

# Le lavage par cyclones des charbons fins de dimension inférieure à 2 mm.

## RESULTATS INDUSTRIELS OBTENUS AU CHARBONNAGE DE RESSAIX

E. PIRE,

Ingénieur Divisionnaire.

La Société Anonyme des Charbonnages de Res-  
saix a mis en service, en juillet 1954, un lavoir par  
liqueur dense construit par la Société « Evence  
Coppée », selon les procédés des Mines d'Etat  
Néerlandaises (fig. 1).

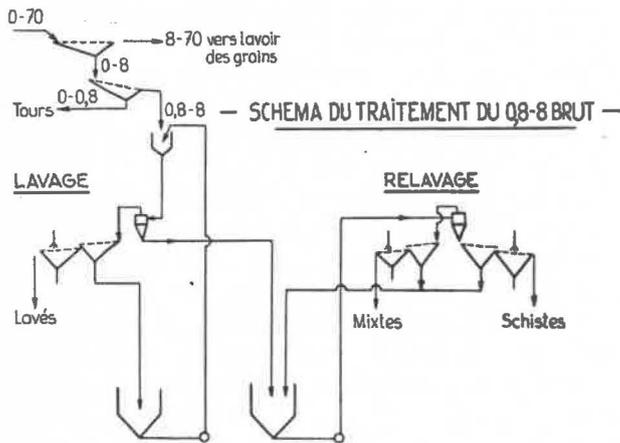


Fig. 1.

Nous traitons les particules supérieures à 8 mm  
dans des auges. Les charbons 0/8 sont dépoussiérés  
à 0,8 mm et envoyés dans une batterie de cyclones,  
après mélange avec la liqueur dense à la densité  
voulue. Les charbons sont égouttés, rincés et mis  
en tours. Les mixtes plus schistes, après passage  
dans une citerne où la densité est relevée, sont  
envoyés dans 4 cyclones pour être ensuite égouttés  
et rincés. Les liqueurs égouttées sont recyclées  
immédiatement et les liqueurs diluées par les rin-  
çages sont envoyées dans des cyclones classifica-  
teurs et des séparateurs magnétiques. De là, la  
magnétite est envoyée dans un épaisseur Dorr  
d'où elle est tirée automatiquement pour mainte-  
nir constants les densités et les niveaux au lavage  
et au relavage. Les cyclones ont 350 mm de diamè-  
tre avec des purges cycloniques de 80 mm au lava-  
ge et de 100 mm au relavage.

La hauteur de charge d'alimentation est de  
8 mètres au lavage. La pression au relavage est  
de 1 kg environ. Nous traitons dans ces cyclones  
des 0,8/8 contenant 5 et 10 % de particules infé-

rieures à 0,8 mm. La tendance actuelle est de  
demander aux cyclones de laver des particules de  
plus en plus petites et même des schlamms.  
L'objet de cette communication est de vous don-  
ner quelques résultats obtenus à Resaix, résultats  
montrant le comportement des cyclones vis-à-vis  
des particules inférieures à 2 mm dans un lavoir  
qui n'a pas été conçu pour traiter des fines infé-  
rieures à 0,8 mm.

Les tableaux I et II et la figure 2 vous don-  
nent les résultats d'un échantillonnage fait en  
mars 1955 en vue d'établir les courbes de lavabi-

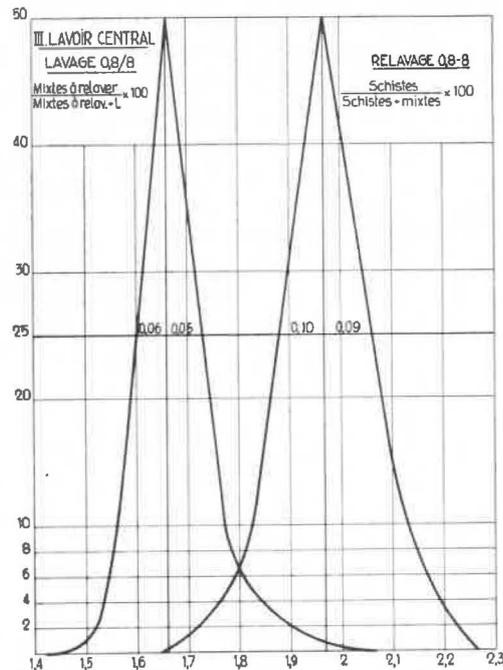


Fig. 2.

lité et de dispersion. On constate que la teneur en  
cendres des tranches inférieures à 2 mm est pra-  
tiquement la même que la teneur en cendres des  
tranches supérieures et des échantillons totaux.

La décomposition densimétrique (tableau II)  
montre également que la séparation des lavés,  
mixtes et schistes est excellente. D'autre part, les

deux courbes de dispersion nous donnent l'écart probable qui est de 0,06 pour le lavage et 0,095 pour le relavage. L'imperfection est de 0,09 au lavage et de 0,093 au relavage.

Le tableau IV donne les résultats d'une prise d'échantillons sous les cribles rinceurs. La granulométrie de ces particules est comprise entre 0 et 0,8 mm et on constate ici également une bonne séparation des charbons et des schistes.

Les tableaux suivants (V - VI - VII) donnent les résultats du lavage des 0,5-1 et des 1-2 contenus dans les 0,8-8.

En ce qui concerne le 1 2, nous constatons que la teneur en cendres des lavés est de 7,38 % pour une teneur en cendres des 0,8-8 de 7,74 %. L'écart probable est de 0,09 pour une densité de partage de 1,84.

Au relavage, nous avons des mixtes à 55,30 % de cendres et des schistes à 84,85 %, pour des teneurs en cendres respectives pour l'échantillon total de 0,8-8 de 52,02 % et 84,73 %. L'écart probable est de 0,14 avec une densité de partage de 2,22.

Pour les 0,5-1, les cendres sont de 8,93 % pour les lavés, 61,7 % pour les mixtes et 86,04 % pour les schistes.

L'écart probable est de 0,19 au lavage et 0,24 au relavage avec des densités de partage de 2,08 et 2,6. Les rendements organiques sont, pour les 1-2, de 99,21 au lavage et 99,79 au relavage. Pour les 0,5-1, ils sont de 98,99 au lavage et 98,75 au relavage. Nous constatons que les fractions plus fines sont séparées à des densités de partage plus

élevées et avec des écarts probables supérieurs. Rappelons ici que la hauteur de charge n'est que de 8 mètres.

Ces essais peuvent d'ailleurs être comparés à ceux effectués à Göttelborn en Sarre (tableau VIII) (Belugou et Lehner, Note technique 18/53 des Charbonnages de France, novembre 1953) avec une hauteur de charge de 14 mètres et qui donnent, pour les 0,3-0,5, une  $dp$  de 1,78 et un  $ep$  de 0,08, pour les 0,5-0,75 une  $dp$  de 1,74 et un  $ep$  de 0,08, pour les 0,75-1 une  $dp$  de 1,75 et un  $ep$  de 0,06.

Nous pouvons comparer les imperfections de notre essai — qui sont, pour les 1-2, de 0,10 et pour les 0,5-1, de 0,17 — avec celles du lavage par bacs ou flottation.

M. Burton (Essen 1954, conférence A III 5) signale que, dans le lavage par bacs, l'imperfection moyenne est de 0,20 pour les 1-2 et de 0,22 pour les 0,5-1. D'autre part, pour le lavage par flottation, M. Veillet (Essen 1954, conférence A - IV - 7) cite les chiffres de 0,19 pour les fractions supérieures à 0,7 et 0,33 pour les 0,1-0,7, soit, à mon avis, un peu plus de 0,20 pour les 0,5-1.

Nous constatons donc un meilleur résultat de lavage dans le système par cyclones.

En conclusion, on doit admettre que les particules inférieures à 2 mm sont encore très bien lavées dans les cyclones. On peut donc envisager le traitement des 0-1 et même des schlammis par cyclones, sous réserve évidemment de pouvoir mettre au point leur récupération, mais ceci est l'affaire des constructeurs et non des exploitants.

## I

Décompositions granulométriques — Ressaix - 29-3-55.								
Catégories	Lavés		Mix'es		Schistes		Brut	
	Masse %	Cendres %	Masse %	Cendres %	Masse %	Cendres %	Masse %	Cendres %
8/+ . . . . .	1,28	8,50	1,32	40,90	2,36	84,00	1,40	50,70
5/8 . . . . .	21,80	5,80	26,00	41,20	36,00	84,00	28,40	34,80
2/5 . . . . .	47,20	5,60	47,28	42,20	39,84	82,50	49,00	29,30
0,99/2 . . . . .	16,20	5,70	14,80	45,60	13,60	81,90	12,40	22,60
0,76/0,99 . . . . .	7,92	5,30	6,04	46,70	4,60	82,90	6,40	20,60
0,51/0,76 . . . . .	3,60	6,10	2,36	46,40	1,84	82,70	1,60	21,00
0,28/0,51 . . . . .	1,20	7,00	1,00	43,60	0,64	81,10	0,38	18,40
0/0,28 . . . . .	0,80	13,00	1,20	41,40	1,12	85,80	0,42	25,30
Global . . . . .	100,00	5,75	100,00	42,81	100,00	83,04	100,00	29,59
Cendres sur échantillon - Total :		6,20		42,80		82,90		28,80

## II

*Décompositions densimétriques — Ressaix - 29-3-55.*

Densité de la liqueur	Charbon lavé	Mixtes	Schistes	Brut reconstitué
1,30	19,20	—	—	12,75
1,30 - 1,40	65,00	1,07	—	43,25
1,40 - 1,50	11,40	3,26	—	7,77
1,50 - 1,55	1,15	2,30	—	0,96
1,55 - 1,60	1,31	6,00	—	1,27
1,60 - 1,65	0,96	15,60	—	1,48
1,65 - 1,70	0,40	13,03	0,10	1,04
1,70 - 1,75	0,15	17,15	0,18	1,11
1,75 - 1,80	0,09	14,55	0,32	1,17
1,80 - 1,85	0,34	7,20	0,57	0,54
1,85 - 1,90		7,82	1,20	0,90
1,90 - 2,00		8,01	4,23	1,68
2,00 - 2,10		1,91	5,20	1,34
+ 2,10		1,30	88,20	24,51
<b>Total . . . . .</b>	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Teneur en cendres</b>	5,75	42,81	83,04	29,59
<b>Rendements pondé- raux . . . . .</b>	66,4	6,—	27,6	100,00
<b>Densité de partage</b>	1,67	1,98		

## IV

<i>Lavage du 0-0,8 par cyclone 350 mm de diamètre Hauteur de charge = 8 m.</i>		
Granulométrie	I Passé du crible A. C. des charbons (sous premier rinçage)	II Passé du crible A. C. des schistes (sous premier rinçage)
0 - 0,15 mm	16,2 %	22,8 %
0,15 - 0,2	8,8	8,8
0,2 - 0,3	11,5	12,5
0,3 - 0,5	31,5	24,2
0,5 - 0,8	29,—	22,5
0,8 - +	3,—	9,2
	100,— %	100,— %
Cendres moyennes	10,5 %	76,96 %

## V

<i>Décomposition granulométrique du 0-8 dépoussiéré après lavage par cyclones. — Ressaix, le 14-2-56.</i>								
Catégories	Lavés		Mixés		Schistes		Brut	
	Masse %	Cendres %	Masse %	Cendres %	Masse %	Cendres %	Masse %	Cendres %
0 - 0,5	0,99	11,02	0,61	55,46	0,7	84,28	0,83	18,34
0,5 - 1	1,50	8,93	0,71	61,7	1,34	86,04	0,69	19,06
1 - 2	32,67	7,38	24,79	55,3	20,82	84,85	23,96	28,54
2 - +	64,84	7,84	73,89	50,88	77,14	84,68	74,52	40,12
0 - 8 dépoussiéré	100,00	7,74	100,00	52,02	100,00	84,73	100,00	37,02

VI

*Décomposition densimétrique — Traitement du 1-2 — Ressaix, le 14-2-56.*

Densité de la liqueur	Lavés Masse % du brut	Mixtes Masse % du brut	Schistes Masse % du brut	Brut Reconstitué
1,30	38,94	0,07	—	39,010
1,30 - 1,40	19,48	0,08	—	19,560
1,40 - 1,50	5,03	0,08	0,007	5,117
1,50 - 1,60	3,12	0,10	0,002	3,222
1,60 - 1,70	1,92	0,22	0,010	2,150
1,70 - 1,75	0,70	0,17	0,010	0,880
1,75 - 1,80	0,54	0,33	0,026	0,896
1,80 - 1,85	0,40	0,19	0,024	0,614
1,85 - 1,90	0,30	0,44	0,046	0,786
1,90 - 2,00	0,31	0,99	0,151	1,451
2,00 - 2,10	0,1	0,87	0,293	1,263
+ 2,10	0,15	1,46	23,431	25,041
Rendements pondé- raux . . . . .	71,00	5,00	24,000	100,000
Teneurs en cendres	7,38	55,30	84,85	28,54
Densité de partage	1,84	2,22		
Ecart probable . .	0,10	0,11		
Imperfection . . .				
Rendement organi- que . . . . .	99,21	99,79		

VII

*Décomposition densimétrique — Traitement du 0,5-1 — Ressaix, le 14-2-56.*

Densité de la liqueur	Lavés Masse % du brut	Mixtes Masse % du brut	Schistes Masse % du brut	Brut Reconstitué
1,30	38,89	0,06	—	38,95
1,30 - 1,40	28,72	0,15	—	28,87
1,40 - 1,50	7,08	0,08	0,022	7,182
1,50 - 1,60	3,04	0,10	0,007	3,147
1,60 - 1,70	2,04	0,11	0,009	2,159
1,70 - 1,75	0,88	0,10	0,009	0,989
1,75 - 1,80	0,80	0,15	0,009	0,959
1,80 - 1,85	0,76	0,11	0,009	0,879
1,85 - 1,90	0,6	0,16	0,019	0,779
1,90 - 2,00	1,32	0,40	0,047	1,767
2,00 - 2,10	1,20	0,82	0,097	2,117
+ 2,10	0,68	2,25	9,271	12,201
Rendements pondé- raux . . . . .	86,00	4,50	9,500	100,000
Teneurs en cendres	8,93	61,7	86,04	19,06
Densité de partage	2,08	2,6		
Ecart probable . .	0,19	0,24		
Imperfection . . .	0,17	0,15		
Rendement organi- que . . . . .	98,99	98,75		

RESULTATS COMPARATIFS				
Granulométrie	$\delta$ de partage	$E_p$	Imperfection	Pression
<i>Ressaix — essai du 14-2-1956</i>				
0,5 - 1	2,08	0,19	0,17	8 m
1 - 2	1,84	0,09	0,10	8 m
<i>Göttelborn (Note technique 18/53 — Charbonnages de France)</i>				
0,3 - 0,5	1,78	0,08	0,103	14 m
0,5 - 0,75	1,74	0,08	0,108	14 m
0,75 - 1	1,75	0,06	0,08	14 m
<i>Bac de lavage (Essen 1954 - M. Burton - A III 5)</i>				
0,5 - 1			0,22	
1 - 2			0,20	
<i>Flottation (Essen 1954 - M. Veillet - A IV 7)</i>				
> 0,7			0,19	
0,1 - 0,7			0,33	

## DISCUSSION

M. LEHNER. — M. Pire a bien voulu rappeler les essais de longue durée qui ont été faits à Göttelborn, au débit de 15 t/h environ, sur un charbon brut contenant environ 36 % de 0-1 mm. Le dernier tableau qu'il vient de montrer répond à la plupart des questions qu'on pourrait avoir envie de poser. Je voudrais cependant en poser une de plus : j'ai été impressionné par la batterie de 25 tamis vibrants qui précèdent l'installation de cyclones. Que faites-vous de vos poussières de dépoussiérage ?

M. PIRE. — Le passé des vibrants est vendu comme poussier; sa teneur en cendres est comprise entre 20 et 25 %.

M. LEHNER. — Cette batterie est-elle garantie contre tous risques ? Il faut, pour qu'une telle batterie fonctionne bien, que le brut soit suffisamment sec pour pouvoir être tamisé. Par l'application plus stricte des règlements sur la lutte contre les poussières dans les mines, le procédé risque d'être mis en défaut. Dans ce cas, quelle serait la solution adoptée dans le lavoir à cyclones ? En Sarre, nous traitons du 0-10 mm dans des cyclones et le problème du traitement simultané des ultra-fins s'est posé de soi-même, car non seulement à 1 mm, mais même à 10 mm, nous n'arrivons plus à classer correctement à cause de

l'humidité du brut, conséquence de la lutte efficace contre les poussières au fond.

M. PIRE. — L'humidité du brut ne dépasse pas actuellement 4 % et, dans ces conditions, nous lavons des 0,8-8 mm contenant jusque 10 % de déclassés. Il est arrivé que le charbon soit plus humide et la quantité de déclassés a atteint 15 %. Dans ce cas, on peut avoir quelques ennuis, mais le placement de grilles courbes à l'entrée des cribles égoutteurs de charbon nous a permis de laver dans de bonnes conditions des charbons contenant jusque 10 %, au lieu de 7 % précédemment, de déclassés. Nous envisageons même de placer de telles grilles avant les cribles des schistes et des mixtes. Si l'humidité moyenne augmentait sensiblement, il faudrait envisager le placement de sècheurs et de tamis chauffants.

M. GY. — Quelle est la granulométrie de la magnétite utilisée et quelle est la proportion de magnétite épurée dans le circuit ?

M. PIRE. — La magnétite contient 90 % de particules plus petites que 60  $\mu$ . Nous la broyons. La quantité épurée est de 20 % environ.

M. GY. — N'avez-vous pas plus de précision au sujet de la composition granulométrique de la magnétite ?

M. PIRE. — La décomposition granulométrique de la magnétite brute est la suivante :

97,1 % passent au tamis de 35 mesh  
82,1 % passent au tamis de 65 mesh  
53,8 % passent au tamis de 150 mesh  
28 % passent au tamis de 325 mesh

M. BAUDOUX. — Comment opérez-vous la décomposition des produits ? Avec quelles mailles opérez-vous vos séparations ?

M. PIRE. — Avec des mailles carrées.

M. POZZETTO. — En ce qui concerne les performances des bacs à pistonage, M. Pire a fait état des résultats communiqués en 1954 par M. Burton au Congrès d'Essen. Depuis, les réceptions faites par le Cerchar nous ont prouvé que les bacs à pistonage pneumatique munis d'auto-déschisseurs étaient capables, pour les fines au-dessus de 0,1 et surtout au-dessus de 0,3, de donner de bien meilleurs résultats. De 0,1 à 0,3 mm, on obtient des imperfections de l'ordre de 0,18 à 0,20 mais, au dessus de 0,3 mm, l'imperfection tombe facilement aux environs de 0,15-0,16, c'est-à-dire qu'on obtient des résultats beaucoup plus favorables que ceux notés à l'époque par M. Burton.

M. VEILLET. — M. Pire a reproduit les résultats que j'ai donnés à la Conférence d'Essen en

ce qui concerne la flottation. Il faut tout de même souligner que la flottation traite correctement les produits  $< 0,1$  mm. Souvent, nous avons des alimentations de flottation qui contiennent 40 %  $< 0,1$  mm; dans de tels cas, la comparaison entre flottation et cyclones n'est donc plus possible.

M. POZZETTO. — En ce qui concerne la constitution des produits bruts, j'ai été étonné, soit par votre communication, soit par celle de M. Baudoux, de voir la progression très rapide de la teneur en cendres du brut avec la granulométrie. Est-ce général pour les charbons belges ? Sur un certain nombre de charbons français, nous avons des écarts du même genre, mais pas de la même importance. Cela tient-il au mode d'extraction ou au gisement ?

M. BURTON. — Non, ce n'est pas tout à fait général; cela existe surtout pour les charbons maigres et 1/2 gras, dans certaines parties du bassin. Cela tient surtout au gisement, à la fragilité du charbon.

M. DENOEL. — M. Pire pourrait-il nous donner la consommation de magnétite atteinte.

M. PIRE. — 700 à 800 g/tonne brute traitée.