μ avec la prudence voulue. En général $0,1 < \mu < 0,5$, M. De Thierry démontre par des exemples que les résultats de la formule de Dörr se concilient avec ceux de la pratique. Comme la nature du terrain a une grande importance, ou aura des résultats plus sûrs si cette nature est bien connue, comme c'est le cas avec des pieux en béton construits sur place.

A. B.

Les installations d'humidification de l'air dans les industries textiles.

Il est indispensable, en raison des propriétés hygroscopiques des fibres textiles, tant végétales qu'animales, de les travailler dans une atmosphère d'un degré d'humidité déterminé, et il faut, à cet effet, humidifier l'air dans les filatures et les tissages. En effet, dans un air trop sec, les fibres deviennent rêches et de grosseur inégale; leur résistance et leur élasticité diminuent. Les fils qu'on en tire sont également rêches, avec beaucoup de fibres qui dépassent, et les tissus ne sauraient être lisses. Au contraire, les produits filés dans une ambiance humide à point, sont beaucoup plus lisses et plus réguliers et fournissent de bien meilleurs tissus. Il est même impossible de fabriquer certains numéros de fils très fins, lorsque l'état hygrométrique de l'air est au-dessous d'un certain minimum.

Un autre inconvénient d'un air trop sec, c'est que, par suite des frottements énergiques qui se produisent pendant les opérations, l'air sec constituant un diélectrique, des quantités considérables d'électricité statique se développent, entravent la marche des opérations de filature et de tissage, et déprécient les produits.

Toutes ces constatations ont d'abord été faites sur le continent, tandis que l'Angleterre, grâce à son climat extrêmement favorable à l'industrie textile, jouissait d'une position privilégiée.

C'est à cause de ces conditions climatiques, que les industries textiles du continent se sont vues obligées de faire appel à l'humidification artificielle, ce qui a donné lieu à de nombreux dispositifs.

Lorsqu'il s'agit de créer, indépendamment des conditions atmosphériques extérieures, un état hygroscopique favorable de l'air circulant à l'intérieur d'un atelier textile, on peut avoir recours à deux procédés, qui diffèrent en principe. L'un consiste à combiner l'humidification avec le système de ventilation et éventuellement avec le chauffage : dans ce cas, on aura affaire à une installation centrale d'humidification d'air. L'autre comporte un service de ventilation complètement indépendant de l'humidification : dans ce dernier cas, il s'agit en général, ou bien d'un système de pulvérisation d'eau à l'aide d'appareils distincts, dont il existe un grand nombre de types différents, ou bien d'une humidification dite à l'air comprimé.

Comme l'explique la *Revue Sulzer* (n° 2 de 1924), à laquelle nous empruntons ces renseignements, les installations centrales d'humidification et de ventilation sont basées sur le principe de préparer l'air destiné aux diverses salles en un point central, où ont lieu le réchauffage, l'humidification, le lavage et, le cas

échéant, le refroidissement de l'air, qui est ensuite refoulé dans les diverses salles de travail de l'établissement à l'aide de ventilateurs et à travers un réseau de canalisations appropriées (fig. 1). Le ventilateur V , généralement installé au sous-sol, aspire, soit de l'air frais du dehors à travers le canal C_1 , soit de l'air de circulation des salles de travail par canal C_2 , soit enfin un mélange d'air frais et d'air de circulation : le réglage du mélange se fait à l'aide de registres et de clapets. L'air ainsi aspiré est refoulé à travers un appareil de chauffage A et pénètre ensuite dans la chambre d'humidification H . Dans celles-ci sont disposées, à différentes hauteurs, de nombreuses tuyères de pulvérisation, de telle sorte que l'eau vaporisée puisse se répartir régulièrement sur toute l'étendue de la chambre d'humidification et se mélanger intimement avec l'air refoulé par le ventilateur. L'eau projetée par les tuyères sert également à laver l'air qui traverse la chambre et à le débarrasser des poussières en suspension ; en été, elle le rafraîchit sensiblement. L'air ainsi préparé est alors refoulé dans les différentes salles de travail, à travers des ouvertures ménagées dans les canaux de distribution D , disposés de manière que l'air se répartisse régulièrement dans les salles.

Quand il s'agit d'humidification sans ventilation, c'est encore aux installations centrales desservant des pulvérisateurs répartis

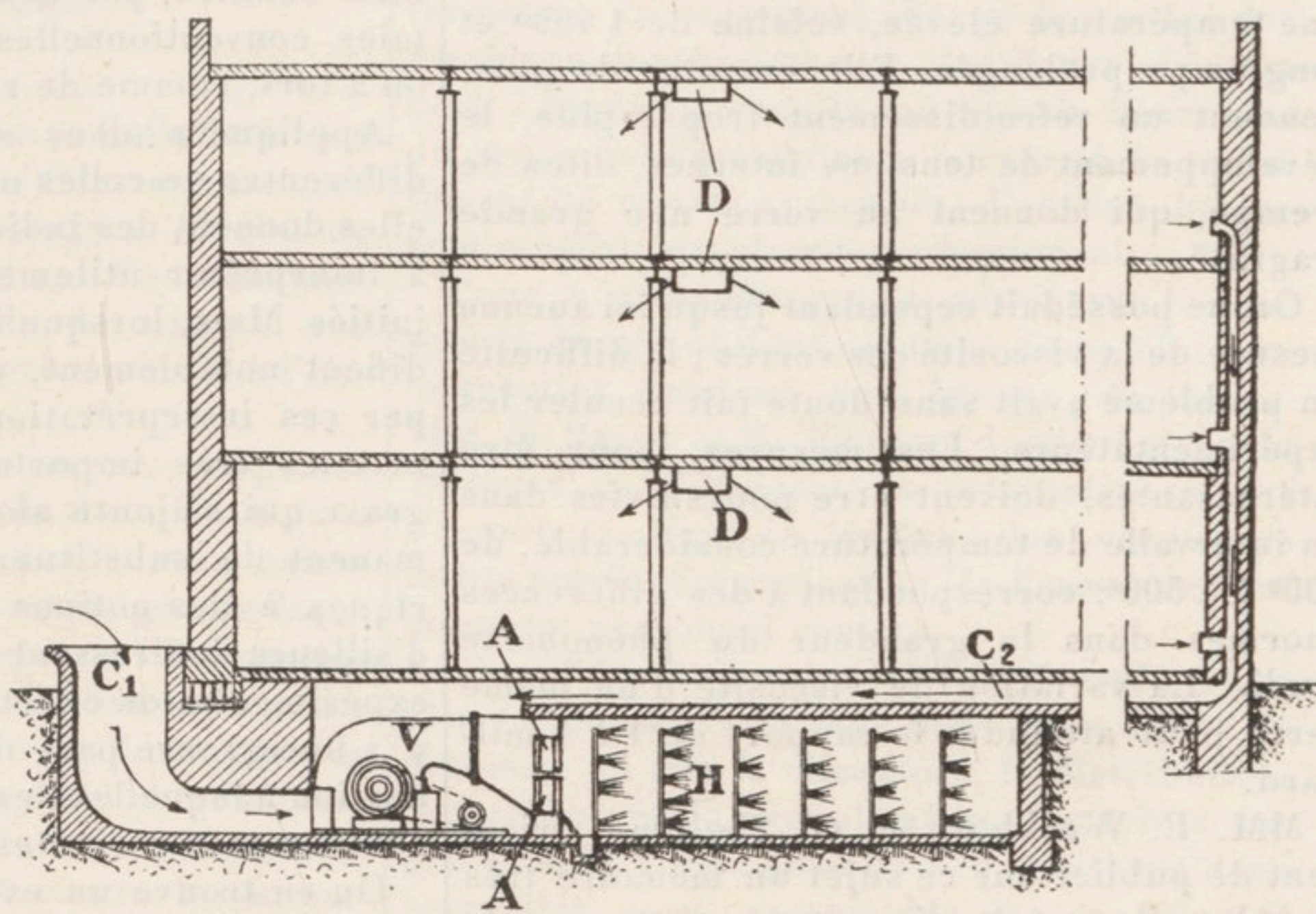


FIG. 1. — Coupe schématique d'une installation de ventilation et d'humidification d'un atelier textile.

dans les salles de travail, qu'il convient de donner la préférence.

Une installation d'humidification d'air, système Sulzer, comprend le compresseur, le dispositif de réglage, et le réseau de distribution avec les tuyères de pulvérisation. La pression de l'air doit être de 0,3 à 0,4 kg./cm².

Comme un réglage individuel des tuyères ne serait guère pratique, on en groupe un certain nombre, que l'on rattache à un dispositif de réglage.

Lorsque les machines de l'atelier sont d'espèces différentes (des bancs à broches, des renvideurs, des continus, des dévidoirs, etc.) et dégagent par conséquent des quantités différentes de chaleur, il est indiqué d'installer plusieurs postes de réglage, de manière à pouvoir varier à volonté le degré d'humidité dans les diverses parties de la salle.

Ce dispositif de réglage consiste en un réservoir d'eau, raccordé à la conduite d'eau sous pression, et, d'autre part, en dérivation, à la conduite d'air comprimé. Le réservoir est exposé à la pression développée par les ventilateurs, qui refoulent l'eau vers les tuyères. Si ces ventilateurs cessent d'agir, la pression dans le réservoir baisse également très vite, et l'afflux vers les tuyères cesse.

Le calcul du nombre des tuyères est basé, d'une part, sur la quantité d'eau que, pendant une journée très chaude et très sèche, il s'agit de pulvériser pour obtenir le degré d'humidité voulu, et, d'autre part, sur le pouvoir de pulvérisation de chaque tuyère : environ 3^{kg} 5 d'eau par heure.

Les pulvérisateurs à air comprimé ne sont alimentés que de la quantité d'eau que l'air est réellement capable d'absorber : il en résulte une très faible consommation d'eau, et on n'a pas besoin ici de tuyauteries de retour pour recueillir un excès de liquide.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 15 septembre 1924.

Présidence de M. Émile Roux.

Chimie agricole. — La composition des sols forestiers. Note de MM. A. NÉMEC et K. KVAPIL, présentée par M. A. Th. Schloësing.

Les auteurs donnent les résultats de leurs observations sur la constitution de ces sols en Tchécoslovaquie.

Chimie physique. — La viscosité du verre. Note de M. Henry LE CHATELIER.

La viscosité est la plus importante des propriétés du verre; elle permet, d'une part, le façonnage des objets par soufflage; elle entraîne, d'autre part, des difficultés sérieuses dans la fabrication. Elle ralentit le dégagement des bulles gazeuses retenues dans la masse en fusion et exige ainsi pour l'affinage une température élevée, voisine de 1 400° et longtemps prolongée. Elle entraîne de plus, pendant un refroidissement trop rapide, le développement de tensions internes, dites de trempe, qui donnent au verre une grande fragilité.

On ne possédait cependant jusqu'ici aucune mesure de la viscosité des verres; la difficulté du problème avait sans doute fait reculer les expérimentateurs. Les mesures, pour être intéressantes, doivent être poursuivies dans un intervalle de température considérable, de 500° à 1 500°, correspondant à des différences énormes dans la grandeur du phénomène étudié. La variation de viscosité d'un même verre peut atteindre le rapport de 1 à 1 milliard.

MM. E. Washburn et G. Shelton⁽¹⁾ viennent de publier sur ce sujet un mémoire très complet. Ils ont étudié systématiquement la viscosité de différents verres sodico-calciques dans un intervalle de température s'étendant depuis 800° jusqu'à 1 500°. C'est là un document d'une extrême importance. M. H. Le Chatelier le discute et en tire certaines conclusions, que nous ne pouvons toutes reproduire.

L'auteur signale que, contrairement à ce que l'on pouvait espérer, il ne ressort des chiffres des expérimentateurs, aucune relation nette entre la composition chimique du verre et l'étendue de son palier de fusibilité. Cependant, la viscosité est certainement fonction de la composition chimique, et elle doit très vraisemblablement en être une fonction continue. Ce point, d'une importance capitale pour la fabrication industrielle du verre, demanderait de nouvelles recherches.

Il ressort, par contre, des résultats signalés par les expérimentateurs américains, une conséquence assez imprévue relative à la variation de la viscosité au voisinage de 500°.

Les observations sur la variation du coefficient de viscosité à 500° et à 600° sont en discordance apparente avec celles des précédents expérimentateurs. M. H. Le Chatelier explique cette discordance par le fait que les verres, comme le soufre fondu, présenteraient deux états allotropiques α et β , se succédant dans un intervalle de température variable d'un verre à l'autre, mais généralement compris entre 500° et 600°. Les mesures dilatométriques de M. Lafon ont mis ce fait hors de doute. La discordance des résultats relatifs aux variations de viscosité résulteraient de ce que les mesures faites à haute et basse

température ne porteraient pas sur la même variété allotropique de verre, la variation du coefficient de viscosité étant beaucoup plus grande pour la variété α stable à basse température.

Contrairement à ce qui se passe pour le soufre, la variété α aurait, au point de transformation, une viscosité plus forte que la variété β stable à chaud. Au moment de la transformation en température montante, le verre ne s'épaissit donc pas comme le fait le soufre; il doit au contraire prendre une fluidité plus grande. Cela explique la brusquerie avec laquelle le verre s'affaisse, pendant les mesures de dilatation, dès que la transformation commence, ce qui empêche de suivre celle-ci jusqu'à sa réalisation complète.

Electricité. — La mesure de l'échauffement des collecteurs de génératrices électriques. Note de MM. H. ROBERT, P. VERNOTTE et A. JEUFRY, présentée par M. G. Ferrié.

Les conventions commerciales remplacent souvent, en matière d'essais de machines, les mesures effectives de grandeurs physiques bien définies, par des procédures expérimentales conventionnelles considérées, à raison ou à tort, comme de réalisation plus facile.

Appliquées dans des circonstances peu différentes de celles où elles ont été étudiées, elles donnent des indications pratiques faciles à interpréter utilement, au moins pour les initiés. Mais, lorsque les circonstances se modifient notablement, elles peuvent conduire, par ces interprétations coutumières, à des erreurs très importantes. C'est un défaut grave qui s'ajoute alors à l'inconvénient permanent de substituer des procédures empiriques à des notions physiques nettes. Il est d'ailleurs intéressant de constater, par une expérimentation effective que, bien souvent, il y a une grosse part d'illusion dans la simplification à laquelle elles prétendent par rapport aux mesures correctes.

On en trouve un exemple dans l'évaluation de l'échauffement des collecteurs de génératrices électriques. Le procédé conventionnel courant substitue, à la mesure de la température réelle de la surface du collecteur, la lecture d'un thermomètre à mercure appliqué contre elle aussitôt après l'arrêt, et lu au bout d'un délai de cinq minutes.

Lorsqu'on passe des génératrices industrielles courantes à des génératrices de petite puissance et de masse très réduite (comme on en utilise à bord des avions), on peut craindre que le résultat de telles mesures ne fournisse plus l'approximation pratique qu'on en attend. La diminution des dimensions géométriques réduisant dans une proportion considérable le rapport du volume (capacité calorifique) à la surface, rend beaucoup plus rapide le refroidissement, donc beaucoup plus accentuée la baisse de température du collecteur pendant les cinq minutes d'attente pour l'obtention d'un régime pseudo-permanent. De plus, l'augmentation des dimensions relatives du réservoir par rapport au collecteur augmente l'écart entre la température de celui-ci et celle qu'indique simultanément le thermomètre traversé par le flux de chaleur émis par lui.

Les auteurs ont fait des essais comparatifs à ce sujet et ils en donnent les résultats.

Ces essais ont montré qu'on ne peut étendre sans précautions aux très petites machines les conclusions pratiques habituellement admises pour les machines industrielles.

La mesure des températures réelles au couple est d'ailleurs si facile qu'il y aurait vraisemblablement tout avantage à baser sur elle les conditions relatives à toutes les machines. Elle peut même être effectuée, sans erreur notable, sur le collecteur de la machine en fonctionnement.

Physiologie. — Production d'un lait de vache doué de propriétés antirachitiques. Note de MM. LESNÉ et VAGLIANO, présentée par M. Vidal.

Après s'être assurés par de nombreuses expériences que le lait de femme, ainsi que celui de divers animaux, était dépourvu de propriétés antirachitiques, les auteurs ont cherché si l'on ne pouvait faire apparaître cette propriété dans du lait de vache en modifiant l'alimentation de l'animal qui le fournit.

Ils ont, notamment, introduit de l'huile de foie de morue dans l'alimentation des vaches, et ils exposent les résultats qu'ils ont obtenus quant à la composition du lait et du beurre, et aux effets thérapeutiques qu'on peut en attendre.

P. C.

BIBLIOGRAPHIE

REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES

AÉRONAUTIQUE

Le balisage nocturne de l'aéroport du Bourget, près Paris. — Le balisage et la T. S. F. sont actuellement les deux principaux facteurs de sécurité des aviateurs, surtout en ce qui concerne les atterrissages de nuit.

L'aéroport du Bourget, le plus important de France, a été doté à ce point de vue d'une installation bien comprise, que décrit M. RENVOISÉ dans l'*Aéronautique*, d'août.

Le balisage lumineux comporte d'abord un phare placé au sommet d'un pylône de 30 mètres, et comportant une optique inférieure et une optique supérieure. Les sources lumineuses sont deux ampoules électriques, à filament métallique, de 3 000 bougies chacune. La portée moyenne, par beau temps, est de 70 kilom. Ce phare est à occultations; il produit en signaux optiques Morse la lettre N (—) qui est l'indicatif du port aérien du Bourget. Le pilote qui est en l'air dans le rayon d'action de ce phare aperçoit donc, toutes les cinq secondes, un signal lumineux long, suivi d'un éclat bref. Le rôle de ce phare est d'attirer l'attention du pilote sur la situation de l'aérodrome, avec la précision du nom de celui-ci.

Un deuxième phare analogue, mais utilisant comme source lumineuse l'acétylène, et de portée moitié moindre, est installé comme secours, au voisinage du premier.

D'autre part, les sommets des obstacles (hangars, etc.) sont signalés par des feux rouges, en nombre suffisant selon la surface de chaque obstacle. D'autres feux rouges indiquent les balises fixes qui jalonnent les limites de la partie de la piste utilisable pour les avions.

Enfin, une grande girouette affectant la forme d'un T blanc, est installée près d'une extrémité de la piste, au sommet d'un petit pylône, et illuminée la nuit par une ligne de lampes blanches dessinant également un T, au milieu d'un grand cercle de lampes rouges.

L'autorisation d'atterrir, la nuit, est donnée par l'allumage, en vert, d'une croix composée de lampes vertes et rouges placée sur la terrasse du bâtiment de la direction du port; en même temps, les phares d'atterrissage sont allumés. En cas de refus d'autorisation, pour cause de danger, la croix est allumée en rouge et les phares ne sont pas allumés.

(1) E. WASHBURN and G. SHELTON, *The viscosities of Soda-Lime Glasses* (University of Illinois Bulletin, Paper n° 140 of the Engineering experiment Station).

Ces phares sont de plusieurs genres, et alimentés, les uns par le courant du réseau, les autres par le courant d'un groupe électrogène de secours, de façon à assurer la sécurité complète.

AGRICULTURE

L'utilisation de la bale de grains comme combustible pour les machines agricoles. — Le *Bulletin des Associations françaises des Propriétaires de machines à vapeur*, de juillet, publie sur ce sujet une note extraite d'un article de M. GARBARINO dans la revue italienne *Il Vapore*.

L'utilisation de bale de grain comme combustible offre un réel intérêt, non seulement au point de vue des agriculteurs, mais aussi au point de vue national : il en résulterait une économie de houille. Les avantages de ce mode de chauffage paraissent attestés par l'extension qu'il a prise dans ces derniers temps en Italie.

En raison de son grand volume par rapport à son poids, la bale n'est avantageuse que consommée sur place. Cette pratique a, en outre, l'avantage de détruire une grande quantité de graines de mauvaises herbes.

Les caractéristiques de la bale de céréale sont les suivantes : humidité, 10 % ; matières volatiles, 60 % ; carbone fixe, 20 % ; cendres, 10 % ; pouvoir calorifique supérieur, 3 600 calories.

On retire en moyenne 12 kilogr. de bales de 100 kilogr. de céréales en gerbes ; la quantité de bales consommée est d'environ 30 à 40 % de celle produite.

Voici les résultats d'une expérience faite en marche normale sur une locomobile alimentée à la bale, pour une puissance de 20 ch indiqués :

	kilogr.
Poids de céréales traité à l'heure . . .	2 000
— grain obtenu à l'heure . . .	910
— paille obtenue à l'heure . . .	870
— bale obtenue à l'heure . . .	220
— bale consommée à l'heure . . .	80
— bale consommée par ch ind.	4

La même locomobile, pour le même travail et dans les mêmes conditions, a consommé en huit heures 640 kilogr. de bois ou 320 kilogr. de houille. La bale, comme combustible, est donc équivalente au bois et rend moitié moins que la houille.

L'article donne une courte description des appareils répandus en Italie, qui sont tous d'une construction simple et d'un faible encombrement, mais d'un prix relativement élevé.

ART MILITAIRE

L'artillerie américaine aux îles Hawaï. — Le développement commercial et l'expansion territoriale progressive des Etats-Unis depuis un siècle ont placé le centre de leur stratégie dans les îles Hawaï qui, par leur position centrale dans le Pacifique, présentent une importance de premier ordre. Le numéro de juillet du *Coast Artillery Journal* est entièrement consacré à l'organisation de l'artillerie de côte américaine dans ces îles, qui comprend pratiquement tous les calibres de canons fixes et de mortiers, mortiers de 300 sur une voie ferrée, canons de 155 GPF, obusiers de 240, canons anti-aériens de 75.

Les principaux sujets traités dans la revue sont : l'importance stratégique des îles Hawaï ;

l'organisation du 41^e régiment d'artillerie de côte, comprenant huit mortiers de 300 montés sur trucks à voie étroite ; l'organisation du 64^e régiment d'artillerie anti-aérienne, comprenant huit pièces de 75 sur affût automobile et deux batteries de projecteurs automobiles de 1^m 50.

Le major MONTFORD étudie les conditions de tir sur buts mobiles du 155 GPF à tracteur à chenilles, qui a autant de valeur dans la défense des côtes pour le tir contre les objectifs navals que dans la guerre de campagne.

Les affûts des obusiers de 240 millimètres, qui constituent la défense principale de l'île d'Oahn, ont été modifiés pour être montés sur une plate-forme circulaire pour tir sur buts mobiles terrestres ou navals.

Le capitaine BRALY expose les résultats de tir diurne et nocturne avec les pièces de 75 automobiles anti-aériennes sur un but en toile remorqué par avion ; le nombre moyen de coups au but a été de 40 % environ.

AUTOMOBILES

Les voitures électriques « Railodock » à l'Exposition de Wembley. — Dans son numéro d'août, l'*Electric Vehicle*, organe officiel de l'Electrical Vehicle Committee of Great Britain, consacre une longue étude descriptive aux véhicules électriques en service public à l'Exposition de Wembley.

Les trucks de ces voitures, appelées Railodocks, ont été construits dans les usines de Slough de G. D. Peters et Cie, et la caisse supportée par ces trucks, aménagée de façon rudimentaire, comporte quatre banquettes offrant un total de 12 places. Sur une petite plate-forme formant saillie à l'avant de la caisse est aménagé le siège du conducteur, recouvert par une saillie du toit, qui protège la totalité de l'équipement contre les intempéries.

A la gauche du siège du conducteur est disposée la manette du contrôleur, et à sa droite la commande de direction des véhicules, lesquels circulent sur route et non sur rail.

Chaque véhicule « Railodock » comporte un moteur de 3 ch, type Metrovick, comportant des coussinets à billes et à rouleaux. Une batterie d'accumulateurs alimente ce moteur, un contrôleur rhéostatique en permettant le réglage, sous le contrôle d'un voltmètre que le conducteur est invité de surveiller de temps à autre pour éviter de pousser trop loin la décharge de la batterie.

Etablis pour circuler sur d'excellentes routes, les véhicules « Railodock » sont utilisés sur les nouvelles routes de Wembley, possédant beaucoup de cuvettes et des rampes assez accentuées.

L'exploitation entreprise pour le transport des voyageurs sur le terrain de Wembley, comporte 200 voitures représentant en service simultané une charge de l'ordre de 400 kilowatts. Les véhicules sont remisés sous un hangar à une extrémité duquel un garage est aménagé pour les recevoir, l'autre extrémité étant réservée aux postes de charge des batteries et à l'atelier d'entretien.

La charge se fait sur le réseau à courant continu à 440 volts qu'alimente la centrale de l'Exposition. Une machine d'équilibre à induits multiples permettant d'alimenter avec ce seul réseau huit circuits de charge distincts à 55 volts chacun. C'est entre 11 heures du soir et 10 heures du matin que se fait l'opération de charge des batteries, quelques-unes étant cependant ramenées au garage dans la journée pour recevoir une charge supplémentaire en cas de besoin. Si l'on veut retirer une

batterie, on fait passer le véhicule correspondant au-dessus d'une fosse dans laquelle peut monter ou descendre une plate-forme destinée à recevoir la batterie, on fait avancer le véhicule allégé de sa batterie et on monte cette dernière jusqu'à la partie supérieure de la fosse, d'où l'on peut, soit l'inspecter directement, soit la retirer par simple translation pour démontage et remise en état.

Le contrôle des heures de service et de la consommation des voitures est fait avec soin. Le service est exempt de surprises, et d'ailleurs régulier. Les voitures parcourent un circuit de 3 milles (4^{km} 800) en 45 minutes, et quelques véhicules seulement sont affectés à des parcours moindres.

CHEMINS DE FER

L'enseignement donné aux machinistes et chauffeurs des Chemins de fer de l'Etat belge.

— L'interruption de l'exploitation des chemins de fer belges pendant la guerre a entraîné un arrêt de quatre années dans la formation du personnel chargé du service des machines, machinistes et chauffeurs. D'autre part, l'application de la loi de huit heures et du repos hebdomadaire a nécessité le recrutement de nouveaux agents, d'où une baisse très sensible du niveau professionnel.

Pour y remédier, on a admis que le personnel devait obligatoirement compléter son instruction pendant ses heures de loisir. MM. N. RULOT et E. HERMING donnent, dans le *Bulletin de l'Association internationale des Chemins de fer*, de février, des renseignements sur la réorganisation de l'enseignement donné au personnel roulant.

Pour l'étude du matériel, des conférences sont faites sur l'outillage dans les « salles de théorie » et sur la chaudière, la distribution, le freinage et la signalisation, dans le « wagon-théorie », composé de deux voitures dans lesquelles sont rassemblés les modèles et appareils de démonstration.

Les auteurs donnent le programme des cours ; les heures de théorie, fixées par le règlement, sont obligatoires ; elles sont rémunérées. Des interrogations sont faites une fois par mois.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La résistance de l'aluminium aux agents chimiques. — Le Metallwirtschaftbund a fait une enquête sur la résistance de l'aluminium aux agents chimiques, au point de vue de son emploi pour la fabrication du matériel de chimie industrielle, en envoyant un questionnaire aux principaux industriels chimistes allemands. Le *Chemical and Metallurgical Engineering*, du 30 juin, publie un extrait des réponses au questionnaire qui ont paru dans la *Chemiker Zeitung*, des 6 et 20 février.

Ainsi, vis-à-vis de l'acide acétique, l'aluminium pur résiste bien à l'acide concentré à température ordinaire ; à haute température, il ne résiste qu'à l'acide concentré à plus de 90 %.

L'aluminium ne peut pas être employé à haute température avec les acides non organiques faibles et avec des solutions alcalines assez fortes.

Avec l'ammoniaque, les récipients d'aluminium très pur résistent bien, même jusqu'à 300°, mais l'aluminium impur se recouvre d'une croûte brune épaisse.

L'aluminium convient bien pour la fabrication des tuyères de haut fourneau, ainsi que pour l'acide carbonique, les graisses et acides gras, l'acide citrique, à condition d'être très

pur, mais ne convient pas pour la distillation des crésols, pour le chlorure d'éthyle, le mercure, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'acide fluorhydrique.

Vis-à-vis de l'acide azotique, l'aluminium très pur résiste bien aux vapeurs nitreuses, à l'acide dilué bouillant et à l'acide concentré, et il est employé dans de nombreux cas.

L'Advisory Office remarque que les contradictions et les mauvais résultats relevés dans certains cas par l'enquête ne sont souvent pas dus à l'aluminium lui-même, mais à un degré de pureté insuffisant du métal employé.

L'extraction du beryllium à partir du béryl. — Le beryllium a des propriétés uniques comme métal, par suite de sa très faible densité, ainsi que par des conductibilités électrique, chaleur spécifique, points de fusion et de vaporisation très élevés.

La difficulté de la séparation avec l'aluminium dans le béryl, silicate double d'aluminium et de beryllium, a limité l'application commerciale du beryllium à la fabrication de manchons d'incandescence. Dans *l'Engineering and Mining Journal - Press*, du 12 juillet, MM. ENGLE et HOPKINS passent en revue les méthodes de traitement appliquées jusqu'ici et indiquent un nouveau procédé d'extraction qui permettrait d'utiliser les gisements importants de béryl qui se trouvent dans les États de New-England, Caroline du Nord, Pennsylvanie et South Dakota.

La décomposition du béryl par les acides n'est guère possible, car ce silicate double est pratiquement inattaquable, même par l'acide fluorhydrique. La décomposition par la chaleur, même au four électrique, est incomplète et d'un prix de revient très élevé.

De nombreux essais ont été faits pour la fusion du béryl avec un fondant; avec les alcalis caustiques, on n'a pas obtenu de bons résultats à cause de la corrosion des récipients et de la contamination du bain; avec les carbonates alcalins, ces inconvénients sont évités.

La nouvelle méthode préconisée par les auteurs consiste à calciner le béryl avec du fluosilicate de sodium et à reprendre avec de l'eau chaude, ce qui assure la décomposition du minerai et la séparation du beryllium et de l'aluminium. La calcination est effectuée dans un creuset de graphite chauffé à 850°, et, après broyage en deux phases et lessivage, l'hydroxyde de beryllium est précipité par l'ammoniaque gazeux.

ELECTRICITÉ

Voyage d'études en Hollande d'une délégation de l'Union des Syndicats de l'Electricité. — En mai dernier, une vingtaine de membres de l'Union des Syndicats de l'Electricité ont fait en Hollande un voyage d'études fort instructif, dont le compte rendu a paru dans *la Revue générale de l'Electricité* du 9 août. Il est signé de M. LECOUEZ, président de l'Union, et de M. DROUIN, directeur des Services techniques de la Compagnie générale de l'Electricité.

On y trouvera des renseignements intéressants sur le réseau du Limbourg hollandais, en câbles à 10 000 volts, desservant 80 communes, sur l'usine des lampes Philips, à Eindhoven, sur la centrale de Twente, sur les ateliers de constructions mécaniques Stork, à Hengelo (1), sur la centrale d'Amsterdam, alimentée en partie par l'incinération des gadoues, et sur la diffusion de l'électrification dans cette ville (sur 700 000 habitants, il y a 140 000 abonnés), etc.

(1) Voir, dans *le Génie Civil* du 30 juin 1923 (t. LXXXIII, n° 26, p. 615), la description des grues-derrick de cette firme.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Les relations économiques de la France avec l'Espagne. — L'incertitude qui pèse sur nos relations économiques avec les deux États de la péninsule ibérique, préoccupe le monde des affaires dans notre pays; M. Angel MARVAUD examine dans *l'Economie nouvelle*, de juin, l'état actuel de nos relations économiques, avec l'Espagne.

En 1923, une campagne de certains de nos départements viticoles du Midi faillit mettre en péril l'accord commercial du 8 juillet 1922; elle avait pour prétexte la mévente de la récolte 1922, mévente due en réalité à l'abondance exceptionnelle de la récolte et à des prix maintenus néanmoins trop élevés.

M. Marvaud soutient qu'il serait préférable d'arriver à une entente entre les producteurs pour la baisse de leurs prix de revient et l'organisation de la vente, et aussi à une entente avec les autres pays viticoles, tous intéressés comme nous à l'exportation de leurs produits.

Du côté de l'Espagne, il faut compter avec les sentiments protectionnistes de plus en plus accentués; sous l'impulsion de quelques-uns de leurs industriels influents, nos voisins ont élevé des barrières douanières très élevées. Comme la convention de 1922 ne se prolonge que trimestriellement, par tacite reconduction, l'on peut craindre, à toutes ces échéances trop fréquentes, une rupture brusque.

Cependant l'Espagne, pays principalement agricole, nous envoie ses produits en quantités de plus en plus importantes, et si ses exportations en France, qui ont passé de 350 millions en 1922 à 610 en 1923, n'ont pas augmenté autant que ses importations de France (518 contre 907 millions), elles n'en ont pas moins réalisé des progrès remarquables.

Une rupture serait désastreuse pour les deux pays et ils doivent l'éviter à tout prix alors que les Allemands fondent en Espagne des sociétés soi-disant espagnoles et que les Anglais et les Américains projettent, non sans de grandes chances de succès, la construction dans la péninsule de 2 500 kilom. de voies ferrées et la création de nombreuses usines. L'indépendance économique, dont les Espagnols sont si justement jaloux, serait alors sérieusement menacée par les sociétés étrangères, au grand détriment de leurs intérêts en même temps que des nôtres.

EXPOSITIONS

Une exposition d'inventions à Londres. — L'Institute of Patentees, de Londres (association d'inventeurs comparable à nos associations françaises), a organisé à Aldwych, Kingsway House, une exposition d'inventions qui a duré une semaine. Tous les objets inventés étaient couverts par des brevets, et le but de l'exposition était d'offrir la démonstration des avantages qu'offrent ces brevets en vue de trouver pour eux des acquéreurs. Toutefois, les inventeurs restent anonymes et les visiteurs intéressés sont priés de se référer aux brevets pour tous les renseignements qu'ils désireraient prendre sur tous les objets exposés.

Un fait assez curieux est que, sur deux cents articles exposés, quelques-uns seulement intéressent l'électricité, celle-ci étant représentée par des isolateurs d'un type nouveau, par un système d'appel allumant une lampe et déclenchant un signal d'alarme et par quelques appareils de radiophonie parmi lesquels le plus intéressant peut-être est

l'« unidyne » de MM. G. V. Dowding et K. D. Rogers. C'est un poste de radiophonie sans batterie de plaque, le principe qui permet de supprimer cette batterie étant celui qu'on utilise aux États-Unis quand on fait usage de lampes de T. S. F. à deux grilles.

La lampe du poste est, en effet, à deux grilles, la grille extérieure étant l'électrode de commande, montée sur un circuit d'antennes, tandis que la grille intérieure et la plaque du tube sont accouplées ensemble à travers les récepteurs du casque téléphonique ou le transformateur alimentant ces récepteurs. Les deux grilles sont reliées aux pôles positifs de la batterie à basse tension: le fonctionnement est tel que les électrons sont attirés à grande vitesse vers la grille intérieure, leur vitesse élevée leur permettant de traverser cette grille pour aller rapper les plaques. Un variomètre, pourvu de deux rotors, permet de régler la longueur d'onde du circuit du poste dans les limites très étendues de 250 à 3 000 mètres.

HYDRAULIQUE

Etude sur la propagation des crues. — Cette importante étude a été entreprise par M. BONNEAU, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, pour expliquer certaines singularités des crues du Fleuve Rouge au Tonkin; elle a fait l'objet de très nombreuses conversations entre l'auteur et M. Lochard, Ingénieur en chef des Mines en Indo-Chine, ou M. Normandin, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Hanoï.

Bien qu'elle ait été faite au sujet d'un fleuve de l'Indo-Chine cette étude a cependant un caractère très général, et nombre de ses résultats s'appliquent à divers cours d'eau. Nous croyons donc utile d'en signaler la publication dans le fascicule III-1924 des *Annales des Ponts et Chaussées*.

Le revêtement intérieur en briques vitrifiées des égouts en béton à Los Angeles (Californie). — Les canalisations principales des égouts de Los Angeles s'étendent sur une longueur de 80 kilom. avant de se jeter dans

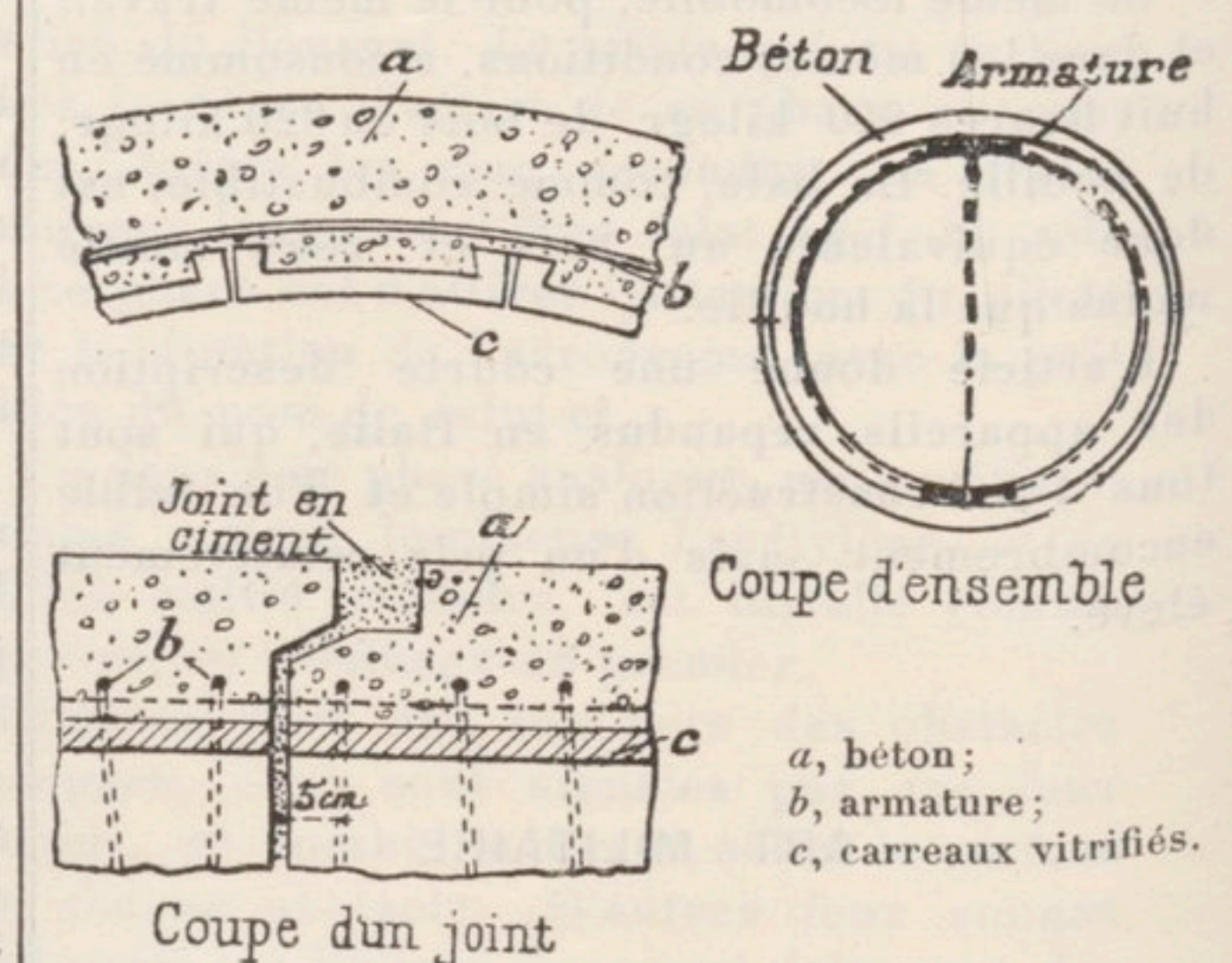


FIG. 1 à 3. — Détails d'une conduite des nouveaux égouts de Los Angeles.

l'océan; les eaux résiduelles y séjournant longtemps donnent naissance à un état septique et à la formation d'acide sulfurique qui, dans certains cas, attaquait le béton.

Pour éviter cet inconvénient lors de l'extension du réseau d'égouts de la ville, les nouvelles canalisations, d'un diamètre supérieur à 1 mètre environ, ont été prévues avec revêtement intérieur en briques ou carreaux vitrifiés; les conduites de plus petite dimension dans lesquelles les eaux séjournent longtemps, sont entièrement en argile vitrifiée.