

Le matériel de préparation mécanique Humboldt à la Foire Internationale de Liège 1954 (1)

Considérations technologiques générales et du domaine spécial de la technique des vibrations relatives au processus de criblage et conséquences quant à la construction de machines à cribler

par le Dr. Ing. DECKER

(Sté Kloeckner-Humboldt-Deutz A. G., Cologne).

Mouvements des grains de matière dans la masse.

Beaucoup de publications traitant de la construction de machines à cribler, se basent sur un mouvement idéalisé des grains de matière sur le tamis. On en déduit des rapports mathématiques qui ne correspondent pas à la réalité, attendu qu'on se trouve presque toujours en présence d'une masse de grains dont le comportement d'ensemble est très différent de celui du grain isolé.

Comme les grains se trouvent le plus souvent englobés dans une couche de matière, leurs mouvements propres sont entravés. Dans ces conditions, le freinage que subissent les grains de gros calibre est moindre — par suite de leur masse — que le freinage subi par les grains de plus fin calibre. Par conséquent, des phénomènes de séparation se présentent dans la masse de matière en traitement — phénomènes de séparation qui exercent une influence sensible sur le processus de criblage. Ces phénomènes ressemblent à ceux qui se produisent dans les bacs laveurs et ont comme résultat, en plus d'une séparation d'après la densité, un classement suivant la grosseur des grains, si bien que les grains fins et de densité plus élevée se meuvent en direction du fond du caisson de criblage. Le travail de criblage est favorisé, lorsque les phénomènes de séparation dans la masse s'accomplissent facilement et rapidement dans l'espace de peu de vibrations.

Humidité.

L'humidité enrobe chaque particule de matière, ainsi que la garniture de criblage, d'une pellicule

ultra-fine qui devient commune en tous les points de contact des grains composant la masse.

Entre les grains de matière se forme un film capillaire de liquide, qui se termine en « ménisque ».

Ce film capillaire soude les grains les uns aux autres et il est nécessaire de faire intervenir de fortes impulsions extérieures pour surmonter ces forces agglomérantes, surtout lorsqu'il s'agit d'eau possédant une tension superficielle élevée. Les forces capillaires augmentent lorsque la surface spécifique des grains s'accroît, ce qui fait que les fins calibres ou « grains adhérents » ne peuvent être détachés que par un rinçage intense.

Les conditions les plus difficiles se présentent (pour le charbon par exemple) lorsqu'il s'agit de fines mailles, de grains les plus fins et d'humidités moyennes entre 8 et 20 %.

Lorsque la teneur en eau est faible ou très élevée, les conditions de criblage sont meilleures. Ce comportement est dû à une diminution des forces capillaires en rapport avec l'augmentation de l'épaisseur du film humide. Dans l'entretemps, on a découvert dans la pratique des méthodes pour réduire les limites entre lesquelles le criblage est défavorable. Par un échauffement de la garniture de criblage, l'eau y adhérent est vaporisée, ce qui empêche l'effet de capillarité entre matière et garniture de se manifester et évite dans une mesure importante le colmatage des mailles. La température la plus favorable se situe pour la houille entre 30 et 60°C. Les températures plus élevées provoquent l'adhérence du charbon et le colmatage des mailles. Dans des cas spéciaux, pour le coke par exemple, on améliore la dissociation de la masse et du même coup les possibilités de criblage, par une faible ajoute d'huile à la matière à traiter. Vu que la tension superficielle de l'huile n'atteint que le tiers de celle de l'eau, les forces capillaires s'en trouvent diminuées de manière correspondante.

(1) Résumé d'un cycle de conférences organisées par la Société Locorail à l'occasion de la Foire Internationale de Liège 1954.

Pour le chauffage électrique, on emploie deux procédés qui se distinguent dans leur principe et partiellement aussi dans leurs effets. Le procédé d'après Bürstlein utilise la garniture de criblage comme résistance électrique et a pour unique but un échauffement. L'échauffement par induction, dans lequel on utilise, comme moyen d'excitation électromagnétique, des plaques d'induction qui ne suivent pas les mouvements oscillants, aboutit non seulement à un échauffement de la garniture de criblage, mais entraîne également un effet d'électrophorèse et de magnétostriction qui favorise la dissociation des grains.

A côté de ces méthodes électriques, la garniture de criblage du type DUO permet de cribler à l'intérieur de la gamme critique d'humidité, pour des ouvertures de mailles dépassant environ 3 mm. Dans ce système, un fil sur deux d'une garniture Serpa est fixé à un châssis élastiquement suspendu dans le caisson de criblage. A la suite des vibrations du caisson, ce châssis vibre par induction, ce qui fait que la garniture se nettoie automatiquement par suite du mouvement réciproque des fils.

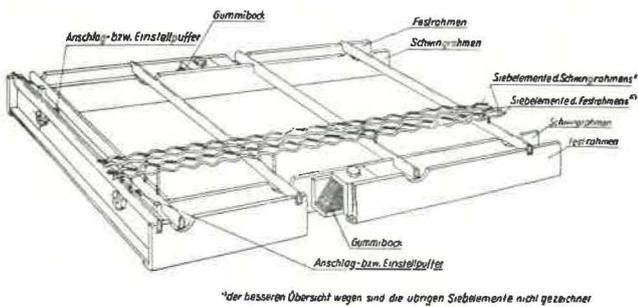


Fig. 1. — Schéma d'un crible muni d'une garniture type DUO.

Surface du tamis.

Normalement, le travail de criblage est le plus économique lorsque la longueur du crible est environ 2 — 3 fois plus grande que sa largeur.

Il a par exemple été possible d'économiser 20 % de la surface de criblage dans un travail de préclassement, en disposant deux cribles en parallèle au lieu de les placer en série. Dans le cas en question, les deux cribles disposés en série auraient dû être réglés pour assurer une plus grande vitesse de cheminement de la matière, afin d'obtenir une épaisseur de couche moindre, ce qui aurait toutefois amené un rendement spécifique moins bon et une augmentation des déclassés.

Par suite de l'usure moindre obtenue après mise en parallèle des cribles, il a été possible de traiter 430.000 t de charbon lavé avec une seule garniture de tôles de criblage Serpa H, d'une ouverture de maille de 10 mm.

Le choix des conditions d'exploitation optimum dépend de la composition et de la structure de la matière à cribler. Lorsqu'il s'agit de ne trier qu'un faible pourcentage de grains à fine granulométrie hors d'une masse, on a besoin d'une surface de criblage relativement importante pour une faible épaisseur de couche.

Il est souvent utile de procéder à un classement intermédiaire, ce qui permet éventuellement de diminuer la surface de criblage nécessaire.

Vitesse et accélération du crible.

Dans les cribles à accouplement rigide, l'accélération maximum est limitée par la charge admissible sur les roulements à rouleaux de cet accouplement qui doit absorber la totalité des réactions.

Dans le cas des cribles à résonance, au contraire, où l'accouplement de commande est souple, celui-ci ne doit absorber que 5 à 15 % des forces de masses et l'accélération maximum n'est plus limitée que par la résistance à la fatigue du caisson de criblage.

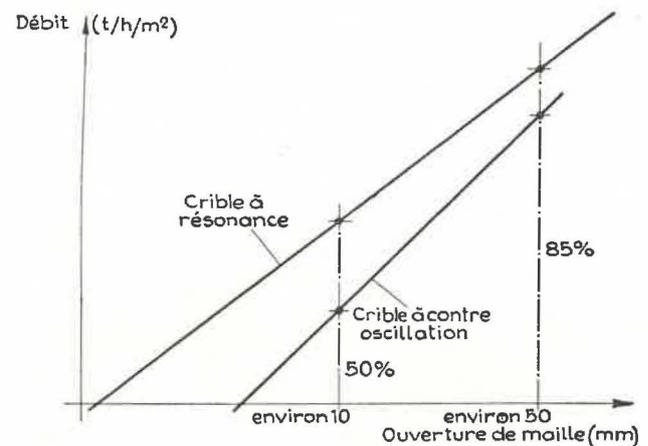


Fig. 2. Comparaison de rendements de criblage entre un crible à contre-oscillations et un crible à résonance.

Lorsqu'il s'agit de traiter des matières sèches à gros grains de forme cubique, les cribles avec accouplement rigide sont de valeur environ équivalente — quant à l'accélération et à la vitesse d'impact — aux cribles à résonance. La supériorité de ce type de crible n'apparaît pas nettement lorsqu'il s'agit d'une ouverture de maille moyenne (env. 40 — 60 mm).

Lorsque les ouvertures des mailles sont plus grandes, le crible à résonance est préférable, parce que l'angle de projection admissible du crible à accouplement rigide — plus petit pour les raisons d'équilibre des masses — ne suffit plus pour dégager le grain de la maille. Lorsqu'il s'agit de grains fusiformes, le crible à résonance offre des rendements plus élevés, même pour le criblage de calibres dans la gamme granulométrique de 50 à 60 mm.

Ainsi qu'il ressort du diagramme, l'avantage du crible à résonance possédant une accélération élevée s'accroît lorsque les mailles de criblage deviennent plus petites. La différence s'accroît encore, lorsque la matière à traiter contient des grains fins à teneur élevée en humidité. Au point de vue rendement économique, il apparaît que les cribles à grande course, munis d'un accouplement rigide, s'emploient principalement pour les criblages de dégrossissage jusque 60 mm et les égouttages, lorsque les fentes du tamis ne sont pas trop étroites, ainsi que pour d'autres travaux de criblage de moindre

difficulté. Le crible à résonance est spécialement indiqué pour les grosses unités et pour des exigences élevées quant au résultat du criblage tant pour le criblage de dégrossissage que pour le criblage de finissage.

Angle de projection.

Le choix de l'angle de projection adéquat est d'une grande importance pour la conception de la machine à cribler; la plus grande accélération verticale et la vitesse de cheminement la plus élevée de la matière sont atteintes lorsque l'angle de projection est d'environ 45°. Dans ces conditions, on obtient les meilleurs résultats dans le criblage — dégrossisseur de matières peu sensibles à l'abrasion — ainsi que pour l'égouttage. Pour une opération de criblage plus délicate (comme pour le triage des classés p. ex.), on choisit des angles de projection plus petits ainsi que des accélérations plus élevées. Dans un grand nombre de machines à cribler, l'angle de projection ne peut dépasser une certaine valeur (par exemple 20 à 30°) pour des raisons d'équilibre des masses. Pour les cribles à mouvement vibratoire circulaire, l'inclinaison du crible se substitue à l'angle de projection.

Formes constructives des machines à cribler.

Lorsqu'on essaye de classer les différents types de machines à cribler, on peut partir de deux caractéristiques déterminantes qui sont : le tracé du mouvement d'oscillation du caisson de criblage et le type de commande.

ment rigide entre le caisson du crible et son bâti fixe) soit du type à limitation de force (cribles basés sur le système à deux masses).

Ceci permet quatre combinaisons qui ont d'ailleurs trouvé leurs applications dans la pratique.

Les cribles du type à limitation de course peuvent avoir un tracé du mouvement oscillant, soit circulaire, soit linéaire dont l'ampleur dépend de l'excentricité de la commande à accouplement rigide.

La capacité de criblage et, en conséquence, les possibilités d'utilisation sont limitées par les forces d'accélération admissibles, étant donné que la commande doit absorber toutes les forces de masse et que l'équilibre des masses ne peut être complètement réalisé dans la plupart de ces machines.

A) Cribles à limitation de course avec tracé circulaire du mouvement oscillant.

Dans les cribles à mouvement oscillant circulaire, le caisson de criblage est commandé par un ou deux arbres coudés. Pour obtenir un avancement de la matière dans ce genre de cribles, le caisson de criblage doit avoir un angle d'inclinaison déterminé.

A1) Dans ce groupe, les cribles appelés « Excentra », sont les plus répandus, ces cribles possédant, pour une fréquence des vibrations de 900 à 1400 min, des accélérations du caisson allant jusqu'à 5 g.

Les forces de masse d'un caisson de criblage, commandé par un arbre excentrique, sont compensées par des contrepoids, si bien qu'il ne se transmet pas de force dynamique à la fondation. Sou-

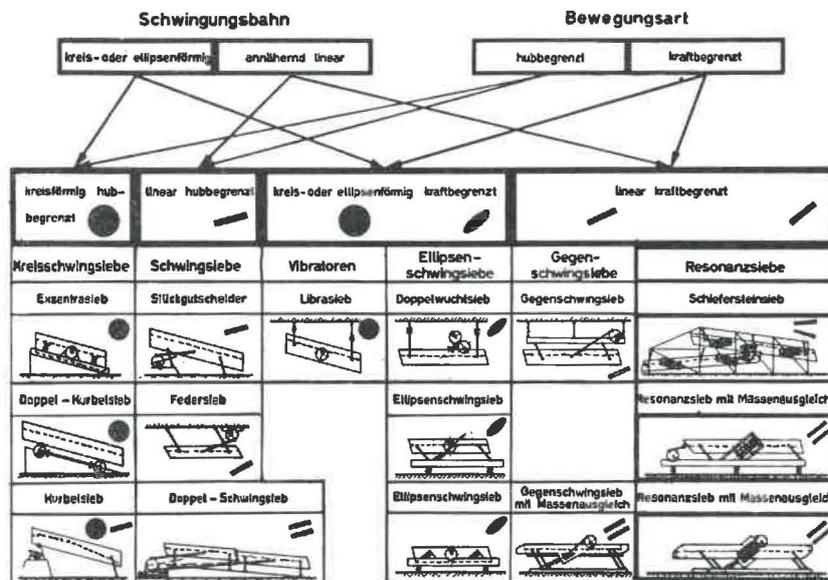


Fig. 3. — Classement des types de cribles
Schwingungsbahn : forme de l'oscillation. — Kreis- oder ellipsenförmig : circulaire ou elliptique. — Annähernd linear : à peu près linéaire. — Bewegungsart : genre de mouvement. — Hubbegrenzt : à limitation de course. — Kraftbegrenzt : à limitation par force.

Ainsi que le montre la figure 3, le tracé du mouvement oscillant peut être soit circulaire, soit elliptique, soit à peu près linéaire, tandis que la construction peut être, soit du type à limitation de course (course du crible limitée par un accouple-

ment rigide entre le caisson du crible et son bâti fixe) soit du type à limitation de force (cribles basés sur le système à deux masses). Ceci permet quatre combinaisons qui ont d'ailleurs trouvé leurs applications dans la pratique. Les cribles du type à limitation de course peuvent avoir un tracé du mouvement oscillant, soit circulaire, soit linéaire dont l'ampleur dépend de l'excentricité de la commande à accouplement rigide. La capacité de criblage et, en conséquence, les possibilités d'utilisation sont limitées par les forces d'accélération admissibles, étant donné que la commande doit absorber toutes les forces de masse et que l'équilibre des masses ne peut être complètement réalisé dans la plupart de ces machines.

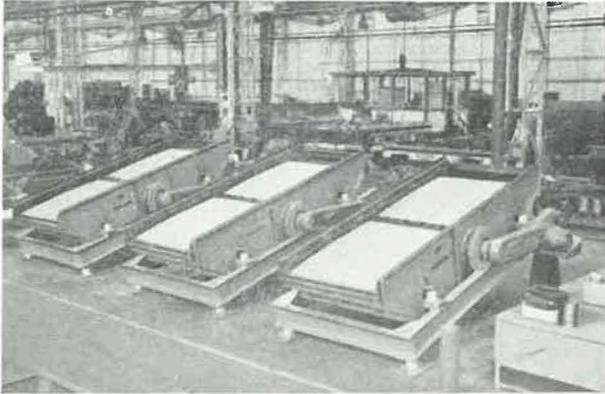


Fig. 4. — Cribles Humboldt Excentra à un étage, en exécution posée, pour le traitement de fines de charbon.

criblage dégrossisseur au criblage de finissage (2 mm) et ne sont pratiquement limitées que par la dimension maximum d'environ 6,2 m² du tamis, conditionnée par la limite de charge admissible des roulements à rouleaux. Le crible Excentra convient particulièrement bien pour des travaux de criblage sur de grandes et moyennes quantités avec des matières faciles à cribler, telles que par exemple les minerais, pierres et terres. Dans ces conditions et lorsque le processus permet de supporter le déchet, on obtient des productions élevées pour une faible dépense.

A2) Le type de machines à deux arbres de commande, c'est-à-dire le crible à double arbre coudé, est de construction compliquée étant donné que la synchronisation du mouvement des arbres coudés nécessite l'intervention de trains d'engrenages intermédiaires ou autres moyens analogues.

Dans ce cas, les oscillations du crible ont un tracé absolument circulaire et l'équilibre des forces de masse peut théoriquement être complètement réalisé au moyen de masses d'équilibrage. Ces cribles ont, dans le temps, été beaucoup employés pour le triage des classés, mais doivent, à l'heure actuelle, être considérés comme périmés par suite de leur complication mécanique.

A3) La construction avec un seul arbre coudé, n'offre un mouvement circulaire que du côté de l'alimentation, tandis que l'extrémité de décharge,

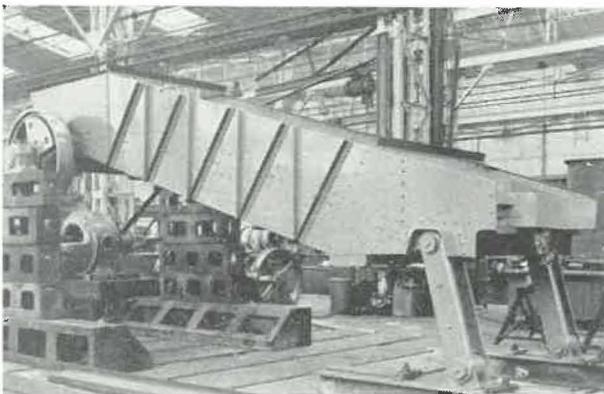


Fig. 5. — Crible Humboldt à manivelle pour le classement des gailletins.

conduite par deux supports, parcourt un trajet presque linéaire. Le tracé du mouvement oscillant passe donc d'un cercle à une ellipse — graduellement aplatie — pour arriver finalement à un mouvement presque linéaire. Pour obtenir un angle de projection suffisant en tous les points du caisson de criblage, le fond du caisson a une inclinaison de plus en plus forte en direction du point de déchargement.

Etant donné que pour le crible à arbre coudé unique, l'équilibre des masses ne peut être complètement réalisé, par suite de l'irrégularité du tracé du mouvement oscillant du caisson de criblage, ce genre de crible fonctionne avec une accélération du caisson de 1,5 g au maximum, une course importante et une fréquence faible. Il est encore employé à l'heure actuelle en construction modernisée, pour le criblage dégrossisseur, travail dans lequel on compte sur une alimentation par à-coups. Son utilisation comme crible à gailletins, directement monté à la suite du culbuteur, est largement répandue.

B) Cribles à limitation de course et tracé presque linéaire du mouvement oscillant.

B1) Dans les machines à cribler à mouvement oscillant presque linéaire, le caisson de criblage, fixé à des ressorts ou supports pendulaires, est ac-

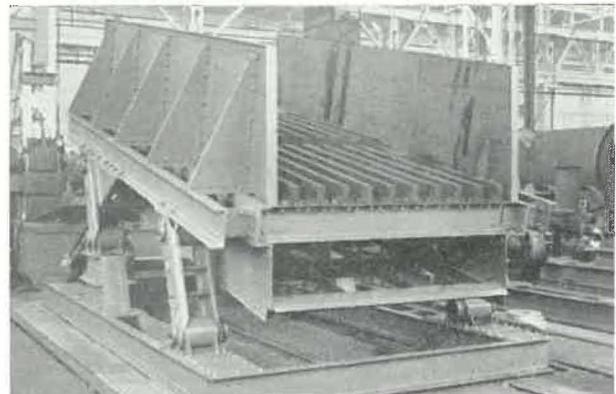


Fig. 6. — Crible à gailletins à deux étages.

tionné par des bielles de poussée. Vu que l'équilibrage des oscillations linéaires ne peut être complètement réalisé par des masses d'équilibrage rotatives, ces cribles ont un angle de projection de 20° au plus, pour une amplitude importante et une accélération entre 1,5 et 2,5 g. Ils ne sont, par conséquent, utilisés que pour des opérations de criblage d'importance secondaire. Ces cribles sont fréquemment employés comme séparateurs des gros calibres dans la préparation des charbons et minerais, attendu qu'ils assurent des conditions d'exploitation constantes, malgré une alimentation irrégulière. Les caissons de criblage sont généralement inclinés, vu que l'accélération ne serait pas suffisante pour dégager les gros morceaux, si le caisson de criblage était en position horizontale. On emploie souvent, comme garniture criblante, des grilles en éventail sur lesquelles la matière à cribler progresse.

B₂) Le même système oscillant est utilisé en construction plus légère dans les cribles à ressorts que nous livrons souvent comme cribles de chargement avec caisson de criblage horizontal ou légèrement incliné.

C) Cribles à limitation de force, à mouvement vibratoire de tracé circulaire ou elliptique.

Les avantages des machines à limitation de force résident dans la possibilité d'imprimer au caisson de criblage, par l'utilisation du système à deux masses, des accélérations plus élevées tout en réduisant à de très faibles proportions les forces résiduelles agissant sur le bâti.

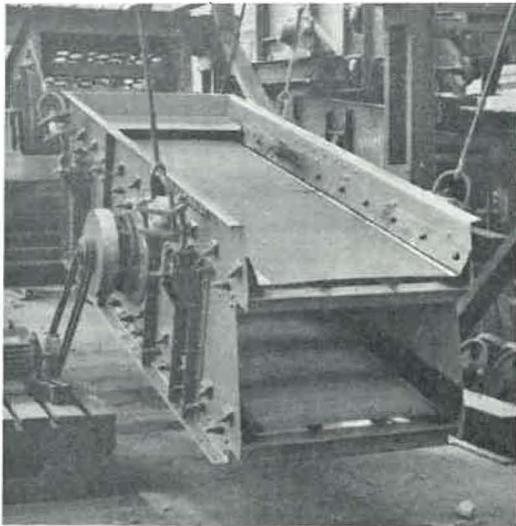


Fig. 7. — Crible Humboldt Libra à deux étages en exécution suspendue.

C₁) Le crible à mouvement circulaire et limitation de force, appelé aussi crible LIBRA, est excité par balourd. Ces cribles, fonctionnant à des fréquences élevées et avec de faibles courses, conviennent en premier lieu pour le criblage fin et ultrafin de matières sèches, dans tous les domaines de la préparation des matières. Pour obtenir un mouvement d'avancement de la matière, le caisson de criblage doit être monté avec inclinaison. Pour des fréquences jusqu'à 2000 min, l'accélération peut atteindre 4 à 5 g. Un dérivé du crible à mouvement vibratoire circulaire est le crible à vibrations elliptiques, crible qui présente une surface de criblage moins inclinée ou horizontale. Les vibrations elliptiques peuvent être engendrées de diverses manières.

C₂) Aux Etats-Unis, par exemple, ce genre de vibrations est généralement obtenu au moyen de deux balourds à mouvements en sens contraires. Le tracé de l'ellipse est, dans ce cas, un peu plus allongé que pour les autres constructions.

C₃) En Europe, on emploie plutôt le système du couplage des masses dans lequel un lourd châssis est couplé plus ou moins rigidement au caisson de criblage dans le sens du petit axe de l'ellipse et élastiquement dans le sens du grand axe.

D) Cribles à limitation de force avec tracé presque linéaire du mouvement oscillant.

La majorité des machines à cribler utilisées en Allemagne appartient au groupe des cribles à limitation de force, avec tracé presque linéaire du mouvement oscillant, les deux groupes principaux sont le crible à deux masses à contre-oscillation et le crible à résonance.

D₁) Dans le crible à contre-oscillation, les deux masses en oscillation, généralement de poids différents, sont excitées par une commande à accouplement rigide, le caisson de criblage et la contre-masse oscillante sont guidés l'un par rapport à l'autre par des ressorts à lames ou par des guides. La contre-masse plus lourde, disposée au-dessus ou en dessous du caisson de criblage, est suspendue à des ressorts à lames et exécute donc une oscillation horizontale, tandis que le caisson de criblage oscille sous un angle de projection allant jusqu'à 30°. Les forces de masse dans les diverses directions d'oscillation ne peuvent être complètement compensées par des balourds montés sur l'arbre de commande, si bien qu'un faible résidu de forces dynamiques est transmis au support. Pour des fréquences d'oscillation jusqu'à 350 min. et des accélérations de 2,5 g, ces cribles ont fait leurs preuves dans des installations de séparation par liqueur dense, principalement pour les criblages moyens de dégrossissage ainsi que pour la clarification et le rinçage avec des largeurs de fente pas trop exigües.

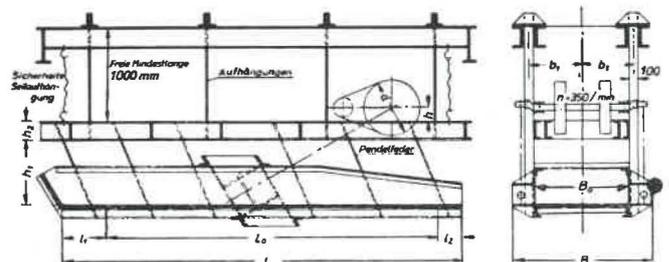


Fig. 8. — Crible Humboldt à contre-oscillations.

Une construction moderne, le crible Humboldt à contre-oscillations et masses équilibrées, présente en exécution posée un équilibrage parfait des masses oscillantes — de poids égal — ainsi que des forces dynamiques restantes.

L'élimination des forces dynamiques restantes a été obtenue par l'adoption d'une suspension élastique séparée du caisson de criblage et du châssis à contre-mouvement, suspension disposée dans le plan d'oscillation des centres de gravité. Par suite d'un choix adéquat des dimensions des ressorts en caoutchouc, les forces dynamiques élastiques se compensent à chaque moment de l'oscillation.

Attendu que les forces de retour des éléments élastiques déchargent la commande, il est possible de travailler avec des accélérations jusqu'à 3,2 g.

Les exigences continuellement croissantes dans le domaine de la technique de criblage, qui apparaissent par exemple dans le traitement des charbons, par suite de la teneur toujours plus élevée d'humidité du charbon brut, ont amené la nécessi-

té de construire des machines de criblage à haute accélération, possédant des vibrations presque linéaires. Au cours de ces développements, on constata bientôt que la plus grande sécurité de marche était obtenue avec le crible à résonance à masses équilibrées.

D2) Les précurseurs des cribles à résonance employés actuellement ont été les cribles Schieferstein, appelés ainsi suivant le nom de leur premier constructeur. Ces cribles possédaient jusqu'à quatre caissons de criblage qui étaient suspendus dans une lourde charpente métallique à treillis. Les ressorts en caoutchouc, réglés en résonance, étaient logés entre le caisson de criblage et la charpente métallique de soutènement. La commande était munie d'un accouplement lâche qui a été adopté également sur les cribles modernes à résonance à deux masses. La charge sur la commande était faible, car au fond il n'y avait lieu que de fournir un complément pour les pertes par frottement et amortissement du système de criblage.

D3) L'ancien crible à résonance avec équilibrage des masses possède deux masses superposées fonctionnant avec oscillations en sens contraire — masses guidées entre elles par des ressorts à lames ou par des guides. Entre les deux masses, le caisson de criblage et le châssis à contre-vibrations, environ trois fois plus lourd, sont logés les ressorts à résonance, en caoutchouc.

La contre-masse plus lourde est montée à mouvement libre sur la fondation au moyen de quatre ou de six ressorts en caoutchouc souple. La commande du système vibratoire a lieu par l'entremise d'une bielle de poussée avec accouplement lâche, bielle attaquant du côté du chargement du caisson de criblage. L'arbre de commande est fixé au châssis à contre-vibrations.

Attendu que la ligne de force de la commande ne passe pas par le plan d'orientation des vibrations des centres de gravité, un petit couple se produit dans le système vibratoire.

Un dérivé plus léger et de dimensions plus petites est le crible à résonance à vibrations libres. Ce crible a la même construction que les cribles à résonance. Seulement, on n'emploie dans ce cas que des butoirs comme ressorts à résonance au lieu de la combinaison habituelle de tampons des cribles à résonance, combinaison dont nous parlerons encore plus loin. Dans ces conditions, il est possible, en acceptant en contre-partie une usure plus forte, d'économiser quelques butoirs en caoutchouc.

Les forces dynamiques résiduelles de ces cribles résultent de la course du châssis à contre-vibrations, multipliée par la constante élastique des tampons d'appui et par le nombre de points de soutènement. Par comparaison aux forces résiduelles des machines à cribler à vibrations linéaires, munies d'un accouplement rigide, ces forces sont très faibles.

D4) Le nouveau système vibratoire employé par Humboldt possède également deux masses à contre-mouvement oscillant, masses qui sont toutefois guidées indépendamment l'une de l'autre par rapport au bâti par des ressorts à lames ou supports pendulaires.

Le caisson de criblage, ainsi que la masse, exécutent des oscillations à phase décalée de 180° , les amplitudes des oscillations étant inversement proportionnelles aux masses. Les ressorts de travail (tampons en caoutchouc) avec les tampons de limitation de course en forme de calotte, ainsi que les ressorts de support, qui maintiennent l'ensemble du système vibratoire libre de ses mouvements et pour ainsi dire en suspension dans l'espace, se trouvent disposés dans le plan d'oscillation des centres de gravité. Comme tous les effets des forces se manifestent dans le plan d'oscillation des centres de gravité, le système vibratoire et, par conséquent, les guides ne sont soumis à aucun effort dû à un couple. Le système possède un équilibre optimum des masses et, comme force dynamique résiduelle, on n'a plus que la différence des forces élastiques des tampons d'appui — à caractéristique très souple — dans leurs positions supérieure et inférieure.

Les machines à cribler lourdes, lorsqu'elles sont à monter sur une fondation particulièrement sensible aux vibrations, sont munies par nous d'un double dispositif de soutènement. Dans ce cas, non seulement le châssis à contre-vibrations, mais aussi le caisson de criblage, sont soutenus, dans le sens de l'orientation des oscillations des centres de gravité, par des tampons souples conçus de telle manière que les forces dynamiques des ressorts se compensent. Le même système de soutènement est également employé pour le crible Humboldt à contre-oscillation et équilibrages des masses, dont nous avons parlé précédemment.

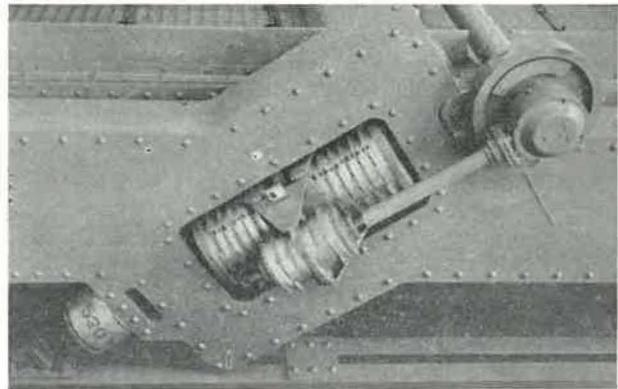


Fig. 9. — Commande et éléments élastiques du crible à résonance à masses équilibrées.

La figure 9 montre — en vue partielle — la disposition des éléments élastiques et de la commande.

Le champ de travail habituel du crible à résonance se situe un peu en dessous du point de résonance. Lorsqu'il y a, par exemple, suralimentation du crible (augmentation de la masse) ou accroissement du nombre de tours, le champ de travail se rapproche du point de résonance; la course du caisson de criblage a tendance à augmenter et, simultanément, l'action de la calotte s'amplifie et la constante élastique monte. Ceci provoque un déplacement du point de résonance vers un nombre de tours plus élevé, limitant automatiquement l'amplitude des oscillations du caisson.

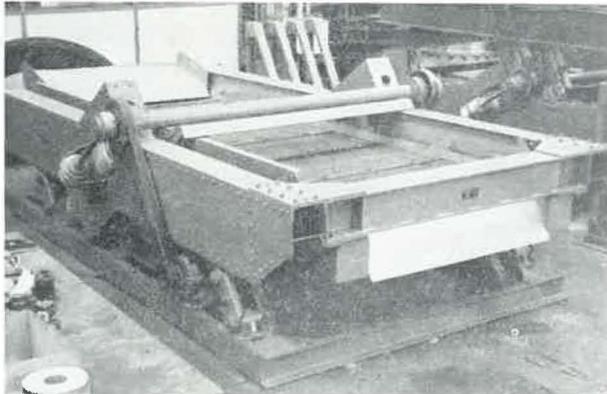


Fig. 10. — Crible à résonance pour le préclassement.

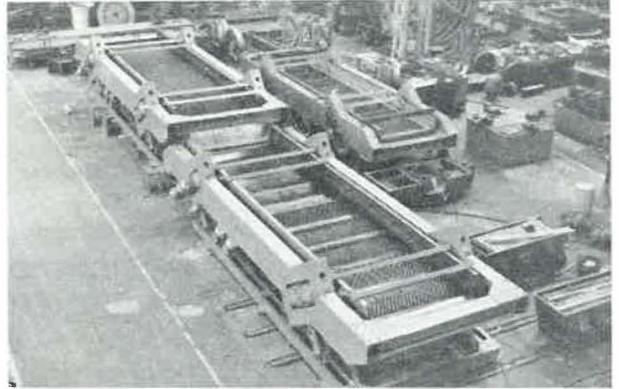


Fig. 12. — Cribles de reclassement (250 t/h).

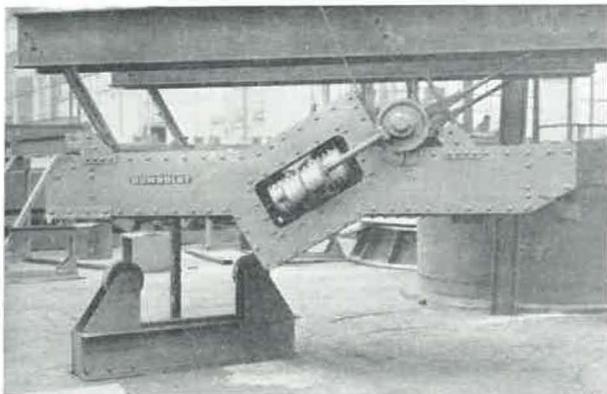


Fig. 11. — Crible à résonance pour le chargement.

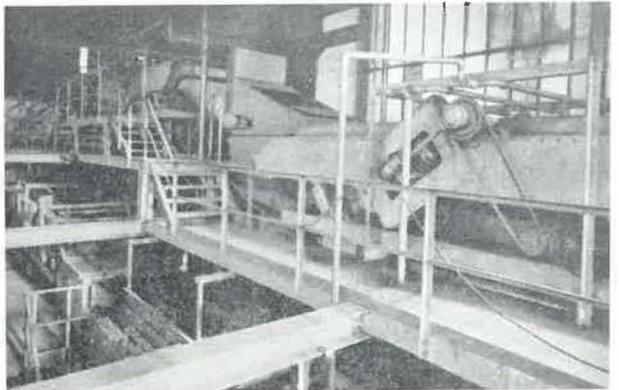


Fig. 15. — Crible à résonance dans une installation de lavage par suspension dense.

Pour un crible de préclassement par exemple, de (9,5 m²; s = 15 mm n = 710 t/min), on n'a mesuré qu'une différence de la course de 1 mm, entre la marche à vide et une alimentation de 270 t/h, différence sans effet pratique sur le rendement de criblage.

Ces cribles sont utilisés par tous les travaux de préparation du charbon, tels que classement-dégrossisseur, classement de finissage, rinçage et égouttage du charbon lavé et des schistes d'une installation de lavage par liqueur dense, égouttage des fines et des schlamms, etc...

Lesessoreuses à panier tamis oscillant « Humboldt »

par le Dipl.-Ing. HECKMANN

(Sté Kloeckner-Humboldt-Deutz A. G., Cologne).

L'élément de base d'uneessoreuse à tamis consiste en un corps tamisant rotatif, qui laisse passer le liquide sous l'effet d'accélération de la force centrifuge et retient sur les parois internes les corps solides.

La figure 14 donne les différents types d'essoreuses employées industriellement.

Le panier-tamis pour service discontinu est caractérisé par sa forme de cuvette limitée de tous côtés. Le panier-tamis pour service continu, par contre, présente deux éléments caractéristiques. Le premier est l'absence d'un arrêt d'un côté frontal pour la

sortie des matières solides; le second est l'inclinaison de la paroi du revêtement par rapport à l'axe. La disposition de l'axe dans l'espace est sans importance dans tous les cas, étant donné que le champ d'attraction terrestre peut être négligé par rapport au champ de force centrifuge, sensiblement plus puissant.

Les différences principales entreessoreuses à tamis à débit continu proviennent du choix de l'angle d'ouverture des paniers-tamis. Des tambours-tamis auto-freinants par suite de leur inclinaison, c'est-à-dire cylindriques ou légèrement con-

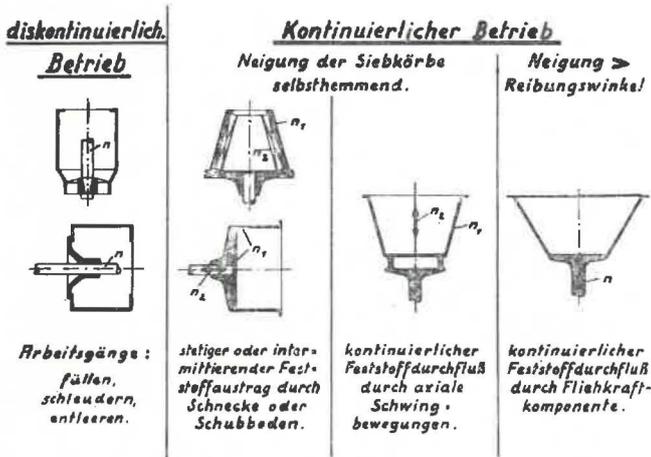


Fig. 14. — Formes des paniers desessoreuses.

Diskontinuierlich Betrieb : fonctionnement discontinu. — Arbeitsgänge : füllen, schleudern, entleeren : mode de travail : remplir, essorer, vider. — Kontinuierlicher Betrieb : fonctionnement continu. — Neigung der Siebkörbe selbsthemmend : pente du panier autofreinante. — Neigung > Reibungswinkel : pente > angle de frottement. — Stetiger oder intermittierender ... : extraction continue ou intermittente des solides par vis ou fond poussant. — Kontinuierlicher Feststoffdurchfluß durch axiale Schwingbewegung : Passage continu des solides grâce à des vibrations axiales. — Kontinuierliche Feststoffdurchfluß durch Fliehkraftkomponente : passage continu de solides grâce à la composante de la force centrifuge.

ques, nécessitent le montage d'organes spéciaux d'avancement qui font passer les matières solides sur les parois du tamis, soit de manière ininterrompue, par exemple par des vis sans fin, soit d'une façon discontinue, par exemple par poussoirs. Dans les paniers-tamis sans auto-freinage du fait de l'inclinaison, le passage continu de matières solides se crée par la composante de l'accélération de la force centrifuge. La Société Humboldt a mis au point ces deux dernières années une nouvelleessoreuse à tamis. Dans celle-ci, on transmet à un cône rotatif, auto-freinant par son inclinaison, des oscillations

axiales qui provoquent la progression continue des solides.

Si l'on considère que le but de l'essorage paressoreuse-tamis est d'arriver à la séparation la plus complète possible des éléments solides de leur phase liquide, le rendement en solides et la teneur finale en eau de la matière essorée seront les indices déterminants. D'autres caractéristiques sont : le débit horaire en matières solides, l'énergie absorbée (kWh/t) et l'usure des tamis exprimée en tonnes de matière essorée jusqu'à remplacement du tamis. Enfin, il y a lieu de tenir compte du bris constaté pendant le processus d'essorage, ce qui, par suite d'une nouvelle formation de schlamm, entraîne un rendement moindre en matières solides, une augmentation en besoins d'énergie et une plus forte usure de la garniture-tamis. Toutes ces caractéristiques déterminantes de la construction doivent être établies par des essais d'essorage.

Lorsqu'on augmente la vitesse d'avancement du produit le long de la paroi de l'essoreuse, l'usure du tamis est plus rapide et l'énergie consommée augmente. De plus, cette augmentation de vitesse provoque une réduction d'épaisseur de la couche de matière sur le tamis et le rendement en solides diminue par suite de la moindre efficacité de la couche filtrante.

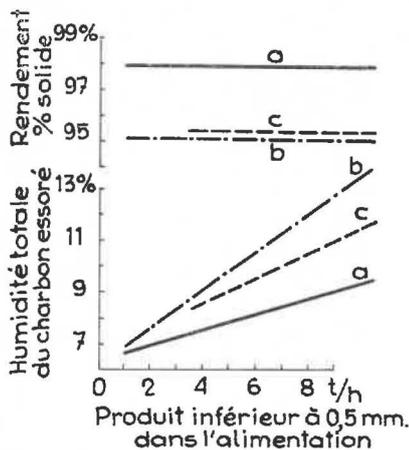
En ce qui concerne la teneur finale en humidité, une réduction de vitesse de passage donne à la fois un séjour plus long et un lit plus épais, et l'on peut supposer que ces deux actions se neutralisent.

Dans l'essoreuse vibrante Humboldt, l'avancement du produit est obtenu grâce à des vibrations axiales. Ces vibrations ont pour effet de réduire les efforts de friction entre le tamis et la couche de produit.

Il était intéressant d'étudier l'influence de l'accélération de ces vibrations, de la vitesse de rotation et de la conicité du panier de l'essoreuse sur les résultats d'essorage obtenus.

La figure 15 montre les résultats pour les paniers-tamis à inclinaisons de 10° et 15° lorsque les accélérations sont égales.

Fig. 15. — Influence de la pente du panier sur la teneur en humidité et le rendement en solides pour lesessoreuses vibrantes.



	a	b	c
Pente	10°	15°	15°
Vitesse de rotation (t/min)	400	400	450
Fréquence de vibration (t/min)	1800	1800	1800
Amplitude de vibration (mm)	6	6	6

Produit essoré : fines 0 — 10 mm pour différents pourcentages de produit inférieur à 0,5 mm et un débit constant d'environ 50 t/h.

Des ces courbes ressort clairement l'influence de la vitesse d'avancement de la couche de solides par rapport à la paroi-tamis.

L'essai a, effectué avec un panier à pente de 10°, et donc avec une vitesse d'avancement plus faible et une couche de produit plus épaisse, donne, à la fois, un meilleur rendement en solides et une teneur finale en humidité plus réduite.

L'essai c, fait dans les mêmes conditions que b (conicité 15°) mais avec une vitesse de rotation de 20 % supérieure (450 t/min au lieu de 400) ne donne pas une amélioration sensible des résultats. L'usure du tamis est également plus faible dans le cas du panier à 10° que dans le cas du panier à 15° (40.000 à 45.000 t pour le panier à 10° contre 20.000 à 25.000 t pour le panier à 15° dans les conditions de l'essai).

Les résultats d'essais ont donc conduit à la réalisation pour ces essoreuses de panier-tamis à angle d'ouverture aussi petit que possible.

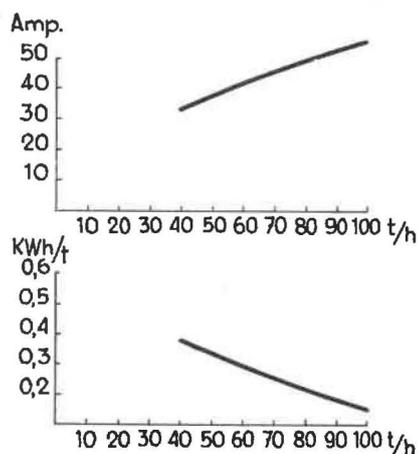


Fig. 16. — Energie consommée en fonction du débit horaire pour l'essoreuse vibrante ES 1000

Puissance installée :

Moteur de rotation	14 kW
Moteur de vibration	2,2 kW
Moteur pompe à huile	0,35 kW

Total 16,55 kW

Alimentation : fines 0 — 10 mm.

La figure 16 montre la corrélation entre le débit horaire et les besoins d'énergie.

En plus de cette considération de l'influence de l'inclinaison du panier, d'accélération des forces centrifuges et oscillatoires, il y a encore lieu de signaler que le va-et-vient rapide de la paroi-tamis entraîne une réduction de passage des mailles de la garniture-tamis.

La tableau suivant représente l'analyse granulométrique de la matière solide évacuée avec le liquide. Il montre que la maille de séparation est pratiquement de 0,1 mm, bien que l'ouverture du tamis soit de 0,5 mm.

On peut d'ailleurs constater sur la figure 15 que le rendement en solides est pratiquement indépendant de la teneur en produits fins.

Pour permettre d'adapter l'essoreuse à panier de conicité autant que possible constante à des conditions de travail variées, on doit prévoir la possibilité de réglage de la force centrifuge et de l'accélération des vibrations. Dans ce but, le mouvement rotatif est commandé par courroies trapézoïdales et le mouvement de vibration est obtenu par un dispositif à résonance qui permet un réglage assez étendu des accélérations de vibration (fig. 17).

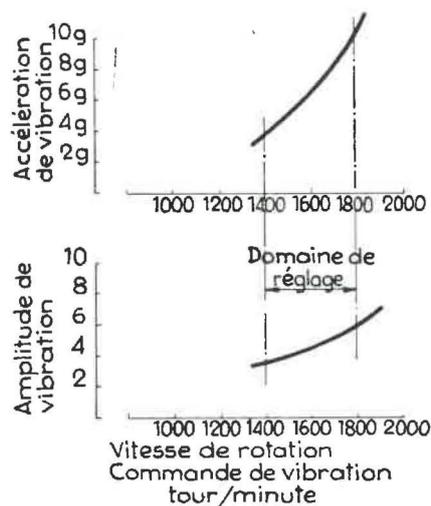


Fig. 17. — Zone de réglage des accélérations de vibration (vitesse de résonance : 2000 t/min).

INFLUENCE DE LA VIBRATION SUR LA SEPARATION GRANULOMETRIQUE

(Lemke, Glückauf 2-1-54).

Alimentation granulométrique mm	Teneur en solides de l'effluent % de l'aliment	Alimentation reconstituée	% des fractions dans l'effluent	% des fractions dans le produit essoré
+ 3	—	44,1	0	100,0
1 — 3	0,02	30,8	0,1	99,9
0,5 — 1	0,03	15,2	0,2	99,8
0,3 — 0,5	0,06	5,0	1,2	98,8
0,09 — 0,3	0,40	3,5	11,4	88,6
— 0,09	1,29	1,4	99,2	7,8
Total	1,80	100,0		

Les figures 18, 19, 20, 21 et 22 donnent différentes vues d'ensemble et de détail de l'essoreuse vibrante à fines (type ES 1000). Cetteessoreuse a une capacité atteignant 80 à 90 t/h de fines lavées 0—10 mm.

La figure 18 montre l'excentrique et le pied de la bielle de commande du mouvement de vibration.

La figure 19 montre la tête de cette même bielle qui transmet le mouvement de vibration par l'intermédiaire de deux tampons de caoutchouc.

La figure 20 montre les séries de cylindres de caoutchouc qui enserrant la plaque de support du panier conique. Ces cylindres de caoutchouc jouent le rôle d'accumulateurs d'énergie dans le système vibrant à résonance.

Les figures 21 et 22 donnent une coupe et une vue d'ensemble de l'essoreuse.

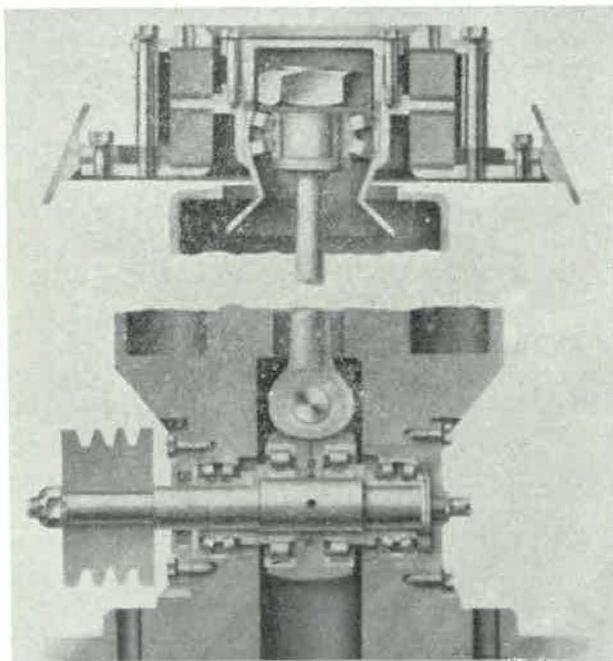


Fig. 18 et 19. — Tête et pied de la bielle de commande de vibration.

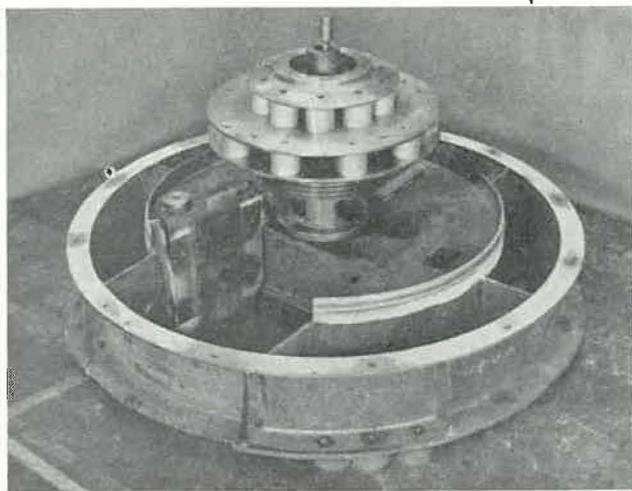


Fig. 20. — Support élastique du panier oscillant.

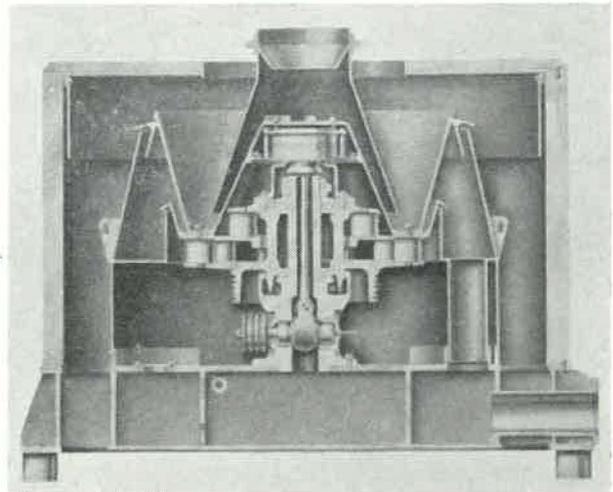


Fig. 21. — Coupe générale de l'essoreuse vibrante ES 1000.

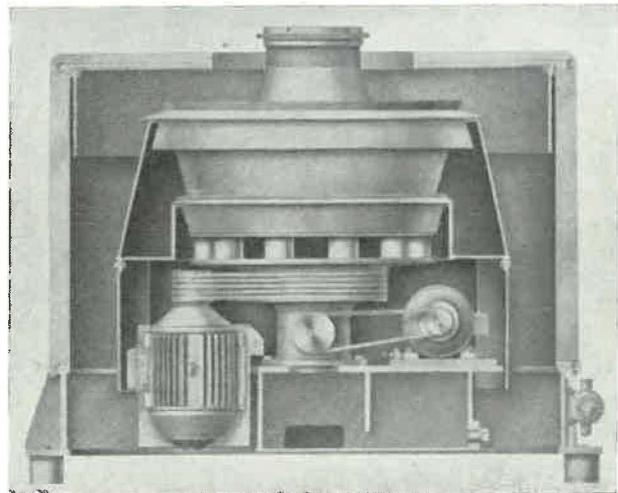


Fig. 22. — Vue d'ensemble de l'essoreuse.

L'essorage de matières à fine granulométrie, par exemple gros schlamms, exige des forces d'accélération centrifuges plus importantes que celles qui peuvent être atteintes avec la grosse machine dont nous venons de parler. Il était donc indiqué de construire uneessoreuse plus petite qui, pour une capacité moindre, permettait l'utilisation de vitesses d'accélération sensiblement plus élevées. Toutes les considérations dont question ci-avant restent valables ici, étant donné que les mêmes phénomènes se produisent dans un champ de force centrifuge renforcé et d'accélérations oscillatoires proportionnellement augmentées.

Pour créer le mouvement vibratoire, l'entraînement par excentrique et accouplement élastique a été remplacé par une simple commande par balourd.

La figure 23 montre la structure de cetteessoreuse vibrante. Un carter solidaire de la fondation est subdivisé en un espace intérieur servant de collecteur d'eau, et un autre espace dans cette disposition annulaire pour évacuation de la matière essorée. Les moteurs d'entraînement pour la vibration et la rotation se trouvent placés extérieurement sur une traverse. Un carter dans lequel est logé l'axe

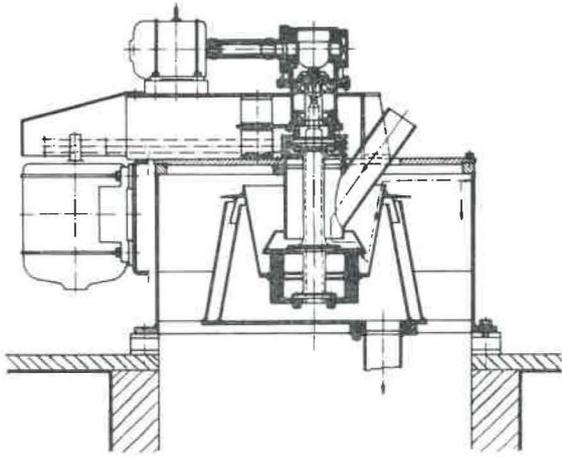


Fig. 25. — Coupe de l'essoreuse vibrante à schlammi ES 400.

du panier et auquel est fixé le balourd d'impulsion est relié élastiquement en trois points au support de la machine. La poulie d'entraînement pour le mouvement rotatif est montée dans le champ im-

médiat de la suspension élastique dans le but d'éviter que l'axe soit déporté sous la tension des courroies. Le panier-tamis est monté entre deux amortisseurs annulaires à l'extrémité inférieure de l'axe d'entraînement. L'axe du balourd est directement relié au moteur d'entraînement par l'intermédiaire d'un accouplement flexible. L'entrée de la matière a lieu centralement par rapport à l'axe du panier, malgré la position en oblique du conduit d'alimentation.

Cetteessoreuse vibrante est basée sur un système à deux masses. Elle possède un rapport de masses d'environ 1 : 3, ce rapport de masses ainsi que le type d'entraînement par balourd donnant une courbe de résonance particulièrement intéressante.

Le réglage des amplitudes de vibration se fait par augmentation ou réduction du balourd et de son écartement de l'axe. Il existe entre l'amplitude des oscillations et le balourd une proportionnalité directe, c'est-à-dire qu'en réduisant de moitié le balourd, l'amplitude d'oscillations de la masse diminue également de moitié.

La filtration par le vide au moyen de filtres rotatifs sans cellules

par le Dr. Ing. STEINMANN
(Sté Kloeckner-Humboldt-Deutz A. G., Cologne).

1. — Généralités.

Le procédé de filtration par le vide est appliqué, de préférence, lorsqu'il s'agit de séparer de liquides des quantités importantes de matières solides. L'appareil de filtration employé à cet effet est, dans la plupart des cas, le filtre à tambour. Cet appareil entre en ligne de compte dans tous les cas où le mélange de liquide et de matière solide n'a pas une tendance trop prononcée à la dissociation, c'est-à-dire lorsque le mélange peut être maintenu en suspension par agitation et que la quantité de matière solide est suffisante pour obtenir un tourteau convenable au cours du temps nécessaire à une révolution du tambour. La forme et le calibre des particules de matière solide sont les éléments qui déterminent en ordre essentiel les propriétés filtrantes d'une suspension. Le calibre des particules de matière solide va environ de 10 à 300 μ pour les suspensions entrant en ligne de compte.

La figure 24 donne le schéma analytique du processus de filtrage sur filtres rotatifs. Le schéma 1 représente le déroulement du processus au cours d'une révolution du tambour. Chaque partie de la surface du filtre parcourt trois zones, l'une destinée à la filtration proprement dite, l'autre à

l'assèchement du tourteau et la troisième à son déchargement.

L'étendue de ces zones est représentée au schéma par les angles au centre α , β , γ . Le rapport de $\alpha : \beta$ est déterminé par le degré d'immersion du tambour et peut être modifié dans de larges proportions. L'importance de l'angle et, par conséquent, la somme de $(\alpha + \beta)$ est fonction de la construction de la machine. L'angle γ atteint pour des filtres rotatifs, suivant grandeur du filtre, de 22 à 33°, ce qui fait que 92 à 94 % de la surface du tambour de filtre sont directement utilisables pour la filtration et le séchage.

La vitesse de rotation du tambour est un autre facteur déterminant le degré de rendement du filtre. La profondeur d'immersion et la vitesse de rotation déterminent le temps de séjour, soit t_α pour la formation du tourteau et t_β pour son séchage.

Le schéma 2 représente le diagramme d'un processus de filtrage pendant le temps t_α . Au cours de l'essai, le volume de filtrat Q a été mesuré de manière continue pendant le temps t_α . Il est visible que, par suite de l'augmentation de la résistance au filtrage, provoquée par l'accroissement d'épaisseur du tourteau, il se produit une diminution progressive de la vitesse de filtrage V .

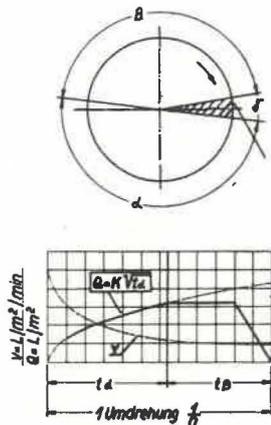


Fig. 24. — Diagramme de fonctionnement du filtre sans cellules.

- α = zone de filtration tα = temps de filtration
- β = zone de séchage tβ = temps de séchage
- γ = zone de décharge tγ = temps de décharge

- η = tours/minute
- K = constante de filtration
- Q = capacité spécifique de filtration/m²
- V = vitesse de filtration
- L = capacité de filtration/m²/h

Dans un processus de filtrage idéalisé, la courbe qui résulte de ces constatations se rapproche d'une équation parabolique du type $Q = K \sqrt{v\alpha}$.

Les filtres rotatifs généralement employés jusqu'à présent sont des filtres à tambour ou de filtres à disques. Pour les matières décantant facilement ainsi que pour celles d'un poids spécifique élevé, les filtres plans et filtres internes entrent en ligne de compte. Se basant sur de nombreuses années d'expérience, la maison K.H.D. a poursuivi le développement d'un filtre à tambour sans cellules, filtre qui présente d'importants avantages dans la construction et dans l'utilisation pratique, par rapport aux filtres à cellules dont question plus haut.

2. — Construction et mode de travail du filtre rotatif sans cellules (fig. 25).

1) Les parties essentielles du filtre sans cellules sont :

Le tambour du filtre.

L'arbre creux avec chambre de pression et têtes d'évacuation.

L'auge avec agitateur et dispositif de raclage.

La construction de support avec organes de commande.

2) *Le tambour du filtre (i)* se compose de deux parois frontales boulonnées à l'enveloppe cylindrique de forte épaisseur.

L'enveloppe cylindrique du tambour, percée de trous en nids d'abeilles, sert de support à la garniture du filtre. Dans la plupart des cas, on utilise comme garniture de filtre, des toiles en textile ou métalliques. Les cols des parois frontales forment palier sur l'arbre creux fixe. L'intérieur du tambour

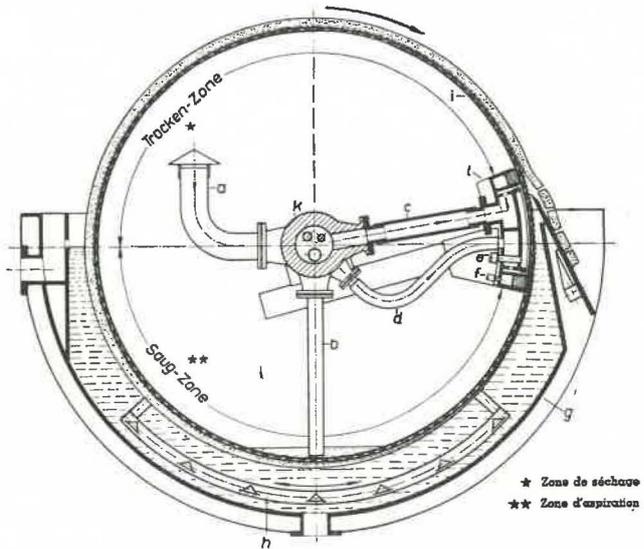


Fig. 25. — Coupe schématique du filtre rotatif sans cellules

est aisément accessible, par son trou d'homme pratiqué dans la paroi frontale.

3) *L'arbre creux fixe (k)* contient toutes les canalisations largement dimensionnées pour le vide (a), le filtrat (b), l'air comprimé (c), le rinçage (d), la pression de contact (f) et le graissage, canalisations qui quittent le filtre par les têtes d'extrémité. Il est muni de deux parties lisses sur lesquelles tourne le tambour et repose dans deux paliers à serrage, montés sur les chevalets-supports extérieurs.

4) *La chambre de pression (l)*, située à l'intérieur du tambour, est raccordée à l'arbre creux par une construction métallique de soutènement et par des canalisations. Elle a pour fonction d'isoler de manière étanche, de la chambre à vide du tambour, une zone étroite située près du point de détachement du tourteau et d'empêcher l'entrée de l'air extérieur par la garniture du filtre, débarrassée des résidus de filtrage, avant que le tambour ne soit à nouveau immergé dans la suspension liquide à filtrer. Cette isolation étanche est réalisée au moyen d'un robuste cadre en caoutchouc qui est pneumatiquement pressé contre la paroi intérieure du tambour sous l'effet d'une pression d'air constante de 0,1 à 0,2 kg/cm², pression contrôlable de l'extérieur. Attendu qu'en cours de fonctionnement il ne se produit que des frictions en milieu humide, l'usure ainsi que les forces de friction sont faibles. Les fentes pour l'air comprimé servant au détachement du tourteau et pour l'eau de rinçage sont logées dans cette chambre de pression. L'étroite fente pour l'air comprimé, ainsi que la construction spéciale de la chambre de pression, garantissent un détachement intégral du tourteau sur toute la largeur du tambour, tout en assurant une protection maximum de la garniture du filtre. Afin de permettre un remplacement aisé du joint en caoutchouc, la chambre de pression peut être écartée de l'enveloppe du tambour.

5) Attendu que l'auge du filtre, le mécanisme d'agitation et les organes de commande ne se distinguent pas de façon sensible des parties analo-

gues des autres filtres, nous n'insisterons pas ici sur ces parties de la machine.

6) Le filtre rotatif sans cellules travaille de la façon suivante :

Le tambour (i) tournant lentement sur l'arbre creux (k) est vidangé de façon continue par l'entremise de la canalisation (a) largement dimensionnée. Sollicité par la pression atmosphérique, le liquide est chassé dans la zone d'aspiration à hauteur de l'auge à travers les mailles de la garniture filtrante, tandis que les matières solides contenues dans la suspension forment le tourteau. Lorsque le tambour émerge de l'auge, le tourteau continue son processus d'assèchement sous l'effet de la pression extérieure. L'air pénétrant à ce stade chasse hors des pores du tourteau le reste du liquide, sauf la partie retenue par capillarité ou adhérence. Par conséquent, le degré final d'assèchement possible est conditionné par le degré de finesse ou l'importance de la surface spécifique des dépôts de matière. Au cours de la phase suivante du processus, le tourteau arrive dans la zone de déchargement (l) dans laquelle, par suite de l'effet de la chambre de pression, la dépression cesse d'agir. De l'air comprimé, projeté par une étroite fente s'étendant sur toute la largeur du filtre, détache le tourteau et nettoie l'élément filtrant. Une deuxième fente similaire, aménagée dans la partie inférieure de la chambre de pression, permet le nettoyage périodique de la garniture du filtre au moyen d'un liquide de rinçage. Après passage de la zone de détachement, le processus du filtrage recommence.

Le liquide de filtrage s'accumulant à l'intérieur du tambour est pompé sans interruption hors du tambour par une tuyauterie débouchant à l'endroit le plus bas du tambour. La séparation de l'air du liquide de filtrage a lieu, ou bien dans le tambour même, ou bien dans un dispositif de séparation placé en amont du filtre. Au cas où la différence de niveau est suffisante, l'évacuation du filtrat peut se faire barométriquement; dans le cas contraire, par l'entremise d'une pompe spéciale à filtrat.

7) Les avantages qui découlent de la construction « sans cellules » peuvent être résumés comme suit : par suite de l'absence de cellules et de canaux ne devant pas — à chaque révolution du filtre — être évacués à nouveau, ainsi que par suite d'une étanchéité parfaite entre la chambre de pression et le tambour, on obtient un vide élevé pour une puissance comparativement réduite de la pompe à vide, ce qui influence favorablement le rendement de la machine ainsi que l'assèchement final du gâteau de filtration. Le rendement quantitatif est en outre favorisé par une récupération intégrale des dépôts de filtration, la propreté des garnitures de filtre et un emploi optimum de la surface filtrante. Plus de 90 % de la circonférence du tambour sont en effet directement efficaces pour le filtrage et le séchage. Par suite de l'enlèvement doux du tourteau à l'aide d'un courant d'air sous pression faible et régulière, on obtient une grande longévité des garnitures du filtre et on a la possibilité d'utiliser des tissus à fines mailles. La consommation d'énergie de l'installation entière, qui

est déterminée en ordre principal par la pompe à vide, est sensiblement plus faible que celle des filtres à cellules, du fait qu'il est possible d'employer des pompes plus petites.

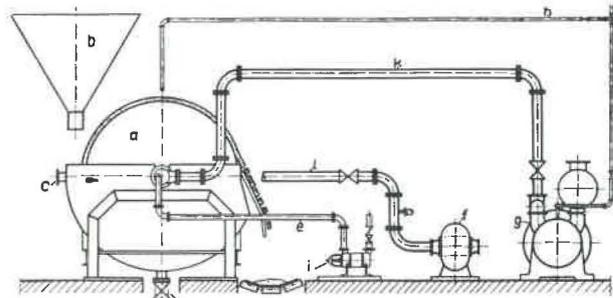


Fig. 26. — Schéma de l'installation d'ensemble d'un filtre sans cellules.

8) Une installation complète (figure 26) comprend normalement en plus du filtre, la pompe à vide (g) nécessaire à la production du vide requis, la soufflerie (f) pour l'air comprimé servant à détacher le tourteau du tambour, ainsi que la canalisation d'évacuation du filtrat (e), évacuation qui — suivant les conditions locales — peut être faite par vidange barométrique ou par l'entremise d'une pompe à filtrat avec séparateur intermédiaire.

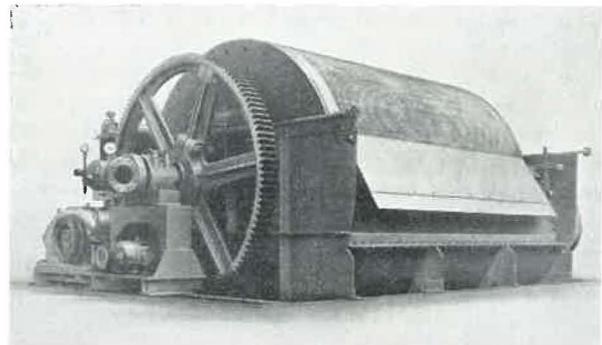


Fig. 27. — Filtre rotatif à vide sans cellules en exécution noyé dans le plancher.

La figure 27 donne une vue d'un filtre de 20 m², en exécution noyé dans le plancher. On voit les têtes des tuyauteries d'aspiration d'air et de filtrat.

Emploi du filtre à vide sans cellules dans l'industrie charbonnière.

En dehors des grains et des fines, les installations de traitement par voie humide de la houille donnent également un produit de très fin calibre, mélangé à de l'eau, produit qu'il n'est pas possible d'égoutter, ni dans des fosses ou tours de décantation, ni sur des élévateurs à godets, ni jusqu'à présent du moins — à cause de sa finesse — dans desessoreuses. Il peut s'agir ici de matières ayant déjà subi un traitement, telles que les concentrés de flottation, ou de matières non préparées telles que le schlamm brut. Le rendement du filtre, lorsqu'on traite des schlamms bruts, dépend surtout de la teneur en

calibres de moins de 0,1 mm et de la teneur en cendres de la matière ultra-fine traitée. Lorsque l'argile contenu dans les stériles se présente en dispersion ultra-fine, ceci exerce une influence très défavorable sur le rendement et l'assèchement. La teneur en matières solides dans les boues à filtrer est également de grande influence sur le rendement. En général, on cherchera à obtenir une concentration de 400—500 g/l, éventuellement en soumettant la matière à un traitement préparatoire dans des épaisseurs.

L'emploi de clarificateurs inclinés à la place de cônes-épaisseurs représente une nouvelle combinaison intéressante. La première installation de ce genre dans un charbonnage de la Ruhr a donné de bons résultats. Dans de nombreux cas, le clarificateur incliné peut convenir pour remplacer avec succès les épaisseurs coûteux et volumineux.

Ce que nous venons d'exposer est en général également valable pour les charbons de flottation, pour lesquels toutefois — à la suite de manque de cendres et en particulier d'argile — on peut tabler sur un rendement de 50 à 100 % plus élevé du filtre.

Les figures 28, 29 et 30 donnent trois schémas d'installations pour le filtrage de schlamms bruts et flottés.

Au tableau I, nous avons récapitulé divers résultats de service obtenus avec du schlamm brut et du schlamm flotté.

Tandis que pour le schlamm brut le rendement normal en tourteau de filtration s'établit entre 500 et 800 kg/m²/h, avec une teneur en humidité de

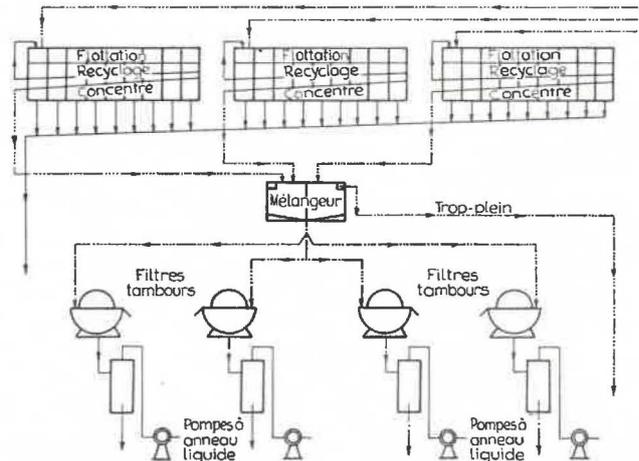


Fig. 29. — Filtration sans cellules dans une installation de flottation.

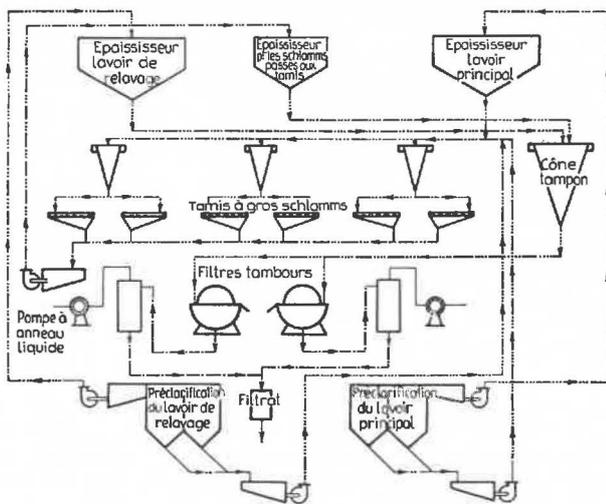


Fig. 28. — Filtration sans cellules pour la filtration de schlamm brut.

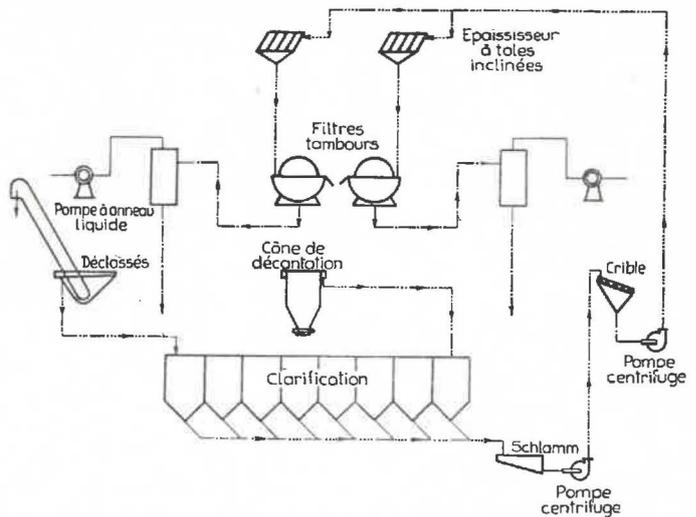


Fig. 30. — Filtration sans cellules traitant des schlamms bruts épaissis dans des épaisseurs à tôles inclinées.

TABLEAU I.

Produit	Alimentation concentration (g/l)	Granulométrie (mm)			Cendres %	Tourteau (kg/m ² /h)	Humidité	Filtrat (g/l)
		+ 0,3	0,1 — 0,3	— 0,1				
Schlamm brut d'épaisseur	500	17	35	48	22	450	20,5	20
	600	24	35	43	20	600	20,0	15
	650	29	35	38	16	800	22,0	12
Schlamm brut de clarificateur à tôles inclinées	335	28	41	31		600	19,5	5—10
	330	28	40	32		700	20,5	
	426	31	48	21		800	21,5	
	470	39	42	19		900	21,5	
Schlamm flotté	500 — 600	40	32	28	6,5	1200	23	7

20-24 %, on atteint pour les schlamms flottés des rendements en tourteau de 1200 kg/m²/h avec une teneur en humidité de 18-22 %.

Une certaine difficulté peut être occasionnée par la présence d'écume lors du traitement des schlamms de flottation. Jusqu'à présent, il n'a toutefois pas été nécessaire d'incorporer un dispositif éliminant l'écume. Il paraît cependant que — pour certaines sortes de charbon — l'écume exerce tout de même une influence importante sur le rendement.

Enfin, nous voulons encore dire quelques mots au sujet des moyens de filtration utilisés dans la préparation. La toile employée dans les charbonnages allemands est en général une toile Tela à mailles rectangulaires. Pour une épaisseur de fil d'environ 0,2 — 0,3 mm, on obtient une ouverture de maille d'environ 0,08 — 0,1 mm. Étant donné toutefois que les particules de matière solide forment un pont au-dessus des ouvertures des mailles, ce sont en définitive les particules de matière déposées formant le gâteau, qui jouent elles-mêmes le rôle du moyen de filtration. C'est ainsi que des particules beaucoup plus fines que celles correspondant à l'ouverture des mailles, sont retenues.

La pureté du filtrat n'est par conséquent pas uniquement déterminée par la nature de la toile em-

ployée, la construction du filtre, sa vitesse de rotation et la concentration de la matière à l'alimentation jouant à ce propos également un rôle. Suivant le genre de charbon employé, nous avons obtenu avec les tamis en question des teneurs en matière solide de 7-15 g par litre. L'utilisation de tissus en matières artificielles telles que le nylon ou le perlon n'apporte pas de changement appréciable à l'effet de filtrage lors de l'utilisation de filtres à tambour. Ils sont toutefois partiellement employés avec succès pour les filtres à disques, attendu que pour ces filtres il est important de favoriser le détachement du tourteau par l'emploi d'une toile de grande élasticité. Cette propriété entraîne toutefois le danger d'une usure rapide. Un inconvénient de ces matières artificielles réside aussi dans l'absorption d'eau des fibres, qui s'élève à environ 4 %. Ceci provoque des allongements du tissu.

Une matière artificielle ne présentant pas au même degré cette propriété est le tissu saran d'origine américaine.

Dans les filtres rotatifs sans cellules, la construction spéciale de la chambre de pression permet dans tous les cas un détachement complet du tourteau, et l'on peut renoncer à l'emploi de tissus en fibres artificielles, dont la durée de vie est tout de même réduite.