

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

USINES METALLURGIQUES

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. M. DELBROUCK

Ingénieur en chef-directeur du 9^{me} arrondissement des Mines, à Liège.

SUR LES TRAVAUX DU 1^{er} SEMESTRE 1925.

Société anonyme John Cockerill à Seraing

Appareils de fermeture des Hauts Fourneaux.

M. l'Ingénieur principal Massin m'a fait parvenir la note suivante :

« Dernièrement, un accident mortel par asphyxie est survenu à la plate-forme des gueulards du premier groupe de hauts fourneaux de la Société Cockerill, à Seraing.

Le chargement de ces hauts fourneaux se fait au moyen d'un monoraïl dont les bennes sont conduites et déversées au gueulard par des ouvriers.

Le gueulard des fourneaux est pourvu d'une fermeture par double cloche. Soulevée, la cloche inférieure, logée dans le gueulard, ferme celui-ci pendant le déversement des bennes et retient la charge avant son introduction dans le haut fourneau. Soulevée, la cloche supérieure, qui surmonte le gueulard, permet le déversement des bennes à la partie supérieure de celui-ci; elle doit être descendue pour fermer le gueulard au moment de la descente de la cloche inférieure pour l'introduction de la charge.

L'accident dont il s'agit est résulté du fait que les manœuvres des deux cloches étaient indépendantes et qu'ainsi ces cloches se sont trouvées simultanément dans la position d'ouverture (cloche inférieure descendue et cloche supérieure levée), ce qui a donné lieu à une fuite de gaz importante.

Pour éviter le retour de semblable accident, la Société Cockerill a muni chacun de ces fourneaux d'un dispositif établissant une

solidarité dans la manœuvre des deux cloches, de telle sorte que l'une d'elles ne peut être manœuvrée que si l'autre se trouve dans la position de fermeture complète et demeure dans cette position.

Il m'a paru intéressant de signaler ce dispositif d'ailleurs assez simple, que je décrirai succinctement.

Chaque cloche est suspendue à l'une des extrémités d'un balancier dont l'autre extrémité est reliée à un treuil à deux brins actionné par un moteur électrique commandé par un controller unique formant rhéostat et appareil de changement de marche. Les cloches sont équilibrées et munies de freins qui les immobilisent quand le courant est coupé sur les moteurs. Ceux-ci doivent donc toujours intervenir pour manœuvrer les cloches dans un sens ou dans l'autre.

L'une des extrémités de chacun des balanciers porte une came, qui, lorsque le balancier arrive à fond de course, — ce qui correspond à la position de fermeture de la cloche qu'il commande, — établit un contact électrique fermant le circuit du moteur actionnant l'autre cloche, circuit qui était ouvert jusqu'à ce moment. Ce contact ne dure que tant que ledit balancier est à fond de course; il cesse dès que celui-ci se met en mouvement.

On comprend aisément le fonctionnement du système.

Supposons la cloche inférieure fermée, ce qui est sa position normale, puisque l'introduction de la charge dans le fourneau ne dure que quelques instants; la cloche supérieure est relevée, donc ouverte, pour permettre le déversement des bennes.

Tant que la cloche supérieure n'est pas descendue à fond et ne ferme ainsi le gueulard, le circuit du moteur de la cloche inférieure est ouvert et la manœuvre de celle-ci impossible. Quand la cloche supérieure est fermée, la cloche inférieure peut être ouverte; mais, dès que ce mouvement est commencé, la manœuvre de la cloche supérieure est devenue impossible, ce qui subsistera tant que la cloche inférieure ne sera pas relevée à fond, donc fermée.

Le cas peut se présenter, par exemple à la suite d'ancrage des charges, où les deux cloches doivent être maintenues ouvertes en même temps pour permettre l'accès à l'intérieur. Un dispositif spécial permet alors de supprimer l'enclenchement des deux cloches. Ce dispositif est placé dans une boîte scellée que, seul, le surveillant des fourneaux peut ouvrir en rompant le scellé et ce

après avoir fait couper le vent sur le fourneau avarié et fait isoler celui-ci de la conduite générale de gaz. La boîte ne peut être scellée à nouveau qu'à l'intervention du chef de fabrication auquel toute rupture du scellé doit être signalée.

Le dispositif d'enclenchement qui vient d'être décrit fonctionne à la satisfaction de l'usine, ce dont j'ai pu me rendre compte lors d'une visite faite à cette division. »

USINES METALLURGIQUES

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. J. VRANCKEN

Ingénieur en chef-Directeur du 10^{me} arrondissement des Mines, à Hasselt.

SUR LES TRAVAUX DU 1^{er} SEMESTRE 1925.

Société métallurgique d'Hoboken.

Emploi du procédé Cottrell pour la précipitation électrique des poussières des gaz et des fumées.

La Société Générale Métallurgique d'Hoboken, à son usine d'Hoboken, et la Compagnie des Métaux Overpelt-Lommel, à son usine d'Overpelt, sont, je pense, les seules qui jusqu'à présent aient, en Belgique, la première adopté, la seconde essayé le procédé Cottrell pour la précipitation électrique des poussières mélangées aux gaz provenant des fours métallurgiques.

Les résultats obtenus ne sont pas concordants et il était intéressant de les connaître et d'analyser les causes qui ont motivé le succès d'un côté et un insuccès de l'autre.

M. l'Ingénieur Meyers a pu, à cet égard, obtenir quelques renseignements dont j'extrais ce qui suit :

La genèse et la théorie du procédé ont été très clairement exposées par M. l'Ingénieur Isaac dans le bulletin de mars 1923 de la Fédération des Industries Chimiques de Belgique. Dans les publications du Congrès Scientifique International organisé en juin 1922 par l'Association des Ingénieurs de Liège, a paru le fruit des études spécialement entreprises aux Etats-Unis sur le même objet, par M. Jules Raick.

M. Isaac expose comme suit le principe de l'appareil :

« Un appareil de précipitation électrique se compose en principe d'un cylindre conducteur creux, généralement mis à la terre, dans

l'axe duquel pend un fil, relié à une source électrique à potentiel élevé. Le courant de gaz ou de fumées à épurer circule de bas en haut. Les poussières sont projetées du fil vers le cylindre où elles se précipitent.

M. Saget donne de ce phénomène l'explication que voici :

Sous l'influence du gradient de potentiel élevé qui entoure le fil central, il se produit une ionisation des molécules gazeuses; les ions ainsi formés se déposent sur les poussières voisines auxquelles ils abandonnent leurs charges. Sous l'influence du champ électrique puissant qui existe entre le fil central et le cylindre concentrique, les particules chargées d'une certaine quantité d'électricité sont soumises à une force qui tend à les diriger vers le cylindre à une certaine vitesse. Si cette dernière est suffisante, la particule touchera la paroi avant que la tranche du courant gazeux qui la contient soit sortie du cylindre. A ce moment, la charge d'électricité de la poussière sera neutralisée par le potentiel du cylindre et cette fine particule restera légèrement adhérente, n'étant plus entraînée par le courant gazeux qui, en raison du frottement, possède le long des parois du cylindre une vitesse sensiblement nulle. »

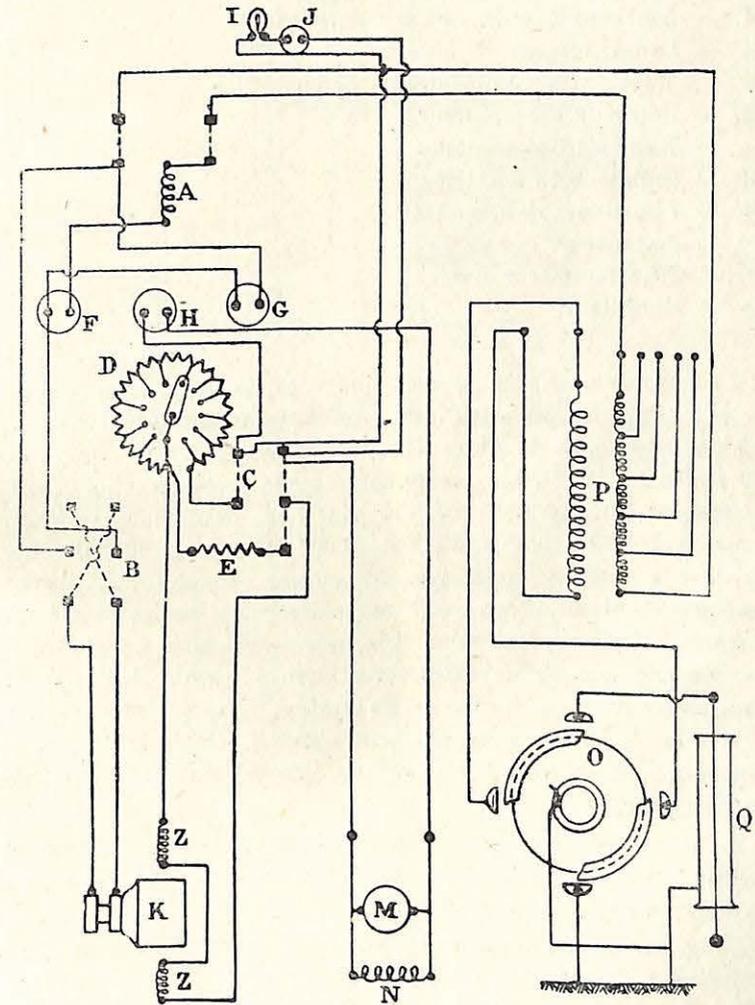
A l'usine d'Hoboken, l'appareil Cottrel fut mis à l'essai pour remplacer des chambres d'épuration recueillant par an environ 550 tonnes de poussières provenant d'un haut fourneau à plomb, d'un four basculant pour cuivre noir, de fours à réverbère pour le raffinage du plomb et de fours à coupelles. Ces poussières contiennent du plomb, du cuivre, de l'argent, de l'arsenic, du zinc et du cadmium. On estime qu'un mètre cube de gaz de cheminée en contient 2 à 3 grammes. Le système des chambres ne permettait la récupération que de 36 pour cent environ de la matière.

Pour son installation, la Société de Hoboken s'est adressée à la firme concessionnaire A. L. Stinville, à Paris. L'appareil dépoussiéreur devait être capable de traiter à la seconde 20 mètres cubes de gaz, à la température d'environ 70 degrés.

Les croquis ci-joints donnent schématiquement, d'une part, la disposition de la station de production et de transformation du courant électrique; d'autre part, celle de l'appareil dépoussiéreur proprement dit. Une photographie de ce dernier est également jointe. La légende ci-après accompagne le schéma de l'installation électrique (voir croquis 1):

APPAREIL COTTRELL

Schéma général d'un groupe }
 Alternateur.
 Transformateur.
 Redresseur.



CROQUIS 1.

- A. — Disjoncteur bipolaire à maxima.
- B. — Interrupteur inverseur de courant alternatif.
- C. — Rhéostat d'excitation.
- D. — Résistance de décharge.
- F. — Ampèremètre du courant alternatif.
- G. — Voltmètre du courant alternatif.
- H. — Ampèremètre du courant d'excitation.
- I. — Lampe témoin.
- J. — Coupe-circuit unipolaire de la lampe.
- K. — Rotor de l'alternateur.
- L. — Stator de l'alternateur.
- M. — Induit de l'excitatrice.
- N. — Inducteurs de l'excitatrice.
- O. — Redresseur.
- P. — Transformateur statique.
- Q. — Epurateur.

Le courant alternatif triphasé fourni par la centrale de l'usine, à la tension de 330 volts, alimente un moteur asynchrone de 14 kw. actionnant un alternateur monophasé K de 220 volts et de 40 ampères. Le courant monophasé obtenu passe dans un transformateur P de 10 à 15 kw. qui peut faire passer la tension du courant de 220 à 50.000, 62.500, 75.000, 87.500 et 100.000 volts, suivant le mode de connection du courant primaire. Le courant secondaire obtenu est envoyé à un redresseur à disque O calé sur l'arbre de l'alternateur pour être en synchronisme avec celui-ci. Le courant secondaire redressé est envoyé ensuite à l'appareil dépoussiéreur Q; ce courant est de l'ordre de 52 milliampères pour la tension de 50.000 volts. On peut régler à volonté la tension et l'intensité du courant secondaire en agissant sur l'excitation de l'alternateur.

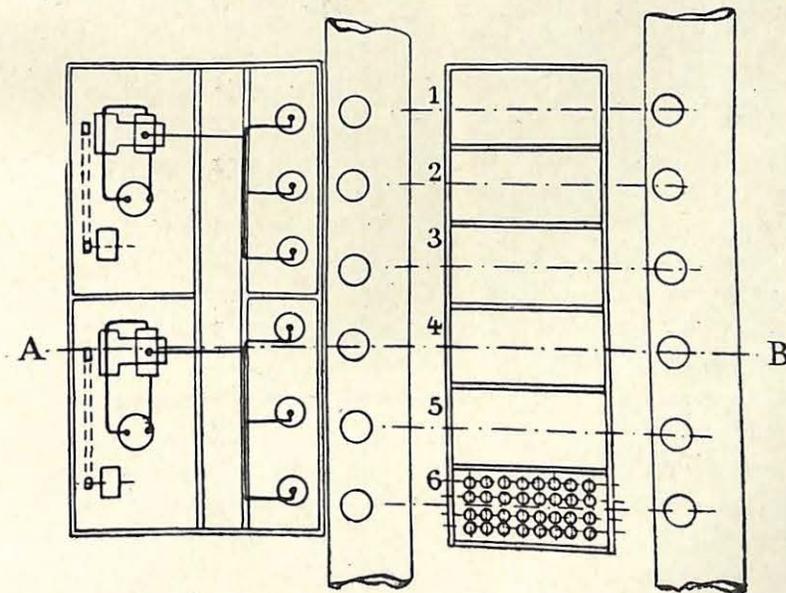
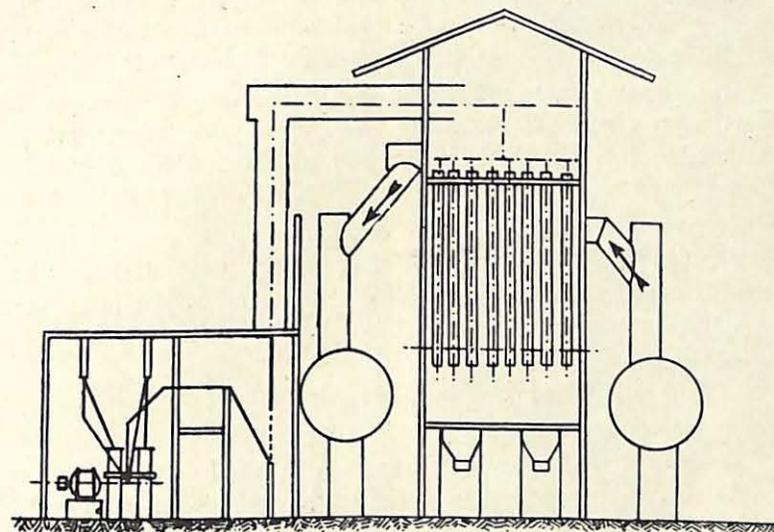
Le redresseur O se compose d'un croisillon fixe et d'un disque mobile construits en bakélite. Le croisillon a quatre bras munis de secteurs en laiton à ses extrémités.

Deux bras opposés sont reliés au transformateur statique P, le troisième à l'électrode négative de l'épurateur Q et le quatrième à la terre. Le disque mobile est muni de 2 secteurs en laiton.

La rotation du disque amène périodiquement les secteurs mobiles en présence des secteurs fixes. La distance entre eux, de

APPAREIL COTTRELL

Coupe en élévation suivant A B.



Vue en plan.

CROQUIS 2. — Echelle 1/200

1 à 2 millimètres, est franchie par le courant alternatif à haute tension sous forme d'arc ou étincelle.

L'appareil dépoussiéreur est divisé en six compartiments comprenant chacun 32 tubes en fer étiré de 0^m,30 de diamètre et de 4^m,80 de haut. Ces tubes sont disposés en séries de huit.

Le courant à haute tension, venant du redresseur, arrive par la partie supérieure de l'appareil à une grille fixe à laquelle est suspendue une grille mobile soutenant les fils de 2 millimètres de diamètre en nickel chromé.

Le courant se répartit entre les différents tubes par l'intermédiaire de ces fils exactement centrés suivant l'axe des tubes et tendus au moyen de poids; ceux-ci sont maintenus en place par un troisième grille inférieure reliée à la charpente par l'intermédiaire de tiges en verre.

Le courant électrique retourne au redresseur par l'intermédiaire de la terre.

Le courant gazeux est amené par une grande canalisation horizontale. Il se subdivise et s'élève par des conduites verticales de 800 millimètres de diamètre. Chaque courant partiel débouche, dans le compartiment correspondant, à peu près aux deux tiers de la hauteur des tubes, descend dans l'espace libre entre ceux-ci, puis remonte, à l'intérieur des tubes, à la partie supérieure de l'appareil, reliée au canal de départ des gaz (voir croquis 2).

Des marteaux en fer, mûs par des pompes à air comprimé, permettent de produire périodiquement des vibrations dans les tubes pour en détacher les poussières qui s'y sont accumulées.

La grille suspendue à la partie supérieure de chaque compartiment est rendue mobile par une came, ce qui permet de donner aux fils distributeurs du courant de légers chocs pour les débarrasser des poussières qui y adhèrent.

Les poussières tombent dans douze trémies placées sous l'appareil.

Des mesures spéciales de protection sont prises pour écarter le danger d'électrocution, tant à la station de transformation qu'au dépoussiéreur.

A la cabine, toutes les manœuvres et la surveillance des machines s'effectuent d'un couloir complètement séparé, protégé par un treillis en fer relié efficacement à la terre.

Le réglage de la haute tension et celui du courant se font au tableau à basse tension de l'installation; ce tableau lui-même est mis à la terre.

En travers des quatre portes donnant accès, du couloir, vers les parties à haute tension, sont suspendus des dispositifs de protection consistant en des bâtons isolants, en bakelite, terminés par des crochets en fer; ces derniers sont reliés à la terre par un fil isolé d'une longueur suffisante pour permettre d'atteindre les conducteurs sous tension. La disposition de ces bâtons dans le passage même des portes, force le personnel à s'en servir.

Au Cottrell, les mêmes dispositifs de protection, à bâtons isolants et crochets mis à la terre, sont suspendus en travers des six portes grillagées, donnant accès aux six compartiments de l'appareil. Ces derniers sont séparés entre eux par du treillis, ce qui permet d'effectuer sans danger les travaux de réparation dans un compartiment, alors que les autres restent sous tension.

Toutes les ferrures de l'installation sont également reliées à la terre. Les conducteurs traversent les toitures dans des tubes en quartz.

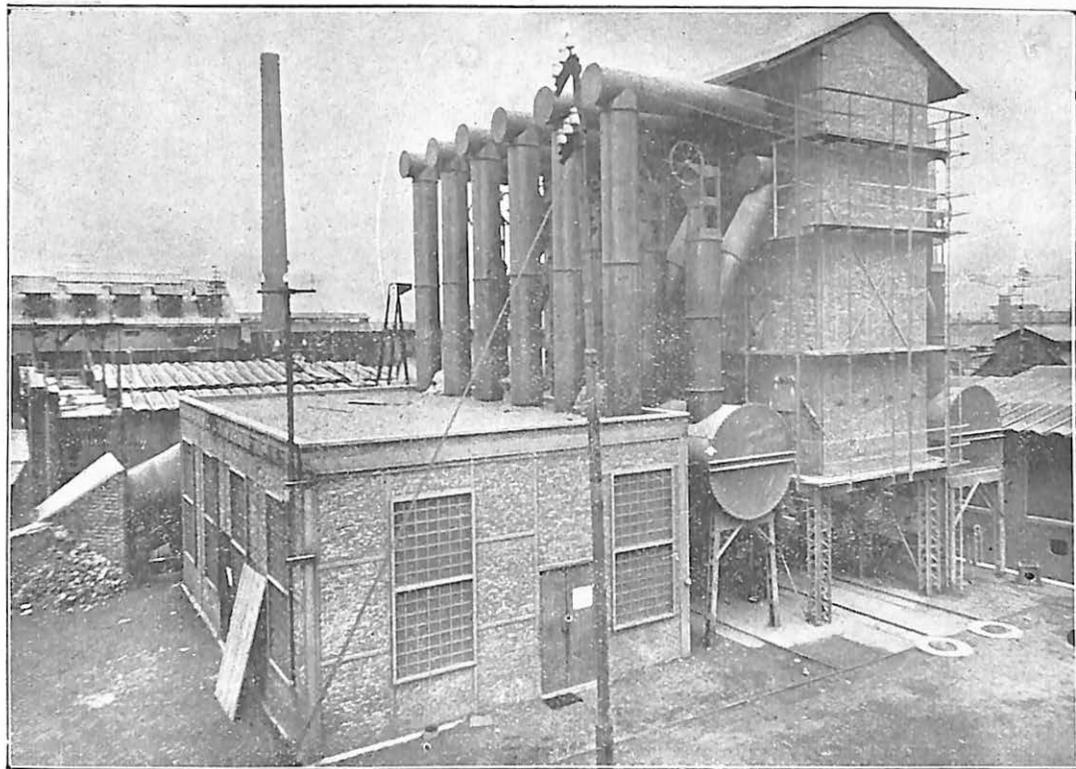
Le personnel occupé comprend, par poste de huit heures, un électricien pour l'entretien et la surveillance des machines et deux hommes pour le nettoyage des trémies, chocs à donner aux tubes et aux fils, etc.

La consommation de courant s'élève en moyenne à 9.000 kw. par mois, pour un débit de 20 à 25 mètres cubes de gaz par seconde.

L'installation, y compris les redevances pour brevet, a coûté 850.000 francs. Les frais d'entretien sont relativement faibles.

Les données fournies ne suffisent pas pour établir le prix de revient et le rendement économique exacts de l'opération.

Les résultats obtenus sont considérés comme très satisfaisants. Non seulement, le pourcentage de récupération d'un produit de valeur qui, à l'aide des chambres de récupération, ne dépassait pas 36 pour cent, a pu être plus que doublé, mais on y trouve l'avantage indirect de ne répandre dans l'atmosphère qu'une quantité moitié moindre de produits toxiques. En outre, la récupération à l'aide de l'appareil Cottrell est continue et régulière, tandis que le nettoyage annuel des chambres de condensation nécessite un arrêt des appareils producteurs de gaz et que les



dépôts encombrant les chambres en diminuant progressivement le volume et le pouvoir dépoussiérant.

La composition moyenne des poussières récupérées est la suivante :

Eau	17,20 p. c.
Plomb	48,05 »
Arsenic	14,00 »
Cuivre	0,58 »
Antimoine	0,85 »
Étain	0,02 »
Zinc	4,00 »
Soufre	5,30 »
SO ₂	10,00 »
Argent	70 grammes par tonne.

Les quantités recueillies par jour varient de une et demie à trois tonnes. Il a été reconnu qu'une des conditions essentielles pour le bon résultat de l'opération était le refroidissement des gaz à la température de 70 degrés et leur humidification à un degré hygrométrique de 30 à 40 pour cent. On a également pu vérifier le fait déjà connu que le rendement des gaz acides était supérieur à celui des gaz basiques.

Les essais tentés à Overpelt pour la récupération des poussières provenant de la distillation du zinc ont été entrepris par la Société des Purifications de Gaz de Paris.

Un appareil en réduction, capable de traiter la vingtième partie des gaz provenant d'un four à zinc fut essayé pendant une durée de six semaines en 1923. Les gaz étaient aspirés par un ventilateur spécial et la tension jugée la plus favorable était de 40,000 volts. L'appareil fonctionna très irrégulièrement.

Malgré ces premiers résultats peu encourageants, la Société d'Overpelt-Lommel s'est décidée, en 1924, à faire, en plus grand, l'essai de récupération des fumées d'un four à zinc, à l'aide d'un élément Cottrell de 32 tubes de 0^m,25 de diamètre. Cette installation, dont le coût fut de 60,000 francs, devait être capable de condenser des gaz provenant de la moitié d'un four à 144 creusets. **Le volume de gaz aspiré par seconde était de 2 mètres cubes 200.**

La proportion de poussières contenues dans les gaz varie considérablement suivant le stade de la fabrication : pendant la distil-

lation du métal, elle n'est que de 0,160 gr. par mètre cube, tandis que pendant l'opération du décrassage, elle atteint 2,450 gr. La moyenne en 24 heures est de 0,800 gr. par mètre cube, ce qui correspond à un poids total de 57 kgr. Les quantités de poussières recueillies correspondaient à un rendement de 35 à 40 pour cent.

Ces poussières avaient la composition suivante :

Zinc	61 à 63	%	} à l'état d'oxydes.
Plomb	7 à 10	»	
Cadmium	0,55 à 2	»	
Oxyde de fer	0,90 à 1,4	»	
Silice	0,35 à 0,55	»	
Soufre	1,15 à 1,35	»	
Chlore	1,35 à 1,85	»	
Carbone	1,40 à 3	»	

La densité de ces poussières n'était que de 0,130. Vu leur extrême légèreté, il n'est pas possible de les faire repasser au four à zinc. Des essais d'agglomération n'ont pas réussi.

Dans le but d'améliorer le rendement, on a réalisé l'humidification des poussières à l'aide d'une pompe multicellulaire fournissant l'eau pulvérisée à la pression de 5 atmosphères. Les résultats ne furent guère plus satisfaisants.

Ici encore, on constata que la température des gaz joue un rôle essentiel et que l'extrême limite ne doit pas dépasser 200 degrés.

A moins que de graves erreurs n'aient été commises dans la mise au point du procédé, ce qui ne paraît cependant pas être le cas, il ne semble donc pas qu'une installation aussi coûteuse soit pratiquement applicable aux fours à zinc.

L'appareil a été installé à la division du plomb, à la suite des tours de précipitation de poussières, dont le rendement était déjà très satisfaisant (87 p. c.). On comptait, à l'aide du système Cottrell, récupérer le surplus. Il n'en a rien été.

On espère que les résultats seront meilleurs à l'usine à arsénic, où l'on est occupé à l'installation de l'appareil.