

Épuration des Gaz des Hauts-Fourneaux

PAR VOIE SÈCHE

SYSTÈME HALBERG-BETH

PAR

P. KERSTEN

Ingénieur à la Société anonyme des Aciéries Réunies
de Burbach-Eich-Dudelange.

Principe.

Le gaz brut venant des hauts-fourneaux à une température de 80° à 90°, est refroidi jusqu'aux environs de 60°. Toute la vapeur d'eau que ce gaz contenait à cette température, se sépare par condensation. Il se dépose ainsi à peu près 130 grammes d'eau par mètre cube de gaz.

Le gaz est alors réchauffé à plus ou moins 80°. A cette température, il ne contient donc plus qu'une vapeur invisible et sèche, c'est-à-dire incondensable au-dessus de 60°.

Le gaz passe ensuite au-travers de filtres en flanelle de coton serré où il abandonne les poussières dont il est chargé.

La température de 80° est nécessaire et suffisante pour éviter une condensation de vapeur par refroidissement du gaz pendant le parcours de nettoyage. De cette manière, la poussière qui se dépose sur les parois du filtre est sèche et n'adhère pas en boue sur la flanelle.

A intervalles réguliers, un système automatique nettoie les filtres, les débarrasse des poussières qui s'y accrochent.

Le gaz ainsi épuré ne referme plus que 0,003 à 0,0015 grammes de poussières par mètre cube.

Description de l'appareil.

Les gaz bruts, contenant en moyenne 6 grammes de poussières par mètres cube, lorsqu'ils sortent des conduites en zig-zag, entrent dans des *refroidisseurs* à surface. Ces appareils sont de grands cylin-

ÉPURATION, PAR VOIE SÈCHE, DES GAZ DE HAUTS-FOURNEAUX. SYSTÈME HALBERG-BETH.

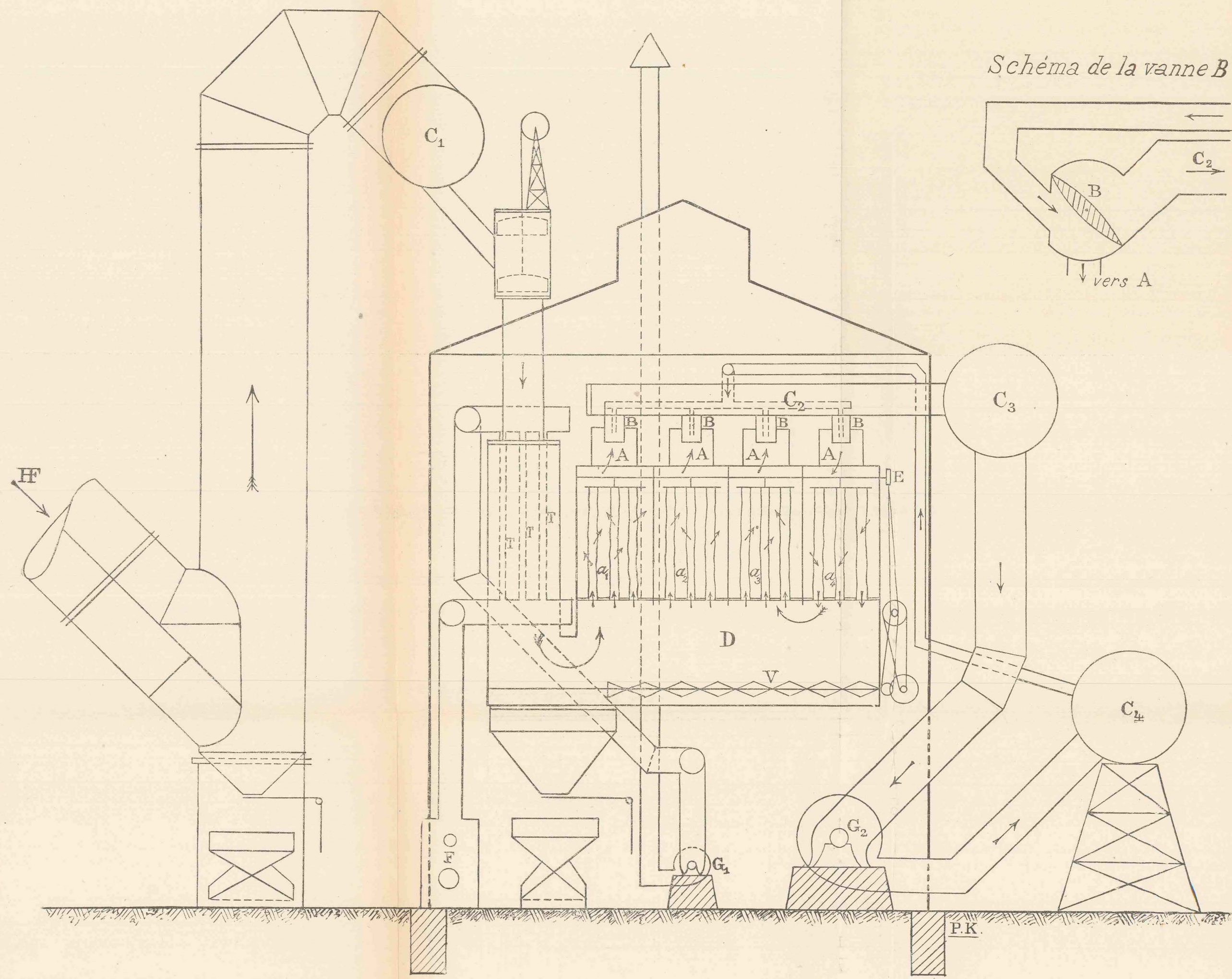
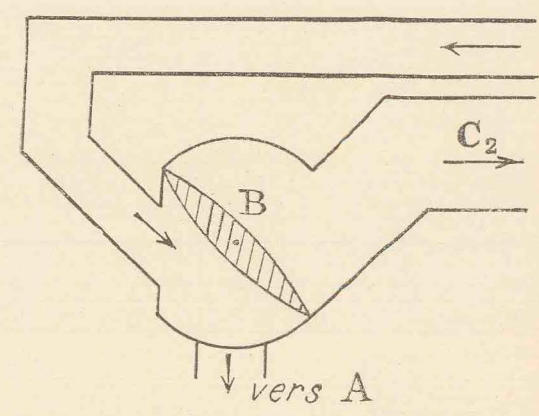


Schéma de la vanne B



dres verticaux en tôle (diamètre = 3 mètres; hauteur = 18 mètres) munis d'un système d'arrosage extérieur et intérieur. Suivant la température ambiante et l'allure du fourneau, une quantité plus ou moins grande d'eau est nécessaire pour amener le gaz à 60°. On admet en moyenne un litre d'eau par mètre cube de gaz. Dans ces refroidisseurs, il se dépose déjà, sous forme de boue, une certaine quantité de poussières, entraînée par les eaux de condensation et de refroidissement.

Parfois un refroidissement par air suffit. Le rayonnement se produit par la surface extérieure (75 %) et par effet d'un courant d'air passant dans quelques tuyaux verticaux traversant le refroidisseur (25 %).

Dans les dernières installations, on est arrivé à ce résultat en calculant les conduites venant du haut-fourneau, de façon à avoir la température nécessaire et suffisante pour le refroidisseur à air.

On y gagne l'énorme avantage de ne pas avoir de grandes quantités de boues, très difficiles à enlever.

Les gaz ascendant arrivent alors dans un collecteur C_1 qui les amène au réchauffeur T , lequel est semblable au corps tubulaire d'une chaudière. Les gaz parcourent ce réchauffeur de haut en bas, tandis que des flammes de gaz brûlées dans l'appareil F , ou de la vapeur, montent en zig-zag dans les tubulures. Si le chauffage est obtenu par la combustion de gaz, un ventilateur G_1 est nécessaire pour activer le tirage. Dans la seconde hypothèse, suivant la température des gaz arrivant devant le réchauffeur, 5 à 7 kgs de vapeur sont nécessaires pour réchauffer 1,000 mètres cubes de gaz. A la sortie, la température des gaz est augmentée de 15 à 20°.

Les gaz entrent alors dans les *chambres à filtres*.

Une chambre comporte plusieurs compartiments verticaux, A_1 , A_2 , A_3 , A_4 ; disposés en parallèle et renfermant chacun une douzaine de filtres. Chaque compartiment est coupé, à faible hauteur de sa base, par une tôle percée d'une douzaine de trous de 20 centimètres de diamètre, sur lesquels sont fixées les extrémités inférieures des filtres proprement dits. Ces filtres sont des boyaux en flanelle de coton, de 3 mètres de longueur, 20 centimètres de diamètre, et légèrement conique, vers le haut. Leur extrémité supérieure est bouchée par un disque en tôle boulonné sur une traverse capable d'un petit mouvement saccadé, provoqué par un arbre à cames, qui soulève la traverse et la laisse retomber sur ses coussinets.

Les bases de ces compartiments communiquent entr'elles par le couloir D de la chambre.

Les gaz arrivant dans un compartiment sous une pression de 50 m/m d'eau, doivent traverser ces filtres « *de l'intérieur vers l'extérieur* ». Les parties supérieures des filtres étant séparées les unes des autres, les gaz sortant des filtres, complètement débarrassés des poussières, passent par le papillon A , empruntent le canal C_2 et parviennent ainsi dans le collecteur de chambre C_3 . Ils traversent ensuite un ventilateur G_2 lequel a pour but de créer la dépression nécessaire à ce parcours. Ils arrivent alors dans un grand collecteur général C_4 puis, sont répartis dans les différents services sous une pression de 250 m/m d'eau.

Un filtre épure, suivant son état de conservation, de 100 à 125 mètres cubes de gaz par heure; il doit être renouvelé tous les 8 à 10 mois.

Nettoyage de filtres.

Les gaz bruts, en passant dans les filtres, y abandonnent toutes leurs poussières. Une partie de celles-ci tombe directement dans le fond de la chambre, une autre reste adhérente aux parois des filtres. Il faut donc de temps à autre débarrasser ces derniers de la couche plus ou moins imperméable qui nuit à leur fonctionnement.

Dans ce but, toutes les 4 minutes et pendant 20 secondes, un papillon B met un compartiment hors service. Des gaz venant du collecteur C_4 sont refoulés dans un nouveau réchauffeur (non-figuré) qui ramène leur température à 75°. Pour obtenir cette augmentation de température, 3 kgs de vapeur par 1,000 mètres cubes de gaz sont nécessaires.

Le papillon B conduit alors ces gaz en A au-dessus des filtres du compartiment mis hors service. La vanne B qui leur a donné accès en ce point, a en même temps fermé la conduite de départ vers le collecteur C_3 ; les gaz sont donc obligés de traverser les filtres *en sens inverse du mouvement d'épuration*, c'est-à-dire « *de l'extérieur vers l'intérieur* ».

En même temps la traverse de suspension des filtres est secoué par l'arbre à cames E . Les poussières sont décollées par le passage des gaz et les choes des filtres; elles se détachent et tombent dans le fond de la chambre. 8 à 10 % de gaz épuré sont nécessaires pour cette opération.

Les gaz d'épuration se trouvent ainsi dans la partie inférieure des chambres en D, où ils entrent en contact avec les gaz à épurer. Ils sont entraînés et passent dans un compartiment voisin où ils se débarrassent à nouveau des poussières qu'ils ont accumulées pendant le parcours du nettoyage.

Le fond des chambres où les poussières se déposent, est formé par une rigole dont l'axe est occupé par une vis de transport V qui amène les poussières dans un petit silo et de là, à la vidange.

Tous ces mouvements sont provoqués automatiquement par des organes simples et robustes.

Exemples d'installations.

1^o Installation d'une capacité de 180.000 mètres cubes à l'heure.

Cette installation comprend 6 refroidisseurs de 19 mètres de hauteur et de 3 mètres de diamètre, 6 groupes de chambres à filtres; chaque groupe comportant 20 compartiments de 12 filtres.

4 ventilateurs de 75 HP. aspirant le gaz à épurer.

2 ventilateurs de 60 HP. aspirant le tirage des foyers des rechauffeurs.

2 moteurs de 50 HP. actionnant la partie mécanique: vis de transport et arbres à cames.

Le personnel se compose, à chacun des 3 postes, de: un chef-machiniste et 3 machinistes; au premier poste, il y a, en plus, 2 nettoyeurs.

2^o Installation de 20.000 mètres cubes à l'heure.

Elle comprend 8 doubles chambres à 12 filtres, soit donc $8 \times 2 \times 12 = 192$ filtres.

Les moteurs de ventilateurs développent une puissance de 80 HP. La partie mécanique demande 7 HP.

Avantages du procédé.

- A) Suppression complète des grandes quantités d'eau de refroidissement, ainsi que des bassins de décantation et des boues.
- B) Suppression des pompes et des grands réservoirs d'eau.
- C) Economies d'emplacement, les installations se construisant en hauteur.

- D) Economie de force motrice (par 1.000 mètres cubes de gaz par heure on consomme au maximum 2 à 3 HP.)
- E) Supériorité du degré d'épuration (0,002 grm. par mètre cube).
- F) Amélioration du rendement des cowpers et des chaudières, économie de coke au fourneau. Les machines soufflantes ne se grippent jamais et ne s'encrassent que très peu.
- G) Economie totale des frais de marche, d'entretien et d'amortissement; 50 % des frais qu'entraînent les anciens systèmes.
- H) Service simple et automatique, économie de personnel.

Calcul du prix de revient pour une installation de 36.000 M³/H.

ANNÉE 1914.

I. Frais d'installation.

a) Refroidisseurs, radiateurs, filtres, ventilateurs, charpentes, etc...	fr. 120.000
b) Moteurs électriques.	8.750
c) Fondations, constructions et montages.	12.000
TOTAL	fr. 143.750

II. Frais annuel d'exploitation.

A) Amortissement (10 %) et intérêts (5 %).	fr. 21.450
B) Force motrice.	17.940
C) Main d'œuvre (2 hommes).	4.087
D) Sacs à filtrer.	3.978
E) Graissage, éclairage, etc...	2.496
F) Réparation et entretiens.	2.106
G) Enlèvement des poussières.	1.872
H) Réchauffage par gaz brûlés ou vapeur.	936

Total par an fr. 54.865

Gaz traité = $36.000 \times 24 \times 360 = 312.000.000$ M³ par année.
 Frais d'épuration par 1.000 M³:
 $5.486.500 : 312.000 = 17,58$ centimes.

**Tableau comparatif des prix de revient pour divers procédés
d'épuration de gaz de H. F. par 1.000 mètres cubes.**

	Secondaire	Primaire		Secondaire
	Ep : Haiberg	Ep : Feld	Ep : Zschoke	Ep : Theisen
HP. moyens	2,5 HP.	2,77 HP.	5 HP.	12,5 HP.
a) Amortissement et intérêts	6,875 cent.	5,750 cent.	5,000 cent.	9,375 cent.
a) 10 % + 5 %				
b) Force motrice.	5,750 »	6,375 »	11,500 »	28,750 »
c) Main-d'œuvre	1,310 »	1,310 »	1,310 »	2,500 »
d) Sacs à filtrer.	1,275 »	0,000 »	0,000 »	0,000 »
e) Graissage et éclairage	0,800 »	0,800 »	0,625 »	1,250 »
f) Réparation et entretien	0,675 »	0,800 »	0,625 »	1,250 »
g) Enlèvement des poussières	0,600 »	0,000 »	0,000 »	0,000 »
h) Réchauffage par gaz ou Vp	0,300 »	0,000 »	0,000 »	0,000 »
j) Consommation d'eau	0,000 »	2,500 »	3,125 »	4,375 »
k) Décantation des boues.	0,000 »	3,750 »	4,375 »	4,375 »
Total	17,580 cent.	21,28 cent.	26,56 cent.	51,87 cent.

**Economies annuelles pour une installation par voie sèche de
36.000 M³ / H.**

I) Par rapport à l'épuration Feld :

$$(21,28 - 17,58) \times 312.000 = 11.544 \text{ francs.}$$

II) Par rapport à l'épuration Zschoke :

$$(26,56 - 17,58) \times 312.000 = 28.017 \text{ francs}$$

III) Par rapport à l'épuration Theisen :

$$(51,87 - 17,58) \times 312.000 = 106.983 \text{ francs.}$$