

EXTRAIT D'UN RAPPORT DE M. L. WILLEM

Ingénieur en chef, Directeur du 9^{me} arrondissement
des mines, à Liège,

SUR LES TRAVAUX DU 2^{me} SEMESTRE 1903

*Charbonnages de l'Est de Liège ; siège Homvent :
Épuration préalable des eaux d'alimentation des chaudières par le
bouilleur-décanteur Lemaire (1).*

[62116]

L'épuration des eaux destinées soit à l'alimentation des générateurs de vapeur, soit aux besoins multiples de l'industrie, a donné lieu depuis longtemps à des recherches et inventions de tous genres dont il est inutile de donner ici un aperçu. Disons seulement que quelle que soit leur provenance ces eaux peuvent contenir :

- 1^o des matières en suspension,
- 2^o des matières en dissolution.

Si on n'envisage que l'alimentation des chaudières, les matières en suspension seules ne créent généralement pas d'ennuis graves. Dans le cas où elles sont en grande quantité, on a recours à la décantation ; autrement elles se déposent dans les chaudières à l'état pulvérulent ou peu consistant, et des purges plus ou moins fréquentes permettent de s'en débarrasser.

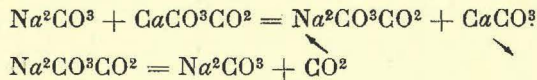
Il n'en est pas de même des matières en dissolution. Celles-ci peuvent être corrosives et attaquer les tôles ou bien donner lieu à des dépôts adhérents. Chacun sait que ces dépôts, même sous faible épaisseur, nécessitent par suite de leur mauvaise conductibilité, un surcroît considérable de la consommation de combustible, qu'ils peuvent provoquer des coups de feu, voire des explosions, qu'enfin il est quelquefois très malaisé de les détacher lors des nettoyages.

(1) Note de M. N. ORBAN, Ingénieur des Mines, à Liège.

Parmi les matières en dissolution, celles que l'on rencontre le plus communément sont le bicarbonate de chaux et le sulfate de chaux. Ce dernier donne lieu à des incrustations particulièrement adhérentes. Lorsque ces substances sont en assez forte proportion dans les eaux, il est de toute nécessité de s'en débarrasser par une épuration préalable.

Plusieurs produits et plusieurs procédés ont été préconisés à cet effet. Les premiers donnent avec le bicarbonate de chaux et le sulfate, des précipités entièrement insolubles, tels les aluminates de baryum, potassium et calcium, ou bien donnent à côté de précipités insolubles un nouveau sel soluble.

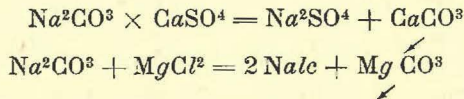
Le carbonate de soude rentre dans cette dernière catégorie, en présence de bicarbonate de chaux, mais il présente en outre la particularité d'être régénéré par la chaleur



C'est donc là un avantage très considérable à condition de pouvoir réutiliser le carbonate régénéré de façon que la réaction soit continue et complète et en évitant l'accumulation du réactif dans la chaudière.

Le bouilleur décanteur Lemaire réalise ces desiderata d'une manière à la fois simple, pratique et peu coûteuse.

En ce qui concerne les sulfates et éventuellement les chlorures en dissolution, il y aura, par les réactions, perte du carbonate de soude.



Mais ces sels sont presque toujours en minime quantité.

Une seconde perte beaucoup plus importante provient des purges pour l'expulsion des dépôts.

L'originalité du bouilleur décanteur Lemaire réside dans le réemploi de la solution de Na^2CO^3 de la chaudière au moyen d'une disposition ingénieuse du tuyau de prise. Ce tuyau est recourbé en forme d'U et plonge dans la chaudière de telle manière que l'extrémité *a* (fig. 1) se trouve toujours dans la vapeur alors que la partie *b* est toujours recouverte d'eau. Cette partie *b* est percée de quelques trous. Il en résulte que par la branche *c* s'écoule une émulsion de vapeur et d'eau chargée de carbonate de soude.

Au siège Homvent des charbonnages de l'Est de Liège à Bèyne-Heusay des appareils Lemaire sont en service sur des chaudières multitubulaires Mathot, de 250m^2 chacune de surface de chauffe, timbrées à 10 atmosphères.

Chaque appareil se compose du tuyau de prise abc et du tuyau d'alimentation d débouchant à la partie supérieure de la chambre verticale d'ébullition A , formée d'un tube en tôle rivée de $0\text{m}30$ de diamètre et de $1\text{m}80$ environ de hauteur. A la chambre d'ébullition

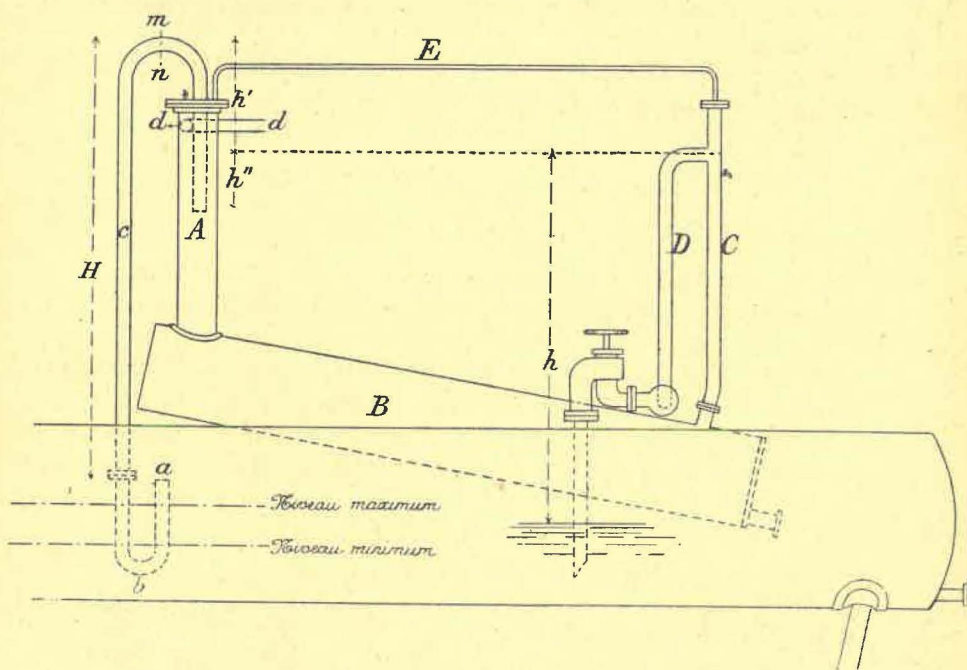


FIG. 1.

fait suite la chambre de décantation B , également en tôle rivée, de $0\text{m}70$ de diamètre et de $4\text{m}90$ de longueur, inclinée de 10° sur l'horizontale pour faciliter l'accumulation des dépôts près du tuyau de vidange.

L'eau épurée et chaude est dirigée dans la chaudière par les tuyaux C et D . Un tube d'équilibre E met en communication A et B par leur partie supérieure. Tout l'appareil est enveloppé de calorifuge.

Une bouteille remplie d'une dissolution de Na^2CO^3 était primitivement placée sur la conduite D amenant l'eau épurée à la chaudière. On y a substitué un bac dans lequel on verse en une fois 50 kilos du réactif et qui, par un tuyau, communique avec la conduite de refoulement de la pompe alimentaire.

Les autres accessoires sont deux robinets de contrôle et prise d'essais placés sur les tuyaux A et C .

À première vue, le fonctionnement de l'appareil n'est pas facile à expliquer. Un exemple va nous mettre sur la voie. Supposons deux vases V , V' communiquant par le tuyau T . Pour que l'eau de V s'écoule dans V' il n'est pas nécessaire que les deux vases soient soumis à la même pression. Il suffit que $P + h >$ ou $= P'$, ces trois quantités étant exprimées avec la même unité (fig. 2).

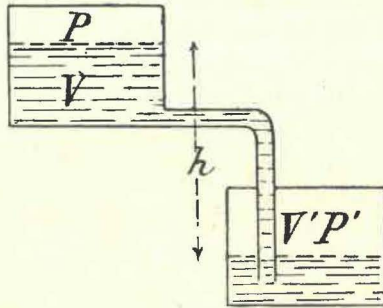


FIG 2.

Ceci dit, on a dans l'appareil envisagé une hauteur de chute d'eau $= h$, réduite par suite du poids de la soupape de retenue à soulever à une hauteur h' . Au niveau de l'écoulement, et, remarquons le ici, c'est simplement la gravité qui agit pour l'alimentation même du générateur, la pression sera $P' < P$, pression dans la chaudière. De telle sorte que l'on pourra descendre théoriquement jusqu'à $P' + h'\delta' = P$.

Appelons δ et δ' les densités de l'émulsion dans le tube abc et de l'eau dans le tube A et considérons maintenant les pressions qui règnent de part et d'autre d'une section mn du tuyau abc .

A gauche on a $P - H\delta$

A droite $P' - h'\delta'$

Si l'on fait en sorte que :

$$P - H \delta > P' - h' \delta' + h'' \delta' \quad (1)$$

il y aura afflux d'émulsion dans le tube *A* par l'extrémité de *abc*.

L'expression (1) peut se mettre sous la forme :

$$P - (H - h') \delta > P' + h'' \delta' \quad (2)$$

En négligeant le terme $(H - h) \delta$ qui n'est guère important, on a :

$$P > P' + h'' \delta'$$

Ceci montre que si $h'' = h$, théoriquement l'appareil ne fonctionnera pas, c'est-à-dire, qu'il n'y aura pas appel d'émulsion.

Nous n'avons pas tenu compte dans ces considérations de la condensation qui se produit sur la hauteur d'eau h'' . Elle est évidemment favorable à la bonne marche de l'appareil.

L'alimentation par eau froide n'est pas nécessaire. Ainsi que nous l'avons démontré, c'est la différence de pression qui est la condition première.

Au siège Homvent, on réutilise pour une partie l'eau de condensation d'une machine et la température à l'entrée dans les appareils varie de 30 à 40°. A la sortie, elle varie de 80 à 90°.

Toutefois, à notre avis, il serait mieux d'avoir, au lieu d'un simple tuyau plongeant dans le tube *A*, une espèce de petit condenseur par surface qui augmenterait l'afflux d'émulsion et permettrait de régler plus facilement la marche de l'appareil.

Dans les instructions pour la conduite de son épurateur, l'inventeur prescrit :

1° De laisser toujours complètement ouverts les robinets ou valves mettant l'appareil en communication avec la chaudière;

2° De régler, par conséquent, l'alimentation avant l'appareil, de façon à ce qu'elle soit *continue*;

3° De s'assurer, assez souvent, par l'ouverture du robinet placé à la partie supérieure de *A*, qu'il s'en échappe seulement de la vapeur. S'il sortait de l'eau, cela indiquerait une alimentation trop forte. Ce robinet doit toujours être légèrement ouvert de façon à laisser échapper l'air dégagé par l'ébullition ou qui est aspiré par la pompe et refoulé dans l'appareil;

4° D'évacuer les boues une ou plusieurs fois par jour suivant les cas et de préférence avant les arrêts.

On doit, au moins journellement, contrôler le fonctionnement de l'épurateur par des essais hydrotimétriques au moyen de la liqueur de savon et de la liqueur de phtaléine. Cette dernière sert pour la soude. La phtaléine colore, en rouge, l'eau chargée de soude. Par conséquent, si on la met en solution acidulée, la coloration persistera tant que la soude ne sera pas complètement neutralisée par l'acide.

Voici la série des essais à effectuer :

a) Sur l'eau sortant de l'épurateur :

1^o *Epreuve à la liqueur de savon.* — Introduire dans une burette 40 centimètres cubes d'eau de l'épurateur. Y verser goutte à goutte de la liqueur de savon et agiter vivement pour faire mousser.

Si pour obtenir une mousse persistante (moussé de 8 à 10 millimètres se maintenant pendant quelques minutes), il fallait verser plus de 5-6 gouttes, il y aurait manque de soude dans la chaudière. Cette épreuve indique le degré hydrotimétrique de l'eau à son entrée dans le générateur. Il doit être nul. 5-6 gouttes sont la quantité nécessaire pour faire mousser 40 centimètres cubes d'eau distillée. 4 gouttes correspondent à un degré hydrotimétrique ;

2^o *Epreuve à la liqueur de phtaléine* — Introduire 40 centimètres cubes d'eau dans la burette et y verser une goutte de la liqueur. L'eau doit se colorer en rouge. Si elle ne le faisait pas, il y aurait manque de soude dans le générateur. Continuer à verser de la liqueur jusqu'à disparition de la coloration. Dans le cas où il faudrait plus de 15 gouttes, il y aurait trop de soude dans le générateur. 8-10 gouttes constitue une bonne moyenne.

b) Sur l'eau du générateur :

3^o *Epreuve à la liqueur de phtaléine.* — Introduire dans la burette 10 centimètres cubes d'eau du générateur. Y verser goutte à goutte la liqueur de phtaléine. L'eau devra se colorer et se décolorer ensuite comme à l'épreuve 2^o.

Le nombre de gouttes varie suivant les installations. On le détermine après quelques jours de marche. Il est de 26 au siège Homvent. Lorsque l'on s'en écarte trop, c'est un signe que la soude n'est pas dans les proportions pour un bon fonctionnement.

Au siège Homvent, on a une eau d'alimentation très mauvaise, titrant à l'entrée aux chaudières de 35 à 43^o hydrotimétriques (essai n^o 1). Elle donnait dans les anciennes chaudières à deux foyers intérieurs des incrustations très considérables qu'il fallait absolument éviter dans les chaudières Mathot.

Les résultats d'une série d'essais effectués du 1^{er} août au 18 octobre 1903 ont été consignés sur un registre spécial. Je cite ci-après quelques chiffres choisis de façon à indiquer les maxima et les minima obtenus :

DATE	HEURE	Sur l'eau sortant de l'épurateur		Sur l'eau du générateur	QUANTITÉ de soude introduite en 24 heures — Kilogrammes	Observations (Est-ce toujours de la vapeur qui sort par le robinet d'air?)
		1° Nombre de gouttes de liqueur de savon	2° Nombre de gouttes de liqueur de phtaléine	3° Nombre de gouttes de liqueur de phtaléine		
1 août	17	18	3	20	33.000	
5 —	11	30	1	21	25.000	
10 —	9	16	0	12	7.250	
13 —	18	5	5	26	33.000	
22 —	17	7	2	36	16.500	
24 —	9	9	2	40	8.250	
2 septembre	8	24	1	14	8.250	
9 —	8	28	0	10	16.500	
12 —	11	4	8	30	16.500	
2 octobre	8	7	18	37	25.000	
7 —	15	4	22	30	25.000	
9 —	10	25	0	9	25.000	
13 —	17	4	32	40	»	

L'essai du 5 août donne 30 gouttes de liqueur de savon. Par conséquent, l'eau à la sortie de l'épurateur titrait encore $\frac{30 - 4}{4} = 6^{\circ} 1/2$ hydrotimétriques. C'est le maximum constaté.

Les essais des 13, 22, 24 août, 12 septembre, 2 et 7 octobre indiquent que l'eau sortant de l'épurateur est complètement débarrassée de ses sels calcaires.

Lorsque les chaudières ont été arrêtées après plusieurs mois de fonctionnement, on n'y a constaté qu'une incrustation très peu importante des tubes qu'on a enlevée facilement avec un simple racloir. Dans la caisse inférieure, le dépôt était plus considérable, mais sans consistance.

En résumé, les appareils Lemaire ont parfaitement répondu à leur but et la Direction des Charbonnages de l'Est de Liège s'en déclare très satisfaite.

