

L'épuration du poussier (fine coal)

par L. W. NEEDHAM,

Ingénieur à la Division de la préparation du charbon au National Coal Board. - Division N. E.

Traduit de « Colliery Engineering » de mai 1949

par F. SMAL,

Ingénieur Civil des Mines,

Directeur Commercial à la Société Anonyme des Charbonnages de Bonne Espérance,
Batterie et Violette à Liège.

NOTE DU TRADUCTEUR

Afin de mieux rester dans la pensée de l'auteur, on a estimé qu'il convenait de s'en tenir à un texte légèrement condensé.

En ce qui regarde certains mots et expressions, il semble bien que l'auteur ait voulu préciser certaines acceptions. Par exemple, lorsqu'il écrit « fine coal », il paraît traduire l'expression française « poussier » entrée dans la technologie de nos charbonniers; lorsqu'il écrit « coal fines », il semble désigner d'une façon générale tous les charbons ténus, à des degrés divers. D'autre part et toujours à titre d'exemple, on éprouve quelque difficulté à rendre exactement les mots « collecting », « recovery », etc., qui paraissent n'avoir comme équivalent, en l'espèce, que le mot français « recueillage », peu employé couramment, signifiant action de recueillir et qui marque bien ainsi la signification de l'action ou de l'opération envisagée.

RESUME

L'auteur examine la question de l'épuration du charbon tenu et discute les tendances de l'évolution de cette question.

Le canevas de l'article, pris dans son ensemble, est le suivant :

CHAPITRE I. — *Analyse de la question et discussion des méthodes actuelles d'épuration.*

1° *Les propriétés du poussier brut :*

a) *sa teneur en cendres;*

b) *sa teneur en humidité;*

c) *sa composition granulométrique.*

2° *Les procédés d'épuration existants et leurs limites d'action.*

3° *Les difficultés de recueillir les produits ténus.*

CHAPITRE II. — *Les procédés d'épuration améliorés.*

CHAPITRE III. — *Le recueillage et les manutentions des produits dans le cadre :*

1° *des circuits de lavage améliorés;*

2° *de l'amélioration à apporter dans les appareils de recueillage des charbons fins.*

CHAPITRE IV. — *But vers lequel il faut tendre dans l'épuration du poussier.*

DEFINITION DU « POUSSIER », « COAL FINES ».

Le nom de « poussier » a été donné à un grand nombre de produits différents.

L'évolution des méthodes d'épuration et des prix de vente des charbons fins ainsi que les difficultés de les épurer et de les recueillir pour en faire des

produits vendables, ont largement contribué à cette confusion.

Dans l'esprit de l'auteur, le terme « poussier » se rapporte aux produits ténus qui ne peuvent être épurés convenablement dans les lavoirs ordinaires à bacs et à couloirs. Il s'attache donc aux charbons de dimension inférieure à un millimètre sans tenir compte du fait qu'on trouve sur le marché des charbons plus gros qui portent le même nom.

CHAPITRE I.

Analyse de la question
et discussion des méthodes actuelles d'épuration.

1. — Les propriétés du poussier.

a) La teneur en cendres du poussier brut est très variable et oscille dans la plupart des cas entre 20 et 40 %. Il faut donc l'épurer si on veut l'utiliser comme constituant de mélanges et conserver une teneur en cendres acceptable. Les mesures relatives aux dimensions et à la teneur en cendres du charbon brut ont révélé un accroissement de cette teneur, quand la grosseur des particules décroît.

Cette constatation a été confirmée en Grande-Bretagne depuis l'extension de la mécanisation dans les exploitations. Ainsi, le poussier très ténu serait le plus cendreux. C'est ce qui explique la réduction sensible de la teneur en cendres d'un poussier tamisé, débarrassé de ses particules les plus fines par cette opération. En Grande-Bretagne, la haute teneur en cendres du poussier tient également au délitement des schistes associés au charbon dans les couches. Dans les appareils de lavage, ces schistes fins forment des suspensions très stables dans l'eau.

La teneur en cendres constitutionnelle du charbon de dimension inférieure à un millimètre est ordinairement plus petite que celle des particules plus grosses, à cause de l'absence des intercalations pierreuse dans les produits tenus. Les séparations par « flottant et dépôt » des poussières très fines sont difficiles à réussir et l'on ne connaît pas grand-chose à leur sujet; toutefois il semblerait que le poussier brut très ténu soit un mélange de charbon pur et de schiste pur.

b) La teneur en humidité des poussières brutes varie également et exerce ainsi une influence sur le dé poussierage. Il existe des charbons nettement « mouillés », d'autres qui sont « pâteux » ou « moites », enfin des charbons suffisamment « secs » pour le dé poussierage. C'est l'humidité libre qui constitue le facteur critique et rend le tamisage difficile. Elle est apportée par les procédés employés pour abattre les poussières dans les mines.

A un autre point de vue, il est important d'opérer une classification par dimensions des poussières en-dessous de 1,5 mm parce que leur faculté d'égouttage en dépend.

c) La composition granulométrique. BENNETT (1) a montré que la répartition en différents calibres du charbon extrait suivait la loi de ROSIN-RAMMLER entre la limite supérieure de 75 mm et la limite inférieure de 0,06 mm.

A titre purement indicatif, un échantillon étudié et calibré à un millimètre donnerait :

10 à 20 % de produits inférieurs à 0,06 mm
10 à 40 % de produits compris entre 0,06 et 0,25 mm
25 à 35 % de produits compris entre 0,25 et 0,50 mm
25 à 35 % de produits compris entre 0,50 et 1 mm.

Ces approximations assez grossières font entrevoir que le bris des particules au tamisage est élevé

et que les fines naturelles sont probablement plus grosses en moyenne. L'auteur signale qu'il est nécessaire de faire beaucoup plus de recherches sur la répartition des différents calibres, tant dans les fines brutes que dans les fines épurées.

2. — Les procédés d'épuration existants et leurs limites d'action.

Les procédés habituels d'épuration des grains (grosses catégories) ne sont que partiellement effectifs pour les charbons fins.

a) Les lavoirs à bacs (Baum et bacs à piston), réglés automatiquement, peuvent épurer les fines jusqu'à 1/2 mm et occasionnellement jusqu'à 1/4 mm. Il faudrait rechercher la dimension à partir de laquelle le rendement de la séparation décroît rapidement. On admet toutefois que la dimension minimum soumise à une épuration efficace est de 1 mm.

b) La même opinion prévaut pour les rhéolaveurs, cependant les schlamms peuvent y être traités favorablement jusqu'à 1/2 mm et même en-dessous.

c) Les tables de concentration, convenablement conçues, peuvent être employées jusqu'à 1/2 mm. La capacité effective horaire d'une table fonctionnant au poussier est cependant faible.

Remarque sur ces procédés par voie humide.

Dans les lavoirs, tant à bacs qu'à couloirs, les fines particules ne sont pas lavées efficacement, parce que le schiste se désagrège dans l'eau et que la trituration mécanique de la masse augmente la quantité de charbon très fin. Le dé poussierage préalable ne peut éliminer complètement cette difficulté parce qu'il n'est jamais complet et que les schistes plus gros non aspirés se désagrègent dans l'eau. D'ailleurs en considérant les principes fondamentaux qui régissent la séparation des minerais, les limites d'action de ces lavoirs à bacs et couloirs ne seront jamais déplacées.

Dans le cas où l'on alimenterait un de ces épurateurs avec des fines de dimension inférieure à un millimètre, le réglage de l'opération devenu plus délicat ne résisterait pas à l'hétérogénéité du produit au cours de l'alimentation. En outre, la capacité de traitement de chaque unité de lavage serait faible.

Toutes ces difficultés ont naturellement attiré l'attention sur l'emploi des méthodes d'épuration à sec.

d) *Épuration à sec* : Pour cela le charbon doit être sec, c'est-à-dire que l'humidité superficielle doit être faible. En général, les procédés d'épuration à sec ne sont pas efficaces pour les dimensions en-dessous de 1,5 mm et fréquemment pour celles en-dessous de 3 mm.

On prétend que du charbon de 1,5 mm peut être épuré avec succès par cette méthode à condition de le traiter par fractions dont la dernière aurait 0,8 mm maximum. Ceci comporte un problème de tamisage difficile qui ne peut être résolu que si le charbon est réellement sec.

Le charbon trop humide pour l'épuration à sec peut être séché. Il se peut que ce séchage ne soit pas dispendieux.

(1) « Broken Coal » Bennett J., Inst. Fuel. - Vol. 10, n° 22, 1936.

En admettant que l'épuration du charbon soit possible jusqu'à 0,8 mm, le procédé ne serait pas opérant pour toute la masse de poussier. Les limites d'action de ce procédé sont admises.

e) *Flottaison et flottation* : Le seul autre groupe important de procédés d'épuration à signaler comprend d'abord ceux dits par *densité moyenne* ou par *flottaison*. Ces procédés sont appliqués pour les grains généralement pas en-dessous de 10 à 12 mm. Le procédé CHANCE a cependant été appliqué à des dimensions inférieures à 1,5 mm. Les procédés par flottaison sont intéressants pour les grains plus gros qui nécessitent des « médium » à faible densité spécifique.

Pour les catégories intermédiaires (petits grains et fines) il faut des liquides de séparation (médium) à densité voisine de 1,6; les lavoirs à bacs et à couloirs peuvent donc être plus avantageux au point de vue installation et exploitation. *Théoriquement* (1), les procédés de flottaison semblent pouvoir être appliqués à des charbons de plus petites dimensions.

Les procédés ordinaires de flottaison emploient une suspension de substances minérales finement divisées et se présentant comme un liquide dense dans lequel une séparation directe est accomplie. Dans ce phénomène physique, le facteur à considérer est la vitesse de chute libre des particules qui déposent et ce facteur doit intervenir dans la conception des appareils; en ce qui regarde le poussier, cette vitesse de chute est petite (2) et limite la capacité des installations. De plus, le liquide de suspension adhérant aux produits, qu'ils soient flottés ou déposés, croît quand la dimension des particules décroît et la quantité de matière en suspension adhérant ainsi aux poussières devient formidable. Les produits doivent être lavés pour les séparer du médium qui les enrobe. Le médium récupéré est concentré pour le emploi. On peut dire que les procédés ordinaires de flottaison ne sont pas indiqués pour le traitement des charbons en-dessous de 3 mm. Cette question sera à nouveau traitée plus loin.

Il reste à considérer le procédé de la *flottation* qui est un moyen différent des autres, sans échapper pour cela à des limites d'action. L'expérience acquise en Angleterre conduit à admettre que la limite supérieure de la grosseur des particules à traiter ne dépasse pas un millimètre et se tient vraisemblablement en-dessous de cette dimension. On prétend que de plus fortes dimensions peuvent être traitées. Cependant, en ce qui concerne la pratique actuelle, le procédé par flottation couvre à peine la gamme des particules qui causent les difficultés rencontrées dans les autres procédés.

Le rendement des installations existantes de flottation n'a pas été étudié assez en détail pour pouvoir affirmer qu'il y a une limite de dimension des particules très petites, pour laquelle le procédé du traitement des mousses resterait efficace. Des con-

sidérations théoriques, dans le cadre de la pratique, semblent indiquer cependant une limite d'action plus basse. Toutefois, il est malaisé de réduire les cendres dans les produits finement divisés et l'on ne perdra pas de vue que le meilleur résultat sera toujours obtenu par une alimentation de composition bien homogène. La réduction des cendres en-dessous de 0,06 mm n'est guère ce qu'elle est dans les grosses dimensions, ce qui porte à penser que la dimension des particules épurables n'est pas beaucoup inférieure à 0,06 mm.

D'ailleurs, lorsque les très fines particules sont très cendreuseuses on les élimine par tamisage préliminaire, ce qui atténue cette limite d'action de la flottation. La flottation n'est pas applicable aux charbons à haute teneur en oxygène ni de rang inférieur parce que, dans ces cas, la consommation de réactif est excessive.

3. — Les difficultés de recueillir les produits fins.

Tout procédé d'épuration comporte deux stades fondamentaux :

- 1) la séparation des composants de poids spécifique différent;
- 2) le recueillement distinct des produits de la séparation.

Ces deux stades existent dans les procédés d'épuration par voie sèche et par voie humide.

Dans les lavoirs à bacs, le produit épuré est emporté par un courant d'eau; le schiste est éliminé à un niveau inférieur et repris par des éleveurs-égoutteurs. Le charbon obtenu à la décharge supérieure du bac est mélangé à la presque totalité de l'eau de lavage et il convient tout d'abord de séparer le charbon de cette eau.

En Angleterre, la pratique courante consiste à combiner la séparation du charbon et de l'eau avec le classement du charbon lavé en catégories marchandes. Ainsi le 0/75 mm lavé passe sur une série de cribles donnant les catégories 50/75 mm, 25/50 mm et 12/25 mm.

Ce qui passe au travers du dernier crible, le 0/12 mm (1) est un mélange de charbon et d'eau. Ce mélange est amené sur des tamis égoutteurs, construits en fil d'acier étirés, d'écartement de $\frac{3}{4}$ de millimètre, qui recueillent les fines lavées.

Ce qui passe à travers ce tamis est pompé dans un grand réservoir conique de décantation où vient se déposer une épaisse boue schlammeuse. Cette boue est elle-même retamisée à un quart de millimètre en donnant des fines schlammeuses et des boues cendreuseuses.

Ces boues malpropres doivent être écartées pour ne pas encombrer toute l'installation, ni troubler, par la suite, l'opération d'épuration. Anciennement, ce dernier effluent était envoyé dans les bassins à

(1) « petits charbons ».

Le 0/12 mm est désigné dans la suite par l'auteur sous nom de « petits charbons ».

En réalité, le 0/12 mm comprend le charbon plus petit que 1 mm, le 1/6 mm par exemple et le 6/12 mm.

Cette expression désigne aussi ces petites catégories prises isolément.

(1) « The use of suspensions as heavy liquids » Needham and Lynch. S.C.I. Chem. Eng. group. Proceedings. - Vol. 27, n° 93. - 1945.

(2) « Settling of mineral particles in water » Needham and Hill, Fuel. - Vol. 26, n° 101. - 1947.

schlamm où s'effectuait le dépôt des éléments solides. Dans des lavoirs plus récents, montés avec une installation de clarification d'eau, le courant sclammeux est filtré à l'intervention de flocculants et on récupère ainsi un « gâteau filtré » contenant jusqu'à 30 % d'eau. On adopte le même processus pour les rhéolaveurs.

Cette méthode conduit à recueillir aisément les catégories supérieures à 12 millimètres, mais n'est pas aussi bonne pour le recueillement des petits grains, fines lavées et gâteau filtré. D'anciennes installations sont encore pourvues de citernes de captage, qui reçoivent, avec l'eau de lavage, les dimensions en-dessous de 12 mm. Des chaînes à godets relèvent alors le charbon qui s'égoutte, mais pas suffisamment. On les a remplacées par des tamis à fines et à schlamm dont l'entretien est moins coûteux.

Les chaînes à godets peuvent, dans certains cas, recueillir plus de charbon que les tamis, sans toutefois recueillir *tout* le charbon propre; en plus, le trop-plein des citernes contient des fines particules qui doivent être éliminées par filtration.

En résumé, les systèmes de lavage par bacs et couloirs se caractérisent par le fait qu'ils présentent des différences dans le recueillement des plus petites dimensions en une, deux ou trois catégories. La séparation des petites catégories est donc une difficulté avérée, alors que l'ensemble des petites catégories maintenues réunies pourrait donner un produit vendable, si le lavage pouvait en être assuré. C'est donc pour leur lavage qu'on sépare les petites

La figure 1 illustre ce qui vient d'être exposé et, chose importante à noter, on y verra que le trop-plein du cône de décanation contient des particules remises en circulation, ce qui est loin d'améliorer (à cause de la désagrégation des schistes) les conditions de lavage et de recueillement des petites catégories. S'il est assez facile d'enlever l'eau de lavage des dimensions voisines de 12 mm, il n'en est pas de même en ce qui regarde les plus petites dimensions. Un effluent contenant, comme c'est le cas, six fois plus d'eau que de charbon, ne peut être soumis à la séparation de l'eau et du charbon sur des tamis à petites mailles, parce que le temps nécessaire à l'écoulement de l'eau n'est pas suffisant. Il faut faire l'égouttage en passant d'abord sur un tamis à mailles plus larges et le continuer sur un second à mailles plus petites. Encore faut-il pour cela que l'alimentation du dernier tamis soit concentrée. Le but de l'emploi de deux tamis (fig. 1) de $\frac{3}{4}$ et $\frac{1}{4}$ de mm n'est pas d'effectuer une séparation des dimensions, mais de recueillir le plus de charbon possible épuré. Plus la décharge d'un cône de décanation sera épaisse sur les tamis à schlamm, plus il sera récupéré de charbon fin. Il s'ensuit cependant que les différentes catégories de charbon épuré tendent ainsi à avoir des caractéristiques de dimensions plutôt mal définies. On comprend donc les raisons de la grande variété de dimensions des produits ténus, offerts à la clientèle et issus des lavoirs à bacs et couloirs.

Les deux mêmes stades fondamentaux — sépara-

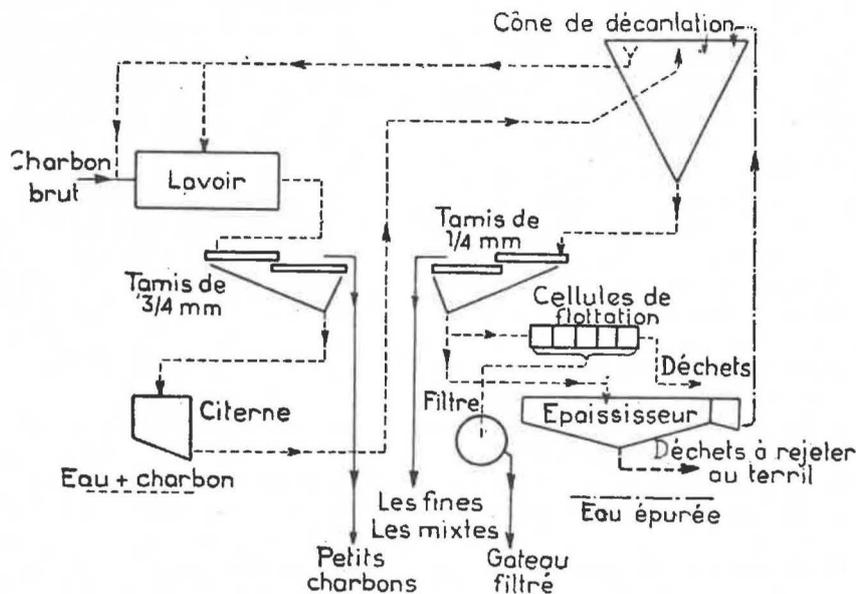


Fig. 1. — Schéma d'une installation actuelle de traitement des fines.

catégories qui, devenues humides, sont rétives à leur mélange.

Là où de grandes citernes ou réservoirs sont interposés entre deux relais du processus du recueillement des produits, on peut retirer du circuit l'une des plus fines catégories au cas où ces réservoirs rempliraient le rôle de trémies pour du plus gros charbon. Enfin les citernes ne conviennent pas pour une bonne décanation.

tion des charbons et des schistes, recueillement des produits — existent dans le procédé par *flottation* et particulièrement en ce qui regarde les particules des mousses. La filtration convenable qui doit intervenir dépend de la proportion des différentes dimensions des particules. Si la proportion des particules qui passent au travers du tamis de 0,06 mm est trop élevée, il est impossible d'obtenir un gâteau filtré. Donc cette composition en dimensions doit

être connue afin que l'alimentation se fasse en un point bien choisi du circuit normal de la laverie, pour avoir une bonne filtration en même temps qu'une bonne épuration.

La difficulté du recueillement des produits reste grande dans ce procédé à cause de l'irrégularité de composition du gâteau filtré. Puisque le procédé par flottaison ne traite pas les plus petites dimensions, le criblage ou tamisage pouvait importer fort peu. Toutefois, la suspension est contaminée par une certaine quantité de charbon fin dont il faut la débarrasser. L'épuration du médium est accomplie par une combinaison de tamisage et de flottation. Les fines récupérées du médium passent habituellement dans les lavoirs à bacs ou couloirs et se mélangent aux dimensions correspondantes du charbon nettoyé. Il faut des dispositions convenables dans l'installation pour éviter des sources de variation dans la quantité et la qualité des catégories de charbon fin finalement débitées.

Les deux stades essentiels — nettoyage et recueillement des produits épurés — se retrouvent dans les procédés d'épuration à sec. Ici, le problème du recueillement des plus petites catégories (qui ne sont pas nettoyées actuellement) se résoud par l'enlèvement des poussières d'un grand volume d'air. Pour obtenir un courant d'air propre, il faut employer de grands sacs filtrants très coûteux et, si la poussière récoltée ne peut être utilisée séparément, il faut la réincorporer à des charbons propres de plus grande dimension. Un tel mélange est plus aisé à faire que dans le cas du lavage à l'eau, mais il faut que les fines soient sèches.

D'une façon générale, dans le passé, le dépoussiérage préalable au lavage a été appliqué et donnait un bon rendement quand le charbon était suffisamment sec. Cette pratique reste bonne lorsque la poussière peut être employée directement ou remélangée aux petites catégories lavées. Actuellement il faut cependant tenir compte des points suivants :

- a) Le nombre de charbons convenant au dépoussiérage, sans séchage préalable, diminue.
- b) Le nombre de poussières à basse teneur en cendres décroît également. Le cas le plus fréquent conduit au nettoyage de la poussière par mouillage; le problème, consistant à l'écarter éventuellement des produits, se pose donc.
- c) L'enlèvement de la poussière n'est jamais complet.
- d) L'enlèvement de la poussière tend à être sélectif et à laisser le schiste fin dans le charbon qui doit être lavé; l'accroissement de la proportion de schiste dans les plus petites dimensions rend le filtrage difficile.

Un autre expédient est d'extraire par criblage une catégorie (disons de 3 à 5 mm) donnant des poussières assez propres et secs, susceptibles d'être employés tels quels au charbonnage ou ailleurs. La dimension de criblage à choisir doit tenir compte des propriétés du charbon, des installations de criblage et des moyens d'action de l'installation. Fréquemment, l'enlèvement du poussier ou des fines

est imparfait et le poussier recueilli est malpropre.

La difficulté de mélanger, d'une façon acceptable, des petites catégories lavées au gâteau filtré, a souvent conduit à l'élimination des produits fins en vue d'un bon lavage des petites catégories. Beaucoup de charbonnages ont vendu leurs petites catégories lavées sans addition de poussier; ils employaient eux-mêmes ces poussières, les vendaient comme combustibles inférieurs et même les rejetaient au terril. Les conséquences économiques se sont soldées par une perte pour les propriétaires de mines et aussi pour l'ensemble du pays.

CHAPITRE II.

Les procédés d'épuration améliorés.

I. — On mentionnera d'abord le *lavoird à cyclone*, qui est étudié aux mines de l'Etat Néerlandais et en Amérique. Ce lavoir fut décrit par DRIESSEN (1) en 1945 et il en a été donné depuis de fréquentes notices dans la presse technique. L'expérience obtenue avec de petits cyclones employés comme épaississeurs dans le procédé de la flottation des mines de l'Etat Néerlandais, montre la possibilité de séparer les charbons et les schistes en pompant le charbon brut, noyé dans une suspension convenable, dans un petit cyclone. Le schiste est éliminé au sommet du cône renversé et le charbon par une ouverture dans le couvercle supérieur, l'un et l'autre accompagnés de la suspension. Le mémoire de DRIESSEN donne des exemples d'épuration sur des dimensions de 8 mm, et GEER et YANCEY (2) vont jusqu'à 0,3 mm. Il apparaîtrait que la suspension s'épaissit à la longue dans le cyclone et qu'il s'établit une zone de médium dense où s'opère la séparation tant que l'alimentation est assurée à la pression voulue.

L'intérêt du lavoir cyclone porte sur les points suivants :

- a) La séparation précise, opérée sur les gros charbons dans les lavoirs à flottaison, s'effectue de la même manière dans les petites catégories allant jusqu'au « poussier ».
- b) Le résultat est obtenu avec une suspension diluée, d'où facilité de relavage des produits et de récupération du médium, de même que de son contrôle.
- c) L'appareil employé est simple et possède une haute capacité.

Par contre, leurs désavantages paraissent être :

- a) Avec la suspension du schiste fin, le poids spécifique de séparation est voisin de 1,45 et il est difficile d'achever la séparation à 1,6, poids spécifique nécessaire pour les grains et fines.
- b) Si les auxiliaires nécessaires ne compliquent pas l'installation, les hautes pressions de pompage entraînent des frais dont il faut tenir compte dans l'établissement de comparaisons avec d'autres systèmes.

(1) « The use centrifugal force for cleaning fine coal » Driessen J., Inst. Fuel. - Vol. 19, n° 53. - 1945.

(2) « Preliminary american tests of a cyclone washery developed in the Netherlands » Geer and Yancey, Coal Technology. - Vol. 2. - Febr. 1947.

- c) L'emploi de suspension où l'on utilise par exemple la magnétite pour relever la densité, complique le système. Quand le médium n'est pas récupérable, l'emploi comme médium d'un minéral lourd dont il faut assurer un approvisionnement continu peut devenir un inconvénient sérieux.
- d) Pour arriver à un résultat réellement satisfaisant, il semblerait essentiel d'enlever de l'alimentation une fraction de charbon fin, inférieure à 0,5 mm, ce qui revient à nouveau à un problème de tamisage. Une combinaison de lavoir-cyclone et d'installation de flottation paraît nécessaire pour le traitement complet du charbon entre 0 et 5 mm.

La première installation de lavoir-cyclone fonctionne en Hollande et il faut en attendre les résultats. Quoique ce lavoir offre un moyen de séparations très précises jusqu'à 1 millimètre, il n'apporte rien de particulier par rapport aux méthodes plus anciennes pour le traitement des dimensions inférieures. Il semble cependant que l'on peut s'attendre à une extension du lavoir-cyclone.

II. — Le lavoir Sy-Vor (*) à schlamms est un appareil intéressant pour l'épuration du poussier. Décrit par ANDREWS (1), il utilise un lit de sable mouvant ou de fines particules de schiste dans lequel s'accomplit une séparation sur le mode de la flottation. L'appareil est simple; il peut être intercalé facilement dans une installation et se prête à des moyens de contrôle automatique.

Le Sy-Vor est disposé pour traiter des dimensions entre 1,5 et 0,12 mm, les plus petites dimensions étant réservées à la flottation. Une unité industrielle sera bientôt en exploitation en Angleterre et il faut en attendre les résultats.

III. — Une attention toute spéciale a été donnée en Amérique à l'emploi du *séparateur à spirales* (2) d'HUMPHREY pour le traitement des poussières de charbon et des minerais.

Cet appareil qui a été essayé en Angleterre ressemble au séparateur à spirales employé pour l'épuration à sec, mais diffère par son application à la méthode par voie humide. L'alimentation en schlamms mixteux ou schlamms se fait en tête de la spirale et a une concentration convenable (10 à 20 % de solides); les charbons et le schiste sont séparés pendant que le mélange traverse la spirale. Il se forme une zone riche en charbon près du bord extérieur, tandis que le schiste s'accumule près de l'axe. Le charbon est extrait au pied de la spirale qui comporte habituellement cinq à six tours, d'un diamètre voisin de 75 cm. La hauteur totale de l'unité est de 2,50 m.

En Amérique, les spirales sont disposées en batterie avec retraitement des produits. Le débit et le refus sont recueillis dans une grande quantité d'eau, ce qui conduit à reconsidérer le problème habituel du recueillement. La capacité de chaque spirale est

faible — environ une tonne par heure — et il est nécessaire de répartir l'alimentation de schlamms bruts entre plusieurs unités, ce qui n'est pas aisé. Des essais poursuivis par le N.C.B. sur des schlamms de finesses variables, ont donné de bons résultats pour l'épuration des particules en-dessous de un quart de millimètre et même un dixième de millimètre. Le système est inopérant en-dessous de cette limite. Comme le Sy-Vor, le *séparateur à spirales* abandonne une partie importante de matières brutes qui doivent être traitées par la flottation.

IV. — Par le fait qu'aucun des procédés mentionnés ne semble susceptible de traiter toute la gamme des particules en cause, l'importance de la flottation est évidente et il est encourageant de savoir que ce procédé continue à être étudié. Comparée aux procédés d'enrichissement des minerais, la flottation du charbon est facile, en-dehors de la difficulté de se débarrasser des pyrites qui flottent avec le charbon. On peut espérer des améliorations dans la pratique de la flottation en vue d'obtenir des séparations plus nettes et aussi un travail d'exploitation plus économique. Toutefois, la limite supérieure des dimensions devrait pouvoir être relevée. Si l'expérience du moment limite la dimension supérieure à un millimètre, des avis d'installateurs la portent à 1 1/2 millimètre et les essais de laboratoire indiquent même que des particules plus grosses peuvent encore être soulevées par la mousse. En outre, on étudie spécialement la disposition des cellules et les moyens d'enlèvement des écumes.

On peut donc espérer que les poussières de tout rang pourront être traitées par la flottation; il faudra alors s'arrêter à la façon d'inclure la flottation dans un schéma complet de laverie pour obtenir un rendement maximum des opérations.

V. — Revenant à l'emploi du *dépoussiérage*, il est intéressant de signaler le dépoussiérage à l'air chaud (ou gaz chaud) pratiqué depuis longtemps en Belgique par le dépoussiéreur *Lessing*. Le charbon dépoussiéré est passé dans un appareil d'épuration à sec. Ce procédé pourrait être employé en Angleterre quand le nettoyage à sec est suffisamment effectif ou quand la poussière peut être utilisée sans être épurée.

Avant d'abandonner la question des procédés améliorés, il est important d'appuyer sur le fait que chaque problème d'épuration peut trouver sa solution la meilleure en profitant des mérites de chaque procédé pris en particulier. On a déjà signalé que les très petites fractions *condreuses* pouvaient être extraites par tamisage des produits 0/1 mm. Ceux-ci peuvent alors être remélangés avec les catégories plus grosses.

On pourrait étendre au charbon certains procédés employés dans la concentration des minerais.

CHAPITRE III.

Recueillement et manutention des produits.

1. — Circuits de lavage améliorés.

La figure 2 indique schématiquement une disposition de lavoir pour « petits charbons », complétée.

(*) Colliery Engineering. - Febr. 1943.

(1) « Recovery of fine coal from washery slimes » Andrews B.C.U.R.A. - Conférence 1944.

(2) Americ. Inst. Min. Met. Eng. Technical Publication. - N° 2016. - 1946.

d'une installation de clarification ou de flottation. Dans cette disposition, le mélange des petits charbons et de l'eau passe sur des cribles égoutteurs, tandis que ce qui passe au travers de ces tamis est envoyé dans un épaisseur de grandes dimensions où (avec l'aide de flocculants) la matière solide est complètement précipitée et l'eau propre renvoyée

voirs ont été établis sans cuve de décantation et usent d'un épaisseur pour traiter les eaux d'égouttage des petits charbons. Dans de tels cas, le circuit n'a pas été disposé pour éliminer la recirculation des fines et, de plus, si l'épaisseur est trop petit, on ne dispose d'aucune ressource lorsque les opérations de filtrage sont momentanément bloquées.

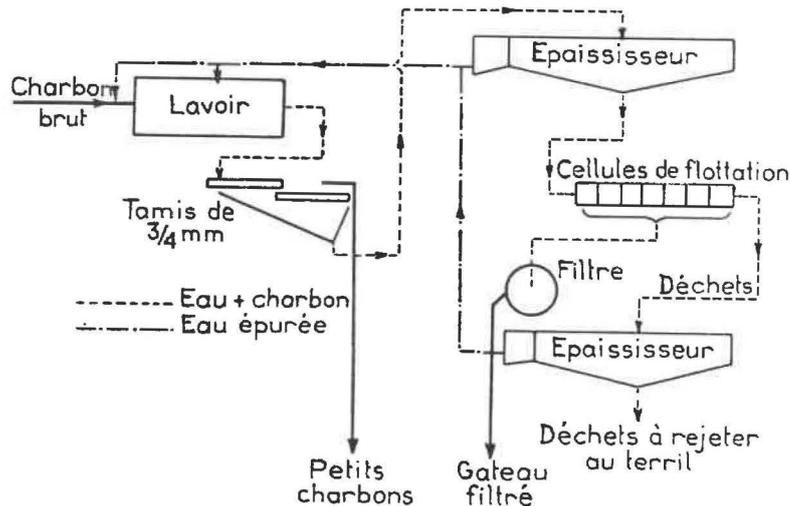


Fig. 2. — Schéma proposé pour le montage d'une nouvelle installation de traitement des fines.

dans les unités de lavage. La marche de l'épaisseur est réglée de façon à ne donner qu'un débit modérément concentré, envoyé à la flottation ou au filtrage.

Les points saillants d'une telle disposition sont :

- 1) la recirculation persistante des fines est évitée et les fines particules ne sont pas exposées à la désagrégation;
- 2) les produits au-dessus de 12 mm sont recueillis en deux, si pas trois catégories;
- 3) l'épaisseur n'est pas chargée de trop d'éléments solides et est sous bon contrôle. L'effet des secousses des tamis est réduit et le risque d'avoir un gâteau filtré sans fines en mélange est également diminué;
- 4) le tamis égoutteur des petites catégories peut être employé comme classeur. On peut alors alimenter l'installation de flottation avec des dimensions convenables, sans toutefois perdre de vue le rendement du procédé de lavage principal ni la capacité de filtration des fines;
- 5) le système entier est plus contrôlable et n'abandonne rien au hasard.

Les principaux inconvénients sont :

- 1) l'emploi d'épaisseurs pour des morceaux solides relativement gros, et
- 2) l'emploi de flocculants, de préférence à la flottation, alors que ceux-ci ont été considérés comme exerçant des effets contraires à la flottation.

Les suggestions de la figure 2 ne peuvent logiquement s'appliquer qu'à des installations neuves car, dans une installation existante, le circuit des eaux et les dispositions de recueillement des produits doivent être généralement conservés. Quelques la-

2. — Amélioration à apporter dans les appareils de recueillement des charbons fins.

Les égoutteurs centrifuges à marche continue sont en usage en Amérique et maintenant en Angleterre; ils marquent un progrès. Des turbines continues, du type ordinaire, sont employées en Grande-Bretagne pour l'égouttage des petits charbons, mais ces dernières machines donnent un flux contenant des particules au-dessus de 1 mm. Elles récoltent un peu de charbon fin, mais ne recueillent pas suffisamment de charbon fin épuré. D'autre part, le *filtre Bird* (construit par « the Bird Machine Company of America ») et le *Gyrocone* (construit par « International Combustion Limited » en Angleterre), n'emploient aucune espèce de crible et recueillent beaucoup de charbons fins. Les deux machines ont des caractéristiques communes. Un cône d'acier monté horizontalement tourne à grande vitesse et reçoit par sa grande ouverture le mélange de charbon et d'eau. Le charbon est projeté contre la paroi du cône et se sépare de l'eau. Un racloir hélicoïdal interne, tournant légèrement plus vite que le cône, propulse le charbon essoré à l'extrémité étroite pour son évacuation, tandis que le courant d'eau déborde par la grande ouverture. Il apparaîtrait que ces appareils pourraient recueillir des charbons de 0 à 6 mm ou remplacer des filtres recueillant le charbon épuré des mousses ou autres fines. Leur flux n'est habituellement pas tout à fait propre, mais le recueillement des plus fines dimensions est élevé. Les turbines de ce type peuvent remplacer les tamis égoutteurs des *petits charbons* et des *schlamm*s, de même que le filtre.

Etant donné le bris du charbon très réduit, elles peuvent recueillir tous les petits charbons en une

opération, sans nécessiter les mélanges subséquents des composants de ces petits charbons qui auraient été recueillis séparément. De même les petits charbons pourraient être turbinés en même temps que les mousses. Ces appareils consomment assez bien d'énergie mais leur capacité individuelle est grande également. En conséquence, les dépenses courantes plus élevées peuvent être équilibrées par la réduction du nombre d'unités en service. Les essoreuses centrifuges continues seront prochainement essayées en Angleterre et il sera bientôt possible de juger de leur valeur. L'étude de la question du recueillement des petits charbons lavés sera poursuivie, surtout dans le but d'obtenir une plus grande uniformité dans la présentation des produits vendables.

Filtres à vide.

Avec ces appareils, le taux de la filtration pratique, la teneur en humidité et les conditions physiques du gâteau filtré dépendent des dimensions des particules de la masse traitée. Si la proportion des particules de moins de 0,06 mm excède environ 40 %, il sera généralement difficile d'obtenir un gâteau filtré satisfaisant. De plus, un gâteau filtré de particules très ténues et humides ne se mélange plus convenablement aux petits charbons. L'exten-

sion de la flottation aux particules plus grosses et l'emploi du schéma (fig. 2) aideraient à l'obtention d'un bon gâteau filtré, plus maniable, mais il y a une limite à la dimension des particules qui peuvent être retenues sur un filtre à vide. Cette limite est toutefois élevée pour les filtres à alimentation de tête (le type usuel a son filtre partiellement immergé dans l'alimentation du schlamm); il se peut que les filtres à alimentation de tête se répandent.

CHAPITRE IV.

But vers lequel il faut tendre dans l'épuration du poussier.

La tendance actuelle dans l'épuration du poussier est :

- 1) une liaison plus intime du lavage et du recueillement des produits en vue d'obtenir un meilleur contrôle du processus tout entier et une plus grande uniformité dans les produits marchands;
- 2) l'incorporation la plus complète possible des produits épurés de charbon fin dans les dimensions plus grosses de charbon lavé et l'élimination des pulvérulents.

TABLEAU I
LIMITES D'ACTION DES PROCÉDES DE NETTOYAGE
ET DE RECUEILLEMENT DES PRODUITS
DANS LE TRAITEMENT DES POUSSIERS

A. — *Stade de l'épuration.*

Procédés.	Limites d'emploi.
Bacs et couloirs.	Bon jusqu'à 1 mm; acceptable entre 0,5 et 1 mm; négligeable en-dessous de 0,5 mm.
Tables de concentration.	Bon jusqu'à 0,5 mm; acceptable entre 0,25 mm et 0,5 mm; négligeable en-dessous de 0,25 mm.
Flottation.	Bon entre 0,15 et 1 mm; plus pauvre pour les dimensions en-dessous de 0,15 mm; habituellement acceptable pour la gamme 0 à 1 mm.
Flottaison.	Inapplicable en-dessous de 1,5 mm.
Lavoir à cyclone.	Probablement jusqu'à 0,3 mm.
Sy-Vor.	Non éprouvé; entrevu pour 0,15 à 1,5 mm.
Séparateur à spirales.	Avantageux entre 0,25 et 1,5; quelque extension à prévoir entre 0,25 et 0,1 mm; pas d'action en-dessous de 0,1 mm.

B. — *Stade du recueillement.*

Procédés.	Limites d'emploi.
Tamis (cribles).	Bon jusqu'à 1 mm et puis, progressivement, plus pauvre jusqu'à 0,25 mm.
Filtres.	Le recueillement virtuellement complet pour l'ensemble des produits de 0,15 à 1,5 mm; plus pauvre pour les produits en-dessous de 0,15 mm.
Turbines essoreuses.	Non établi jusqu'à présent; probablement bon jusqu'à environ 0,05 mm.

Le tableau I rassemble certaines appréciations données plus haut et illustre la première de ces suggestions. Il indique les limites d'action des différents procédés d'épuration et de recueillement des

produits et montre l'importance qu'il y a à conjurer le développement des deux stades. Si la flottation doit être employée pour une petite catégorie résiduelle, qui ne peut être traitée par un autre pro-

cédé, il faut s'en tenir à cette méthode et ne pas chercher ailleurs.

L'amélioration poursuivie des méthodes de recueillage des charbons épurés de petites dimensions, peut conduire à des simplifications de nettoyage si, d'une façon concomitante, on arrivait à réduire le nombre de catégories dans lesquelles le charbon est obtenu. Les consommateurs attachent souvent plus d'importance à la présentation des produits qu'à leur analyse. Le manque d'homogénéité d'un mélange peut être un obstacle à son emploi par des moyens mécaniques; de même un excès d'humidité peut causer des troubles dans certaines installations consommatrices. Sans apporter de généralisations dangereuses dans la technique de la préparation du charbon, il semble que, jusqu'à ce qu'une méthode de lavage complète soit trouvée, la flottation doit être étendue là où le charbon fin doit être épuré. Elle doit en tout cas être appliquée en vue d'obtenir des gâteaux filtrés friables et aisément maniables. En outre, le système entier doit être conçu pour éviter le plus possible la désagrégation tant du schiste que du charbon, afin de ne pas rendre le traitement difficile.

Si les égoutteurs centrifuges à marche continue s'avéraient avantageux, l'égouttage des mousses et des petits charbons serait possible et permettrait ainsi certaines conceptions d'installations intéressantes.

Le second point émis ci-dessus est plus controversé. On remarque cependant :

- a) Que c'est la pratique courante de l'épuration qui a conduit à la multitude des catégories marchandes existantes. Si, dans les vingt-cinq dernières années, les installations de lavage avaient pu recueillir les charbons de 0 à 12 mm bien épurés et égouttés sans pertes excessives au lavage et sans emploi de tamis, cribles, réservoirs et citernes, il est probable que l'emploi des petits charbons serait un problème beaucoup moins préoccupant qu'il n'est aujourd'hui. A cause des limites d'action technique et des nécessités d'écoulement commercial, les poussières ont été écartés des petites catégories lavées en suivant opportunément l'allure du marché.

- b) La production d'un seul produit de charbons fins de densité et de présentation physique uniformes, convient aux producteurs. La vente de ce produit serait plus régulière et le risque de stockage de charbons fins invendables disparaîtrait. La quantité de combustibles de qualité décroîtrait au bénéfice de l'intérêt national.

- c) Dans la plupart des cas cependant, des exigences concernant la teneur en cendres pourraient intervenir. Un petit tout-venant (All-in) pourrait contenir trop de fines pour certains usages et trop d'humidité pour d'autres.

Il est important de rechercher comment la teneur en cendres et l'incorporation des poussières influencent la combustion des petits charbons. La pratique courante inclut le schlamm mixteux aux petites catégories lavées et exclut le schlamm fin ou le gâteau filtré. L'épuration et le recueillage convenables de tout le poussier feraient regagner 5 à 15 % des charbons d'au moins 3 mm qui restent actuellement dans le poussier perdu.

En vue de surmonter les difficultés qui pourraient surgir par l'emploi de petits tout-venants (All-in smalls), il faudrait concevoir des chaufferies nouvelles convenant à ces combustibles. Dans ce cas, leurs caractéristiques devraient être bien connues et surtout conservées d'une manière uniforme.

Pour la fabrication du coke, il ne faut pas de hautes teneurs en humidité. Le schéma de la figure 2 montre qu'un bon drainage est possible. L'égouttage par appareils centrifuges peut également apporter une solution satisfaisante à la préparation des fines à coke.

Naturellement, des changements profonds et soudains dans la préparation des charbons et dans leur emploi sont impossibles, mais il faut suivre le progrès. Pour beaucoup d'années encore, des installations industrielles réclameront des combustibles peu poussiéreux, tandis que les charbonnages s'accommoderont encore de combustibles relativement inférieurs. Cependant, les améliorations dans le recueillage du poussier fourniront des produits meilleurs, ce qui les valorisera, même si, sur le marché ils devaient constituer des catégories séparées.

SAMENVATTING

De auteur onderzoekt de kwestie van de zuivering der fijne kool en bespreekt de evolutie van deze techniek.

Het algemeen plan van deze bijdrage is het volgende :

HOOFDSTUK I : Ontleding der kwestie en bespreking der huidige zuiveringsmethoden :

- 1) De eigenschappen van de ruwe fijnkol :

- a) asgehalte;
b) vochtgehalte;
c) granulometrische samenstelling;

- 2) De bestaande zuiveringsmethoden en hun toepassingsgrenzen;

- 3) De moeilijkheden om de producten in fijn verdeelden toestand op te vangen.

HOOFDSTUK II : De verbeterde zuiveringsmethoden.

HOOFDSTUK III : De opvang en behandeling der producten in het raam van :

- 1) de verbeterde wascyclus;
2) de verbetering van de opvangingsapparaten der fijnkool.

HOOFDSTUK IV : Na te streven doel inzake zuivering der fijnkolen.