

BIBLIOGRAPHIE

Les fours à coke. — Étude théorique et pratique, par EUGÈNE et LOUIS LECOQ. — Paris. H. DUNOD et E. PINAT. — 1919.

Soit seul, soit en collaboration avec M. J. Pieters, M. Eugène Lecoq a déjà publié, dans la Revue de Métallurgie, notamment en septembre 1912, mars et avril 1913, et janvier 1914, des mémoires très remarquables, consacrés aux fours à coke à régénération de chaleur, à l'étude de l'énergie disponible des fours sans régénérateurs, et aux méthodes de mesure de l'énergie consommée par les fours à régénération de chaleur.

En s'appuyant sur les lois physiques et chimiques, il s'est attaché à mettre en lumière, dans ces mémoires, les principes à observer dans la construction des fours à coke modernes. Il y étudie surtout le chauffage économique de ces fours, estimant qu'ils ne doivent plus être envisagés comme uniquement destinés à fabriquer du coke métallurgique, mais aussi comme des producteurs de gaz industriel.

Il a été ainsi amené à préconiser, dès 1913, le chauffage des fours à coke, au moyen de gaz pauvres, gaz de gazogène ou de haut fourneau, ce qui rend entièrement disponible les produits gazeux de la distillation de la houille. Depuis plusieurs années, ces gaz riches ont trouvé des emplois industriels avantageux, pour l'éclairage, l'alimentation des moteurs ou le chauffage des fours métallurgiques.

Il importe donc, tout au moins, d'en augmenter l'excédent utilisable en dehors des fours à coke, en réduisant au minimum la quantité de gaz consommée pour le chauffage de ces fours.

Cette conclusion, dont la valeur industrielle n'a jamais été contestée, apparaît actuellement comme spécialement importante, à cause du coût élevé des combustibles et de l'impérieuse nécessité de supprimer tout gaspillage d'énergie.

Elle entraîne, comme conséquence, l'adoption des fours modernes à régénération de chaleur, dont les frères Eugène et Louis Lecoq s'occupent presque exclusivement dans le volumineux traité qu'ils ont fait éditer en 1919, par la maison Dunod de Paris.

Il est fort peu question, dans ce traité, du coke lui-même et des sous-produits condensables de sa fabrication.

Les auteurs en font connaître très clairement le but et l'ordonnance, dans une courte préface où ils déclarent notamment que : « les fours à récupération de sous-produits, sans régénération de chaleur, bien qu'ils soient encore très employés actuellement, ne répondent cependant plus aux besoins de l'industrie moderne ».

Dans cette préface, ils indiquent, en outre, les publications scientifiques suivantes, dont ils ont tiré parti :

Les travaux de M. Euchène sur les réactions thermiques qui accompagnent la distillation de la houille; The carbonisation of coal, par Vivian Byan Lewes; Les sources de l'énergie calorifique, par Emilio Davour, Jean Carnot et Étienne Rengarde; et Les Gaz, par René Masse.

L'étude historique de la carbonisation de la houille, objet du 1^{er} chapitre de l'ouvrage des frères Lecocq, constitue une introduction assez brève, montrant les progrès successifs réalisés depuis les premiers essais de carbonisation à l'air libre, qui remontent au début du xvii^{me} siècle.

Les meules de charbon à coke furent d'abord établies comme les meules servant à la calcination du bois; on pratiqua ensuite, la carbonisation entre murs ou en stalles, puis dans des fours de boulangers à parois non chauffées, avec admission d'air.

Parmi les fours comportant la calcination en vase clos, sans admission d'air, les auteurs décrivent notamment le four vertical système Appolt, qui date de 1854, et les fours horizontaux Smet, Fromont, Dulait et Coppée.

Ils s'occupent ensuite des premiers fours à récupération de sous-produits Pauwels et Dubochet, Simon-Carvès, Seibel, Hussener et Smet Solvay et des fours plus modernes Otto, Collin, Coppée, Koppers et Lecocq.

Puis, après une courte étude des procédés de compression du charbon, préalablement à l'enfournement, ils indiquent brièvement, à la fin du chapitre I, les avantages des fours à récupération de sous-produits et à régénération de chaleur, qui forment l'objet essentiel de leur traité.

Les premiers fours de ce genre datent de 1882 et ont eu peu de succès. Leur utilisation n'a été justifiée qu'après le développement des

grands moteurs à explosion et elle s'impose surtout, depuis qu'on a réussi à appliquer le gaz de fours à coke à l'éclairage des villes, en 1905, et au chauffage des fours Martin, en 1909.

Cette question était à l'ordre du jour, lorsque la guerre est venue interrompre le magnifique essort de l'industrie métallurgique belge. La renaissance de cette industrie, dans des conditions économiques nouvelles, qui justifient plus que jamais la réduction de toutes les pertes d'énergie calorifique, donne un caractère d'actualité au traité des frères Lecocq.

Tous les fabricants de coke, qui cherchent à se rendre compte du fonctionnement de leurs fours ou qui doivent établir des projets d'installations nouvelles, feront bien d'entreprendre l'étude de ce traité et liront d'abord, avec intérêt, le chapitre II consacré à l'étude du phénomène de distillation des houilles.

Ils y trouveront l'analyse des travaux scientifiques récents, qui ont envisagé cette question tant au point de vue thermique qu'au point de vue chimique, ainsi que l'exposé d'une théorie suivant laquelle les charbons seraient constitués par des mélanges complexes d'hydrocarbures, de matières résineuses, de composés humiques et de carbone, en proportions variables.

La nature des produits de la distillation des houilles dépendrait de ces proportions et de la température à laquelle l'opération est effectuée. Cette question a été étudiée pour le bois, la tourbe, les lignites et les houilles, par Bernstein, en 1906 et pour les charbons à gaz, par V. B. Lewes, en 1907. Les résultats obtenus par ce dernier, montrent combien l'accroissement de la température augmente la teneur en hydrogène des produits de la distillation, au dépend des hydrocarbures.

Divers paragraphes du même chapitre de l'ouvrage des frères Lecocq traitent de ces produits et spécialement :

1^o De l'ammoniaque, qui apparaît entre 315 et 400° et est aisément décomposable par la chaleur entre 500 et 780° ;

2^o Du benzène et de ses homologues, qui subissent également une décomposition partielle, s'ils sont exposés à des températures exagérées, par le contact avec des parois surchauffées.

3^o Des impuretés, corps inertes ou nuisibles, tels que l'anhydride carbonique, l'azote, l'acide cyanhydrique, etc. ;

4^o Des goudrons, dont la production et la richesse en huiles légères diminuent, lorsque la température de distillation augmente ;

5° Du coke et des conditions de sa formation.

Celle-ci est attribuée, par nos auteurs, à la présence, dans les charbons, des corps résineux et des hydrocarbures fusibles en dessous de 350°. La diminution du pouvoir cokéfiant des houilles éventées s'explique ainsi par l'oxydation des matières résineuses, qui donnent naissance à des composés humiques.

D'après Wedding, la cokéfaction serait due à la dissociation des hydrocarbures. Cette théorie est inadmissible, puisque cette dissociation ne se produit qu'au dessus de 800°, alors qu'il est établi expérimentalement, qu'à 420°, il se forme déjà du coke, assez tendre, mais dont la structure est achevée, tandis qu'en dessous de 400°, le produit n'est pas aggloméré.

Voici comment est exposée la théorie de Lewes :

« Lorsqu'on introduit dans un four ou dans une cornue, une charge de charbon, les couches directement en contact avec les parois rouges sont surchauffées et se décomposent immédiatement, et cette décomposition est accompagnée d'un fort dégagement de vapeurs et de fumées. Cet effet ne se fait sentir que sur une très faible épaisseur et ensuite la température s'élève très graduellement et la chaleur pénètre lentement à l'intérieur de la masse. La première action de la température est de chasser l'eau et de décomposer les matières humiques. Les vapeurs qui en résultent distillent à travers les couches voisines plus froides et s'y condensent en partie. Ce phénomène apparaît nettement, si on ouvre un four peu après le chargement d'un charbon sec; on constate que le centre est imprégné d'eau.

Lorsque la température s'élève à 300-350°, le charbon devient semi-fluide et la décomposition de tous les corps commence et augmente rapidement avec chaque accroissement de chaleur. Le goudron liquide provenant des matières humiques, le goudron semi-visqueux dérivé des corps résineux et le goudron lourd issu des hydrocarbures se dégagent sous forme de vapeurs avec les gaz et quittent les régions chaudes pour pénétrer dans les zones plus froides où ces vapeurs se condensent.

Lorsque la chaleur atteint ces régions et que la température s'élève à 350-400°, ce sont seulement les portions les plus volatiles qui distillent de nouveau et il reste un dépôt de brai qui lie le charbon semi-cokéfié. Quant la température dépasse 700°, la décomposition du brai continue et le coke tendre est transformé en coke dur ».

On sait que les houilles grasses doivent être chauffées lentement dans les fours à coke, tandis que les houilles demi-grasses ou maigres ne fournissent du coke de bonne qualité, que pour autant qu'elles soient portées rapidement à une température élevée.

Cette différence de traitement est rendue nécessaire par les phénomènes ci-après :

« Les charbons se rapprochant de la classe des houilles maigres, dans lesquelles dominent les matières résineuses, donnent surtout des goudrons résineux qui, s'ils étaient soumis à l'action d'un chauffage lent et graduel redistilleraient presque complètement, et ne laisseraient que très peu de matières agglutinantes; si, au contraire, ces charbons étaient brusquement saisis par une forte chaleur, les goudrons seraient décomposés et fourniraient un dépôt de brai beaucoup plus important, suffisant pour agglomérer le résidu de carbone très élevé dans cette catégorie de houilles.

Les charbons se rapprochant de la classe des houilles grasses, renferment au contraire un faible résidu de carbone relativement à la proportion des matières liquides qui se forment sous l'effet du chauffage. Selon que celui-ci sera conduit lentement ou brusquement, ces produits liquides distilleront plus ou moins aisément. Si la distillation est contrariée par l'application subite d'une température élevée, il en résultera une plus grande formation de brai visqueux, qui gonflera fortement sous l'influence des bulles gazeuses les plus volatiles provenant de la décomposition du goudron et s'échappant de l'intérieur des particules de charbon. Cette intumescence laissera dans le résidu des cavités qui rendront le coke fragile et peu résistant; pour atténuer les conséquences défavorables de ce phénomène, il convient que les charbons de cette catégorie soient soumis à un chauffage lent et graduel. »

Consacré à l'étude du chauffage des fours à coke, le chapitre III du traité des frères Lecocq est un des plus importants de ce traité. On y trouve des données applicables non seulement à la fabrication du coke, mais aussi à tous les fours ou appareils chauffés au gaz.

Les auteurs y étudient les différentes sources d'énergie calorifique, les températures théoriques qu'elles permettent d'atteindre, les moyens à employer pour obtenir de hautes températures et la formule du rendement thermique des fours.

Je signalerai dans cette partie de l'ouvrage, des tableaux des cha-

leurs d'échauffement des gaz et vapeurs, ainsi qu'une intéressante méthode graphique, permettant de déterminer la température de combustion des combustibles gazeux.

En appliquant cette méthode, on trouve, pour diverses conditions d'échauffement des gaz et de l'air, les températures théoriques de combustion indiquées dans le tableau récapitulatif ci-après :

	Température de combustion		
	Gaz et air à 50°	Gaz à 50° Air à 1000°	Gaz et air à 650°
Gaz de hauts-fourneaux	1270°	1600°	1710°
Gaz mixté au coke	1450°	1835°	1885°
Gaz mixte au charbon	1460°	1865°	1890°

Or les frères Lecocq ont établi précédemment : qu'avec 25% d'excès d'air, la température de combustion du gaz de fours à coke est de 1667° et que la température de régime, dans les carneaux des piedroits de ces fours, doit être de 1250° à 1350°, à la base et de 1050° à 1150°, à la sortie de ces carneaux. Ce qui leur permet de conclure que la température de régime ne pourrait être atteinte, si on utilisait du gaz pauvre et de l'air à la température ordinaire.

Dans les fours à coke, les pertes de chaleur, souvent excessives, se ramènent à trois causes principales :

- a) Les pertes par rayonnement et conductibilité ;
- b) La chaleur emportée par le coke et les produits volatils ;
- c) La chaleur emportée par les fumées.

Ces causes de pertes sont étudiées successivement. On lira ensuite avec beaucoup d'intérêt, des paragraphes consacrés aux lois qui président à la récupération de la chaleur des fumées, au rendement thermique théorique et au bilan calorifique des fours à coke, dont l'établissement comporte de nombreuses déterminations expérimentales, analyses, mesures de températures et de volumes.

La description de plusieurs méthodes, utilisables pour ces mesures, est donnée d'une façon assez détaillée et les auteurs établissent, à

titre d'exemple, les bilans calorifiques de fours à coke chauffés, soit au moyen du gaz produit par ces fours, soit au moyen de gaz pauvres de hauts-fourneaux ou de gazogènes.

Ils recherchent enfin, quel genre de fours il importe de choisir, au point de vue de l'utilisation de l'énergie disponible, en envisageant successivement la production de la vapeur au moyen de chaudières, l'alimentation des moteurs à gaz, le chauffage des fours métallurgiques et l'utilisation du gaz pour l'éclairage.

Voici, à ce sujet, les conclusions du chapitre III.

Pour une batterie de 70 fours, carbonisant 500 tonnes de charbon par jour, en tenant compte des charges d'amortissements, calculées sur une durée de quinze ans, et un intérêt de 6 %, le bénéfice net annuel supplémentaire s'élèverait à :

$(2,16 \times 500 \times 365) - 48,007 = 376,193$ francs, pour les fours chauffés au gaz de hauts-fourneaux ;

$(1,68 \times 500 \times 365) - 38,588 = 268,012$ francs, pour le chauffage au gaz mixte au coke ;

et $(1,87 \times 500 \times 365) - 38,588 = 302,687$ francs, pour le chauffage au gaz mixte de charbon.

Après un rappel des lois de l'écoulement des fluides et des conséquences des changements de direction ou de section, on trouve dans le chapitre IV, l'application de ces lois à la circulation des gaz dans les carneaux des fours et notamment des formules permettant de prévoir leur répartition entre les conduits multiples réunissant deux collecteurs.

La seconde partie de ce chapitre traite les divers modes de transmission de la chaleur : par conductibilité, par convection et par radiation. Les formules générales qui y sont établies servent de base à l'étude des échanges calorifiques qui se produisent dans les organes des fours à coke, c'est-à-dire dans la chambre de carbonisation, dans les piedroits et dans les appareils récupérant la chaleur des fumées.

Ces appareils sont dénommés régénérateurs, lorsqu'ils sont parcourus alternativement par les fumées à refroidir et par les gaz ou par l'air à échauffer. On appelle récupérateurs les appareils à marche continue, où la chaleur est transmise par conductibilité à travers une paroi. A surface égale, l'efficacité des régénérateurs peut atteindre deux fois et demi celle des récupérateurs.

Dans le chapitre IV, dont l'importance est primordiale, il est aussi question des pertes de chaleur et du calcul des régénérateurs. Les auteurs y reproduisent, avec des tableaux des chaleurs d'échauffement et des graphiques, les calculs permettant de déterminer la température des gaz brûlés à la sortie des régénérateurs.

L'examen détaillé des bases théoriques devant servir à l'étude méthodique des fours à régénération de chaleur forme l'objet du chapitre suivant. Les frères Lecocq s'y élèvent d'abord contre cette affirmation de certains auteurs techniques « qu'en présence du degré de perfectionnement auquel on était arrivé dans la construction des fours à coke » tous ces fours se valent. Ils signalent aussi l'inexactitude flagrante de certains renseignements, parfois tendancieux, publiés en ce qui concerne l'importance des excédents de gaz ou la température des fumées à la sortie des régénérateurs. Examinant les conditions requises pour obtenir de bons résultats dans les fours à coke modernes, nos auteurs s'y occupent notamment :

1° du rendement en coke, qui nécessite un chauffage rationnel des parois du four ;

2° du rendement en sous-produits, qu'il faut éviter de décomposer par une élévation excessive de la température de la voûte et du sommet des carnaux de chauffe des piedroits ; il convient aussi de maintenir dans ces carnaux et dans la chambre du four, un régime de pressions identiques, peu différentes de la pression atmosphérique ;

3° du chauffage économique du four, qui dépend de celui des piedroits, de la puissance des régénérateurs et de l'importance des pertes extérieures ;

4° de la solidité et de la stabilité du four, qui seront satisfaisantes s'il a été conçu et construit, en tenant compte des lois de la résistance des matériaux, des phénomènes de dilatation et de la possibilité d'effectuer certaines réparations au cours de l'exploitation.

Ils montrent d'autre part : qu'il importe de prévoir des appareils de réglage facilement accessibles, simples et précis, tant sur l'admission du gaz que sur les organes de distribution de l'air ; que pour réaliser le chauffage rationnel, la combustion doit être complète à la base des carnaux verticaux des piedroits ; qu'il convient de faire alterner dans ceux-ci, les carnaux montants et descendants ; qu'enfin,

la réduction des pertes extérieures peut être obtenue en disposant convenablement les régénérateurs et les galeries collectrices, ainsi que par l'aménagement dans les fondations, d'un réseau de carnaux récupérateurs.

Bien qu'il soit le moins étendu de l'ouvrage, le chapitre V en est peut-être le plus substantiel. Les auteurs y exposent leur manière de voir en termes précis, sur toutes les questions servant de base à l'étude méthodique qu'ils ont entreprise, dans le chapitre suivant, des divers systèmes de fours utilisant les chaleurs perdues pour le chauffage de l'air comburant.

Le premier de ces fours, construit par la firme Solvay, est seul pourvu de récupérateurs ; tous les autres sont à régénérateurs ; ils sont répartis en classes, d'après la disposition de ceux-ci qui peuvent être longitudinaux ou transversaux et qui fonctionnent en série ou en parallèle.

Pour chacun des onze types de fours étudiés dans le chapitre VI, on a suivi la même marche et examiné successivement les mêmes questions, à la lumière des principes théoriques exposés dans les chapitres précédents. La description de ces fours est accompagnée d'une discussion systématique très complète, qui entraîne naturellement quelques longueurs et des répétitions inévitables. Mais cette méthode présente l'avantage de constituer, pour chaque type, une véritable monographie, dont l'étude est facilitée par des plans détaillés, des coupes et des croquis schématiques.

Il ne peut être question d'en donner ici un résumé, même succinct, ni de reproduire les appréciations, parfois sévères, formulées par les frères Lecocq, au cours de leur examen des fours Solvay, Otto, Collin, Coppée, Koppers, Still, Simon-Carvès, Reichel et Simplex.

-Le dernier four décrit dans le chapitre VI, construit par la Société Générale de Fours à Coke, porte le nom de four Lecocq. Il présente les particularités suivantes, qui correspondent aux vues théoriques des inventeurs et tendent à réaliser les buts qu'ils se sont proposés :

« 1° Le système de régénérateurs transversaux en série, créé pour ce four, a permis d'adopter un mode de construction nouveau des fondations ; celles-ci, au lieu de consister en une série de galeries horizontales parallèles ou perpendiculaires à l'axe des fours, sont constituées par des tours à axes verticaux, toutes reliées entre elles et formant un massif monolithique très résistant. Les chambres ainsi

formées sont remplies de briques d'empilages et constituent les régénérateurs. Il existe sous chaque piedroit six chambres dont trois sont en chauffage et les trois autres en refroidissement. Les chambres en chauffage sont situées d'un même côté de l'axe de la batterie et les chambres en refroidissement se trouvent de l'autre côté de cet axe. Toute communication est rendue impossible entre les régénérateurs en chauffage et ceux en refroidissement, par une galerie en maçonnerie rouge, aménagée au centre des fondations.

Chaque régénérateur se compose de trois chambres et est relié au piedroit par un conduit aboutissant à l'extrémité d'un canal s'étendant sur toute la longueur et la demi-largeur de la sole du four;

2° Dans les carneaux du piedroit la circulation des gaz est réalisée de façon à faire alterner un carneau montant avec un carneau descendant; dans les carneaux de sous-soles, la circulation du gaz combustible, de l'air et des gaz brûlés a toujours lieu dans le même sens;

3° La chaleur transmise à l'extérieur du massif par les fondations, est récupérée par la circulation de l'air destiné à la combustion dans des réseaux de petits carneaux situés au-dessous des régénérateurs et au-dessus des galeries collectrices ».

Dans le chapitre VII, le four à coke est envisagé comme producteur de gaz. Intercallé entre deux séries de monographies de fours, ce chapitre apparaît, à première vue, comme un hors-d'œuvre. On y examine l'influence de la nature des charbons, de la température et des appareils, sur les produits gazeux de la distillation, en utilisant les résultats des expériences faites par Sainte-Claire Deville, Brouardel, Euchène, V. B. Lewes, Bunte, Simmersbach, etc.

Ayant établi que le pouvoir calorifique du gaz de fours à coke est notablement inférieur à celui du gaz d'éclairage ordinaire, les auteurs recherchent par quel moyen il convient d'améliorer la qualité du premier de ces gaz et ils affirment de nouveau qu'il y a lieu de l'utiliser en totalité, pour des buts industriels, en chauffant les fours au moyen de gaz pauvre, ce qui entraîne l'obligation de prévoir l'échauffement simultané de ce gaz pauvre et de l'air, au moyen des chaleurs perdues.

L'étude détaillée des fours de ce système, construits récemment par Koppers, Otto, Lecocq, Collin, Still, Coppée et la Société

Franco-Belge de fours à coke, constitue, enfin, l'objet du chapitre VIII et dernier, qui forme comme la conclusion du savant traité des frères Lecocq.

Il convenait de signaler ce magnifique ouvrage à la sérieuse attention de tous les spécialistes de la fabrication du coke, à une époque où cette fabrication semble appelée à un nouvel essor et à une complète rénovation.

V. F.

Note sur le tir électrique. — Etude de MM. TAFFANEL, DAUTRICHE, DURR et PERRIN. (*Annales des Mines de France*, 1^{er} et 2^e trimestres 1919.)

Cette étude, dont la guerre a retardé la publication de plus de cinq années, est le résultat de longues et minutieuses recherches effectuées à la station d'essais de Liévin en 1912 et 1913 par son distingué directeur, M. l'Ingénieur en Chef des Mines Taffanel et ses collaborateurs : M. l'Ingénieur des poudres Dautriche — si malheureusement disparu dans une pénible explosion pendant la guerre, en plein épanouissement de son talent — MM. Durr et Perrin.

On sait que la station d'essais se trouva, pendant la guerre, sur la ligne de feu, et fut détruite entièrement.

La question des amorces électriques avait été soumise à la station de Liévin, à la suite d'accidents survenus dans un fonçage de puits, où des ratés nombreux furent constatés dans des tirs en séries à volées assez fortes comme il s'en rencontre dans les fonçages de puits.

Très rapidement le problème prit une grande ampleur sous l'influence de l'esprit scientifique qui présida aux recherches; les difficultés résultant de l'instantanéité des phénomènes à observer — il s'agit de noter des millisecondes — auraient rebuté d'autres expérimentateurs. L'outillage très complet de la station d'essais permit aux auteurs, grâce d'ailleurs à l'ingéniosité apportée par eux dans la réalisation des dispositifs d'essais, de fouiller dans ses détails le mécanisme du fonctionnement des amorces électriques.

La première partie de l'étude est consacrée entièrement aux amorces; elle est suivie d'une note sur les exposeurs (2^e partie) et d'un chapitre sur la puissance des détonateurs (3^e partie).

L'étude des amorces est particulièrement intéressante dans son originalité: les auteurs étudient d'abord la constitution des amorces à incandescence à fil métallique, les seules envisagées, les seules d'ailleurs qui soient d'un emploi courant dans les travaux miniers (1).

Après une description minutieuse des types soumis aux essais, les auteurs abordent l'étude de la régularité des tirs en série.

Ils montrent que la probabilité des ratés est fonction de l'intensité du courant, et dépend de l'écart entre deux temps qu'ils déterminent au moyen d'expériences ingénieuses, à savoir: d'une part le temps t_1 de passage du courant, sous une intensité donnée, jusqu'à l'instant de rupture du fil, d'autre part, le temps minimum t_2 de passage du courant nécessaire pour provoquer l'inflammation: le degré de régularité de ces temps et la différence systématique qui les sépare sont les principaux facteurs de la régularité du tir. Lorsqu'il y a un raté dans un tir en série, c'est que le temps t_2 pour certaines amorces est supérieur au temps t_1 de certaines autres: dès lors le courant est interrompu par rupture de fil avant que certaines amorces soient portées à l'inflammation, d'où production de ratés.

— La probabilité de ratés croît naturellement avec le nombre d'amorces, et il est rare que l'on en signale lorsque le nombre de mines ne dépasse pas trois.

Pour chaque type d'amorces, il existe deux intensités limites I_1 et I_n (n étant le nombre d'amorces en série); en dessous de I_1 , aucune amorce ne détone; entre I_1 et I_n , il y a probabilité de ratés partiels; au-dessus de I_n , il y a certitude de tir régulier. Les hautes intensités n'ont pas d'influence défavorable sur la régularité du tir, elles peuvent seulement causer des dangers dans certains cas spéciaux de dérivations ou pertes à la terre.

Les mesures chronographiques permettent aux auteurs de dresser, par le tracé des courbes $t_2 I$, $t_1 I$, pour un type d'amorces, une photographie du degré de régularité du tir sous diverses intensités.

(1) En France, l'arrêté du 23 février 1912 les impose dans les mines grisouteuses; en Belgique, l'arrêté du 24 avril 1920 sur les explosifs les impose en fait par les prescriptions de l'article 3 exigeant la vérification préalable des détonateurs.

Les fabricants devraient s'inspirer de ces méthodes pour obtenir sur leurs produits des indications beaucoup plus précises que celles dont ils se contentent aujourd'hui.

A côté des efforts à poursuivre dans la fabrication, la régularité du tir pourrait être obtenue par des moyens détournés. Le siège de Liévin procéda en septembre 1913 à l'examen d'un dispositif spécial d'amorces ayant pour but d'éviter les ratés dans les tirs en série: ces amorces étaient pourvues d'une mise automatique en court-circuit des fils dès la rupture du pont de platine. Dès lors, le courant continue à passer pour les amorces qui n'auraient pas encore été enflammées: donc plus de ratés.

L'appareil fonctionnait bien sur les inflammateurs seuls, mais se trouvait en défaut lorsqu'on opérait sur les inflammateurs montés sur détonateurs et, à plus forte raison, sur des détonateurs avec cartouches: dans ce cas, le dispositif de mise en court-circuit était lui-même détruit par l'explosion. Ces amorces ingénieuses ne sont donc pas efficaces dans la pratique.

M. Taffanel suggère, dans le même ordre d'idées, d'intercaler, entre l'inflammateur et le détonateur, un *retard*, non pas de l'ordre des retards intercalés, par des bouts de mèche, dans les amorces à temps destinées à assurer l'échelonnement des coups selon un ordre prévu; ces amorces à temps sont d'ailleurs incompatibles avec les conditions de sécurité des mines grisouteuses ou poussiéreuses, et introduisent les dangers de longs-feux des mèches; il s'agit de créer un retard de l'ordre de 2 ou 3 centièmes de seconde par l'interposition d'une épaisseur déterminée d'une poudre, déflagrant à une vitesse connue, entre la poudre électrique et le détonateur. En effet, ce retard s'ajoutant à la durée $\varepsilon = t_1 - t_2$, écarterait suffisamment les risques de ratés, même avec des amorces peu régulières.

Un autre moyen indirect d'améliorer la régularité du tir, avec les amorces d'une fabrication donnée, consiste à les classer par sensibilité en lots aussi semblables que possible. Le seul classement utilisé à ce jour est basé sur la résistance électrique de l'amorce. Les essais relatés montrent que ce classement est illusoire, quand la différence de résistance des amorces est inférieure à 5%. Il a cependant l'avantage d'éliminer les amorces défectueuses dont le fil serait rompu.

C'est dans ce but que le règlement belge du 24 avril 1920 a imposé cette vérification à la mine même.

Le classement suivant les résistances ne se base que sur une caractéristique, alors que d'autres influences entrent en jeu ; les expérimentateurs de Liévin ont imaginé de classer les amorces suivant les températures atteintes au passage d'un courant déterminé, le fil étant, au sein de la poudre électrique, dans les mêmes conditions de refroidissement par le milieu ambiant qu'au moment du tir. (L'élévation de température est mesurée par l'augmentation de résistance de l'amorce sous l'action d'un courant donné.) Ce procédé a donné un classement nettement supérieur. Mais, pas plus que le premier, il ne permet pas d'augmenter sensiblement la régularité des amorces fabriquées. On peut donc, concluent les auteurs, s'en tenir au classement par résistances, d'application facile et d'un usage courant.

De la partie relative aux exposeurs, je retiendrai les recherches sur ce que les auteurs appellent les « contacts postérieurs », c'est-à-dire, sur les contacts qui peuvent se produire, après départ des mines, entre les fils conducteurs du courant, en produisant, si le courant de l'exposeur persiste, des étincelles susceptibles d'enflammer du grisou. Une flambée de grisou survenue en 1912 dans une mine du Pas-de-Calais, avec un explosif de grande sécurité sous faible charge, avait été attribuée à une étincelle produite de cette manière. Les auteurs ont réalisé ces contacts, et arrivent à conclure qu'il est opportun, tout au moins pour les exposeurs donnant des étincelles capables d'allumer le grisou, de limiter le temps du passage du courant, par exemple à 3 ou 5 centièmes de seconde.

En étudiant la puissance des détonateurs et les méthodes utilisées pour la contrôler, les auteurs préconisent celle qui consiste à déterminer jusqu'à quelle densité limite ou jusqu'à quelle humidité limite un explosif type peut être amorcé par le détonateur étudié.

Tous les essais de puissance de détonateurs exigent d'ailleurs des laboratoires spéciaux et ne sont guère à la portée que des fabricants.

Cette étude vient ajouter, à la liste déjà longue des publications de la station d'essais de Liévin, un ouvrage substantiel et fécond, dont auront à s'inspirer tous ceux qu'à des titres divers préoccupe la sécurité des travaux miniers.

AD. BREYRE.

Association Belge de Standardisation

(A. B. S.)

Publication des Travaux

L'A. B. S. vient d'inaugurer la série de ses publications en faisant paraître les cinq fascicules suivants :

- N° 1. — Règlement pour la construction des charpentes métalliques.
- N° 2. — Règlement pour la construction des réservoirs métalliques.
- N° 3. — Règlement pour la construction des couvertures et parois en tôles ondulées galvanisées.
- N° 4. — Standardisation des arbres et poulies de transmission.
- N° 5. — Règlement pour la construction des ponts métalliques.

Les fascicules nos 1, 2, 3 et 5 contiennent l'indication des règles à suivre pour le calcul, la fabrication en atelier, l'expédition et le montage des constructions envisagées. Ils fixent, en outre, les conditions relatives aux délais de livraison, aux garanties, au paiement et aux autres clauses d'ordre général. Le chapitre traitant des qualités des matières a été provisoirement réservé.

Le but poursuivi par la publication de ces règlements consiste à mettre entre les mains des constructeurs, aussi bien que des firmes qui font exécuter des travaux, un code précis et clair, propre à définir leurs obligations réciproques, et qui pourra désormais être invoqué dans les demandes de prix et les contrats. On espère ainsi mettre fin à une source importante de malentendus et de contestations.

Le fascicule n° 4 donne les diamètres d'arbres et les dimensions principales des poulies dont l'emploi est désormais recommandé aux auteurs d'installations nouvelles. Il ne constitue d'ailleurs que l'étape préliminaire de travaux plus étendus dans le domaine des transmissions. (1)

(1) Conformément aux décisions de la Commission générale, ces cinq fascicules sont expédiés gratuitement, aux membres de l'A. B. S. dont la souscription pour l'année 1920 atteint au moins 100 francs. Les autres pourront obtenir les rapports qui les intéressent en versant le coût (Fascicule n° 1, 3 francs; fascicule n° 2, 2 francs; fascicule n° 3, 1 franc; fascicule n° 4, 1 franc; fascicule n° 5, 4 francs.) au crédit du compte chèques-postaux n° 21.855 du secrétaire, M Gustave L. GÉRARD, 33, rue Ducale, à Bruxelles.