

L'application des grilles courbes D.S.M. dans le traitement des eaux de lavage

par Dr C. KRIJGSMAN et J. M. H. BECKERS

Communication du « Centraal Proefstation van de Staatsmijnen in Limburg ».

INTRODUCTION

La grille courbe D.S.M. (*), qui n'est en somme qu'un crible fixe, a été inventée par l'ingénieur F.J. Fontein. Celui-ci l'a décrite pour la première fois dans un article publié à l'occasion de la 2^{me} Conférence Internationale sur la Préparation des Charbons. Depuis lors, plusieurs applications de cet appareil, notamment dans les lavoirs des Mines de l'Etat Néerlandais, ont permis d'établir des données pratiques. La présente communication a pour but de redire en quelques mots le principe qui est à la base des grilles courbes et d'examiner plusieurs cas d'application. Nous examinerons plus en détail l'application et l'influence de cet appareil sur tout le circuit du traitement des schlamms.

Principe de la grille courbe.

La construction schématique de la grille est donnée à la figure 1. Un mélange de particules et

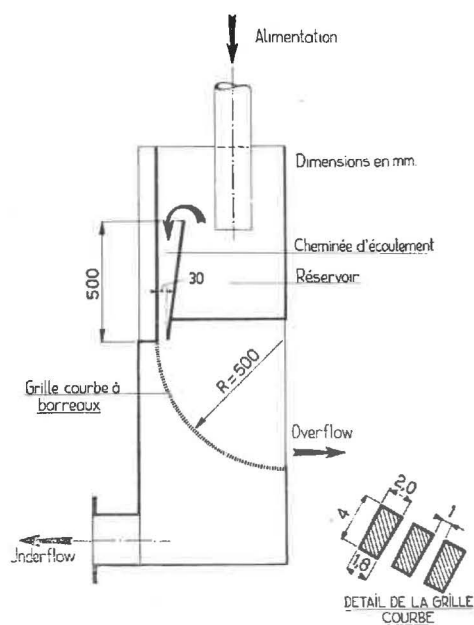


Fig. 1.

(*) Dans un grand nombre de pays, la grille courbe et ses applications ont été brevetées ou des demandes de brevet sont déposées.

de liquide est introduit dans un bac muni d'un déversoir et s'écoule par la cheminée descendante, *tangentiellement* à une surface courbée de tamisage. La grille courbe est un crible à barreaux disposés perpendiculairement à la direction d'écoulement du mélange de liquide et de particules. La couche de liquide et de particules solides en mouvement sur les barreaux de la grille courbe, comme l'indique la figure 2, s'amincit au passage d'une

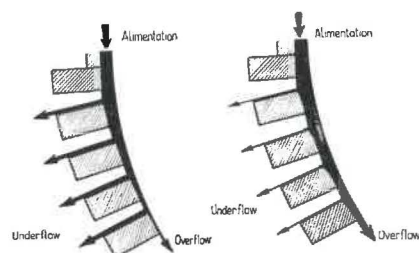


Fig. 2.

Fig. 3.

fente du crible. Si la fente est de 1 mm, une mince couche de 0,25 mm d'épaisseur environ jaillit par la fente vers l'extérieur. Les particules inférieures à 0,5 mm de diamètre peuvent encore être entraînées par cette couche mince. Les particules supérieures à 0,5 mm, par contre, passent au dessus de la fente, car la plus grande partie de leur volume se trouve dans le liquide s'écoulant au-dessus de la fente. Ainsi un criblage à 0,5 mm est réalisé avec des fentes de 1 mm.

Nous renvoyons pour une explication plus détaillée à l'article de M. Fontein.

Les avantages de la grille courbe comparée aux tamis à secousses ou vibrants normaux.

La grille courbe présente avant tout le grand avantage d'être un crible fixe. La construction est extrêmement simple et légère et, étant donné qu'il n'y a pas de mouvement, les colonnes du bâtiment à l'endroit d'utilisation peuvent être d'une construction légère. Les vibrations dans le bâtiment, causées par un tamis mobile, ne sont pas à craindre. Comme la capacité de criblage par m² est considérable, l'encombrement est très faible.

Un des avantages les plus importants de la grille courbe est qu'elle se bouche beaucoup moins facilement qu'un tamis vibrant, même si ce dernier est muni d'une grille à fissures.

En voici les raisons :

Quand un produit est criblé à 0,5 mm sur un tamis mobile normal muni par exemple d'une grille à fissures, l'interstice des fentes de ce tamis est d'environ 0,4 mm. Des particules de 0 à 0,5 mm passeront par les fentes de 0,4 mm; elles ont donc à peu près les mêmes dimensions que la largeur de la maille. Il en est tout autrement pour la grille courbe. Pour cribler à 0,5 mm, les fentes ont 1 mm. Les particules qui passent au travers du crible sont donc de dimension beaucoup plus petite que la fente. Ainsi les possibilités de colmatage sont plus réduites comme nous avons pu le constater en pratique. L'usure est acceptable. Pour chaque problème envisagé, nous dirons quelques mots sur la durée de vie de la grille courbe.

L'influence de l'usure sur les résultats de criblage.

Après quelque temps de marche, les barreaux à la surface de la grille courbe s'usent comme indiqué à la figure 3. Il est visible que, dans ce cas, le tamisage sera plus fin et que la capacité sera plus faible que lorsqu'on emploie une grille neuve. En retournant la grille de telle sorte que le côté de l'alimentation devienne le côté de sortie initiale de l'overflow, l'épaisseur des minces couches jaillissant par les fentes est maintenue suffisamment constante. Ainsi la maille de coupure du tamisage le sera également. Le retournement du crible à barreaux peut être réalisé comme indiqué par exemple à la figure 4.

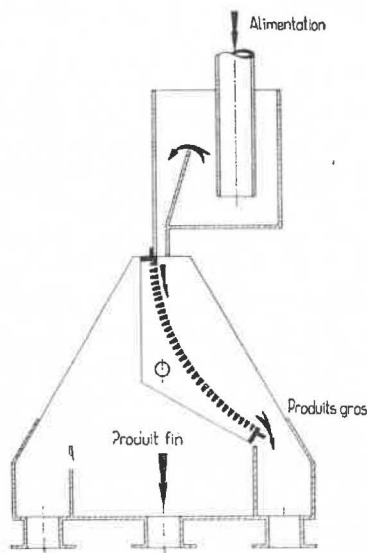


Fig. 4.

La précision du criblage.

La précision du criblage réalisée avec une grille courbe est du même ordre que celle obtenue avec un crible vibrant. Dans les exemples suivants, nous donnerons le pourcentage de déclassés d'après Steinmetzer.

Champ d'application de la grille courbe.

Le produit sortant de la grille courbe est en général plus humide que le produit sortant d'un bon tamis d'égouttage. Si l'overflow du produit tamisé ne peut contenir d'eau libre, un crible mobile sera installé en aval de la grille courbe. Néanmoins, l'avantage de l'utilisation d'un crible beaucoup plus petit n'est pas négligeable.

Cependant nombreux sont les problèmes où un égouttage complet n'est pas nécessaire.

En pareil cas, la grille courbe remplace un crible mobile normal.

Nous donnons ci-après quelques exemples de ces deux applications.

Exemples d'application.

La grille courbe a déjà été appliquée avec plein succès dans de nombreux cas dans les lavoirs des Mines de l'Etat Néerlandais (au total environ 50 pièces). On commence à l'utiliser également dans d'autres lavoirs à charbon et dans certaines industries. A titre d'exemples, mentionnons l'application des grilles courbes dans les cimenteries, les féculeries et les usines de farine de maïs. Nous nous limiterons ici aux applications dans les charbonnages.

Application de la grille courbe dans les lavoirs.

La première grille courbe a été mise en service fin 1953, avec un résultat très favorable, dans un des lavoirs des Mines de l'Etat Néerlandais pour le deschlammage de fines lavées 0-4 mm. Elle a été placée en amont d'un crible vibrant de capacité absolument insuffisante, pour obtenir, en raison des exigences de qualité élevées, un produit très bien deschlammé.

Le placement d'un deuxième crible aurait retardé la production du produit spécial et nécessité une dépense considérable. Le débit de la grille courbe est d'environ 250 m³/h/m². La coupure se situe à environ 0,5 mm avec environ 10 % de déclassés.

La grille à fissures (1 mm) a une durée de vie d'environ 5 000 heures. Les grilles courbes sont utilisées dans les secteurs des fines et des schlamms des lavoirs notamment pour :

A. Le deschlammage préliminaire des fines brutes

Par cette méthode, on réduit en même temps la quantité d'eau de transport du bac Baum ou la quantité d'eau vers le puisard du charbon brut

pour un lavoir à rhéolaveur, de sorte que beaucoup moins de grosses particules s'écoulent par le trop-plein de ce puisard. On utilise dans ce cas des grilles courbes à fentes de 1 mm. Pour un débit de 200 à 250 m³/h/m², la quantité totale d'eau est réduite d'environ 80 %. La coupure est d'environ 0,5 mm avec environ 10 % de déclassés. La durée de vie des cribles est d'environ 3 500 heures. Il est évident que pour le déschlammage préliminaire un crible mobile, placé en aval des grilles courbes, n'est pas nécessaire.

B. Le déschlammage de fines lavées

Dans ce cas, on utilise des grilles d'une largeur de fente variant de 0,5 à 1 mm. Si le produit déschlammé doit être véhiculé au moyen d'une installation de transport quelconque, un égouttage complémentaire sur un crible est nécessaire. Toutefois, le crible peut être supprimé si le produit lavé est amené auxessoreuses par simple gravité ou par noria en passant par un puisard. Dans un lavoir où les lavés des bacs de lavage sont traités en passant ensuite par un puisard, la teneur en cendres du produit essoré a diminué de 1 %. La durée de vie des cribles est d'environ 4 000 heures.

C. La classification de l'effluent de l'essoreuse

L'overflow retourne au puisard et l'underflow passe à la flottation. L'installation de la grille courbe est simple parce que la hauteur disponible est suffisante. De plus, l'égouttage complémentaire sur un crible n'est pas nécessaire. La coupure se situe à environ 0,4 mm avec environ 20 % de déclassés. La durée de vie de la grille à fissures est d'environ 5 000 heures.

D. Le lavoir à fines par cyclone

Les produits sortant du cyclone laveur avec une certaine quantité de liquide dense à magnétite, sont égouttés sur des grilles courbes. Environ 15 % de la suspension débordent avec les produits lavés qui sont ensuite égouttés sur des cribles vibrants de dimension moindre. La durée de vie de la grille à fentes pour une installation de relavage, qui traite un produit très cendré dans un liquide dense à magnétite avec un poids spécifique de 1,75, est d'environ 1 300 heures. Dans le circuit de régénération du lavoir par cyclone, une grille courbe élimine les grosses particules non-magnétiques.

E. Pour le retraitement des schlamms de schistes

Les grosses particules qui ont été mal lavées dans la flottation et qui contiennent un fort pourcentage de particules de charbon et de mixte sont éliminées. Pour un débit d'environ 100 m³/h/m², la séparation se situe à 0,35 mm avec environ 13 % de déclassés. La durée de vie des cribles est de 2 500 à 3 000 heures.

La largeur de la fente des grilles courbes utilisées varie de 0,5 à 1 mm. Dans ces cas spéciaux, on utilise aussi des cribles avec une largeur de fente de 0,3 mm.

Traitement des schlamms (purgé des spitzkasten) dans le lavoir de la mine Emma par application de grilles courbes.

Le schéma du lavoir est représenté à la figure 5. Le charbon brut 0 80 mm est lavé dans des

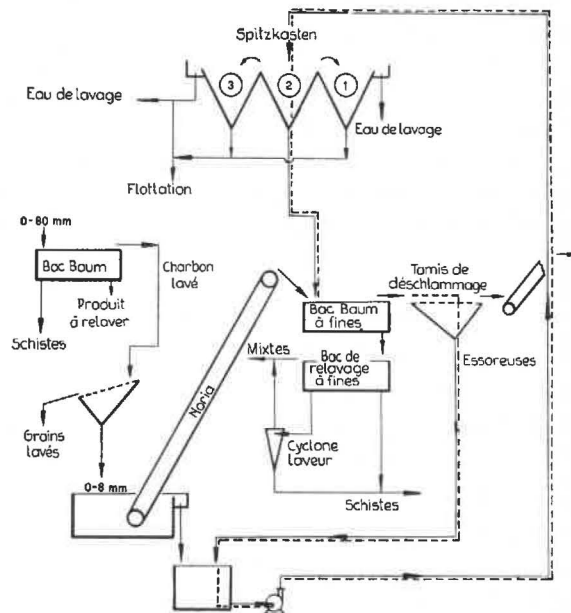


Fig. 5.

bacs Baum. Les fines de ces bacs sont relavées. Les produits 0-8 mm arrivent dans un puisard où ils sont dragués et relavés dans des bacs Baum. Les fines lavées de ces bacs passent sur des tamis d'égouttage, puis sont transportées auxessoreuses, par des courroies qui ont une inclinaison assez forte.

Le passé des tamis d'égouttage est pompé avec le trop-plein du puisard vers le spitzkasten (2) qui déborde vers deux autres spitzkasten (1) et (3). La purge de spitzkasten (2) est ramenée dans les bacs à fines. La purge des spitzkasten (1) et (3) est diluée avec de l'eau de lavage et passe ensuite à la flottation.

Cette méthode présente le désavantage de nécessiter une grande circulation (voir pointillé sur la figure 5) parce que les tamis d'égouttage, placés en aval des bacs à fines, classent plus haut que le spitzkasten. La perforation des tamis d'égouttage ne peut pas être trop fine pour deux raisons :

- a) quand le produit de l'overflow est mal égoutté, des difficultés de transport sur les courroies vers lesessoreuses se produisent;

b) les particules fines sont mal lavées dans des bacs Baum.

Les désavantages de cette circulation sont les suivants :

1. abrasion qui se répercute défavorablement dans les traitement des schlamms,
2. surcharge considérable des bacs à fines et des tamis d'égouttage, d'où augmentation de la teneur en cendres des fines lavées,
3. mauvaise séparation des fines,
4. usure des pompes, des tuyaux, des cribles, etc., par suite de la circulation de produits assez gros et cendreux,

5. concentration irrégulière, dans l'alimentation de la flottation et dans l'eau de lavage,
6. augmentation du temps de marche du lavoir.

La solution du problème

Nous avons recherché d'abord la solution par tamisage sur cribles de la purge du spitzkasten.

Des essais ont été effectués sur un crible Allis Chalmers muni d'une grille à fissures de 0,4 mm, de petits couloirs de rinçage et de trois rampes d'arrosage Linkbelt avec et sans eau d'arrosage. Les résultats de ces essais sont repris au tableau I.

TABLEAU I

<i>Données du crible</i> 1 crible A.C. 12' × 5' (5,4 m ²) 0,4 mm de fente			
<i>Résultats</i>	<i>Sans eau d'arrosage</i>	<i>Avec eau d'arrosage</i>	<i>Grille courbe : Largeur : 0,25 m Longueur : 1,00 m Surface : 0,25 m² Largeur de la fente : 1 mm</i>
Capacité en m ³ /h	27,8	33,5	60
Idem en m ³ /h/m ²	5,2	6,2	240
Eau claire m ³ /h	0	20	0
Concentration g/l	295	325	254
Solides en t/h	8,2	10,9	15,2
Overflow du crible t/h humide	5,1	5,1	7,1
Teneur en humidité en %	27,9	27,9	52
Overflow t/h sec.	3,7 = 45 % de l'alimentation	3,7 = 34 % de l'alimentation	3,4 = 22 % de l'alimentation
Pourcentages > 0,5 mm			
dans l'alimentation	33	32	24
dans l'overflow	60	71	64
dans l'underflow	10	11	12
Maille de partage en mm	0,37	0,42	0,39
Déclassés en %	21	18	23

Avec de l'eau d'arrosage sur le crible, la capacité du crible est augmentée d'environ 20 % et le rendement est amélioré. Pour traiter la totalité des schlamms, il faudrait 380/33,5 = 11 à 12 cribles avec environ 60 m² de surface criblante et le débit d'eau claire d'arrosage s'élèverait à plus de 200 m³ d'eau claire p/h.

Le produit de l'alimentation contient un grand pourcentage de grains marginaux, ce qui révèle la faible capacité du crible.

> 0,7 mm	18 %	} 32 % entre 0,35 et 0,7 mm
0,5 - 0,7 mm	15 %	
0,35 - 0,5 mm	17 %	
0,1 - 0,35 mm	21 %	
< 0,1 mm	29 %	
100 %		

Entretemps, notre service des recherches avait inventé la grille courbe qui fut installée à côté du tamis Allis Chalmers aux fins d'essais. Les résultats de ces essais sont repris au tableau I en regard de ceux obtenus avec le crible Allis Chalmers. Il en résulte que la grille courbe par m² de surface criblante a une capacité très élevée et pratiquement la même précision de séparation que le crible Allis Chalmers.

Il fut décidé de monter dans le lavoir une installation industrielle de grilles courbes. La disposition d'ensemble est donnée à la figure 6. L'installation fut mise en marche fin mars 1955. Les résultats du traitement des schlamms sur les grilles courbes sont repris à la figure 7.

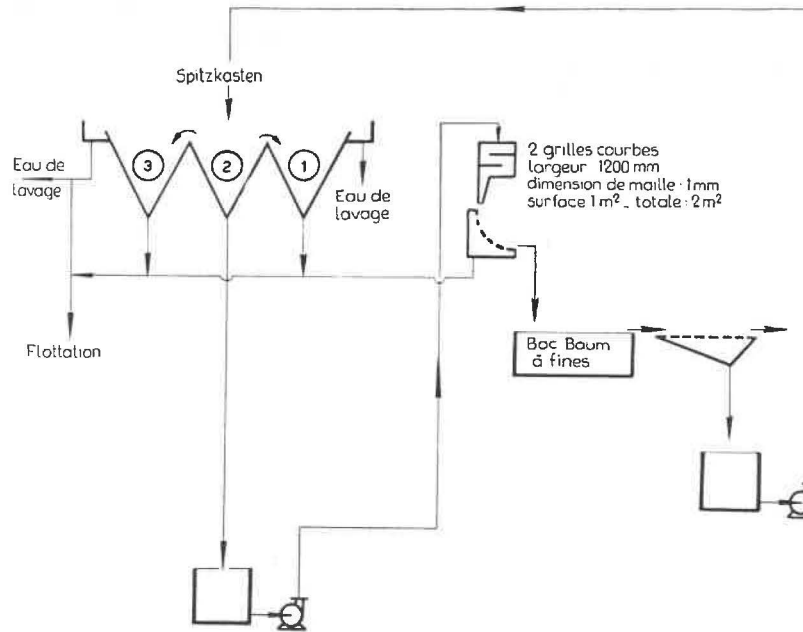


Fig. 6.

Le débit de la purge du spitzkasten s'élève à environ 380 m³/h, avec une concentration de 246 g/litre ou 93,5 t/h solides. Précédemment, le débit de la purge était d'environ 700 m³, avec une concentration d'environ 430 g/litre ou environ 340

t/h. Chaque grille courbe a une largeur de 1 200 mm et une surface de 1 m² ou 2 m² pour les deux grilles courbes. La capacité est donc de 380/2 = 190 m³/h/m².

L'overflow des grilles courbes représente en volume environ 10 % de l'alimentation. Le tonnage de cet overflow qui va aux bacs Baum s'élève à 23 t/h de solides contre 340 t/h autrefois.

Les grilles courbes coupent à environ 0,4 mm avec environ 24 % de déclassés. L'overflow contient donc 24 % solides < 0,4 mm et l'underflow 24 % > 0,4 mm. L'underflow ne contient cependant que 1 % de particules > 0,7 mm de sorte que des particules grenues ne troublent pas l'in-

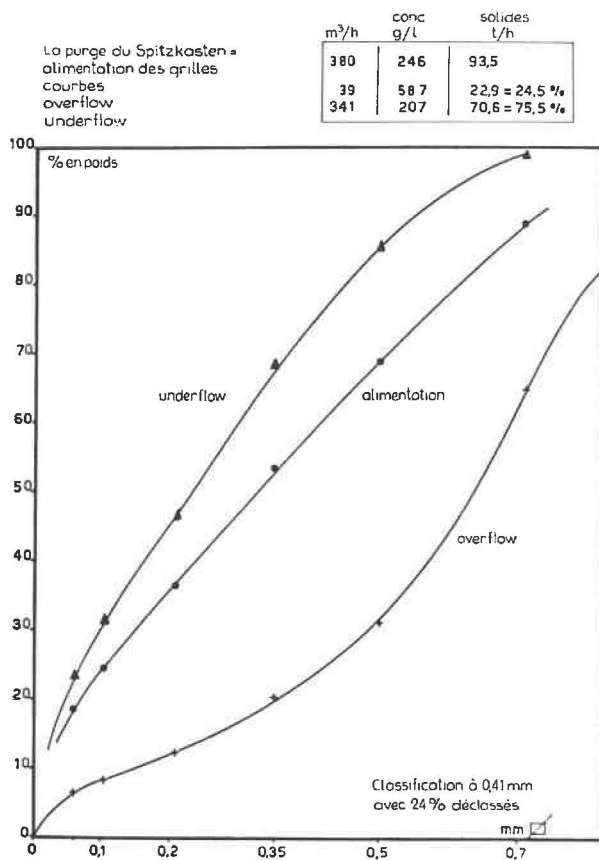


Fig. 7.

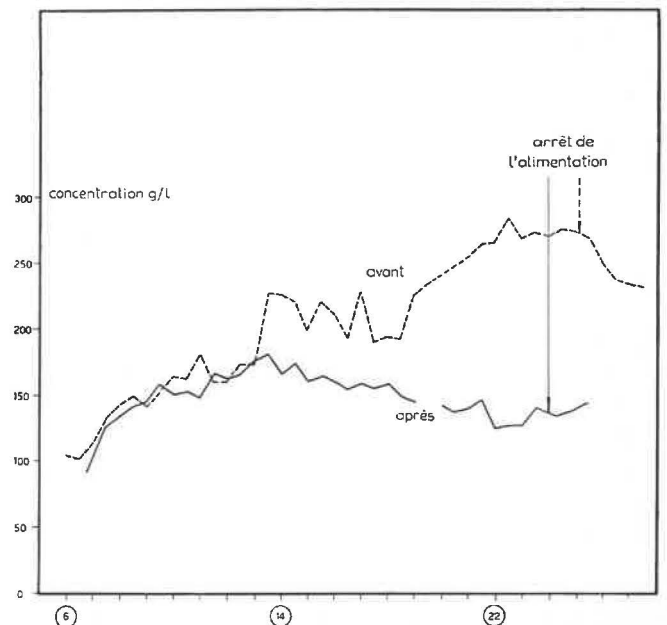


Fig. 8.

stallation de flottation. L'influence de la mise en marche des grilles courbes est montrée très clairement dans ce qui suit.

Variation de la concentration de la purge des spitzkasten et de l'eau de lavage avant et après la mise en marche de l'installation (fig. 8 et 9).

Nous voyons clairement que les concentrations après la mise en marche sont beaucoup plus constantes, ce qui est très favorable à la flottation. La concentration de la pulpe alimentant la flottation est devenue plus régulière. Il est certain que le calibre et la teneur en cendres des produits sont plus constants, les filtres en sont soulagés et la qualité

du charbon à coke s'améliore. Autrefois, les concentrations s'accroissaient régulièrement pendant la journée, tandis que celles-ci restent actuellement à peu près constantes. Cela signifie encore que le circuit des schlamms est beaucoup plus rapidement vidé après l'arrêt de l'alimentation du lavoir. La durée du travail au lavoir peut être abrégée.

L'influence de l'installation sur le calibre des fines lavées est très sensible.

Le refus des cribles d'égouttage, c'est-à-dire l'alimentation desessoreuses, contenait autrefois 12,2 % < 0,5 mm à 20,4 % de cendres et maintenant 5,5 % et 20,8 % de cendres. Cela signifie une ré-

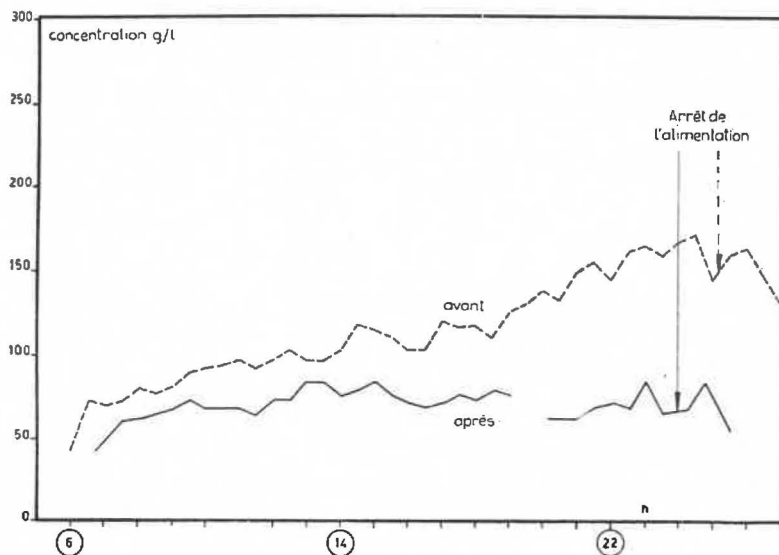


Fig. 9.

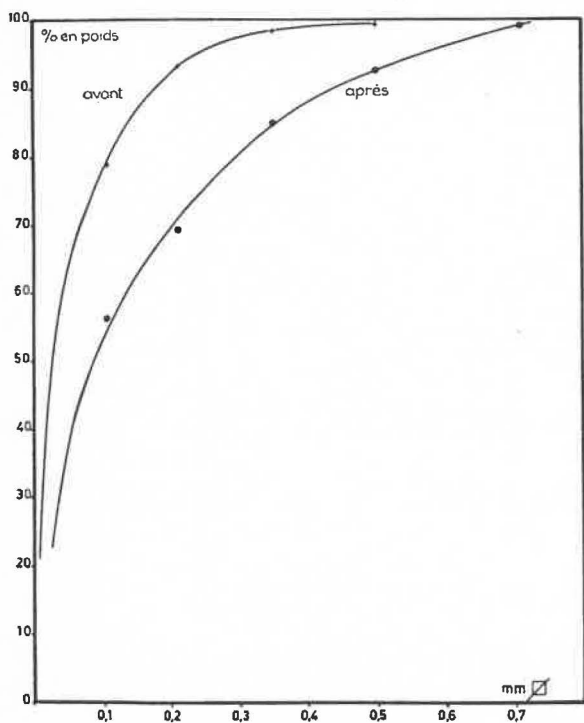


Fig. 10.

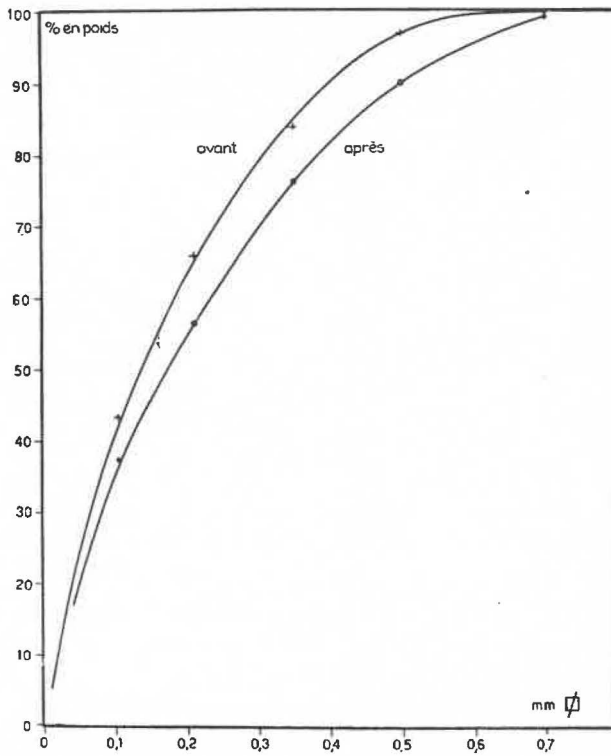


Fig. 11.

duction de cendres des fines lavées d'environ 1 %. Dans les bacs, elles peuvent donc être lavées à une teneur en cendres de 1 % plus élevée, d'où un rendement plus élevé en charbon à cokes et une production moindre de mixtes.

L'influence de la grille courbe sur les produits de la flottation est mise en évidence par les figures 10 et 11.

Le pourcentage de particules > 0,25 mm dans les schlamms schisteux est passé de 5 à 25 %. Il est caractéristique qu'après la mise en marche des grilles courbes on a éprouvé des difficultés avec les tuyaux de purge de l'épaisseur Dorr de l'installation de clarification.

Les particules grenues de schistes, qui sont actuellement évacuées avec les schlamms schisteux, disparaissaient autrefois, soit avec les fines lavées, comme mentionné ci-dessus, soit avec les mixtes ou encore par abrasion.

L'examen des schlamms lavés (fig. 11) donne la même image. Le pourcentage > 0,5 mm est passé de 3 % à 10 % et le pourcentage < 0,1 mm de 40 % à 35 %.

La teneur en humidité du gâteau de filtre (fig. 12) s'en est fortement ressentie. Si la figure 12 indique que la réduction de la teneur en humidité est surtout marquée après quelques mois de marche, cela provient du fait que, par suite des difficultés rencontrées pour l'évacuation des schlamms schisteux épais, l'installation des grilles courbes n'a pas pu être entièrement mise en marche dès le début.

ration à $f 8$,— par tonne d'eau, en négligeant les salaires, les matériaux, les intérêts et les amortissements, les frais de séchage diminuent de $0.041 \times f 8$,— = $f 0,32$ par tonne de schlamms secs grâce à la réduction de la teneur en humidité.

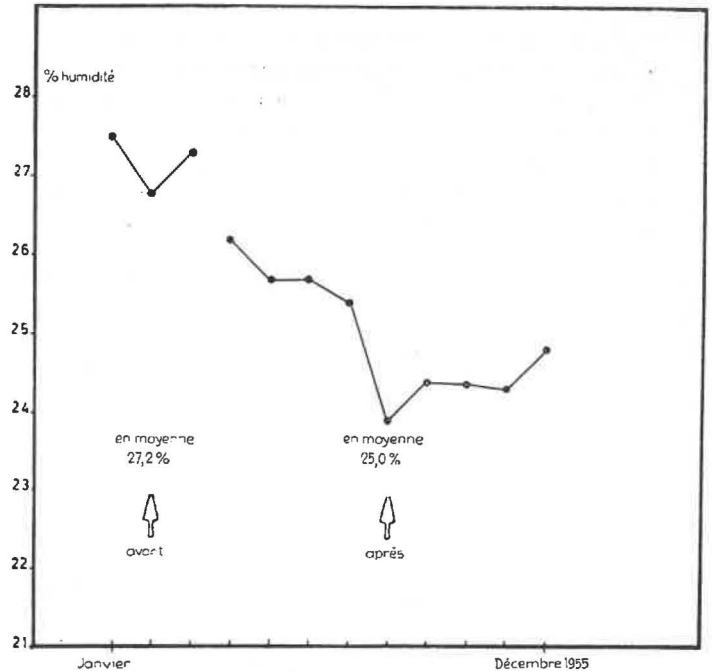


Fig. 12.

On pourrait faire remarquer que l'augmentation du calibre des schlamms n'est attribuable qu'à la modification de la classification entre fines et

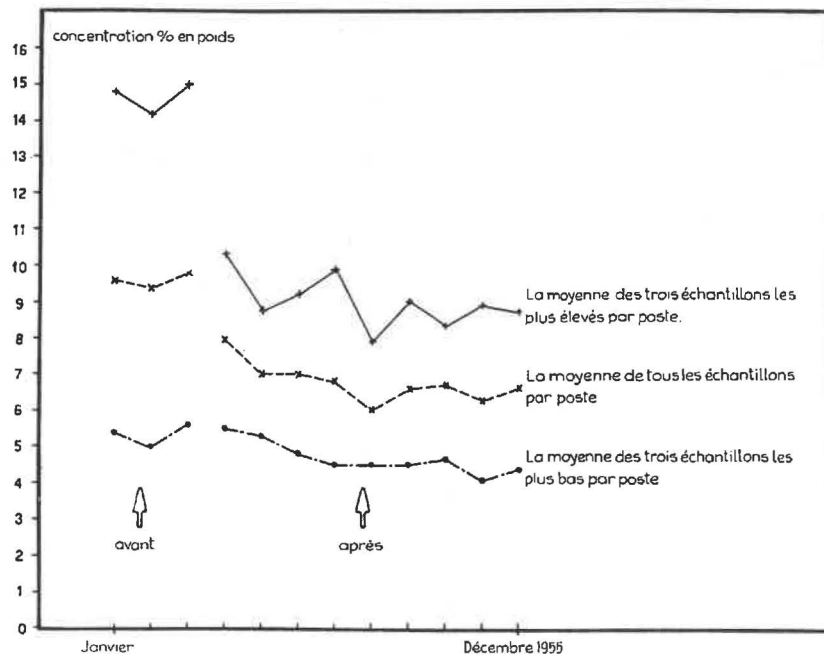


Fig. 15.

La réduction de l'humidité du gâteau des filtres de 2,2 % donne une réduction de la quantité d'eau à évaporer de 0.041 tonne par tonne de schlamms secs. Si l'on estime le coût du combustible d'évapo-

schlamms et ne résulte pas de la réduction de l'abrasion. La composition de la production nette (fig. 13) montre cependant que ce n'est pas le cas. Le fait que, malgré un meilleur déschlammage des

fines lavées, le rapport entre les fines et les schlamms est resté pratiquement constant ne peut être expliqué que parce que les fines > 0,5 mm ont pu être lavées à une teneur en cendres plus élevée, la teneur en particules cendreuse < 0,5 mm ayant diminué, et par la réduction de l'abrasion. En réalité, le pourcentage < 0,5 mm dans le charbon à coke a diminué d'environ 7 %.

Enfin la figure 14 montre la réduction de la concentration en solides de l'eau de lavage. Non seulement la concentration moyenne est passée d'environ 9,5 % à environ 6,5 %, mais encore elle est devenue plus constante.

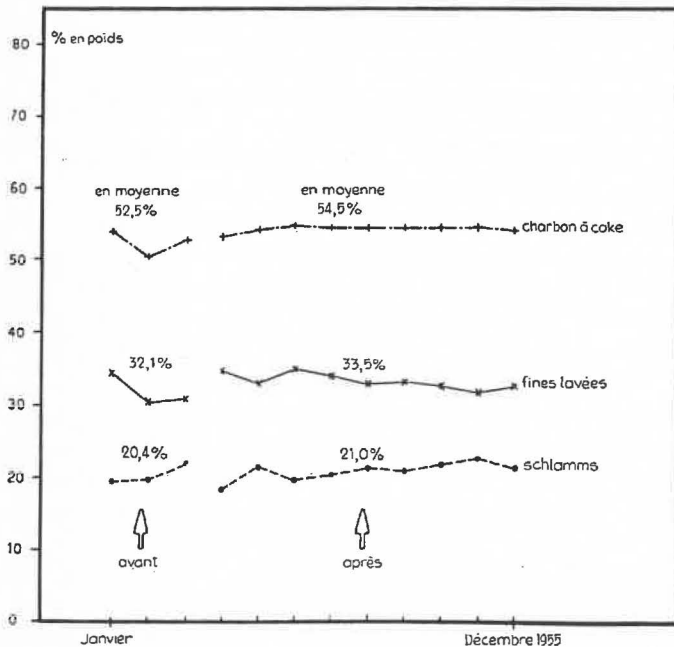


Fig. 14.

Par la mise en marche de l'installation pour la séparation des schlamms grenus, la recirculation énorme de schlamms et d'eau a disparu.

En voici les conséquences :

1. Meilleurs résultats de lavage :
 - a) Les bacs Baum à fines ne sont plus surchargés.
 - b) La totalité des schlamms grenus non-lavés arrive maintenant à l'installation de flottation, tandis qu'autrefois elle était évacuée pour une certaine partie avec les fines lavées et mixtes.
 - c) La flottation est plus régulièrement chargée tant en ce qui concerne la quantité que la qualité des produits. Ces facteurs influencent non seulement le rendement, mais donnent encore une qualité plus constante du charbon à coke.
2. Réduction des frais de fabrication :
 - a) Par suite de la réduction de l'abrasion, moins de particules fines sont formées, et la capacité des filtres augmente tandis que la teneur en humidité des schlamms diminue. Il en résulte une réduction des frais de séchage thermique.
 - b) Le temps de marche des lavoirs peut être abrégé parce qu'il y a moins de schlamms accumulés dans le lavoir. Le circuit est vidé plus rapidement.
 - c) L'usure des pompes, des cribles, des tuyaux, etc., sera certainement diminuée.

La durée de vie des grilles à fentes dans les grilles courbes est d'environ 2 800 heures.

En résumé nous pouvons conclure que, par la mise en marche de l'installation des grilles courbes, le problème du traitement des particules grenues dans le spitzkasten a été bien résolu.

DISCUSSION

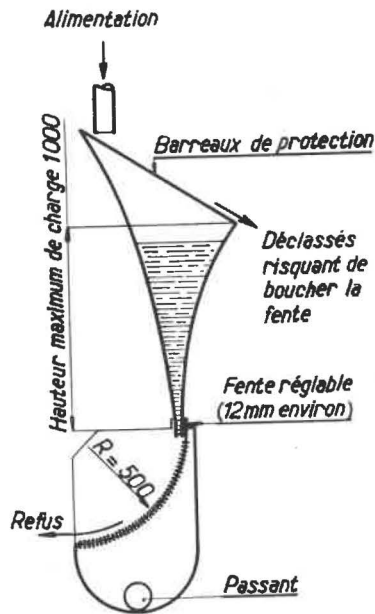
M. LEHNER. — Je voudrais demander au Dr Krijgsman s'il peut donner des indications sur le débit spécifique, à d'autres écartements de barreaux que 1 mm et, en particulier, aux faibles écartements de barreaux.

M. KRIJGSMAN. — En général, on peut dire que le débit d'une grille courbe est proportionnel à la surface libre de la grille et à la vitesse de l'alimentation. Pour une ouverture de grille donnée, le débit dépend de la largeur des barreaux.

M. BELUGOU. — Nous avons fait un peu partout des essais assez prolongés sur les grilles courbes et nous avons vérifié l'exactitude de tout ce que vous avez dit dans vos publications antérieures. Le débit est proportionnel à la vitesse d'alimentation et à peu près indépendant de l'écarte-

ment des barreaux, à condition que le rapport vide sur plein soit le même. J'ai signalé tout à l'heure qu'à Chocques nous avons une grille courbe de 0,3 mm, du modèle le plus léger, qui a duré 2.000 heures et a été traversée par 20.000 tonnes de produit. Nous n'avons utilisé les grilles courbes que pour le problème particulier de la protection d'une flottation, et non pour le déschlammage de fines lavées. Puisqu'il est démontré que le débit est proportionnel à la vitesse, nous avons été amenés à modifier le dispositif d'alimentation de la grille afin d'accélérer cette vitesse. La figure montre le dispositif que nous employons. Une simple cheminée de mise en pression évite tout tourbillon et tout choc. Pour équilibrer la capacité de la grille et la hauteur d'alimentation, il faut

que l'écartement des lèvres soit de l'ordre de 12 mm, ce qui exclut la possibilité de traiter des fines. Pour éviter tout risque de bouchage, on place des barreaux de protection de quelques millimètres d'ouverture au-dessus de la cheminée, avec une pente de 45°.



M. GY. — Je voudrais demander à M. Krijgsman son avis sur la dimension minimum à laquelle on peut descendre avec des grilles courbes.

M. KRIJGSMAN. — Nous avons fait des essais, non seulement dans les charbonnages, mais aussi dans d'autres industries. Nous avons installé des grilles courbes effectuant des coupures jusqu'à 50 microns, c'est-à-dire avec des fentes de 0,1 mm.

Ces grilles courbes s'usent trop vite pour être employées dans les charbonnages. Nous les utilisons dans des applications très intéressantes, par exemple dans les ateliers de préparation de la fécule de pomme de terre. Pour les charbonnages, on peut aisément aller jusqu'à des fentes de 0,5 mm. En dessous, à 0,3 mm par exemple, on obtient toujours des résultats satisfaisants, mais l'emploi commence à devenir plus difficile.

M. BELUGOU. — Nous avons utilisé avec succès des grilles plus fines que celles que vous indiquez, nous avons travaillé à 0,3 mm. J'insiste sur l'importance de retournement des grilles. Ces grilles fines doivent absolument être retournées au maximum tous les deux jours, de préférence tous les jours. Dans un lavoir où cette précaution n'a pas été prise, la grille a été mise hors service extrêmement rapidement par suite de la déformation des barreaux.

M. KRIJGSMAN. — C'est exact, nous utilisons aussi des grilles courbes avec des fentes jusque 0,3 mm dans le circuit de régénération de notre installation de cyclone laveur. Mais, dans ce cas, l'usure devient plus sérieuse et, comme M. Belugou l'a déjà indiqué, l'emploi demande plus de soins.

M. de MAGNEE. — Dans le cas de matériaux quartzeux, le sable par exemple, quelle est la durée de vie moyenne des grilles courbes ?

M. KRIJGSMAN. — Je ne peux pas vous donner de chiffre exact. Avec le sable, l'usure est évidemment plus forte. Des grilles courbes sont en fonctionnement dans les cimenteries et ont une durée moyenne de 450 heures. La société Mechnich (Allemagne) utilise aussi des grilles courbes d'une ouverture de 0,8 mm pour le traitement de ses minerais. Dans ce cas, la durée de vie est d'environ deux mois.