Deuxième Conférence internationale sur la Préparation des Charbons

Essen, 20-25 septembre 1954
(suite)

Compte rendu par INICHAR

IV. — CLASSEMENT GRANULOMETRIQUE, EGOUTTAGE ET SECHAGE THERMIQUE

Onze communications ont été présentées dans ces différents domaines.

Différentes solutions apportées aux difficultés rencontrées dans le criblage et le dépoussiérage par suite de l'accroissement de la teneur en humidité du brut font l'objet de trois communications. Trois autres s'intéressent au problème de la classification aux mailles très fines.

Les quatre notes suivantes traitent de différents procédés de séparation des solides et de l'eau par égouttage, filtration et séchage thermique, tandis que la dernière passe en revue les propriétés de l'eau de lavage.

A. — Criblage et dépoussiérage.

M. BRUN, Directeur-Gérant des Charbonnages de Beeringen, fait une comparaison entre deux schémas possibles de traitement des fines brutes dont l'humidité est telle que leur dépoussiérage pneumatique sans séchage préalable est impraticable. Il s'agit, d'une part, du séchage thermique préalable de la totalité des fines brutes, ce qui permet, dans la suite, leur dépoussiérage, leur criblage à sec à des mailles réduites et leur traitement partiel ou total par épuration pneumatique, et, d'autre part, du traitement complet par voie humide : déschlammage total, épuration par voie humide et égouttage des fines déschlammées, flottation, filtration et séchage thermique des schlamms.

Compte tenu des frais de traitement relatifs à ces deux procédés et des barèmes de prix actuellement applicables aux charbons lavés et secondaires, les bilans économiques de l'un et l'autre ne diffèrent que de quelques pourcents. Ce sont des particularités locales des sièges, telles que la structure de leur atelier de préparation et leur mode de liaison à une centrale électrique, qui permettent de s'orienter dans la voie la plus intéressante.

L'auteur insiste sur le développement prévisible des centrales thermoélectriques à charbon pulvérisé qui exigeront des quantités toujours plus importantes de produits secondaires, ce qui milite en faveur de la séparation pneumatique des poussiers bruts.

Le traitement des fines par voie sèche après séchage impose la séparation préalable de ces fines du tout-venant par criblage à sec. Dans le cas du charbonnage de Beeringen, les fines brutes contiennent environ 6 % d'humidité et le criblage à 10 mm se fait avec un rendement de près de 90 %. Mais au-dessus de cette teneur en humidité, le rendement de criblage tombe rapidement. Il n'est plus que de 85 % à 7 % d'humidité et de 79 % à 8 % d'humidité.

* * *

M. MEYER donne les raisons qui ont conduit à l'adoption du préclassement total ou partiel sous l'eau dans la plupart des lavoirs des mines de la Sarre. L'humidification toujours plus poussée au fond a entraîné un accroissement continu de la teneur en humidité, qui atteignait déjà en 1948 une valeur moyenne de 10 % dans les 0-80 mm brut. Le criblage à 10 mm, ou même à 13 mm d'un brut aussi mouillé, surtout lorsqu'il comprend une forte proportion de fines et d'argiles, devient très aléatoire par suite du colmatage des tôles perforées.

La présence d'une quantité importante de déclassés dans les grains entraîne de sérieuses perturbations dans la marche du lavoir. Ces déclassés sont très mal lavés dans les bacs à grains et les pertes de charbon dans les schistes sont importantes.

Avant d'adopter le criblage sous eau, différentes solutions ont été expérimentées dans le but d'améliorer le préclassement à sec. On a augmenté la maille de la coupure inférieure (de 10 mm rond à 13 mm carré à Reden), mais cette mesure devient inefficace dès que l'humidité dépasse 6 %. On a essayé d'éviter le colmatage en soufflant de l'air comprimé sur les tôles perforées et en adaptant des vibrateurs à ces tôles. Ces procédés n'éliminent pas complètement le colmatage mais le retardent considérablement et, d'autre part, ils n'améliorent que très peu le criblage lorsque les fines brutes se pré-

sentent sous forme agglomérée, ce qui se produit lorsque l'humidité dépasse 10 %.

Finalement, ces essais ont été abandonnés par suite du succès obtenu par le criblage sous eau dans plusieurs sièges.

Ce criblage sous eau peut être total ou partiel. Il est total dans le cas d'arrosage abondant de tout le brut 0-80 mm directement sur le crible de préclassement. Si l'on conserve un préclassement à sec et que seule la catégorie directement supérieure à 10 mm est recriblée sous eau sur un crible auxiliaire, ce criblage sous eau est dit partiel.

Les résultats, au point de vue précision de calibrage, obtenus aux lavoirs de Maybach et de König (criblage sous eau total) et au lavoir de Heinitz (criblage sous eau partiel) sont très satisfaisants. Le criblage sous eau partiel n'exige que 0,3 m^3 d'eau de rinçage par tonne de charbon brut 0-80 mm, contre 0,8 m^3/t pour le criblage sous eau total, mais la surface du crible auxiliaire doit être suffisante pour traiter tout le produit inférieur à 25 mm, en cas de colmatage complet de la tôle de 10 mm du crible de préclassement. De plus, ce procédé n'évite pas les nettoyages des cribles de préclassement et les gros grains ne sont pas rincés.

* * *

M. THEIN étudie les accroissements de teneurs en humidité provoqués par différentes méthodes de lutte contre les poussières au fond et les répercussions de ces accroissements sur les rendements de criblage et de dépoussiérage.

La méthode la plus efficace de lutte contre les poussières s'est révélée être l'emploi simultané de l'injection en veine et de marteaux-pics à pulvérisation. Ces deux mesures ne devraient entraîner qu'un accroissement de la teneur en humidité d'environ 1,5 %. Si les chantiers souterrains sont secs, cette augmentation n'est pas suffisante pour compliquer sensiblement les problèmes de criblage et de dépoussiérage. Mais, en pratique, on constate souvent des humidités plus élevées dues à des additions d'eau non contrôlées et à l'humidité des chantiers. Il est intéressant de savoir jusqu'à quelle teneur en humidité le criblage et le dépoussiérage à sec sont possibles et jusqu'à quel point certains artifices permettent de relever cette limite.

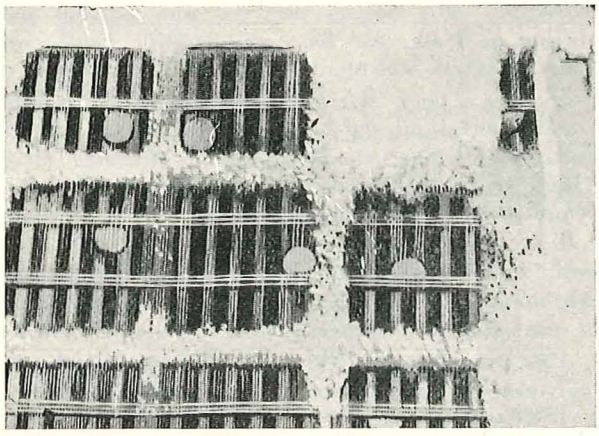

Fig. 1. — Dispositif à billes de chocs pour le nettoyage automatique de toiles de criblage.

La première solution étudiée par l'auteur consiste à utiliser des toiles de criblage spéciales ou l'autonettoyage se produit, soit grâce au mouvement relatif entre les fils adjacents (tamis Serpa et tamis D U O), soit grâce à des billes caoutchoutées qui viennent frapper la toile de criblage (fig. 1). Par ces procédés, on peut éviter le colmatage des toiles jusqu'à des teneurs en humidité dépassant 10 %.

Une seconde solution consiste à chauffer la toile de criblage, soit par résistance, soit par effet inductif. On parvient également ainsi à éviter le colmatage pour des teneurs très élevées de l'humidité. Mais il faut insister sur le fait que tous ces procédés n'ont d'autre résultat que de conserver à la toile son pouvoir criblant, le résultat du criblage, surtout aux mailles assez fines, dépendant essentiellement de l'aptitude du criblage du produit lui-même (adhérence entre les grains).

Le dépoussiérage pneumatique normal paraît fonctionner dans des conditions satisfaisantes jusqu'à des humidités superficielles atteignant 3 %. Il ne doit cependant pas se produire d'accroissement temporaire important de cette humidité, car il peut se produire alors un colmatage du support des produits et des dépôts dans les conduites qui réduisent leur section et la qualité du dépoussiérage.

Si les humidités superficielles moyennes sont plus élevées, la solution doit être cherchée dans le chauffage du courant d'air, avec chauffage de certains points dangereux des conduites d'aspiration pour éviter les condensations et les dépôts de schlamm. Par ce moyen, la teneur en humidité superficielle limite peut être élevée à 5 - 6 %.

* * *

M. PARTON donne une description, le principe de fonctionnement et les résultats de la grille en auge utilisée pour le criblage des fins calibres d'anthracite dans le bassin de Pennsylvanie aux Etats-Unis. Cette grille (fig. 2) consiste en un canal de 0,9 m de largeur sur 6,40 à 7,30 m de longueur. L'intérieur de ce canal est muni de cloisons transversales disposées de 15 cm en 15 cm, entretoisées par des languettes de 50 mm de hauteur disposées également de 15 en 15 cm. Ce cloisonnement forme une sorte de grille à mailles carrées qui sert de support à la toile de criblage et qui limite, sous cette toile, des poches de 15 × 91 cm dont le fond est percé de trous de 12 ou 19 mm de diamètre.

Alors que, dans les types classiques de dispositifs de tamisage par voie humide, on évacue très rapidement l'eau du produit d'alimentation, ce qui a pour résultat la formation d'un gateau où l'effet de tamisage est pratiquement nul, avec la grille en auge, le contrôle de l'extraction de l'eau permet de maintenir une couche fluide sur toute la longueur de la grille. Le maintien des grosses particules dans cet état de fluidité permet de soutirer progressivement la plus grande partie de l'eau tout en assurant une évacuation maximum des produits fins.

L'auteur décrit plusieurs exemples d'application dans différents lavoirs à anthracite du bassin de Pennsylvanie. Les grilles en auge servent généra-

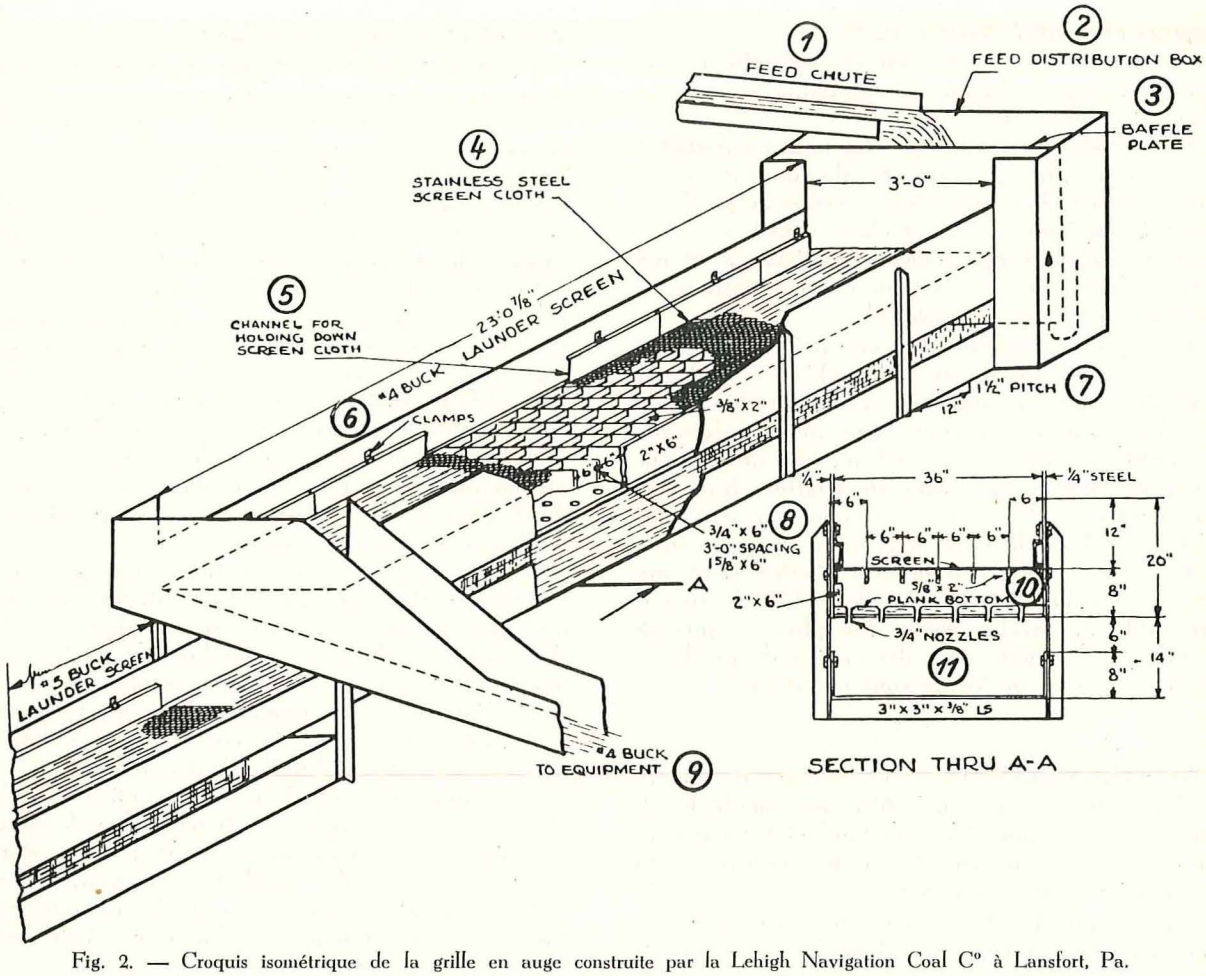

Fig. 2. — Croquis isométrique de la grille en auge construite par la Lehigh Navigation Coal C° à Lansfort, Pa.

1 Goulotte d'alimentation.
2 Caisse de distribution de l'alimentation.
3 Chicane.
4 Toile de tamis en acier inoxydable.
5 Fer en U pour maintenir à plat la toile de criblage.
6 Grille en auge des grains 4.
7 Pente 1 : 8.
8 Compartimentage de 0,91 m ; 19 × 152 mm ; 41 × 150 mm.
9 Grains 4 vers le traitement;
10 Fond en planches.
11 Ajutages de 19 mm.

lement à séparer les fines brutes en plusieurs calibres traités séparément dans des hydrotators ou sur des tables hydrauliques et à reclasser les produits commerciaux.

En réglant convenablement le soutirage à travers la grille, il est possible de profiter de l'effet d'alluvionnement dans le couloir pour effectuer une certaine épuration dans le refus.

* * *

M. FONTEIN donne une description et différentes possibilités d'utilisation de la grille incurvée, récemment mise au point par l'établissement de recherches pour l'industrie minière des Mines de l'Etat aux Pays-Bas. Cette grille est destinée au criblage par voie humide à des mailles très fines, inférieures au millimètre. Cet appareil (fig. 3) est constitué par une grille à barres cintrée dans le sens normal à ces barres.

La couche de liquide et de particules solides en mouvement sur le crible à barres incurvé s'amincit chaque fois qu'elle traverse une fente. Pour une fente de 1 mm, une mince couche de 0,25 mm d'épaisseur environ est éliminée vers l'extérieur. Les particules inférieures à 0,5 mm de diamètre peuvent être entraînées par cette couche mince. Les particules plus grosses que 0,5 mm passent par dessus la fente, car leur plus grande partie est dans le liquide s'écoulant au-dessus de la fente.

L'usure a pour effet d'écorner la barre à l'endroit où elle est frappée par le courant liquide (fig. 3), ce qui réduit l'épaisseur de la couche entraînée et la maille de coupure. Ce défaut peut être corrigé très simplement en retournant la grille.

La capacité de ces grilles est très élevée. Une grille en quart de cercle de 500 mm de rayon et de 600 mm de largeur, alimentée à une vitesse de 3 m/s, a une capacité d'environ 100 m³ à l'heure.

Ces capacités sont de 10 à 50 fois plus élevées par unité de surface que celles des cribles vibrants.

L'auteur cite quelques exemples d'applications dans les lavoirs des Mines de l'Etat aux Pays-Bas.

Une grille a été installée sur la décharge d'un spitzkasten primaire donnant des schlamms grenus,

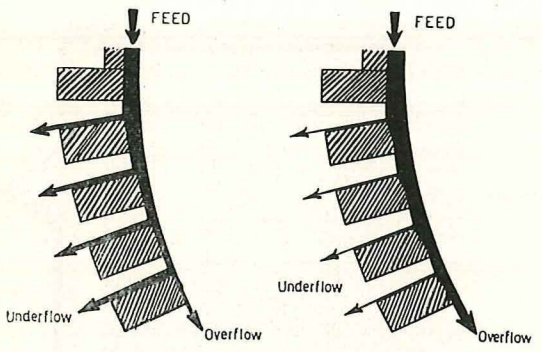

Fig 3a. — Tamis incurvé avec tamis à barres neuves.
3b. — Tamis incurvé avec tamis à barres usées.

qui étaient auparavant renvoyés au lavoir à fines. La grille incurvée effectue une coupure de 0,5 mm. Les produits inférieurs à 0,5 mm sont envoyés à la flottation et les produits supérieurs à 0,5 mm sont incorporés directement aux fines lavées, évitant ainsi le recyclage très important de ces produits.

Comme possibilités d'emploi, l'auteur cite l'égouttage des fines lavées d'un bac, le déschlammage avant lavage, l'égouttage préalable des produits sortant d'un appareil à suspension dense avant égouttage et rinçage sur crible vibrant.

* * *

MM. BELUGOU et AIT OUYAHIA donnent des résultats de classements granulométriques obtenus au moyen de cyclones clarificateurs et classificateurs alimentés sous pression réduite (0 à 5 m). Cette hauteur peut être facilement atteinte dans un lavoir, sans l'aide de pompes, en faisant simplement appel à la gravité et en profitant des différences de niveaux existant entre deux appareils ou deux planchers.

Les courbes de partage représentant les coupures granulométriques effectuées sur des cyclones ne partent pas de l'ordonnée zéro, mais d'une asymptote dont l'ordonnée est égale au soutirage (pourcentage de l'eau envoyée au cyclone qui est soutirée par la pointe). Si l'on considère que cette eau de soutirage avec les solides qu'elle contient dans l'alimentation n'a pas traversé le cyclone, mais a rejoint directement l'épaissi, et si on élimine ces solides de l'épaissi, on obtient ce que les auteurs appellent les représentations « réduites ». La courbe de partage réduite fournit l'écart probable réduit (demi-différence entre les abscisses des points d'ordonnées 25 et 75), la maille de partage réduite et l'imperfection réduite ($\frac{Epr}{Mpr}$). Les courbes de partage réduites sont généralement à peu près rectilignes dans le diagramme anamorphosé en log de la dimension des grains.

Une soixantaine d'essais effectués sur un cyclone clarificateur de 200 mm de diamètre et en faisant varier différents paramètres (hauteur d'injection, valeur du soutirage, dilution de l'eau schlammeuse) ont donné des mailles de partage réduites variant de 50 à 170 μ avec des imperfections réduites variant de 0,40 à 0,67. Ces résultats peuvent être comparés favorablement à ceux obtenus dans un spitzkasten.

On pourrait envisager de remplacer le circuit d'eau général du lavoir passant par les spitzkasten et alimentant les différents appareils en parallèle, par un circuit alimentant différents appareils en cascade avec traitement des eaux par cyclones basse pression entre ces appareils. On réduirait ainsi de façon importante les besoins en force motrice.

Le cyclone classificateur ou tamiseur (fig. 4) est plus particulièrement destiné à effectuer des coupures entre 0,5 et 1 mm. Un appareil de 500 mm de diamètre alimenté sous 0,4 à 1,20 m a une capacité variant de 50 à 150 m³/h. Un tel cyclone pourrait servir à éliminer les grains trop gros dans l'alimentation d'un atelier de flottation. Dans le cas de schlamms très mixteux ou si l'on désire flotter

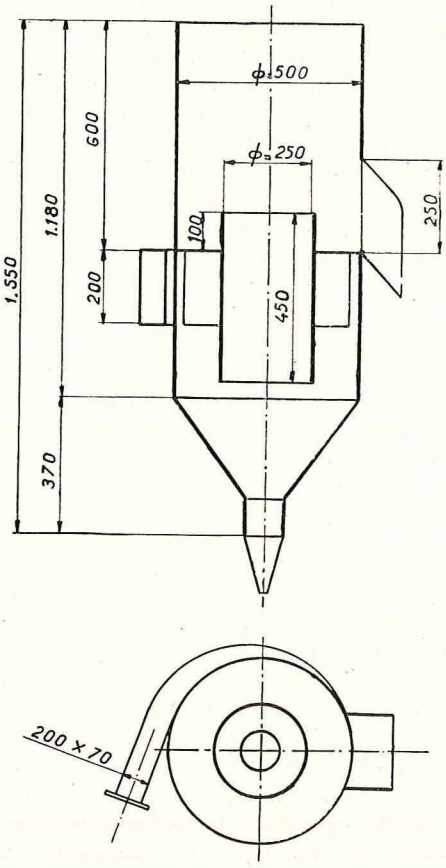

Fig. 4. — Cyclone basse pression tamiseur (ou classificateur)

un schlamm contenant beaucoup de particules grenues supérieures à 0,5 mm, le cyclone tamiseur peut être utilisé pour séparer l'alimentation de la flottation en deux fractions traitées séparément. On a, en effet, constaté que les schlamms grenus flottaient très bien à condition d'être débarrassés au préalable des fractions fines.

* * *

B. — Egouttage, filtration et séchage thermique.

M. PRICE décrit un nouveau type d'appareil destiné à l'égouttage des fines et des schlamms. Cet égoutteur vibrant est constitué par un caisson très

rigide muni d'une toile à maille rectangulaire de 3 × 12 mm. La vibration est produite par un vibrateur Jeffrey-Taylor alimenté en courant continu superposé à un courant alternatif, l'intensité de la vibration étant réglable par rhéostats. La toile d'égouttage monte vers l'extrémité d'évacuation avec une pente d'environ 7° sur l'horizontale. Le schlamm ou les fines arrivent à l'extémité basse de l'appareil et y forment une espèce de mare. Un seuil de déversement empêche qu'en cas de surcharge, les eaux schlammeuses ne puissent passer dans le produit égoutté.

Les vibrations provoquent une décantation accélérée des particules solides dans la « mare » et cette décantation est tellement prononcée qu'un gâteau de charbon comprimé se forme sur la toile. La vibration oblige alors ce gâteau à grimper le long de la toile en sortant de la mare et à se déverser à l'extrémité du crible. Les résultats rapportés par l'auteur concernent un produit de granulométrie 0-4 mm. La capacité de l'appareil de 0,90 × 1,80 m dépend très fort de la teneur en solides de l'alimentation : elle passe de 9 à 22 t/h lorsque cette teneur passe de 40 à 60 %. La teneur en eau des produits égouttés reste comprise entre 25 et 28 %. Pour des schlamms inférieurs à 1 mm, la teneur en eau monte à 30-34 %, tandis que le débit d'alimentation maximum tombe à 12 t/h.

* * *

MM. SILVERBLATT et DAHLSTROM présentent une étude très fouillée sur la filtration continue à vide des fines et des schlamms. Après le rappel de quelques conditions de base permettant d'obtenir du filtre le maximum de rendement et la plus grande facilité de conduite (concentration aussi élevée que possible en solides de l'alimentation, quantité réduite de produits supérieurs à 0,6 mm qui risquent de décanter dans la cuve, pourcentage aussi réduit que possible d'ultra-fins), les auteurs présentent différents schémas d'alimentation des filtres. L'épaississement se fait, soit par gravité, soit par cyclones, soit par des systèmes mixtes.

Une série de formules et de diagrammes, basés sur des résultats obtenus en marche industrielle, permettent de prédéterminer la vitesse de filtrage, l'humidité des gâteaux et la concentration en solides des filtrats en fonction de nombreuses variables telles que la composition granulométrique des solides, la teneur en solides de l'alimentation, la viscosité du filtrat, la dépression à l'aspiration, etc.

Les auteurs donnent finalement quelques résultats de décantation de schlamms floculés au moyen de chaux et de fécule gélatinisée. Les schlamms décantés de cette façon se prêtent bien à la filtration.

* * *

Le problème de l'élimination des schistes de flottation est l'un des plus complexes auxquels le responsable de lavoir ait à faire face actuellement. M. HARPER donne quelques précisions sur le filtre-presse utilisé depuis peu en Angleterre pour produire des gâteaux d'argile et de schistes fins à faible teneur en humidité et aisément manutentionables.

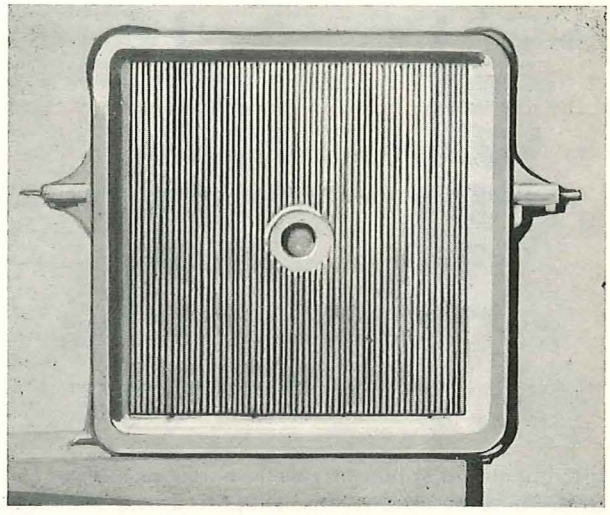

Fig. 5. — Ensemble du filtre-presse.

Ces filtres-presses sont identiques à ceux utilisés depuis de nombreuses années dans les industries céramiques et chimiques. Un tissu filtrant est tendu sur les faces internes nervurées de plaques de filtration évidées (fig. 5). La distance entre les faces est de 25 à 35 mm. La presse se compose d'un certain nombre de ces plaques (50 à 100) dont les faces sont usinées afin de former joint étanche en pinçant les bords de la toile. Un canal central amène la boue à filtrer dans les différentes cellules ainsi formées. Les plaques sont montées sur deux barres horizontales parallèles (fig. 6) grâce à des oreilles de fixation et serrées entre elles au moyen de vis actionnées par moteur électrique ou au moyen de petits vérins hydrauliques. Pour remplir la presse et créer la pression voulue (14 kg/cm² à la fin du cycle), on utilise des pompes à piston plongeur. Malheureusement, leur débit volumétrique est très faible et le temps de remplissage assez long. Pour remédier à cet inconvénient, on envisage l'emploi de réservoirs sous pression d'air comprimé.

Une presse de 80 plateaux de 800 × 800 mm donne de 3500 à 3800 kg de gâteau humide (17 à

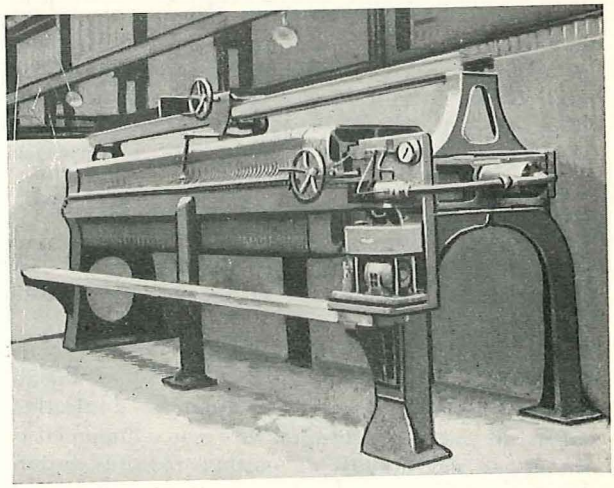

Fig. 6. — Plateau nervuré pour filtre-presse.

22 % d'humidité) sur un cycle variant de 2 à 3 heures.

Les principaux inconvénients des filtres-presses sont leur fonctionnement intermittent et la nécessité d'une main d'œuvre pour décharger les gâteaux.

L'entretien est très réduit et les toiles filtrantes restent plusieurs mois en service.

Le temps de filtration dépend largement de la concentration en solides de l'alimentation et on a tout intérêt à maintenir cette concentration aussi forte que possible.

* * *

MM. HANOT et MAROT décrivent différentes installations de séchage thermique des schlamms réalisés en Belgique. Divers procédés mécaniques tels que l'essorage dans des essoreuses à schlamms de différents types, l'essorage simultané des fines et des schlamms, l'expulsion de l'eau par compression, n'ont donné, jusqu'à présent, que des résultats insuffisants. Le séchage thermique est actuellement le seul moyen permettant de ramener la teneur en humidité des schlamms bruts et flottés à des valeurs acceptables. Dans le cas de schlamms flottés, le séchage thermique est précédé par une filtration à vide qui ramène la teneur en humidité à des valeurs comprises entre 20 et 25 %.

Les auteurs décrivent deux installations de séchage thermique du type Rema-Rosin traitant, l'une des schlamms flottés de charbon gras à coke, l'autre des schlamms flottés maigres et demi-gras destinés à l'agglomération. Dans les deux cas, le prix de revient du séchage est voisin de 60 francs par tonne séchée, y compris l'amortissement de l'installation.

D'autres charbonnages ont installé différents types de sécheurs à schlamms : Modave, Haas, Louisville à tubes de vapeur, Obourg, etc. La note se termine par quelques considérations générales sur le séchage thermique.

Le débit des appareils dépend de la nature physique du produit, de la granulométrie et de l'humidité initiale. La présence d'une quantité assez importante d'argile dans un schlamm brut peut faire tomber la capacité de l'appareil de 40 à 50 %.

Il faut, dans la mesure du possible, éviter les bris s'il s'agit de charbon calibré et, pour les fines et les schlamms, veiller à ce que la température du charbon reste suffisamment basse pour que la perte en matières volatiles et en pouvoir agglutinant ne soit pas sensible.

Les frais d'entretien ne doivent pas dépasser 0,20 F par tonne enfournée et la puissance installée doit être au maximum de 6 CV par t/h de capacité.

* * *

C. — Propriétés des eaux de lavage.

M. MEERMAN examine tout d'abord les propriétés physiques des eaux de différentes origines qui peuvent entrer dans un lavoir. Les propriétés des eaux d'exhaure sont très variables suivant l'emplacement et la profondeur. Les eaux des morts-terrains sont généralement dures et à basse teneur en sodium. A plus grande profondeur, on rencontre d'abord des eaux douces à haute teneur en bicarbonate puis des eaux plus dures à très haute teneur en chlorure de sodium.

Le passage de l'eau dans le lavoir provoque une pollution supplémentaire. A côté des fines particules de charbon et de schistes, il faut mentionner l'introduction de sels solubles, d'acide sulfurique par oxydation de pyrite, de réactifs de flottation et de floculation. Les propriétés physiques de l'eau ont une grande influence sur certains procédés de préparation et de régénération.

Une élévation de température de l'eau, en réduisant sa viscosité, a un effet favorable sur la viscosité des suspensions denses et sur le rendement de la filtration.

Une teneur élevée en ions calcium favorise en général la floculation mais, si elle est trop élevée, la flottation peut être complètement empêchée.

L'emploi d'un excès de réactif de floculation du type amidon solubilisé peut également empêcher toute flottation. Des teneurs en ces réactifs de l'ordre du milligramme par litre dans les eaux de flottation provoquent déjà une baisse très sensible du rendement de flottation.

Les caractéristiques de l'eau ont également une influence très sensible sur la corrosion des éléments en acier des appareils. La corrosion est proportionnelle à la concentration en oxygène et à la conductibilité électrique de l'eau. La couche d'oxyde protectrice à la surface du métal est enlevée par les particules solides, ce qui accélère énormément l'usure par corrosion.

Les eaux dures, non corrosives, donnent lieu à la formation d'une couche de carbonate de calcium, surtout sur les fils des toiles filtrantes. Dans un charbonnage, on a pu remédier à cet inconvénient en contrôlant le pH de l'eau par des additions d'acide sulfurique. La vie des toiles filtrantes a été ainsi quadruplée.

V. — DOSAGE ET MELANGE PREPARATION ET CONTROLE DES SUSPENSIONS DENSES

A. — Dosage et mélange.

Deux communications traitent du problème du mélange, l'une étudie plus particulièrement l'homogénéisation du charbon brut à l'entrée du lavoir, tandis que l'autre définit un indice permettant d'apprécier la qualité d'un mélange effectué dans un lavoir.

* * *

M. HIRST décrit différentes dispositions de silos de stockage et de mélange en tête d'un lavoir permettant de réduire le plus possible les fluctuations en quantité, grosseur et qualité du charbon fourni par le puits. Cette homogénéisation du charbon brut a l'avantage d'assurer une alimentation uniforme du lavoir et de garantir une qualité constante des produits marchands.

Un seul silo tampon assure la constance du débit, mais non celle de la qualité.

Un mélange aussi régulier que possible peut être obtenu en soutirant simultanément du charbon aux pointes d'un certain nombre de silos qui ont été remplis successivement. On obtient ainsi un mélange d'un certain nombre de flux de charbon également réparti sur l'ensemble de la période de remplissage des silos. Au lieu de recourir à la solution onéreuse d'un grand nombre de petits silos totalement indépendants et munis chacun d'un distributeur, on peut adopter, en pratique, la disposition de la figure 7, qui donne un mélange tout aussi efficace, tant que les silos ne sont pas vidés en dessous du niveau des murs de séparation internes.

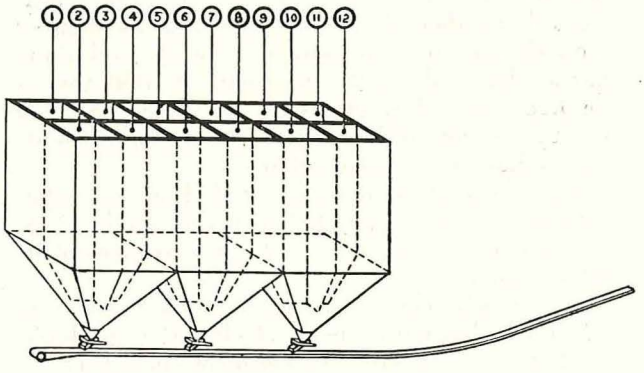

Fig. 7. — Disposition pratique de silos à plusieurs compartiments.

Dans le cas de la figure, les trois silos de grande capacité sont divisés en quatre compartiments pourvus chacun d'un dispositif anti-bris. On obtient ainsi un résultat analogue à celui que l'on obtiendrait au moyen de douze silos indépendants.

Les cycles de remplissage et de vidange peuvent se faire de deux façons. On peut remplir complètement une batterie de silos, puis la vider pendant le remplissage d'une seconde batterie. Dans ce cas, il faut prévoir au minimum deux et, pour bien faire, trois batteries de silos identiques, ce qui conduit à une lourde dépense.

L'auteur conseille un autre mode opératoire. Les différents compartiments sont remplis à la suite l'un de l'autre, tout en étant soutirés simultanément. Une seule batterie de silos permet, dans ces conditions, d'effectuer un travail analogue à celui obtenu des deux ou trois batteries dans le cas précédent, avec une réduction importante du prix et un très léger sacrifice sur l'efficacité pratique du mélange.

On estime que l'équipement de silos au moyen de cloisons internes et avec un système automatique de distribution augmentera d'environ 10 % le prix total de l'installation de stockage.

* * *

M. DANIELS propose un nouvel indice, ou plutôt une nouvelle méthode d'échantillonnage, dans le but de caractériser la qualité d'un mélange effectué par un mélangeur industriel continu.

Dans le cas des mélanges de charbons (en général des charbons fins tels que poussier, schlamms et fines) la mesure de la qualité du mélange est compliquée par le fait que le caractère qu'il est possible de mesurer (teneur en cendres, en humidité, en matières volatiles) peut varier avec le temps dans les différents produits constituant le mélange. Dans ces conditions, l'auteur conseille de prélever, non pas des échantillons successifs dans le temps sur toute la section du flot de matière sortant du mélangeur, mais des échantillons simultanés sur plusieurs courants partiels de la matière.

A cet effet, on introduit des récipients d'échantillonnage identiques placés les uns à côté des autres dans le courant de la matière.

La simultanéité des prélèvements élimine l'influence des fluctuations des caractères à mesurer dans les constituants du mélange et des proportions de ces constituants. Ce procédé de mesure fait connaître si dans chaque courant partiel le caractère à mesurer se présente de façon régulière.

On prélève un certain nombre de ces groupes d'échantillons (30 à 100 dans les essais rapportés par l'auteur) et on adopte comme indice de qualité de mélange le rapport en pour cents entre la moyenne des plus grands écarts dans les groupes d'échantillons et la moyenne arithmétique de toutes les mesures.

L'auteur rapporte enfin les résultats obtenus en appliquant cette méthode à neuf installations de mélange dans le bassin de la Ruhr. Les indices de qualité de mélange trouvés varient de 5 à 20 %. Les broyeurs à marteaux donnent généralement des résultats satisfaisants.

Ces indices ne sont cependant pas suffisants pour évaluer les résultats de façon absolue, car il faut tenir compte de facteurs tels que le nombre de constituants du mélange, les différences du caractère à mesurer (teneur en eau ou en cendres, en matières volatiles, etc.) et la différence de granulométrie de ces constituants.

* * *

B. — Préparation et contrôle des suspensions denses.

Deux des communications classées sous ce chapitre traitent de l'emploi au Japon de substances alourdissantes nouvelles pour la fabrication des suspensions denses. Les deux autres s'intéressent au problème de la mesure et du contrôle de la viscosité des suspensions denses.

* * *

MM. KURODA, KOIKE et NISHIKAWA donnent les résultats obtenus à la mine Miike avec un séparateur par milieu dense fonctionnant au moyen d'un medium très particulier. La matière alourdissante principale est constituée par des petits cubes de 0,65 mm de côté de caoutchouc chargé à la litharge d'une densité de 3,7.

La vitesse de chute libre de ce produit dans l'eau est d'environ 10 cm/sec et une suspension à basse densité formée uniquement de ce produit serait beaucoup trop instable. C'est pourquoi cette suspension doit être stabilisée par une incorporation assez importante de schlamm. A la mine Miike, on utilise

un mélange de 13 % de grains de caoutchouc à la litharge, 17 % de schlamm et 70 % d'eau, ce qui donne une suspension de densité 1,4 suffisamment stable et de faible viscosité. La régénération du médium se fait très facilement car, lorsque la suspension est diluée par rinçage, la décantation des grains de caoutchouc se fait très rapidement, ces grains se séparent très facilement du schlamm et les pertes dans l'effluent sont pratiquement nulles. Comme la perte de grains de caoutchouc entraînés par les produits lavés est également très faible, car ces grains n'ont pas tendance à adhérer aux particules de charbon et de schistes et sont facilement éliminés par rinçage, la perte globale ne s'élève qu'à 18,5 g par tonne de brut traité, ce chiffre étant calculé sur un fonctionnement d'un an et demi.

Vu le prix élevé du medium (environ 65.000 F/t), il est d'ailleurs indispensable que la perte ne dépasse pas cet ordre de grandeur.

Les avantages de ce procédé sont le faible encombrement et les frais de premier établissement relativement réduits de l'installation par suite de la facilité de régénération et surtout l'usure réduite des pompes et tuyauteries grâce à la nature peu abrasive de la suspension.

Une caractéristique particulière du séparateur de Miike est encore l'emploi d'un courant ascendant assez important pour permettre la séparation à des densités de partage de 1,9 à 2,0 au moyen d'une suspension de densité 1,4. Pour obtenir des précisions de coupure satisfaisantes dans ces conditions, on ne peut traiter que des fractions granulométriques assez étroites (22-40 mm et 40-75 mm dans les deux séparateurs étudiés ici).

* * *

Le manque de ressources en magnétite au Japon a entraîné l'utilisation d'autres substances alourdissantes telles que les scories de cuivre et les cendres de pyrite. La régénération de ces mediums non magnétiques présente certaines difficultés et MM. YATAGAI, HIRANO et IWASAKI donnent les résultats obtenus dans une installation pilote construite par le *Resources Research Institute*, où l'épaississeur utilisé généralement dans le circuit de régénération a été remplacé par une centrifugeuse.

Cette centrifugeuse, alimentée avec une suspension diluée à 2-3 % de solide, donne une coupure à une maille variant de 4 à 5 microns suivant la vitesse de rotation.

Avec des scories de cuivre contenant 82 % de grains inférieurs à 74 μ et des cendres de pyrite contenant 90 % de grains inférieurs à 74 μ, la perte de medium est d'environ 1,5 kg/t de charbon brut. Il est vraisemblable que cette perte tombera en dessous de 1 kg dans les lavoirs industriels où les mediums ne contiennent en moyenne que 60 % de < 74 microns.

Les précisions des séparations obtenues au moyen de ces mediums sont analogues à celles que l'on obtiendrait en utilisant de la magnétite.

* * *

M. SCHRANZ rapporte une série d'essais de laboratoires montrant que l'emploi de réactifs tensio-actifs appropriés permet de réduire sensiblement la viscosité des suspensions denses.

C'est surtout dans le cas de séparation de grains fins, inférieurs à environ 2 mm, que la viscosité de la suspension prend une grande importance. Les essais effectués par l'auteur ont porté sur un charbon brut maigre de la Ruhr de granulométrie 0,5-5 mm. Pour les analyses, tous les échantillons de flottant et de plongeant ont été criblés à 1 mm et les résultats de lavage sont donnés pour les fractions 1-5 mm et 0,5-1 mm.

Les mesures de viscosité ont été effectuées au moyen d'un appareil spécial qui n'est pas décrit par l'auteur.

Alors qu'en général une concentration de 30 % en produit solide dans la suspension représente la limite d'utilisation des suspensions denses, l'emploi d'un agent mouillant permet de reculer cette limite jusqu'aux environs de 45 %. Par exemple, une suspension de baryte pure, sans agent mouillant, ne peut pratiquement dépasser une densité de 2,0, l'addition d'un agent mouillant permet d'effectuer des séparations satisfaisantes jusqu'à des densités de 2,45.

Encore plus démonstratif est le cas de suspensions de calcite.

Sans emploi d'agent mouillant, ces suspensions atteignent la limite de viscosité pour une densité d'environ 1,40. L'addition d'un agent mouillant réduit à tel point la viscosité qu'on a pu effectuer, avec ces suspensions, des séparations précises jusqu'à des densités de 1,9, la précision de ces séparations étant même meilleure que celle obtenue avec des suspensions de magnétite de même densité.

L'intérêt pratique de ces recherches réside dans la réduction de viscosité des suspensions de densités habituelles et dans l'accroissement de précision de séparation qui en découle, surtout pour les fines granulométries.

Un essai de séparation de charbon brut 0,5-5 mm dans une suspension de baryte de densité 1,9 a donné les résultats suivants.

Fraction 1-5 mm - sans mouillant	$e_p = 0{,}25$
Fraction 1-5 mm - avec mouillant	$e_p = 0{,}02$
Fraction 0,5-1 mm - sans mouillant	pas de séparation
Fraction 0,5-1 mm - avec mouillant	$e_p = 0{,}02$

* * *

MM. VAN der WALT et FOURIE étudient l'application du viscosimètre Stormer à la mesure des viscosités apparentes des suspensions denses.

Ce viscosimètre (fig. 8) est constitué par un rotor de forme quelconque (G) plongeant dans le liquide d'épreuve (J). Ce rotor est actionné par un poids moteur (E) par l'intermédiaire d'un tambour d'enroulement (C) et d'un train d'engrenages (B). La viscosité du liquide se calcule à partir du temps nécessaire au rotor pour faire un nombre de tours déterminé lu sur le compte-tours (A). En cas d'écoulement laminaire dans le liquide d'épreuve, la relation entre la viscosité et le temps de rotation est très simple, mais on a constaté que, dans

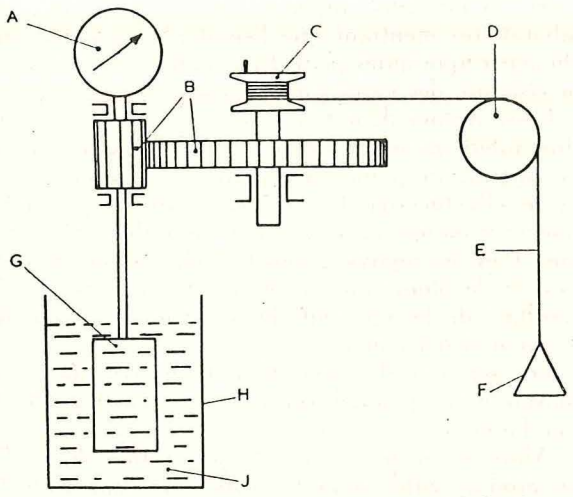

Fig. 8. — Principe de fonctionnement du viscomètre de Stormer.

A Compteur de tours.
B Engrenages.
C Tambour d'enroulement.
D Poulie.
E Fil.
F Poids moteur.
G Rotor.
H Cuvette d'épreuve.
J Liquide d'épreuve.

le cas des suspensions denses rencontrées en pratique, les écoulements se font généralement en régime turbulent. De plus, pour maintenir l'homogénéité de la suspension au cours de la mesure, il est nécessaire d'introduire dans le récipient d'épreuve un mécanisme agitateur qui complique encore le phénomène.

Les auteurs montrent comment, dans ces conditions, il est possible de procéder à l'étalonnage de l'appareil, en faisant intervenir le nombre de Reynolds correspondant au mouvement du rotor dans la suspension.

Les déterminations effectuées sur une série de suspensions de baryte ont montré que la viscosité apparente varie très largement suivant la vitesse du rotor et que les résultats les meilleurs sont obtenus avec un rotor cylindrique.

* * *

VI. — RELATIONS ENTRE LE CHARBON BRUT, LES PROCEDES DE LAVAGE ET LA RENTABILITE

Sept communications de caractère assez divers ont été groupées dans ce chapitre. Quatre d'entre elles étudient les propriétés des charbons bruts au point de vue des possibilités de lavage dans le but d'en tirer le maximum de valorisation. Les trois autres donnent des aperçus généraux sur l'équipement et les frais d'établissement des lavoirs.

A. — Valorisation des charbons bruts.

M. ALBALA donne les courbes de lavabilité d'une série de charbons chiliens. Tous ces charbons sont à haute teneur en matières volatiles (40 à 45 % de matières volatiles) et sont très importants pour le Chili comme matière première pour la fabrication du coke métallurgique.

D'une façon générale, ces charbons sont très faciles à laver, le tout-venant ne contenant que 10 à 15 % de cendres. La teneur en soufre du charbon est généralement assez faible et ne constitue pas une difficulté.

* * *

M. SCHOENMULLER donne quelques résultats d'une vaste étude sur les propriétés des charbons bruts de sept charbonnages de la Ruhr. Les échantillons sur lesquels se base cette étude sont prélevés de deux façons différentes :

— Echantillons prélevés par saignée sur la hauteur de la couche (échantillons piliers) ;
— Echantillons représentatifs de chantiers prélevés sur berlines.

Les échantillons piliers ainsi que les gros bruts et les fines brutes ont été séparés par liqueurs denses et on a déterminé la teneur en cendres des différentes tranches densimétriques. La comparaison des résultats conduit aux constatations suivantes :

— Les teneurs en cendres de tranches densimétriques identiques varient dans de larges limites suivant le charbon considéré. En particulier, la teneur en cendres des schistes supérieurs à 2,0 varie de 48,3 à 89,1 % dans les charbons ½ gras. Il est donc impossible de caractériser la pureté des schistes par des valeurs de teneurs en cendres.

— La comparaison des échantillons piliers et des échantillons prélevés en berlines donne les modifications des caractères du brut par suite de son exploitation. On constate un enrichissement général en schistes des gros bruts par rapport aux échantillons en piliers. Les tranches densimétriques des gros bruts ont une teneur en cendres systématiquement plus élevée que les tranches correspondantes des échantillons piliers. Les fines brutes, au contraire, ont des propriétés à peu près identiques à celles des échantillons piliers.

L'auteur insiste ensuite sur l'importance, au point de vue économie, de la teneur en schistes des charbons bruts. Chaque pourcent de schiste franc réduit de 5 à 6 francs la recette par tonne de charbon brut. Il est donc important de réduire autant que possible la quantité de pierres étrangères à la couche provenant des épontes et du remblai introduites dans le charbon brut. Dans un charbonnage, le pourcentage de schistes dans le tout venant (26,8 %) est près du double de celui des schistes propres aux couches exploitées (14,4 %). Cette introduction de schistes étrangers réduit d'environ 70 francs la recette par tonne brute. S'il était possible, par des mesures appropriées, d'éviter 50 % de ces pierres étangères, on obtiendrait, pour une extrac-

tion brute mensuelle de 140.000 t, un supplément de recette d'environ 5.000.000 par mois.

Les charbons provenant des différentes couches exploitées dans un même charbonnage ont souvent des propriétés très différentes. Si l'on désire que la préparation fournisse des produits de qualité constante, il est nécessaire d'établir un planning d'exploitation basé sur les propriétés du brut. Ce planning ne peut être établi que grâce à l'examen systématique des couches et à l'établissement d'une « statistique de préparation » qui permet de tenir compte de l'influence du brut sur la qualité des produits et sur l'économie de l'exploitation.

* * *

M. PRICE étudie, dans un cas particulier, la teneur en cendres à laquelle il convient d'épurer un charbon donné afin d'assurer l'économie maximum d'un système production-utilisation. Il s'agit ici de l'épuration de fines à coke qui sont carbonisées, le coke obtenu étant utilisé dans des hauts-fourneaux. En se basant sur la courbe de lavabilité des fines brutes et sur le rendement organique en fonction de la difficulté de lavage, l'auteur calcule le rendement en fines lavées par tonne de fines brutes, puis le prix à la tonne de ces fines lavées en fonction de leur teneur en cendres. Il en déduit la teneur en cendres et le prix du coke métallurgique obtenu.

L'augmentation de teneur en cendres du coke entraîne une augmentation de la consommation en coke et en fondant par tonne de fonte et une réduction de la capacité du haut-fourneau. En cumulant, en fonction de la teneur en cendres du coke, le prix du coke, le prix du fondant et le prix de revient du haut-fourneau par tonne de fonte, on obtient le prix de revient global afférent au combustible. Dans le cas présent, ce prix de revient passe par un minimum pour un coke à 13,7 % de cendres, ce qui correspond à des fines lavées à 10 % de cendres.

* * *

MM. BELUGOU et DANIEL rappellent les principes de la théorie des possibilités de lavage et donnent quelques applications caractéristiques de cette méthode à différents charbons français.

La prédétermination d'un résultat de lavage revient à résoudre le problème suivant : étant donné un charbon brut et une courbe de partage, quel sera le rendement pondéral en lavé et la teneur en cendres de ce lavé ? Ce problème se résout très facilement par l'arithmétique, mais cette méthode est fastidieuse et ne garantit pas toujours une précision suffisante. Pour faciliter la résolution de ce problème, le Cerchar a construit une machine à roulette intégratrice qui est d'une précision satisfaisante.

L'étude complète des possibilités de lavage comporte la résolution du problème précédent pour un certain nombre d'imperfections (0,10, 0,15, 0,20, 0,30, etc.) et, pour chacune de ces imperfections, pour un certain nombre de densités de partage. Pour chacune des courbes de partage ainsi définie, on obtient une valeur du rendement pondéral en lavé ainsi que la teneur en cendres de ce lavé.

On porte alors ces valeurs dans le diagramme vectoriel proposé par le Dr. MAYER et l'on obtient une série de courbes représentant les possibilités de lavage du brut considéré pour différentes imperfections des appareils de lavage (réseau de courbes U (R) ou courbes de Mayer généralisées).

Ce réseau de courbes permet de résoudre la plupart des problèmes qui peuvent se poser au sujet du lavage du brut étudié. Les auteurs donnent quelques cas d'application pratique de la méthode.

A Decazeville, un lavoir par bacs à pistons d'un très vieux modèle donnait des fines à coke lavées dont la teneur en cendres ne pouvait descendre en dessous de 12 %. Le client réclamant des fines à 9 % de cendres, on décida d'installer des bacs à feldspath modernes. Les courbes de possibilités de lavage ont permis de déterminer le rendement en lavé dans ces conditions ainsi que le rendement en mixtes à 40 % de cendres destinés à la nouvelle chaufferie.

Dans le cas du lavoir du Bousquet d'Orb, une étude des possibilités de lavage a montré que le fait de concasser les mixtes grains 10-80 mm du lavoir par suspension dense et de les incorporer dans les fines brutes aurait entraîné une perte de production de fines lavées de plus du quart.

B. — Equipement et frais d'établissement des lavoirs.

MM. TERRA et LUSCHER donnent une vue générale des idées qui ont présidé à la rénovation de la préparation mécanique dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais.

Le lavage complet des grains et des fines dans des lavoirs de fosse n'a été retenu que pour quelques sièges extrayant 1,5 million de tonnes nettes et au delà. Une formule plus répandue est celle du traitement des grains sur le siège avec traitement des fines dans des lavoirs centraux. Cette solution se justifie par le désir de réduire le bris des classés et par le fait que les grains bruts sont souvent très cendreux (jusqu'à 75 à 85 % de schistres), ce qui rendrait leur transport très onéreux.

Le lavage du 0-150 mm ou du tout-venant dans des installations centrales indépendantes des sièges garde un caractère exceptionnel.

La majorité des lavoirs de siège ne possèdent pas de silos de régularisation en tête du lavoir à grains. L'emploi exclusif du liquide dense pour le lavage des grains permet de concilier la précision de coupure et l'irrégularité d'alimentation. Mais lorsque les fines sont lavées au siège, leur débit est toujours régularisé entre le lavoir à grains et le lavoir à fines.

La suppression totale ou presque totale du triage manuel est adoptée dans tous les nouveaux lavoirs. Deux formules existent dans ce domaine :

1) criblage du tout-venant à 120-150 mm, enlèvement à la main des bois et des ferrailles du + 120 ou + 150 qui est ensuite concassé et lavé avec le 0-120 ou 0-150 ;
2) passage du tout-venant dans un trommel-concasseur Bradford qui le ramène directement au 0-150 mm. Du fait de ses dimensions importan-

tes, ce trommel ne semble intéressant que pour les débits supérieurs à 400 t/h.

D'autres caractéristiques intéressantes sont :

— l'emploi exclusif des suspensions denses à la magnétite pour les grains supérieurs à 20 mm ;
— la fidélité au bac à feldspath et à pistonnage pneumatique pour le lavage des fines et le développement de l'essorage des fines lavées ;
— le développement du dépoussiérage pneumatique ;
— la systématisation de la flottation des schlamms et du séchage thermique des flottés.

* * *

M. HUSBAND donne une série de directives intéressantes concernant les projets des bâtiments de lavoirs.

Les desideratas pour des bâtiments destinés à renfermer des installations de lavage sont les suivants :

1) les fondations et la charpente doivent être suffisantes pour supporter les forces statiques et dynamiques des appareils ;
2) il faut prévoir l'espace et les engins de levage nécessaires pour entretenir, réparer et remplacer les appareils ;
3) il faut créer un ensemble architectural agréable à regarder et présentant le minimum d'entretien ;
4) ces conditions doivent être satisfaites de la façon la moins coûteuse.

L'auteur passe en revue les divers éléments du projet de construction (fondations, fenêtres, murs, planchers, toits) en donnant une critique des méthodes et des matériaux utilisés actuellement.

Il décrit enfin le bâtiment du nouveau lavoir de la mine de Manvers Main, Yorkshire. Ce bâtiment, qui abrite un lavoir d'une capacité de 1200 t/h, a environ 100 m de longueur sur 100 m de largeur. Il comporte quatre étages et s'élève à 23 m au-dessus du sol. Le lavoir se compose de trois installations indépendantes de 400 t/h comprenant chacune un bac Barvoys, des bacs Baum, des cribles de classification, des centrifugeuses, un atelier de flottation et des filtres à vide.

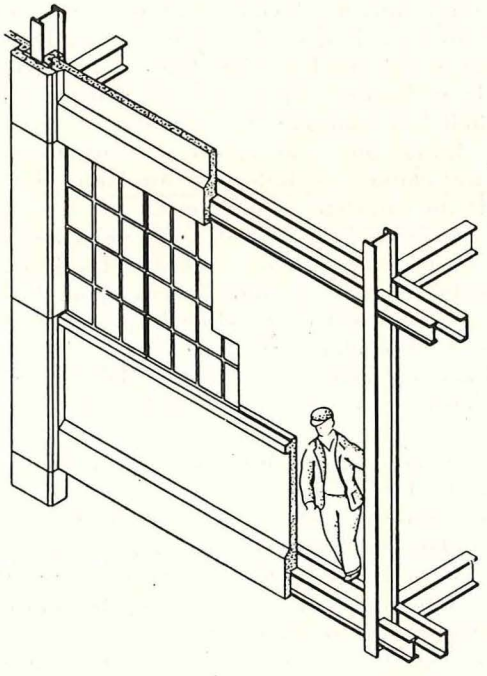

Fig. 9. — Croquis isométrique de panneau de revêtement.

La construction entière est supportée par 803 pilots en béton de 15 à 23 m de longueur, entretoisés à leur tête par une grille en béton armé. Les colonnes entre la tête des pilots et le premier étage sont en béton armé. Ce premier étage supporte une grande partie des appareils lourds et se compose entièrement de poutres en béton armé. La charpente supérieure est en acier avec planchers en béton armé. Les parois extérieures sont constituées par des plaques de béton prémoulé et des châssis standard (fig. 9).

* * *

M. McNALLY donne une analyse des frais de premier établissement de six installations de préparation du charbon américaines représentatives. La première installation étudiée comporte un trommel Bradford qui élimine les grosses pierres et réduit le tout-venant à — 30 mm. Le 6-30 mm est lavé dans un bac à suspension dense McNally-Tromp et les fines brutes sont traitées sur seize tables hydrauliques, les mixtes étant pulvérisés et relavés par flottation. Les frais de premier établissement des bacs par suspension dense s'élèvent à environ 13.000 francs par t/h et ceci à l'exclusion de tout équipement auxiliaire tel que convoyeurs, cribles d'alimentation et de rinçage, pompes, etc...

Les frais de premier établissement de l'atelier de flottation, comprenant les cellules, le conditionneur et les alimentateurs à réactifs, s'élèvent à environ 60.000 F par t/h d'alimentation normale.

Un bac Baum automatique du type « Packaged » comprenant le bac, les norias de reprises des lavés et des schistes, un bac de décantation et la pompe de circulation et d'une capacité d'environ 85 t/h revient à environ 22.000 par t/h.

Dans la troisième installation étudiée, une installation de séchage comprenant des essoreuses à fines, des cyclones épaississeurs et des filtres à schlamm et le séchage thermique de ces deux produits, entraînerait actuellement des frais de remplacement d'environ 62.000 francs par t/h d'alimentation.

L'analyse détaillée d'une installation conçue pour traiter 600 t/h par trommel Bradford, bacs Baum, rhéolaveurs, séchages mécanique et thermique, montre que les appareils de lavage ne représentent que 9 % du prix total, l'installation de séchage 13 %, l'équipement de manutention 20 %, l'équipement de concassage 5 %, les cribles 3 %, les pompes et tuyauteries 3 %, les moteurs et l'installation électrique 12 %, l'équipement auxiliaire (trémies, tours, goulottes) 8 %. C'est le bâtiment qui représente le poste le plus important avec 27 % du prix total.

* * *

VII. — CONTROLE DU LAVAGE

Des dix communications présentées sur ce sujet, huit intéressent directement les différents procédés de représentation des résultats de lavage, les deux dernières traitant l'une d'une nouvelle méthode de détermination des teneurs en cendres et l'autre de la formation du personnel des installations de préparation du charbon en Sarre.

M. ASO propose une modification de la courbe de Mayer. Lorsqu'on utilise ce mode de représentation pour un charbon difficile à laver, la courbe obtenue a peu de courbure et les points d'intersection avec les droites d'égale teneur en cendres deviennent mal définis. Pour éliminer cette incertitude, l'auteur propose d'employer des coordonnées obliques au lieu de coordonnées rectangulaires. Si l'angle entre les axes de coordonnées obliques est choisi inférieur à 90°, la courbe prend une courbure plus forte et les intersections sont plus précises.

Cette modification conserve à la représentation toutes ses propriétés vectorielles intéressantes.

* * *

M. TERRA rappelle les définitions et les propriétés des courbes de partage et des coefficients y associés (écart probable, imperfection). D'après les nombreuses courbes de partage tracées jusqu'à présent, il semble que la forme rectiligne obtenue dans le diagramme anamorphosé corresponde à une loi limite de lavage idéal, dont on doit chercher à se rapprocher en technique industrielle. Les distorsions des extrémités de cette droite correspondent toujours à une perte supplémentaire de lavage par rapport à l'idéal. Dans beaucoup de cas, ces distorsions ont pu être corrigées ou tout au moins atténuées, soit par un meilleur réglage, soit par l'emploi de l'appareil dans des conditions plus normales.

L'auteur insiste sur le fait que les distorsions observées ne sont pas toujours significatives et n'ont pas toujours de conséquence industrielle sensible.

Il arrive souvent, surtout dans le cas d'études de lavage sur des granulométries assez grosses, que les distorsions proviennent uniquement de l'insuffisance des échantillons prélevés. Dans ces cas, il convient de se rendre compte si le nombre de grains en jeu est suffisant pour assurer des valeurs significatives.

Dans d'autres cas, la distorsion est réelle mais, avec le charbon considéré, elle peut ne pas entraîner de réduction sensible de l'efficacité du lavage.

L'auteur montre enfin l'intérêt de la courbe de partage dans la réception et le contrôle des lavoirs par suite de son indépendance de la qualité du brut.

* * *

MM. YANCEY et GEER font une critique des méthodes d'expression des résultats de lavage par l'écart probable et la surface d'erreur. Cette étude est basée sur plus de 70 essais effectués par le Bureau of Mines sur une douzaine de charbons possédant une gamme étendue de caractéristiques de lavabilité dans une installation pilote par suspension dense.

Les résultats montrent que, dans le cas du lavage par suspension dense où les écarts probables obtenus sont toujours très faibles, les distorsions de la courbe de partage par rapport à la forme rectiligne de l'anamorphosée prennent une importance prépondérante. L'auteur en conclut que, dans ce cas, la surface d'erreur qui tient compte de la façon dont le charbon brut tout entier a été traité est plus sûre pour un emploi général.

Il faut cependant rappeler que les distorsions de la courbe de partage proviennent généralement d'un fonctionnement défectueux de l'appareil de lavage, qui peut le plus souvent être corrigé. Il est ainsi possible de s'approcher suffisamment de la forme rectiligne de la courbe de partage anamorphosée pour que l'écart probable retrouve toute sa signification.

L'auteur critique enfin la notion d'« Egarés » à laquelle il préfère les critères d'« Erreur sur les cendres », d'« Erreur sur le rendement pondéral » et de « Rendement organique » qui donnent une mesure plus directe de la dégradation de teneur en cendres et de la perte de rendement causées par un lavage imparfait.

* * *

M. FONTEIN expose une théorie permettant de calculer à priori la forme des courbes de partage que l'on obtiendra dans un lavage par suspension dense.

Il considère, au départ, un bain de suspension dense dans lequel le charbon brut est parfaitement mélangé. En utilisant les formules de Newton, d'Allen et de Stokes et un facteur de forme, il calcule les positions prises par les grains de différentes granulométries et de différentes densités après le temps nécessaire à la suspension pour passer de l'extrémité d'alimentation à l'extrémité d'évacuation du bac. Il en déduit les proportions des divers grains situés au-dessus et en dessous d'un plan théorique de coupure, d'où les courbes de partage correspondantes.

Les calculs donnés dans cette note ne permettent pas d'obtenir une valeur exacte de la performance d'un séparateur par milieu dense, car il existe trop d'impondérables (turbulence du milieu dense, facteurs de forme variés des grains, etc.). Les résultats qualitatifs et la façon de conduire les calculs sont cependant intéressants, car ils font apparaître l'influence des différents facteurs en jeu.

* * *

M. KURODA propose comme définition de l'efficacité d'un lavage la relation :

$$\frac{\%\text{ cendres du brut} - \%\text{ cendres du lavé}}{\%\text{ cendres du brut} - P\ \%} \times 100,$$

formule dans laquelle P = teneur en cendres du flottant du brut pour le même rendement pondéral que dans le lavage réel.

Cette définition aurait les avantages suivants :
— Elle indique, sous forme de coefficient, la cor-

respondance entre la teneur en cendres réalisée et la teneur en cendres désirée ;
— Les charbons de même composition densimétrique, lavés dans le même appareil à différentes densités de coupure, donnent des valeurs analogues de l'efficacité ;
— Cette méthode donne des résultats peu dissemblables, pour un même appareil lavant des charbons de composition densimétrique différente, entre certaines limites.

* * *

MM. BAKELS et de KONING développent une méthode permettant d'évaluer le résultat économique d'une installation de lavage dans le cas où le charbon est vendu suivant un barème linéaire en fonction de la teneur en cendres.

Les poids des produits secondaires à haute teneur en cendres sont affectés d'un facteur de réduction de la forme $\frac{A-M}{A-K}$ où A est la teneur en cendres des particules qui n'ont aucune valeur dans le procédé d'utilisation envisagé (62 % dans la présente étude), K est la teneur en cendres du charbon lavé de première qualité (soit 7 %) et M est la teneur en cendres du produit considéré.

Ce facteur permet de ramener les poids réels de n'importe quel produit à leurs poids transformés, la valeur de la tonne ainsi transformée étant identique pour tous les produits et égale à la valeur de la tonne de charbon lavé de première qualité.

Il est possible de calculer de cette façon la valeur transformée du brut, le rendement réellement obtenu, le rendement théoriquement possible, l'efficacité globale, les pertes de lavage et le facteur d'amélioration (augmentation de la valeur du produit brut par lavage).

* * *

M. MEYER donne un historique du travail effectué en Allemagne dans le but de normaliser les techniques de contrôle et de surveillance des installations de préparation du charbon et les lignes générales du nouveau projet de normes rédigé en 1954. Les échanges internationaux de renseignements concernant la technique du lavage sont actuellement compliqués par la difficulté de comparaison des données numériques relatives aux résultats de séparation. Une unification internationale des méthodes d'essais et de l'interprétation de leurs résultats serait grandement souhaitable.

Le nouveau projet de normes allemandes comporte une série de suggestions concernant l'échantillonnage, les méthodes d'analyses, le calcul des rendements pondéraux, la représentation des résultats et les résultats de fonctionnement souhaitables de divers appareils de préparation.

L'auteur souhaite que ces normes, en commun avec les différentes normes nationales, servent de base de travail et de discussion pour l'établissement de « Directives internationales unifiées pour la préparation du charbon ».

* * *

MM. NEEDHAM et NORTON exposent la situation actuelle en Grande-Bretagne, dans le domaine des garanties données par le constructeur lors de la commande d'une nouvelle installation de préparation du charbon.

Bien qu'il n'existe pas encore de méthode standardisée pour exprimer la précision des procédés de lavage et les autres détails de fonctionnement, on est arrivé, en Grande-Bretagne, à une certaine uniformité en pratique grâce à une entente entre le N. C. B. et l'association des constructeurs d'installations de préparation du charbon.

La note de garanties est divisée en quatre chapitres principaux :
1) Fonction ;
2) Résultats ;
3) Traitement de l'eau : consommation de réactifs, etc. ;
4) Essais.

La fonction est généralement définie par un schéma de circulation des produits donnant les méthodes d'alimentation de l'installation, toutes les étapes de traitement, les manutentions intermédiaires et les charges maximums admises en tous les points importants.

Il n'existe pas encore de méthode standardisée pour définir les résultats de lavage. Les méthodes les plus en faveur actuellement en Grande-Bretagne sont l'« erreur sur les cendres » et les « égarés » à la densité de coupure. Si l'on peut établir formellement que la courbe de partage est indépendante du brut et caractéristique de l'appareil de lavage utilisé, son emploi dans les spécifications est logique et tout à fait justifié.

Le contrôle de l'eau de lavage et de l'effluent englobe la qualité de l'eau (teneur en solides), les résultats de l'installation de flottation, la consommation en réactifs floculants et l'importance de l'effluent.

Il est indispensable que les spécifications indiquent la façon dont l'installation doit être essayée (nature et durée des essais, conditions de charge au cours des essais, points principaux des méthodes à employer).

* * *

M. HONDA présente une nouvelle méthode de détermination rapide de la teneur en cendres des charbons en se basant sur les propriétés magnétiques.

On a constaté que, pour un charbon provenant d'une même couche, la susceptibilité magnétique et la perméabilité magnétique d'un échantillon varient à peu près linéairement en fonction de sa teneur en cendres. L'échantillon de charbon broyé est introduit dans la bobine d'un oscillateur à quartz. La variation de perméabilité magnétique de l'échantillon suivant sa teneur en cendres fait varier l'inductance de la bobine et l'intensité dans le circuit oscillateur.

Cette variation d'intensité, lue sur un ampèremètre, est une mesure de la teneur en cendres de l'échantillon.

Le temps nécessaire pour la mesure est d'environ 3 minutes et la précision se tient dans les limites $\pm$ 0,2 %.

Malheureusement, cette méthode ne convient que lorsque le charbon étudié provient d'une seule couche, car les perméabilités magnétiques des charbons varient très fort d'une couche à l'autre.

* * *

M. CASPAR expose le programme de formation du personnel de préparation mécanique du charbon en Sarre.

La préparation du charbon en Sarre se fait dans 17 installations ayant ensemble un débit total de 5.000 t/h. L'ensemble du personnel de préparation se monte à 2.750 personnes dont environ 50 porions, 40 contremaîtres, 70 premiers ouvriers, 72 ouvriers de laboratoire et 7 ingénieurs.

Seuls les ouvriers des laboratoires des mines et du laboratoire central, ainsi que les futurs porions et les ingénieurs font l'objet d'une formation organisée.

L'enseignement se donne au Service central où se trouve un laboratoire auquel on a recours pendant les cours de formation pour tous les exercices pratiques. Une station d'essais semi-industriels d'un débit maximum de 20 t/h sert à l'exécution des essais de criblage, de concassage et de lavage.

Cette formation du personnel a permis d'assurer une meilleure collaboration entre le service central de contrôle et les installations des sièges. Une action concertée et réglée en commun en tous les points des installations permet d'obtenir une diminution des pannes mécaniques et des pertes de lavage et, ce qui est très important, une diminution des réclamations concernant la qualité des charbons de la part de la clientèle.

ERRATUM.

Dans la première partie du compte rendu relatif à la Conférence Internationale sur la Préparation du Charbon (Annales des Mines de Belgique, janvier 1955) à la page 60, dans le résumé de la communication de M. Schönmüller sur le lavage des fines par séparateur à bande Vogel, il faut lire :

La première installation industrielle montée au Siège Hannover est destinée à retraiter 20 à 40 t/h de mixtes 0,5 - 12 mm (au lieu de 0,5 - 1 mm).

L'auteur signale qu'outre les deux essais de réglage signalés dans le résumé, il vient d'effectuer un essai complémentaire, après mise au point de l'installation. Cet essai a donné, pour une densité de partage de 1,78, une imperfection de 0,023.