

Le traitement des schlamms et des eaux résiduaires

par G. BURTON,

Ingénieur à INICHAR.

INTRODUCTION

Le débit en eau des lavoirs à charbon est très important. Il varie suivant le type de lavoir, mais on arrive normalement à des débits globaux de circulation de 1 000 à 2 000 m³/h dans les lavoirs moyens, valeur qui peut monter à 5 000 et même 6 000 m³/h dans certaines installations importantes.

Cette eau, au cours de son passage dans le lavoir, se charge de fines particules provenant

1) d'un défaut de dépoussiérage avant le traitement des produits par voie humide. Ce manque d'efficacité du dépoussiérage est actuellement accentué par l'accroissement du pourcentage de produits fins dans le charbon tout-venant et de la teneur en humidité de ces produits.

2) du bris des produits au cours du traitement. Cette production de produits très fins est spécialement importante dans certains traitements particuliers tels que le concassage des mixtes et l'essorage des fines, mais est toutefois plus ou moins sensible à tous les stades de la préparation : criblage, lavage, manutention.

L'introduction continue de produits fins dans l'eau de circulation entraîne deux problèmes : celui du contrôle de la teneur en solides de cette eau et celui du traitement et de la valorisation des eaux schlammeuses obtenues et de la clarification des eaux résiduaires en vue de leur élimination ou de leur recyclage dans le lavoir.

Le contrôle des eaux de circulation a pour but de maintenir à une valeur admissible la teneur en solides des eaux du circuit général du lavoir.

Lorsque ces eaux deviennent trop chargées, on constate une baisse d'efficacité des appareils de lavage et une fuite importante de schlamms valorisables avec les schistes envoyés au terril.

Ces installations de contrôle fournissent une eau schlammeuse plus ou moins riche en solides de granulométrie plus ou moins fine et à teneur en cendres très variable.

Ces produits dont la valeur marchande est loin d'être négligeable peuvent soit être simplement décantés et égouttés pour les amener sous une forme manutentionnable, soit subir une épuration qui en accroît la valeur ou en facilite l'écoulement sur le marché. Ces différentes opérations laissent une

eau plus ou moins chargée en schlamm, schiste et argile qu'il faut clarifier avant son rejet à l'extérieur ou son recyclage dans le lavoir en cas de fonctionnement en circuit fermé.

A) CONTROLE DES EAUX DE CIRCULATION

1) Généralités. — Difficultés actuelles.

Le lavoir introduit dans les eaux de circulation un certain tonnage horaire de produits fins. Il est évident que, pour maintenir la teneur en solides de ces eaux à une valeur de régime, il faut éliminer exactement ce tonnage.

Dans la plupart des lavoirs (71 sur 81), cette opération est confiée à des spitzkasten qui traitent la totalité du débit du lavoir et dont la capacité varie généralement de 5 à 10 m³/heure par m² de surface.

Les autres lavoirs utilisent, soit des épaisseurs Dorr, soit des épaisseurs coniques, soit de petits bassins de décantation avec reprise par chaîne à godets.

Le circuit de contrôle des eaux le plus courant est le suivant (fig. 1).

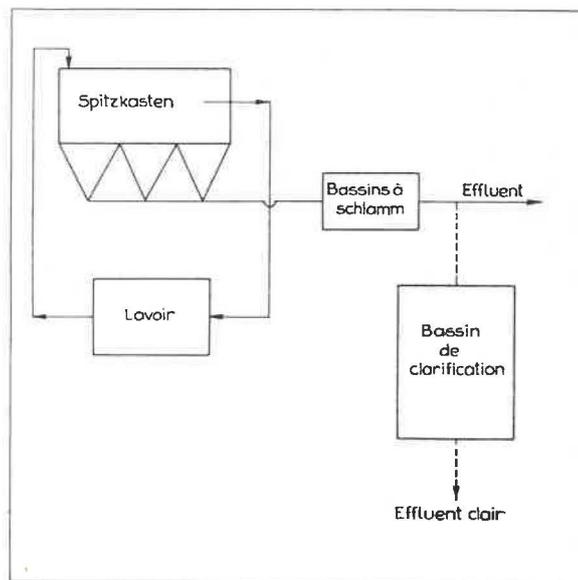


Fig. 1.

Les eaux, à la sortie du lavoir, sont envoyées vers les spitzkasten dont l'effluent alimente la pompe générale de circulation.

Les eaux schlammeuses soutirées aux pointes alimentent une série de bassins à schlamm de dimensions généralement réduites, suivis ou non de bassins de clarification plus importants.

Nous avons évité à dessein d'employer le terme de clarification des eaux car on peut difficilement qualifier de clarification une opération qui consiste à éliminer de ces eaux de circulation une dizaine de pourcents des solides qu'elles tiennent en suspension.

Les difficultés actuelles du dépoussiérage ont pour conséquence une pollution plus importante des eaux au cours de leur passage dans le lavoir et, dans de nombreuses installations, on éprouve de plus en plus de peine à maintenir la teneur en solides à une valeur compatible avec les nécessités du lavage.

Pour résoudre ces difficultés, deux remèdes sont applicables :

- 1) augmenter le débit des purges soutirées aux pointes des spitzkasten.
- 2) effectuer une ponction sur le circuit d'eau, ponction qui doit normalement être traitée dans un système de clarification auxiliaire et recyclée dans le circuit général.

II) Effets d'une augmentation de soutirage aux spitzkasten ou d'une ponction sur le circuit.

Un exemple numérique simple permettra d'estimer les améliorations à escompter de ces remèdes.

Soit un lavoir moyen traitant 300 t/h de tout-venant et dont le débit d'eau s'élève à 2 500 m³/h. On peut estimer que ce lavoir déverse dans ses eaux de circulation 20 t/h de solides fins, de répartition granulométrique suivante :

> 0,5 mm	10 %
0,2 — 0,5 mm	30 %
0,1 — 0,2 mm	20 %
50 μ — 0,1 mm	10 %
20 μ — 50 μ	10 %
10 μ — 20 μ	10 %
< 10 μ	10 %
	100 %

Pour maintenir la teneur en solides des eaux en état de régime, il faut donc que les 20 t/h de solides soient soutirées aux spitzkasten.

Admettons, dans un premier cas, que le débit

d'eau schlammeuse extraite aux pointes des spitz soit limité à 60 m³/h. Ces 60 m³/h contiennent 20 t/h de solides et leur teneur s'élève donc à 330 g/litre. Dans ce cas, la coupure effectuée dans les spitz peut être représentée par la courbe de partage I de la figure 2.

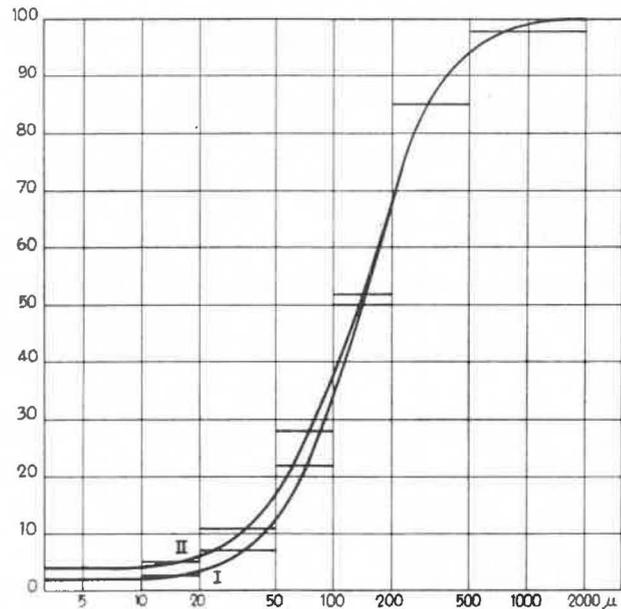


Fig. 2.

A partir de ces données, il est facile de calculer la teneur de régime des eaux de circulation.

Considérons, par exemple, la fraction granulométrique comprise entre 20 et 50 microns. Cette fraction représente 10 % du total des solides et 2 t/h en sont donc introduites dans les eaux de lavoir, soit, pour un débit de 2 500 m³/h, 0,8 kg/m³ ou 0,8 g/litre. Ces 0,8 g/litre de solides 20-50 microns doivent être extraits du spitzkasten.

La courbe de partage indique que, dans le cas I et pour cette granulométrie, la valeur de partage est de 7 %, c'est-à-dire que 7 % des solides 20-50 microns entrant dans les spitz sont soutirés par les pointes. Pour que la purge élimine 0,8 g/litre de ces solides, il faut donc que ces 0,8 g/litre représentent 7 % de la teneur à l'alimentation qui s'élève donc à $(0,8 \times 100) : 7 = 11,43$ g/litre.

En appliquant le même raisonnement aux différentes fractions granulométriques, on obtient les résultats suivants :

Granulométrie	Solides introduits		Valeur de partage	Teneur des eaux avant les spitz
	t/h	g/litre		
0,5 mm	2	0,8	98	0,816
0,2 — 0,5 mm	6	2,4	85	2,824
0,1 — 0,2 mm	4	1,6	50	3,200
50 μ — 0,1 mm	2	0,8	22	3,636
10 μ — 20 μ	2	0,8	7	11,428
20 μ — 50 μ	2	0,8	2,5	32,000
10 μ	2	0,8	2,0	40,000
Total	20	8,0		93,904

La teneur des eaux de circulation se stabilisera donc à 94 g/litre à l'entrée des spitzkasten, soit 86 g/litre après passage dans les spitz et à l'entrée du lavoir.

Si l'on augmente le soutirage aux pointes des spitz, en le faisant passer de 60 m³/h à 100 m³/h (ces 100 m³/h contenant toujours 20 t/h de solides, n'auront plus qu'une teneur de 200 g/litre), on obtient la courbe de partage II de la figure 2. En appliquant à ce second cas le même procédé de calcul qu'au précédent, on obtient les résultats suivants.

Granulométrie	Solides introduits et extraits aux pointes des spitz		Valeur de partage	Teneur des eaux avant les spitz
	t/h	g/litre		
0,1 — 0,2 mm	2	0,8	98	0,816
0,2 — 0,5 mm	6	2,4	85	2,824
0,5 mm	4	1,6	52	3,076
50 μ — 0,1 mm	2	0,8	28	2,856
10 μ — 20 μ	2	0,8	11	7,272
20 μ — 50 μ	2	0,8	5	16,000
10 μ	2	0,8	4	20,000
Total	20	8,0		52,844

La teneur des eaux à l'entrée des spitz se stabilise dans ce cas à 53 g/litre et les eaux alimentant le lavoir ne contiennent plus que 45 g/litre contre 86 g/litre dans le cas précédent.

Un calcul analogue montre que l'on peut arriver au même résultat en maintenant le soutirage aux pointes des spitz à 60 m³/h (dont la teneur en solides ne sera d'ailleurs plus que de 280 g/litre) et en effectuant sur le circuit des eaux une ponction de 70 m³/h à 45 g/litre.

Malheureusement, ces deux remèdes entraînent de nouvelles sujétions :

— l'augmentation du débit de soutirage aux spitzkasten et la plus forte dilution de ce soutirage compliquent les problèmes de décantation dans les bassins à schlamm et augmentent les risques de rejet d'eau polluée. Dans le cas de traitement des schlamms par flottation ou filtration, on est amené à prévoir un épaissement préalable.

— une ponction continue sur le circuit d'eau de lavage rend nécessaire l'adoption d'un circuit de clarification auxiliaire. Les solides contenus dans cette ponction sont très fins, contiennent souvent plus de 90 % de grains inférieurs à 50 microns. A cause de cette extrême finesse, les schlamms épaissis obtenus se prêtent mal aux procédés classiques d'égouttage et de valorisation. Leur traitement pose des problèmes très difficiles.

III) Procédés divers de clarification.

1. Floculation dans des épaisseurs de grande surface.

Si l'on excepte les bassins de très grande superficie, le seul procédé permettant d'obtenir une clarification complète de l'eau est la décantation dans des épaisseurs de grand diamètre avec emploi de floculants. Ce traitement est assez onéreux et les frais d'établissement de l'installation sont élevés. Il serait pratiquement impossible et d'ailleurs inutile d'appliquer un tel procédé à la tota-

lité des eaux d'un lavoir. Il doit être réservé à des cas particuliers où les débits en jeu sont relativement faibles, comme par exemple la clarification d'une ponction sur les eaux de lavoir ou d'un effluent d'un épaisseur placé en tête d'une installation de flottation ou de filtration.

Il a l'avantage de donner simultanément un effluent pratiquement clair et une purge à teneur élevée en solides, et cela, même dans des cas difficiles où les solides à épaissir sont très fins. Il faut cependant, dans ce cas, satisfaire à certaines conditions et un charbonnage, entre autres, a constaté qu'il n'obtenait une clarification et un épaissement convenables d'un produit contenant plus de 90 % de grains inférieurs à 50 microns que si la teneur à l'alimentation n'excédait pas 40 g/litre.

2. Cyclones.

Toute une gamme de cyclones se trouvent actuellement à la disposition des exploitants, s'étendant des cyclones à basse pression aux multicyclones à haute pression.

Par suite des efforts tangentiels et des mouvements tourbillonnaires au sein du cyclone, la formation de flocons est impossible et le cyclone ne peut être considéré comme un clarificateur, mais comme un appareil classificateur effectuant une coupure à une maille d'autant plus faible que les efforts centrifuges mis en jeu sont plus importants.

a) Cyclones à basse pression.

Les cyclones à basse pression, c'est-à-dire ceux dont la hauteur d'alimentation ne dépasse pas 5 mètres, ont été étudiés par le Cerchar et les résultats de nombreux essais ont été communiqués dans une note de MM. Belugou et Ait Ouyahia à la Conférence Internationale d'Essen en 1954. Il semble que, pour un cyclone ayant une capacité industrielle (supérieure à 50 m³/h), on ne puisse descendre sous une maille de coupure de l'ordre du 1/10 de millimètre. Les résultats sont fort analogues à ceux obtenus au moyen de spitzkasten et l'appareil peut se révéler utile comme appoint à des spitzkasten surchargés ou comme moyen de contrôle de la teneur en solides d'un circuit particulier du lavoir si les exigences quant à cette teneur en solides ne sont pas trop sévères.

b) Cyclones à haute pression et multicyclones.

Les cyclones à haute pression d'un diamètre de 300 à 500 mm et alimentés sous des pressions de 1 à 3 kg/cm² effectuent une séparation à une maille de coupure variant de 30 à 50 microns.

Pour les multicyclones formés d'un assemblage de cyclones travaillant en parallèle et dont le diamètre varie généralement de 70 à 100 mm, cette maille de coupure peut descendre sous 20 microns et même atteindre 10 microns.

Ces cyclones ont donc un effet clarificateur nettement plus poussé que les spitz et les cyclones à basse pression. Mais la force motrice nécessaire à mettre en jeu pour leur alimentation est élevée, ce qui prohibe leur utilisation sur la totalité du circuit d'eau d'un lavoir et limite leur emploi au traitement de débits relativement faibles où l'on désire une clarification plus poussée que dans les spitzkasten sans exiger toutefois un effluent absolument clair.

La figure 3 donne une application classique du cyclone haute pression dans les lavoirs par liqueur dense. Placé à la suite d'un séparateur magnétique primaire, qui traite la totalité des eaux de rinçage, il fournit, d'une part, de l'eau suffisamment clarifiée qui peut convenir au rinçage primaire et, d'autre part, un produit épais traité dans le séparateur magnétique secondaire.

Une pratique assez courante aux Etats-Unis est l'emploi de cyclones suivis de multicyclones pour clarifier une ponction faite sur le circuit d'eau. La clarification obtenue de cette façon n'est pas complète, mais suffisante pour assurer le fonctionnement en circuit fermé du lavoir.

Dans ces deux cas d'application, les cyclones remplacent de façon satisfaisante des épaisseurs beaucoup plus encombrants. Les cyclones haute pression trouvent également des utilisations comme épaisseurs et débourbeurs. Nous donnerons plus loin quelques cas de leur application dans ces domaines.

3. Centrifugeuses à bol plein.

Il convient de signaler encore la centrifugeuse à bol plein (Bird-Dynocone). Cette centrifugeuse, comme le cyclone, fonctionne comme appareil classificateur, mais la coupure est faite à une maille inférieure à celle obtenue avec les multicyclones. Cette centrifugeuse n'a pas reçu jusqu'à présent d'applications en Belgique, mais paraît assez répandue aux Etats-Unis. Elle a l'avantage de donner directement un produit épais très concentré, à teneur en humidité analogue à celle obtenue par filtration à vide.

B) TRAITEMENT ET VALORISATION DES SCHLAMMS

I) Généralités.

Les installations de contrôle de la teneur en solides des eaux de circulation des lavoirs donnent, comme sous-produits, des eaux schlammeuses, plus ou moins chargées en solides de granulométrie plus ou moins fine.

Sur la base de la composition granulométrique, on peut distinguer deux types principaux de schlamms :

- a) Les schlamms grenus, contenant un pourcentage important de grains supérieurs à 0,5 mm et généralement moins de 30 % de grains inférieurs à 50 microns. Ces schlamms proviennent des soutirages faits aux installations principales de contrôle des eaux (spitzkasten).
- b) Les schlamms fins, contenant plus de 80 % de grains inférieurs à 50 microns, proviennent de l'épaississement de ponctions effectuées sur le

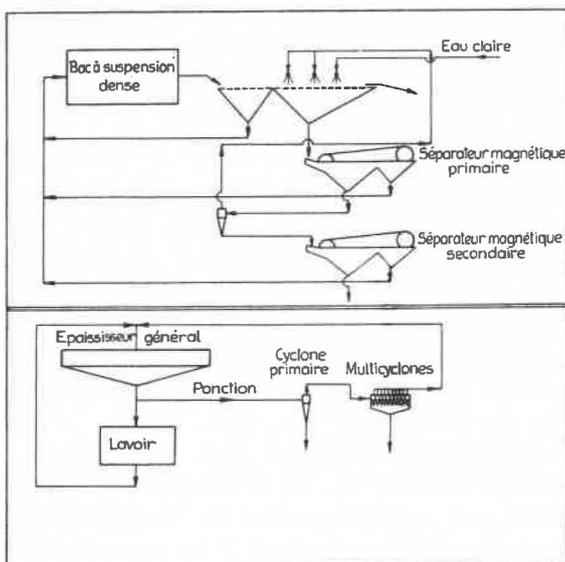


Fig. 5.

circuit d'eau, de l'effluent d'épaisseurs placés en tête de certaines installations de flottation et de filtration. Au point de vue de la difficulté de traitement, on peut également ranger dans cette catégorie les eaux schisteuses résiduelles du traitement par flottation.

II) Traitement des schlamms bruts.

1. Bassins à schlamms.

Le traitement le plus couramment appliqué aux schlamms grenus est leur simple épandage dans une série de bassins de dimensions réduites. Il est intéressant d'avoir à sa disposition un minimum de trois bassins afin de permettre la rotation : (remplissage, décantation) — (égouttage, drainage) — (vidange).

— L'effluent de ces bassins a encore une teneur assez élevée en solides et son rejet tel quel dans les cours d'eau est à éviter, non seulement pour des raisons de pollution, mais pour la perte d'un produit dont la récupération serait souvent rentable. Ce cas se présente cependant encore dans une vingtaine de lavoirs.

— Plusieurs lavoirs possèdent des bassins à schlamms dont les dimensions sont importantes comparativement aux débits à traiter. Dans ces cas, le temps de séjour dans ces bassins est suffisant pour assurer une décantation à peu près complète et une clarification satisfaisante de l'effluent.

Dans d'autres lavoirs, l'effluent des bassins à schlamm est envoyé dans des dépressions de terrains ou des étangs endigués dont la superficie peut atteindre plusieurs hectares. La décantation y est pratiquement complète et les eaux rejetées à peu près claires.

Ces deux cas groupent également une vingtaine de lavoirs.

— Sept lavoirs qui ne disposent pas d'espace suffisant pour assurer une clarification naturelle de leurs eaux résiduelles ont résolu le problème en incorporant un floculant à leurs eaux schlammeuses en tête de leurs bassins. L'action accélératrice de ces floculants est suffisante pour assurer une clarification suffisante dans un espace réduit.

2. Filtres à schlamms bruts.

A la méthode discontinue de décantation et de reprise dans des bassins, on a préféré, dans six installations, un procédé de traitement continu des schlamms bruts par filtration à vide.

Lorsque les schlamms sont suffisamment épaissis au préalable et pas trop argileux, cette opération ne présente aucune difficulté. Certaines difficultés dues à un colmatage partiel de la toile filtrante n'apparaissent que lorsque la teneur en produits inférieurs à 50 microns s'élève au-dessus de 20 à 30 %.

Les filtres utilisés sont des types à tambour ou à disques à auge inférieure. Il semble pourtant que, dans le cas de schlamms bruts, l'alimentation par auge latérale soit plus intéressante. Dans ce système, les grains les plus gros se déposent en premier lieu sur la toile et forment surface filtrante pour les particules plus fines. Comme celles-ci n'arrivent pas au contact de la toile, on élimine en grande partie les dangers de colmatage.

Un filtre de ce type, installé en Sarre et traitant un schlamm contenant plus de 30 % de produits inférieurs à 0,1 mm, a une capacité dépassant 600 kg/m²/heure, capacité à peu près équivalente à celle normalement obtenue avec des schlamms flottés sur filtre-tambour à auge inférieure.

3. Essorage des schlamms bruts.

L'essorage des schlamms tant bruts que flottés semble plus séduisant que leur filtration par vide pour deux raisons :

- a) La teneur en humidité des produits essorés est inférieure à celle obtenue par filtration.
- b) Les frais de fonctionnement sont nettement plus réduits. On peut considérer que les frais totaux de fonctionnement d'uneessoreuse (force motrice, graissage, remplacement des grilles, salaires) sont inférieurs à la seule dépense en énergie d'un filtre à vide de même capacité.

Malheureusement, dans l'état actuel de son développement, l'essoreuse est beaucoup plus sensible que le filtre à la nature (granulométrie, concentration) de son alimentation.

En ce qui concerne les schlamms bruts, des essais ont été faits en France et en Sarre au moyen d'essoreuses Escher Wyss des types S 1100 et C 4. Cesessoreuses sont à axe horizontal et évacuent les produits grâce à un mouvement de vibration.

On a constaté que les meilleurs résultats étaient obtenus en plaçant un cyclone avant l'essoreuse, cyclone dont le rôle est d'épaissir autant que possible l'alimentation et d'éliminer une partie des ultra-fins.

Uneessoreuse alimentée en schlamm brut épaissi de cette façon à 800-900 g/litre a donné un produit essoré à 13-14 % d'humidité, avec un rendement en solides de 98 %. Le filtrat contenait de 40 à 50 g/litre de solides. Il faut cependant noter que 25 % des schlamms, en majorité des produits ultra-fins, étaient éliminés avec l'effluent du cyclone épaisseur.

Uneessoreuse identique, dans un autre lavoir, alimentée de la même façon mais en produits très argileux (le produit sortant de la pointe du cyclone contenait encore 12 à 18 % de produit inférieur à 50 microns) a donné un rendement en solides de 96 %, mais la teneur en humidité est res-

tée voisine de 20 %. La concentration à l'alimentation était d'environ 630 g/litre.

A la suite de ces deux séries d'essais, on peut conclure que :

- On ne peut pratiquement pas dépasser une teneur de 15 % en produits inférieurs à 50 microns.
- L'alimentation doit être très concentrée si l'on veut éviter des pertes importantes dans l'effluent et obtenir une capacité intéressante.

III) Epuration des schlamms.

Plusieurs procédés basés sur les différences de densité permettent une épuration partielle des schlamms. On peut citer :

1. Les tables hydrauliques

Elles sont très répandues aux Etats-Unis et en Angleterre, mais inconnues en Belgique. Dérivées des tables du type Wilfley utilisées en préparation des minerais, elles ont à peu près le même domaine d'application que les tables pneumatiques.

2. Les rhéolaveurs à longues pointes

Il en subsiste quatre installations en Belgique. L'effet épurateur de cet appareil ne se fait sentir qu'au-dessus d'une certaine dimension de grain voisine de 0,1 mm. Le passage, dans une batterie à schlamms, d'un schlamm brut à 25-30 % de cendres donne généralement :

- a) du schlamm épuré grenu à 15 % de cendres, égoutté sur grille;
- b) un refus grenu à 50-60 % de cendres, repris et égoutté par chaîne à godet;
- c) des produits fins, non épurés, dont la grande partie passe avec les eaux d'égouttage et entre dans le circuit du laivoir.

3. Le cyclonage en eau claire

Des résultats détaillés d'une installation de ce type au laivoir de Freyming ont été donnés au Congrès d'Essen en 1954.

Tous ces procédés par densité ont un point commun : en dessous d'une certaine dimension de grains, l'effet épurateur devient négligeable. Pour pousser l'épuration jusqu'aux grains les plus fins, il faut recourir à des procédés qui se basent, non sur la densité, mais sur les différences de propriétés superficielles du charbon et des stériles, soit : la flottation et le convertol.

4. Flottation

a) Généralités.

Il existe actuellement 14 installations de flottation en fonctionnement en Belgique, 2 nouvelles

doivent être mises en marche dans le courant de cette année.

La plupart de ces installations sont du type Société Générale des Minerais et sont alimentées en pulpe à concentration assez élevée. Les capacités varient de 10 à 60 t/h (2×10 t/h — 5×20 t/h — 1×30 t/h — 4×40 t/h — 1×50 t/h et 1×60 t/h).

Dix de ces installations avec une capacité totale de 340 t/h traitent des schlamms gras. Les schlamms maigres et 1/2 gras ne totalisent que 4 installations et une capacité totale de 80 t/h.

Tous ces charbons sont faciles à flotter.

Le réactif employé est généralement un mélange de créosote et d'hydrocarbure.

En ce qui concerne la granulométrie des schlamms traités, on peut noter que presque toutes les installations de flottation sont précédées d'un tamis de contrôle qui élimine les grains supérieurs à 0,7 ou 0,8 mm. D'autre part, certains charbonnages éprouvent des difficultés à la flottation et à la filtration consécutive lorsque la teneur de l'alimentation en produits inférieurs à 50 microns s'élève au dessus de 20 %. Ils sont alors obligés de traiter séparément une partie des schlamms les plus fins obtenus par ponction sur le circuit du laivoir ou comme effluent d'un épaisseur placé en tête de la flottation.

b) Traitement des mousses de flottation.

1) Décantation dans des bassins.

Un seul charbonnage envoie ses mousses de flottation dans des bassins de décantation et d'égouttage d'où ils sont repris par grue et envoyés au séchage thermique.

2) Filtres à vide.

Dans toutes les autres installations, les mousses sont traitées par filtres à vide. Dans tous les cas, ces filtres sont du type à disques.

3) Essorage.

Un charbonnage essore la totalité de ses concentrés de flottation en mélange avec ses fines lavées et a complètement arrêté son installation de séchage thermique.

A l'actif du procédé, on peut noter :

- une teneur en humidité acceptable pour les fines à coke définitives obtenues, et cela, sans aucun séchage thermique.
- une réduction de 1 % de la teneur en cendres de ces fines entre l'entrée et la sortie de l'essoreuse.

Mais au passif, il convient de signaler une élimination importante de produits fins dans l'effluent de l'essoreuse. Ces produits, assez cendreux, sont renvoyés à l'installation de flottation et comme celle-ci, au charbonnage en question, est très

largement dimensionnée, cette masse circulante assez importante ne cause pas de difficultés.

Outre les essais sur schlamms bruts cités plus haut, certains charbonnages français et sarrois ont fait des essais d'essorage de schlamms flottés sur desessoreuses spéciales :

1) Essorage de schlamms flottés non filtrés suressoreuse Birtley C 400. Les mousses traitées avaient une concentration de 350 à 450 g/litre et contenaient environ 20 % de produits inférieurs à 0,1 mm. La teneur en humidité des produits essorés a varié de 10 à 18 % et les pertes dans l'effluent de 8 à 20 % suivant le débit, la teneur en produits fins et la concentration de l'alimentation.

2) Essorage de schlamms flottés préalablement épaissis par cyclone suressoreuse Escher Wys S 1100.

Les schlamms flottés sont préalablement épaissis à 640 g/litre par passage dans un cyclone de 350 mm. Les produits fins éliminés avec l'effluent du cyclone échappent à l'égouttage et sont difficiles à récupérer et à traiter séparément. Dans ces conditions, on obtient un schlamm essoré à 12-15 % d'humidité et la perte dans l'effluent ne dépasse pas 2 %.

3) Essorage suressoreuse Escher Wys C 4 de schlamms flottés préalablement filtrés sur filtre à vide.

La teneur en humidité des produits essorés varie de 14 à 17 % lorsque la teneur en produits inférieurs à 0,1 mm passe de 20 à 35 %. La perte dans le filtrat est pratiquement négligeable (0,5 à 1 %).

c) *Traitement des eaux schisteuses résiduaires.*

Actuellement, la situation en Belgique du traitement des eaux schisteuses résiduaires de flottation peut se résumer ainsi :

- Dans 8 cas sur 14, les eaux schisteuses sont envoyées telles quelles dans de grandes dépressions de terrain où la décantation se fait naturellement et dont l'effluent est à peu près clair.
- Dans 2 installations, les eaux schisteuses sont tout d'abord épaissies par floculation et les boues épaissies sont envoyées par wagons vers des aires d'épandage. L'effluent des épaississeurs, pratiquement clair, est renvoyé au lavoir.
- 2 installations utilisent un épaississeur suivi d'un filtre à vide du type à disque.

Voici la granulométrie des produits filtrés dans l'une de ces installations :

> 0,5 mm	6,3 %
0,2 — 0,5 mm	8,0 %
0,1 — 0,2 mm	9,4 %
< 0,1 mm	76,3 %

Ces produits donnent, sur un filtre Wedag à toile filtrante en Saran, un gâteau très uniforme d'environ 7 mm d'épaisseur et contenant 30 à 32 % d'humidité.

— Une installation emploie un cyclone épaississeur dont l'effluent est envoyé vers des bassins et le produit de pointe égoutté sur une chaîne vibrante Coppée.

Il faut enfin signaler que :

- Une installation de filtres-presses est actuellement en montage.
- Des filtres à décharge par ficelles sont commandés dans une installation et projetés dans une autre.

5. *Convertol.*

Il semble que le principe du convertol simple (mélangeage suivi d'essorage) soit actuellement abandonné par suite

- de la consommation exagérée en huile
- de l'impossibilité de contrôler la teneur en cendres des épurés
- de l'impossibilité d'éliminer les schistes grenus.

On est passé alors au procédé flottation-convertol avec l'idée d'éliminer par flottation les schistes grenus qui étaient retenus dans le panier de l'essoreuse pour arriver finalement à une flottation à peu près normale avec essorage des mousses obtenues.

Nous avons rapporté plus haut quelques résultats d'essais d'essorage sur des mousses de flottation. On peut constater que les résultats ne sont intéressants que si ces mousses sont préalablement concentrées. Or, on a remarqué que, si l'on utilise comme réactif de flottation 1 à 2 kg/t d'hydrocarbure, on obtient des mousses très sèches qui se prêtent beaucoup mieux à l'essorage que les mousses normales. Malheureusement, on perd de cette façon une grande partie de la sélectivité de la flottation.

CIRCUITS DES EAUX ET DES SCHLAMMS EN CAMPINE

La figure 4 donne les circuits de traitement des eaux et des schlamms dans les différents lavoirs du bassin de Campine. Dans cette figure, les capacités des installations de flottation sont représentées par un certain nombre de carrés, chaque carré équivalant à une capacité nominale de 10 t/h.

Les diamètres des différents épaississeurs Dorr et Pic sont également figurés à l'échelle.

1. Ce lavoir procède au séchage thermique et au dépoussiérage pneumatique de ses fines brutes. Les fines 0,5-4 mm sont épurées pneumatiquement.

Comme il n'y a pas d'épaississeur en tête de l'installation de flottation, le soutirage au spitz est assez concentré et, malgré l'efficacité du dépous-

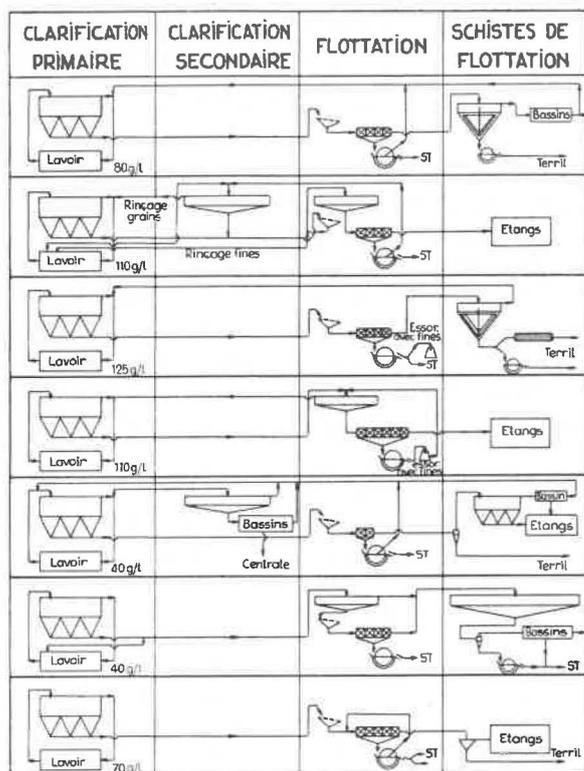


Fig. 4.

siéage, la teneur en solides des eaux de circulation est relativement élevée.

L'installation de flottation a une capacité de 40 t/h. Les mousses sont filtrées et séchées thermiquement. Les eaux schisteuses résiduaires sont clarifiées dans un épaisseur Pic avec un mélange de fécule-soude comme floculant. Les boues épaissies sont filtrées sur un filtre à vide à disques muni de toile en Saran. Le filtrat de ce filtre est renvoyé dans l'épaisseur Pic.

2. Le dépoussiérage des fines brutes se fait, en partie, par séchage thermique et criblage sur tamis chauffés et, en partie, par dépoussiérage pneumatique. Les fines sont épurées sur tables pneumatiques et sur bacs à feldspath.

La teneur élevée en solides des eaux de circulation (110 g/litre) s'explique par le rendement insuffisant du dépoussiérage pneumatique.

Un épaisseur Dorr traite les eaux de rinçage des grains et un autre, placé en tête de la flottation, reçoit les purges des spitz et les eaux d'égouttage des fines lavées.

L'installation de flottation a une capacité de 40 t/h. Les mousses sont filtrées et séchées thermiquement. La chaux ajoutée aux mousses en tête du filtre passe en partie dans le filtrat et agit comme floculant dans le premier épaisseur Dorr. Les eaux schisteuses sont épanchées dans un grand étang.

3. Les fines sont dépoussiérées pneumatiquement sans préséchage. Ces fines sont épurées par bacs à feldspath et égouttées sur desessoreuses.

Le rendement insuffisant du dépoussiérage, les schlamms produits par essorage, l'insuffisance de la purge au spitz et l'absence de ponction sur les eaux de circulation expliquent la teneur en solides élevée de ces eaux (125 g/litre).

L'installation de flottation a une capacité de 40 t/h. Après filtration, une partie des mousses est essorée avec les fines lavées, l'autre partie étant séchée thermiquement.

Les eaux schisteuses sont clarifiées dans un épaisseur Pic. Les boues épaissies sont actuellement traitées sur un filtre à vide. Une installation de filtres-presses est en montage.

4. Le dépoussiérage des fines brutes se fait par cribles chauffés sans préséchage.

Un épaisseur Dorr, placé en tête de la flottation, reçoit les purges des spitz et le filtrat desessoreuses à fines et à schlamms flottés. L'effluent de cet épaisseur qui contient 100 g/litre de produits très fins est renvoyé dans le circuit général du lavoir, ce qui explique la teneur élevée en solides (110 g/litre) des eaux de ce circuit.

L'installation de flottation a une capacité de 60 t/h. Les mousses sont filtrées, puis essorées en mélange avec les fines lavées. Une proportion importante des produits fins passe dans l'effluent desessoreuses et retourne à la flottation qui, grâce à sa capacité élevée, accepte facilement ce volant de produits tournant en circuit fermé. Le séchage thermique des schlamms flottés a été complètement abandonné.

Les eaux schisteuses sont envoyées dans un étang de grandes dimensions.

5. Les fines brutes sont dépoussiérées pneumatiquement sans séchage préalable. Les 0-5 mm dépoussiérés sont épurés sur tables pneumatiques.

Malgré le mauvais rendement du dépoussiérage, la teneur en solides des eaux de circulation est maintenue à une valeur faible grâce à une ponction sur l'effluent des spitzkasten. Cette ponction est clarifiée dans un épaisseur Dorr avec adjonction de floculys et de chaux comme floculant. L'effluent de cet épaisseur, pratiquement clair, est renvoyé au lavoir et les boues épaissies sont séchées dans trois grands bassins et constituent une partie de l'alimentation de la centrale électrique.

L'installation de flottation a une capacité de 20 t/h. Les mousses sont filtrées et séchées thermiquement.

Les eaux schisteuses sont tout d'abord traitées par un cyclone dont la purge rejoint directement les schistes du lavoir. L'effluent du cyclone est clarifié, à l'aide de chaux, dans une série de spitzkasten. Les boues argileuses épaissies sont envoyées par wagons dans un étang.

6. Ce lavoir fonctionne complètement par voie humide. Les fines brutes sont déschlammées sur cribles.

Ces eaux de déschlammage et la purge des spitz constituent une ponction importante sur le circuit des eaux, ce qui explique la faible teneur en solides (40 g/litre) de ces eaux.

L'installation de flottation a une capacité de 40 t/h. Les mousses sont filtrées et séchées thermiquement.

Un épaisseur Dorr placé en tête de la flottation donne un effluent contenant des produits très fins et très cendreaux (70 g/litre). Cet effluent et les eaux schisteuses résiduaire de la flottation sont clarifiés dans un Dorr de 30 m de diamètre (Floculant : flocgel + chaux) et les boues épaissies sont actuellement envoyées dans des bassins et reprises par grue. L'installation de traitement de

ces boues par cyclones, filtres à décharge par ficelles et séchage thermique n'est qu'un projet.

7. Le dépoussiérage des fines brutes se fait partiellement par séchage thermique et dépoussiérage pneumatique et partiellement par déschlammage. L'installation de flottation d'une capacité de 50 t/h permet un soutirage assez important sur le circuit des eaux et la teneur en solides de ces eaux peut ainsi être maintenue à une valeur satisfaisante (70 g/litre).

Les mousses de flottation sont filtrées et partiellement séchées par voie thermique.

Les eaux schisteuses passent par un petit cône de décantation dont le but est d'éliminer les plus gros grains de schistes et surtout de pyrite qui seraient cause d'une usure rapide des pompes. L'effluent de ce cône est pompé vers des étangs.

DISCUSSION.

M. GY. — M. Burton nous a parlé de la situation actuelle dans les charbonnages belges. Pourrait-il nous donner une idée de ce qu'on prévoit à l'avenir au sujet de la flottation dans ces charbonnages ?

M. BURTON. — Il y a actuellement quatorze installations en service. On prévoit la mise en marche de deux installations nouvelles au cours de cette année. Je ne vois pas à brève échéance de développement plus poussé de la flottation. La plus grande partie des schlamms gras sont actuellement flottés et incorporés dans les fines à coke. La flottation des schlamms maigres et demi-gras se développe lentement et, tant que l'écoulement de ces schlamms tels quels est possible, on ne peut prévoir de développement dans ces domaines.

M. EDELIN. — Vous avez parlé tout à l'heure de floculants utilisés pour le traitement des eaux. Quelle est la nature de ces floculants et possédez-vous des points de comparaison entre eux ?

M. BURTON. — A peu près tous les floculants existants ont été employés en Belgique : Flocgel, Floculys, Séparan, etc ... Il est très difficile de donner des points de comparaison; la floculation des produits dépend de la nature des eaux. Le même floculant donne des résultats différents sur deux eaux schlammeuses différentes. Il est très difficile de faire des généralisations dans ce domaine.

M. PIRONET. — M. Burton a parlé tout à l'heure des rhéolaveurs à schlamms. Il signale que les installations de lavage de schlamms par rhéolaveur, en Belgique séparent du schlamm lavé vers 15 % de cendres et des schistes vers 55 à 60 % de cendres.

En effet, les installations de rhéolaveurs à schlamm en Belgique de réalisations anciennes et plus ou moins réglées donnent vraisemblablement du schlamm lavé vers 13 à 15 % de cendres et des schistes vers 60 à 65 % de cendres.

En fait, les résultats cités n'imaginent pas les résultats possibles de ces installations.

Le rhéolaveur vaut qualitativement la flottation. Tout comme avec la flottation, les éléments les plus ténus dans les schlamms lavés par rhéos (ou dans les schlamms flottés) sont plus cendreaux, moins bien épurés que les grains plus gros. Les tableaux de granulométries avec cendres des produits épurés dans les deux cas sont comparables.

En ce qui concerne les schistes, les éléments les plus ténus sont les plus purs dans les deux procédés et les grains au-dessus de 0,6 ou 0,7 mm comportent un certain pourcentage d'égarés, qui rend souhaitable le préclassement du schlamm brut à traiter à une dimension de cet ordre de grandeur.

Une installation de lavage de schlamms plus moderne, comportant deux couloirs de lavage superposés, et mise en marche récemment en Belgique donne industriellement du schlamm lavé vers 10 à 12 % de cendres avec des schistes qui accusent au moins 72 % de cendres. Il existe une installation similaire en Hollande et l'an dernier, en Espagne — Asturies, une installation identique a été mise en marche et donne des résultats similaires. Dans cette dernière installation, les passés des tamis d'assèchement des schlamms lavés sont dirigés vers la flottation qui existait et les schlamms ténus flottés sont pompés sur la partie d'assèchement des « zimmers » à schlamm lavé où les eaux filtrent. Cette disposition a donné toute satisfaction.

Avec le rhéolaveur, le 0,1 mm est amélioré à une teneur en cendres environ égale à la moitié de celle accusée par le schlamm brut, le 0,1-0,2 mm est mieux épuré et le schlamm est bien lavé à partir de 0,2 pratiquement.

Quantitativement, la flottation surpasse le rhéolaveur à schlamm.

Avec les rhéolaveurs, on dispose des schistes de schlamm pratiquement asséchés, avec la flottation, la presque totalité des eaux du flottage accompagnent, à l'extérieur, les schistes de schlamm séparés.

Le lavage des schlamms par rhéolaveurs réclame fréquemment l'envoi au dehors d'un effluent comportant des éléments très ténus et nous préconisons la floculation du tout ou d'une partie du passé des « zimmers » d'assèchement des schlamms lavés, s'il s'avère que cet effluent est nécessaire.

La pratique anglaise en matière de floculation, que nous avons suivie de près en maints lavoirs, veut des petits grains dans le schlamm à flocculer et, pour cette raison, by-passe une partie de l'eau de circulation du lavoir vers la floculation plutôt que d'y envoyer un effluent de produit ténu du lavage.

L'utilisation du passé de « zimmer » qui comporte des petits grains de 0,2 et 0,3 mm assure aussi la présence de noyaux pesants autour desquels les flocons de grains ténus s'agrippent avec comme résultat une précipitation et une sédimentation plus rapides de la matière flocculée.

Dans de telles conditions opératoires, la floculation ne nécessite pas de « Dorr » de très grandes dimensions comme M. Burton l'a indiqué au cours de son exposé lorsqu'il a fait mention de la floculation des éléments ténus.

M. MEILLEUR. — M. Pironet vient de donner des résultats intéressants sur les rhéolaveurs à schlamm. Il a parlé d'un traitement donnant des lavés à 12 % et des schistes à 72 % cendres. Pourrait-il préciser de quel calibre il s'agit ? Et dire quels sont la densité de partage et l'écart probable ?

M. PIRONET. — Nous n'avons pas fait de détermination de densité de partage mais nous avons, comme généralement on le fait dans les lavoirs, de nombreux résultats de détermination de flottant dans les schistes et nous avons de l'ordre de 2 à 3 % de flottant à une densité de 1,4-1,5 suivant les lavoirs examinés. Nous obtenons des résultats qui sont parfois supérieurs aux possibilités de lavage.

Nous évacuons des fins éléments mal épurés en dessous de 0,1 mm, ce qui facilite l'obtention d'un schlamm très propre; par contre, les éléments très fins qui constituent la partie la plus cendreuse des schistes (comme en flottation d'ailleurs) sont retenus. On réalise en fait ainsi une amélioration de

lavabilité du schlamm brut effectivement traité. Je ne saurais pas vous citer des densités de partage.

M. MEILLEUR. — Mais le calibre ?

M. PIRONET. — On conseille de traiter des produits en dessous de 0,6-0,7 mm. Dans le refus du lavage, ce sont les éléments les plus fins qui ont la plus forte teneur en cendres.

M. VEILLET. — La comparaison entre flottation et rhéolaveurs à schlamms ne porte que sur l'épuration elle-même. Les problèmes essentiels, égouttage et séchage thermique, sont les mêmes dans les deux cas. D'autre part, M. Burton a souligné le lent développement de la flottation des schlamms maigres. Je désire préciser à ce sujet que, dans le Nord et Pas-de-Calais, la plupart des schlamms maigres seront flottés. Le débouché principal des flottés maigres est l'agglomération.

M. BURTON. — Les charbons maigres et 1/2 gras sont flottés dans 4 ou 5 installations. Les mousses flottées sont séchées thermiquement et vont à l'agglomération. On ne prévoit pas de développement dans ce domaine actuellement en tout cas.

M. MEILLEUR. — Il semble qu'en Belgique la flottation des schlamms maigres ne présente d'autres avantages que d'en faciliter l'écoulement. Si l'on fait la comparaison entre le prix de revient de la flottation et le bénéfice que l'on peut escompter de la fabrication d'agglomérés, on arrive en effet à une opération blanche ou à peu près.

M. LUSCHER. — Vous avez montré tout à l'heure quelques schémas de réalisations. Je voudrais revenir sur le premier sur lequel figurait un filtre à vide alimenté par les purges d'un décanteur chimique. Je n'ai pas vu où est dirigé le filtrat. En outre, je voudrais connaître sa concentration, car c'est par la quantité de matière solide contenue dans le filtrat qu'il est possible de tirer une conclusion sur l'efficacité de la filtration.

M. BURTON. — Le filtrat du filtre à vide est peu chargé. Ce filtrat contient 4 à 5 g/litre de solide. Dans cette installation, le filtrat est renvoyé dans l'épaisseur en tête du filtre.

M. LUSCHER. — A mon avis, la seule solution complète pour le traitement des eaux schlammeuses est pour le moment le filtre-presse, car les gâteaux ne contiennent que 20 à 25 % d'eau et le filtrat est pratiquement clair. En France, nous ne pouvons rejeter des eaux contenant plus de 1 g/litre.

M. BURTON. — Je ne vois pas la nécessité de rejeter ces eaux à l'extérieur. Des eaux contenant moins de 1 g/litre peuvent très bien être recyclées dans le circuit général du lavoir. Un lavoir peut très bien marcher en circuit fermé, sans effluent vers l'extérieur.