

Foyers à Chargement mécanique

« UNDERFEED STOKERS »



Pour Chaudières à vapeur -- Fours métallurgiques -- Foyers industriels

E.-B. Motchkiss,

Ingénieur, 2, rue Lebeau

BRUXELLES

M. 54 11

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

FOYERS A CHARGEMENT MÉCANIQUE

Repro het MOT, Grimbergen

« UNDERFEED STOKERS »

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

1962 (1)

INTRODUCTION

Les industriels et les ingénieurs comprennent aujourd'hui qu'ils doivent améliorer l'exploitation des chaufferies et des foyers industriels : cette question si importante avait été négligée jusqu'ici, tandis que les chaudières, les moteurs à vapeur, les économiseurs, étudiés fiévreusement, tendaient vers leurs limites de perfectionnement.

C'est précisément cette amélioration que nous indiquons dans cette brochure, et que nous sommes à même de réaliser, grâce au chargeur mécanique, dit Underfeed Stoker, combiné au tirage mécanique de la Compagnie Sturtevant de Bruxelles.

Avec l'aide d'industriels, d'ingénieurs, de mécaniciens et de chauffeurs belges, M. Hotchkiss a perfectionné la disposition du foyer à chargement mécanique, et aujourd'hui des expériences ont pleinement démontré le succès de notre appareil : le maniement des chaufferies est maintenant aussi facile et aussi perfectionné que peut l'être celui des moteurs à vapeur.

Ceux parmi les Belges qui se sont tenus au courant des expériences faites dans notre pays avec les différents chargeurs mécaniques, et qui connaissent les difficultés que nous avons dû surmonter, difficultés dues à la nature des charbons indigènes, sauront apprécier l'importance de la tâche réalisée.

Ce n'est qu'en 1903, après avoir étudié la question des chaufferies et des divers systèmes de chargeurs et de tirage mécanique, employés à l'étranger, que M. Hotchkiss a vu dans les principes de construction et de fonctionnement des appareils des firmes citées ci-dessus, le moyen d'améliorer en Belgique, le rendement des divers foyers industriels.

Au début, cependant, bien que les principes fussent bons, il a fallu faire des modifications pour adapter l'Underfeed Stoker aux charbons belges, et obtenir des résultats comparables à ceux réalisés dans les autres pays.

Aujourd'hui le chargeur mécanique « Underfeed Stoker » s'impose aux industriels et aux ingénieurs qui les avaient installés, à titre d'essai, dans leurs usines.

Nous sommes prêts à donner des garanties formelles et avantageuses, à faire des études et des devis, le tout à titre gracieux et sans aucun engagement pour les industriels.

Nous pouvons donner des références de premier ordre.

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT, Grimbergen

Repro het MOT,² Grimbergen

FOYERS A CHARGEMENT A LA MAIN ET A TIRAGE NATUREL

Ce mode de travail est **défectueux** ;

En effet, lors du rechargement d'un feu :

1° **Perte de calorique à la cheminée.** L'air froid s'engouffre dans le foyer où existe une dépression, s'y chauffe et s'en va, non complètement refroidi à la cheminée.

2° **Fatigue du métal et des joints des tubes.** Les parois de la chaudière, soustraites au rayonnement, se contractent brusquement, agissant énergiquement sur les joints.

3° **La production de la vapeur est défectueuse.** Le rayonnement de la masse en ignition qui joue un si grand rôle dans la surface de chauffe diminue ainsi subitement et agit par à-coups.

4° **Production de fumées.** Le charbon frais jeté sur le feu distille brusquement.

5° **Combustion incomplète.** Ces gaz combustibles produits tout-à-coup en grande quantité ne trouvent pas suffisamment d'air pour être brûlés et passent à la cheminée après avoir été chauffés.

6° **Le foyer se refroidit pendant les décrassages qui sont trop lents.** De plus, ils sont difficiles, incomplets ; pendant leur durée, la production de vapeur se ralentit considérablement, la pression baisse et les moteurs marchent dans de mauvaises conditions.

7° **Le réglage de l'air passant à travers la grille est très difficile :** Il en passe toujours beaucoup trop. Tous ces défauts sont indépendants du jugement, de l'habileté et de l'attention

du chauffeur. Et cependant dans la pratique, le rendement de la chaudière dépend avant tout du chauffeur.

C'est ce qu'a prouvé le remarquable concours de chauffe organisé par le Syndicat des Charbonnages Liégeois à l'Exposition de Liège. Ce concours établi dans des conditions particulièrement minutieuses, dirigé par des techniciens expérimentés, et qui n'a mis en présence que des hommes capables était divisé en deux séries.

Dans les essais de la première série, auxquels participaient 80 concurrents, l'écart entre le premier et le dernier a été jusqu'à 35 p. c. du poids de charbon utilisé.

Dans les essais de la deuxième série auxquels participaient les 30 concurrents classés premiers à la première série, un écart de 15 p. c. a encore été constaté.

Et cela dans un concours ! Que se passe-t-il donc dans la pratique de tous les jours ?

Manque d'élasticité dans la production de la vapeur. Si le tirage est naturel, et si une surcharge survient, le chauffeur forcé d'augmenter la dépression et en particulier la dépression au-dessus de la grille, ne pourra avoir recours qu'aux deux moyens suivants : ou perdre des gaz plus chauds à la cheminée, ce qui n'est pas économique ; ou diminuer la résistance de la couche de charbon au-dessus de la grille en décrassant au moyen du ringard, et en chargeant souvent et peu à la fois ; mais il ne peut le faire qu'en ouvrant les portes du foyer, donc en refroidissant son feu. De plus, la diminution de la résistance ne pouvant diminuer que relativement peu, il ne pourra vaincre économiquement une surcharge importante.

Le chargeur mécanique « Underfeed Stoker » a éliminé tous ces défauts : son succès est donc certain.

PRINCIPE ET AVANTAGES

DE L'„ UNDERFEED STOKER „

Alimentation continue et rationnelle. Le charbon frais nécessaire à la combustion est fourni d'une façon continue, *au-dessous du niveau du feu*, et poussé *lentement*, par un mécanisme simple et pratique décrit plus loin.

Fumivorité. Les gaz hydrocarbonés distillent lentement et brûlent complètement; la fumivorité est donc assurée, parce que cette méthode est rationnelle, contrairement à celle du chauffage à la main, qui consiste à introduire le charbon frais en relativement grandes quantités à la fois au-dessus du feu.

Plus de refroidissements. Les portes du foyer ne sont plus ouvertes; la pression sous la grille est d'ailleurs telle qu'au-dessus de la grille, il y a à peu près la pression atmosphérique; les rentrées d'air sont donc minimales; le décrassage peut se faire assez rapidement pour éviter toute chute de pression: si un coup de ringard est nécessaire, il peut se donner à travers un petit regard.

Production intensive de vapeur. Le feu est toujours d'un blanc éblouissant, le rayonnement intensif et constant; le métal de la chaudière n'a plus de ces contractions ni de ces dilatations qui le fatiguent, et qui fatiguent les joints des chaudières tubulaires. De plus, la puissance de vaporisation de la chaudière est considérablement augmentée.

Elasticité dans la production de la vapeur L'Underfeed Stoker étant toujours combiné avec

le tirage mécanique, et la quantité de charbon amenée au foyer pouvant varier entre de larges limites, le volume d'air peut être réglé facilement pour brûler le combustible sur la grille avec un minimum de pertes et sa pression pour vaincre la résistance de la couche de charbon.

Emploi de combustibles de mauvaise qualité. Grâce au tirage forcé et à la construction spéciale de notre foyer, on peut utiliser avec un rendement relativement aussi élevé que celui obtenu avec les charbons de meilleure qualité, des combustibles de peu de valeur et qui seraient inutilisables avec le tirage naturel.

Cet avantage très important est surtout à considérer quand le charbon est cher comme aujourd'hui.

Ajoutons encore que dans les cas de tirage artificiel, les gaz perdus à la cheminée peuvent être plus refroidis que dans le cas de tirage naturel, (en ajoutant plusieurs sections d'économiseurs) ce qui permet une récupération plus importante de calories.

De plus, la cheminée aura seulement la hauteur que lui imposent les règlements locaux. Dans la plupart des installations, il sera même permis de supprimer les cheminées en briques et de les remplacer par des cheminées en tôle dépassant simplement le toit du bâtiment.

Il y aura encore là une économie très sensible sur les frais de premier établissement.

Les garanties générales que nous donnons pour toutes les installations sans aucune étude préalable sont les suivantes :

1° De brûler des qualités de charbon plus différentes et plus nombreuses que celles qu'on peut brûler par le chauffage à la main, qu'ils soient de provenance belge, française, anglaise ou allemande : poussières, fines, menu, tout venant, braisettes, etc., et aussi schlamms, déchets et poussières de coke ;

2° D'augmenter la puissance de vaporisation des chaudières de 20 à 60 p. c. au-dessus de celle qu'on peut atteindre économiquement par le chauffage à la main ;

3° D'augmenter le rendement calorifique d'au moins 5 p. c. au-dessus de celui par chauffage à la main, sous condition de marche normale et régulière, par les chauffeurs de l'usine, et avec débit de vapeur, qualité et quantités de charbon égaux ;

4° De maintenir plus facilement le débit et la pression de vapeur en cas de demandes variables et subites du service ;

5° Fumivorité presque complète, même en brûlant les charbons les plus gras. Réduction à presque néant de la sortie des poussières et de la suie par la cheminée ;

6° Que les frais d'entretien et de remplacement des pièces exposées au feu ne dépasseront pas sensiblement les frais correspondants pour des grilles ordinaires, eu égard aux quantités de charbon brûlées et au rendement en vapeur pendant des périodes comparatives déterminées ;

7° Que la force absorbée en vapeur par les chargeurs et le ventilateur ensemble ne dépassera pas $1 \frac{3}{4}$ p. c. du rendement du groupe des chaudières.

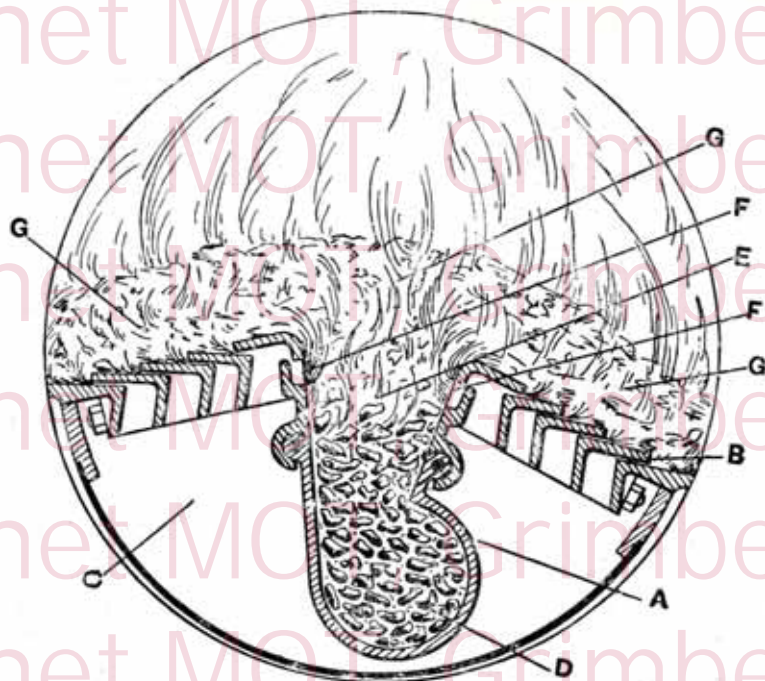


FIG. I.

SECTION DU CHARGEUR CLASSE « B », POUR CHAUDIÈRES A FOYERS INTÉRIEURS,
— PETITES CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES ET FOYERS INDUSTRIELS

MÉTHODE DE FONCTIONNEMENT DU FOYER UNDERFEED

La figure 1 montre le schéma d'un foyer pour chaudière à foyer intérieur classe « B ».

A est une auge en fonte à la partie inférieure de laquelle tourne une vis sans fin qui transporte le charbon; *B* montre les grilles en gradins; *C* la boîte à vent; *D* le charbon frais qui poussé graduellement, entre en combustion au point *E*, où il rencontre l'air arrivant par les tuyères *F* et *F'*. Là, le charbon dégage ses matières volatiles, lesquelles ne pouvant s'échapper qu'en traversant la couche de charbon incandescent, sont complètement consumées sans dégager de fumée, tandis que la combustion du carbone fixe, contenu dans le charbon, est complétée par l'air introduit à travers les barreaux *B*.

Le résultat de cette méthode est de maintenir continuellement la surface du feu claire et brillante, ce qui, non seulement procure le maximum d'évaporation, mais aussi, en chauffant graduellement le charbon frais qui arrive par en-dessous, oblige ce dernier à dégager ses gaz combustibles.

Comme ceux-ci ne peuvent s'échapper qu'en traversant la couche de charbon incandescent qui existe toujours à la surface, et qu'en même temps, ils sont mélangés à l'air arrivant par les tuyères, ils sont complètement brûlés lorsqu'ils ont atteint l'autel.

TYPES DE FOYERS ET LEURS APPLICATIONS

Les foyers Underfeed sont fournis en une variété de modèles, qui permet leur application à tous les systèmes de chaudières ou de fours métallurgiques.

Il y a deux classes principales désignées respectivement sous la dénomination «B» et «E».

Les foyers de la classe «B» représentés dans les figures I, II, III, IV et V, sont construits pour les chaudières à foyer intérieur, ainsi que pour les chaudières tubulaires et les fours métallurgiques de faibles dimensions.

Cette classe se construit en deux modèles «B 3» et «B 5», dont le premier est employé pour les foyers intérieurs de 0 m. 70 à 0 m. 80 de diamètre, et le second pour les diamètres supérieurs.

La classe «E», s'emploie pour les chaudières à foyer extérieur de plus grandes dimensions et les grands fours métallurgiques. Un seul foyer de cette classe peut suffire pour une chaudière ayant une grille de 3 m. 60 de large.

Il n'existe aucun autre système capable de remplir ces conditions. Avec ce foyer, on peut maintenir le feu à une épaisseur convenable, même dans un fourneau très large, tout en assurant une alimentation d'air régulière à basse pression et un nettoyage automatique de la grille.

Les avantages de ce foyer sont: un rendement calorifique très élevé, une augmentation de la puissance d'évaporation, la possibilité de brûler des charbons de qualité inférieure et cela dans des proportions qui ne peuvent être atteintes par aucune autre méthode de chargement.

DESCRIPTION DU FOYER CLASSE "B,"

Les figures II, III, IV, V représentent le foyer classe « B », pour chaudières à foyer intérieur.

La figure II montre le type généralement employé avec mouvement par engrenage actionné par une transmission générale au-dessus de la batterie de chaudières.

Les figures III, IV, V montrent le type dans lequel le mouvement par engrenage est remplacé par un petit moteur actionnant la vis : disposition applicable dans certains cas spéciaux.

La figure III montre la façon dont la trémie peut être basculée, dégageant complètement la porte du foyer en cas de nettoyage ou au cas où, par suite d'un dérangement à l'appareil, il serait nécessaire de charger à la main.

Dans le type avec engrenage, la trémie est également basculante.

Ce foyer comprend une trémie de chargement dont la base est en communication avec une auge ou magasin de charbon. Cette auge contient à sa partie inférieure une vis sans fin ayant un mouvement de rotation. Par ce mouvement, le charbon est poussé depuis la trémie dans l'auge et déborde sur les deux côtés de la grille à gradins. L'air nécessaire à la combustion est introduit sous cette grille et sort par les orifices des tuyères à la partie supérieure de l'appareil.

Les grilles en gradins sont munies d'ouvertures ou tuyères pour l'échappement de l'air, disposées horizontalement, afin d'éviter la chute de cendres ou de charbon non complètement consumé dans la boîte à air, dans laquelle l'air nécessaire à la combustion pénètre par des tuyaux en tôle galvanisée se raccordant à un registre destiné à régler son introduction.

La plaque de devanture est munie d'une porte de foyer. Cette porte est parfaitement équilibrée de façon à pouvoir conserver n'importe quelle position.

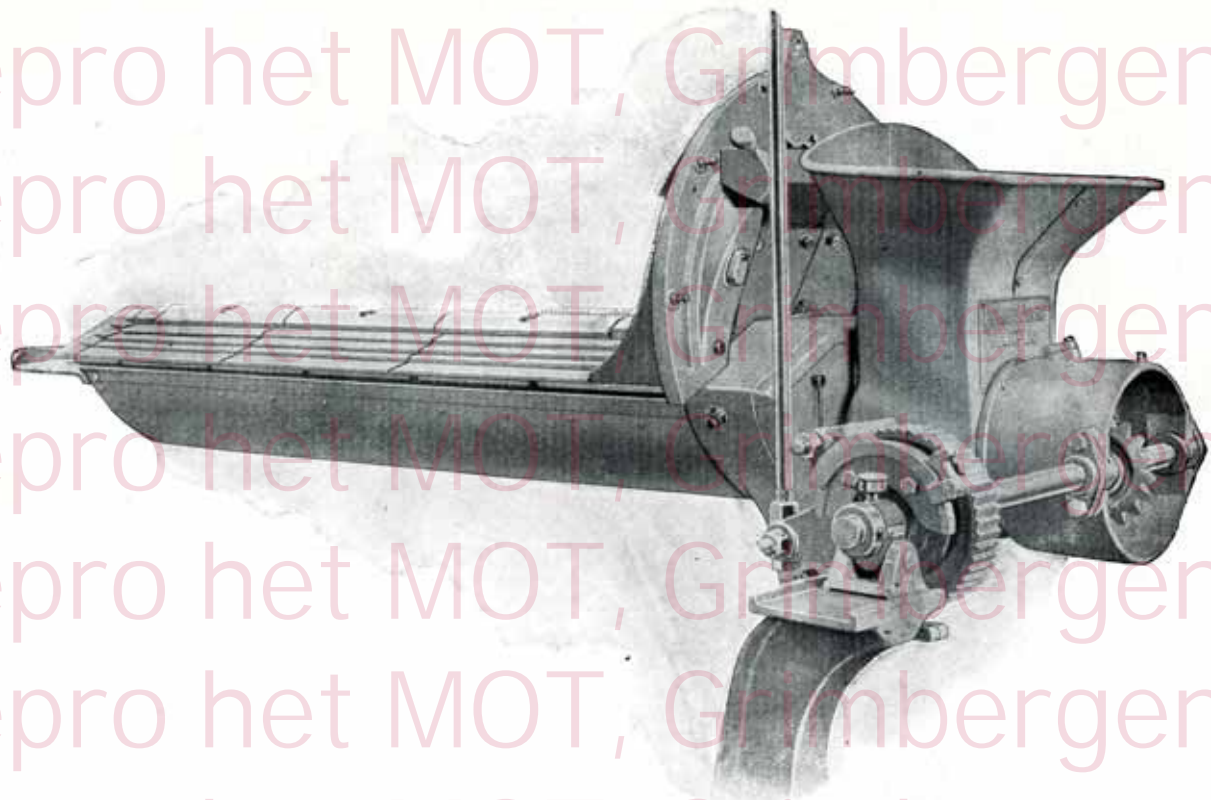
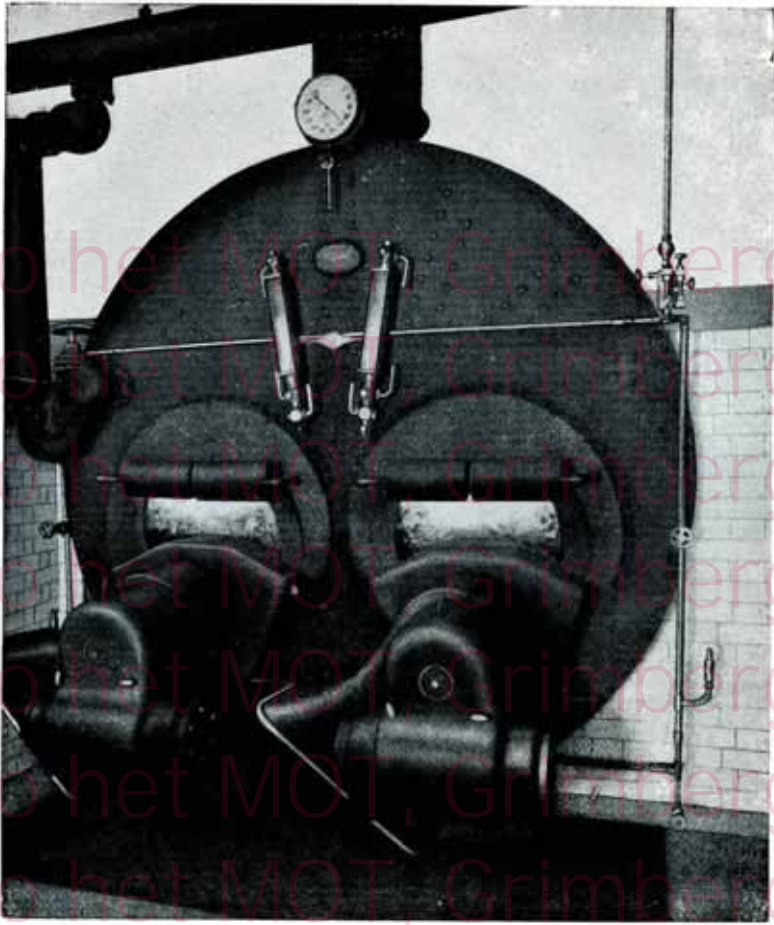


FIG. II.

CHARGEUR CLASSE « B » ACTIONNÉ PAR UNE TRANSMISSION



13

FIG. III.

CHARGEUR CLASSE « B »,

MONTRANT LA TRÉMIE RENVERSÉE LORSQU'ON CHARGE A LA MAIN OU QU'ON NETTOIE LES FEUX

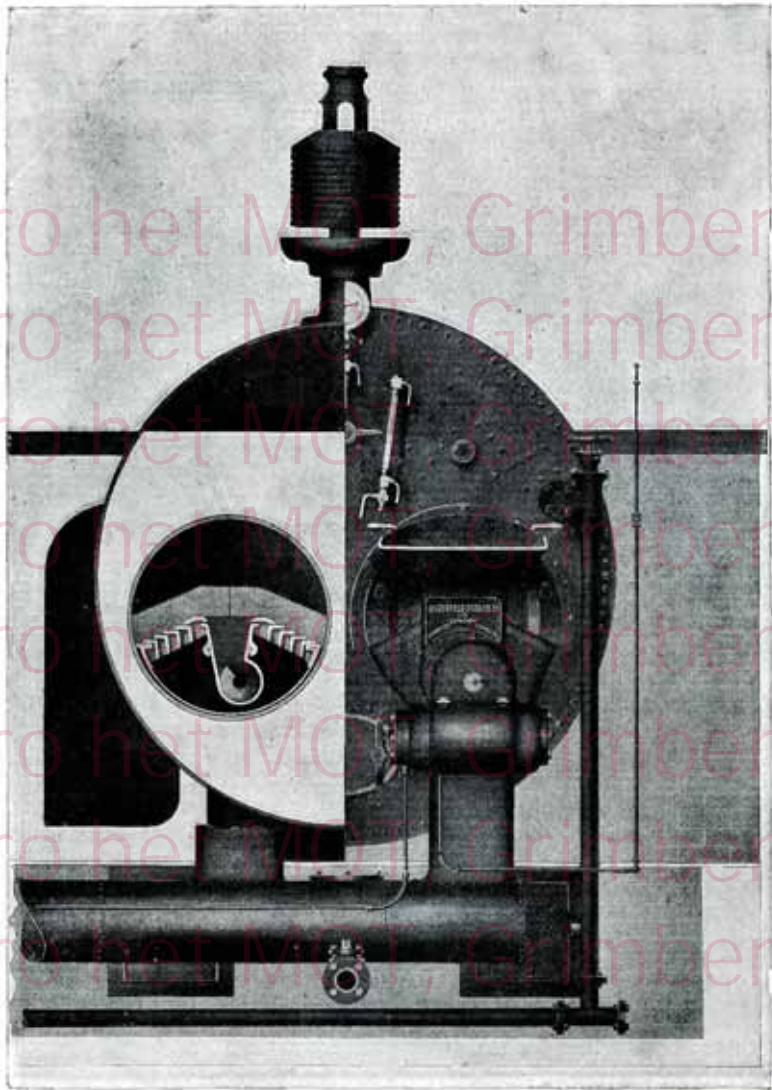


FIG. IV.

CHARGEUR CLASSE « B » APPLIQUÉ A UNE CHAUDIÈRE « LANCASHIRE »

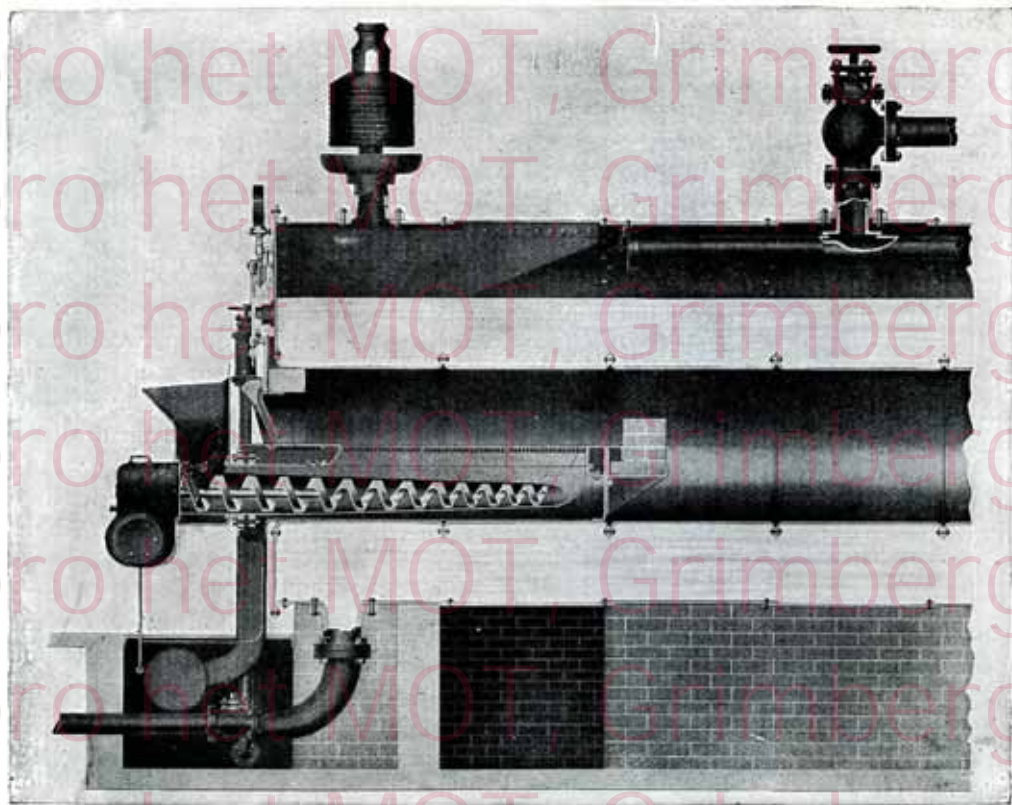


FIG. V.

CHARGEUR CLASSE « B » APPLIQUÉ A UNE CHAUDIÈRE « LANCASHIRE »

DESCRIPTION & FONCTIONNEMENT DU FOYER CLASSE "E,"

Dans ce foyer, le charbon est déversé soit par transporteur mécanique, soit à la main, dans une large trémie et amené sous le feu au moyen d'une glissière munie de poussoirs située dans le fond de l'auge et animée d'un mouvement de va et vient.

Le charbon en ignition sur la grille est continuellement poussé par l'action de barreaux mobiles jusqu'aux plaques de décrassage de côté le long du mur, où les mâchefers se déposent. Au moyen d'une manivelle ou d'un levier placé en dehors du foyer, on peut faire basculer ces plaques : ce qui permet de retirer automatiquement les cendres et les scories.

Le poussoir est actionné par un piston à vapeur *C*, (figure VI), dont le nombre de coups peut varier de 1 en 3 minutes jusqu'à 15 en 1 minute, et comme chaque coup introduit dans le foyer environ 3 kilos de charbon, on voit que l'alimentation peut varier dans des limites très étendues.

Le mouvement du piston est transmis par la tige et la crosse *D* à la glissière *E*. Cette glissière s'étend sur toute la longueur de l'auge. Le bloc *B* est animé du même mouvement que *D* et *E* ; ainsi le charbon se trouvant au fond de la trémie *A* est poussé par le bloc *B* sur la glissière *E*, qui non seulement le transporte jusqu'à l'extrémité du foyer mais encore le force à s'élever sur toute la longueur de l'auge.

En s'élevant, il se répand sur les barreaux *F*. Ces barreaux sont alternativement fixes et mobiles. L'amplitude du mouvement varie de 12 à 35 $\frac{m}{m}$, suivant les dimensions du foyer et d'autres conditions.

A leur partie inférieure, les barreaux portent des encoches venues de fonte, qui s'engagent dans les cames de deux arbres oscillants *H* (figure VII). Ces arbres reçoivent leur mouvement d'oscillation par l'intermédiaire de deux manchons à rainures hélicoïdales, reliés eux-

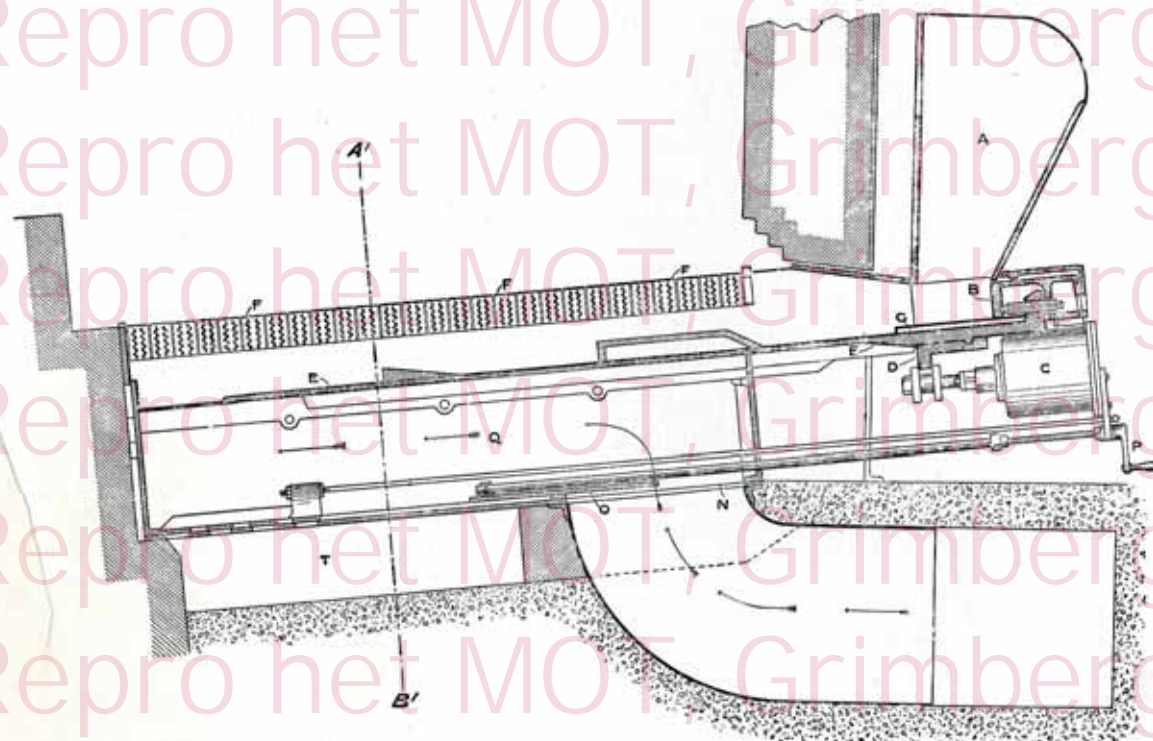


FIG. VI.

SECTION LONGITUDINALE D'UN CHARGEUR MODÈLE « E »

mêmes à la crosse *D* et situés en dehors du foyer. Le mouvement des barreaux, outre qu'il a pour effet d'amener le charbon en ignition jusqu'aux côtés du foyer, provoque également le transport des mâchefers qui se déposent sur les plaques *K*, lesquelles peuvent pivoter autour des barres *L*. Ces barres de pivotement peuvent être actionnées par des leviers (voir planche 21) situés sur la devanture, lorsqu'il est nécessaire de vider les cendres et mâchefers qui se sont accumulés sur les plaques.

Une des caractéristiques importantes de cet appareil est la distribution de l'air qui entre par l'ouverture *N*, munie d'un registre *O*. Ce registre est réglable au moyen d'une manivelle *P* située hors du foyer.

L'air entrant dans la boîte à vent *Q* longe les parois de l'auge et s'échappe en partie par les trous des tuyères *R*. Le surplus passe à travers les barreaux *F*, qui sont creux. Toutefois comme ces barreaux ne sont pas percés à leur surface supérieure, l'air passe par l'ouverture *S* dans le cendrier *T*, et du cendrier cet air passe dans la couche de charbon à travers les petits espaces laissés entre les barreaux.

Le passage de l'air à l'intérieur des barreaux creux a pour résultat de maintenir ceux-ci à une température telle qu'ils ne puissent être brûlés et aussi d'élever la température de l'air dans le cendrier.

La pression de l'air dans la boîte à vent *Q* varie de 20 à 60 $\frac{m}{m}$ d'eau et dans le cendrier de 0 à 25 $\frac{m}{m}$.

Lorsque la plaque *K* est abaissée, l'air pénètre dans le foyer, mais l'opération d'abaisser et de relever la plaque ne durant qu'un moment, la perte due à cette introduction d'air est si insignifiante qu'il n'est pas même toujours nécessaire de fermer le registre à air *O*.

Les figures VIII et IX indiquent clairement la construction des barreaux creux et des plaques de décrassage.

A est un barreau mobile, *B* un barreau fixe, *C* un élément des plaques de décrassage. Ces trois pièces de fonte sont les seules parties de l'appareil en contact avec le feu. Elles sont de construction très simple et d'un coût minime.

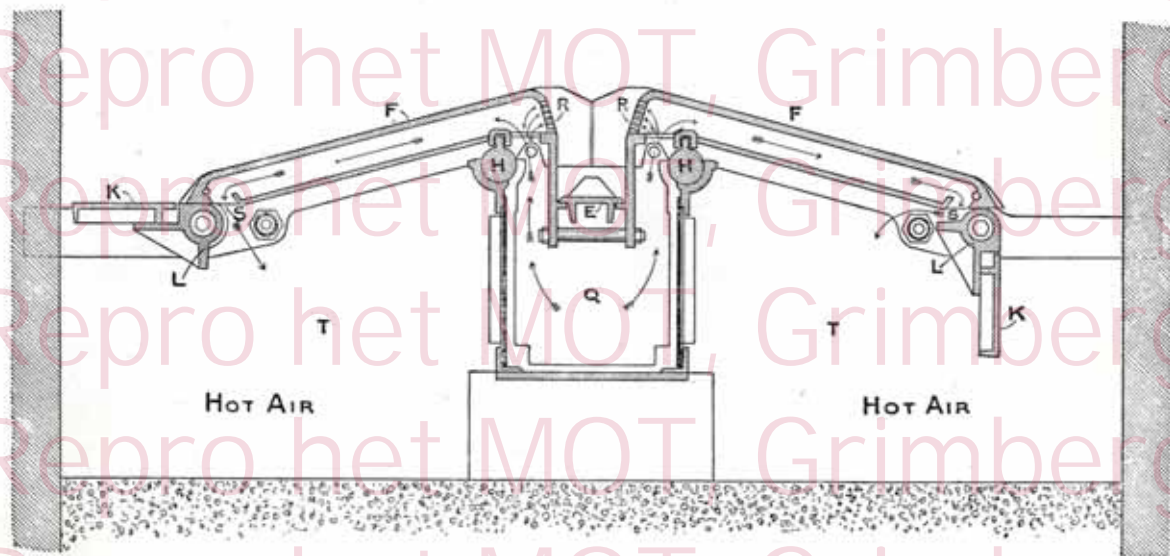


FIG. VII.

SECTION TRANSVERSALE « A' B' » DU CHARGEUR CLASSE « E »

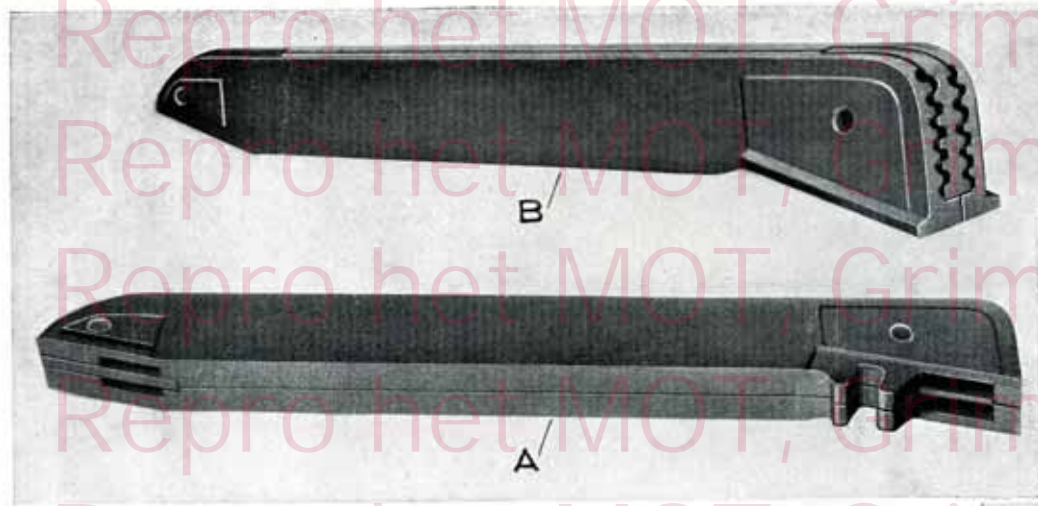


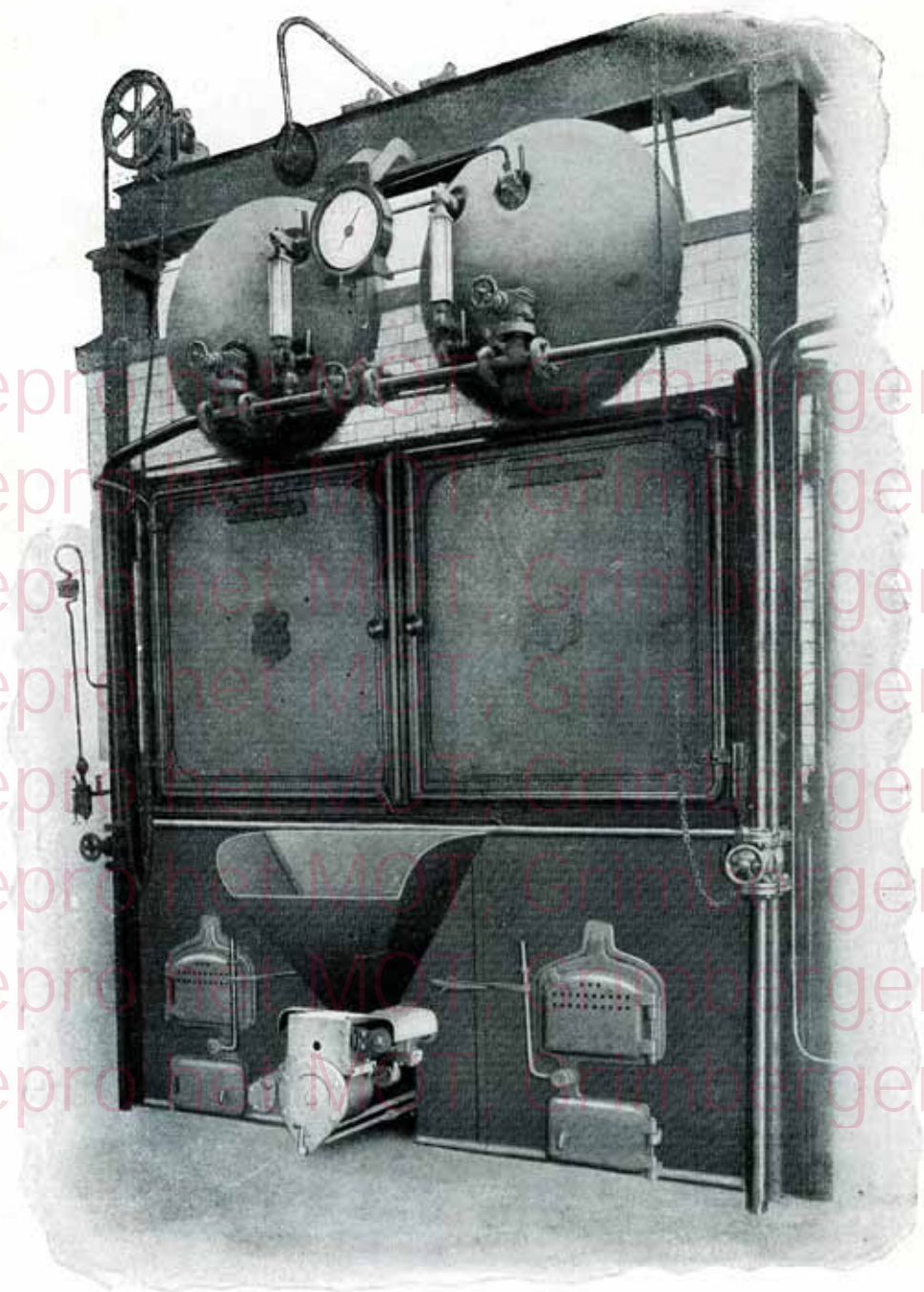
FIG. VIII.

CHARGEUR CLASSE « E ». — A : BARREAU MOBILE — B : BARREAU FIXE

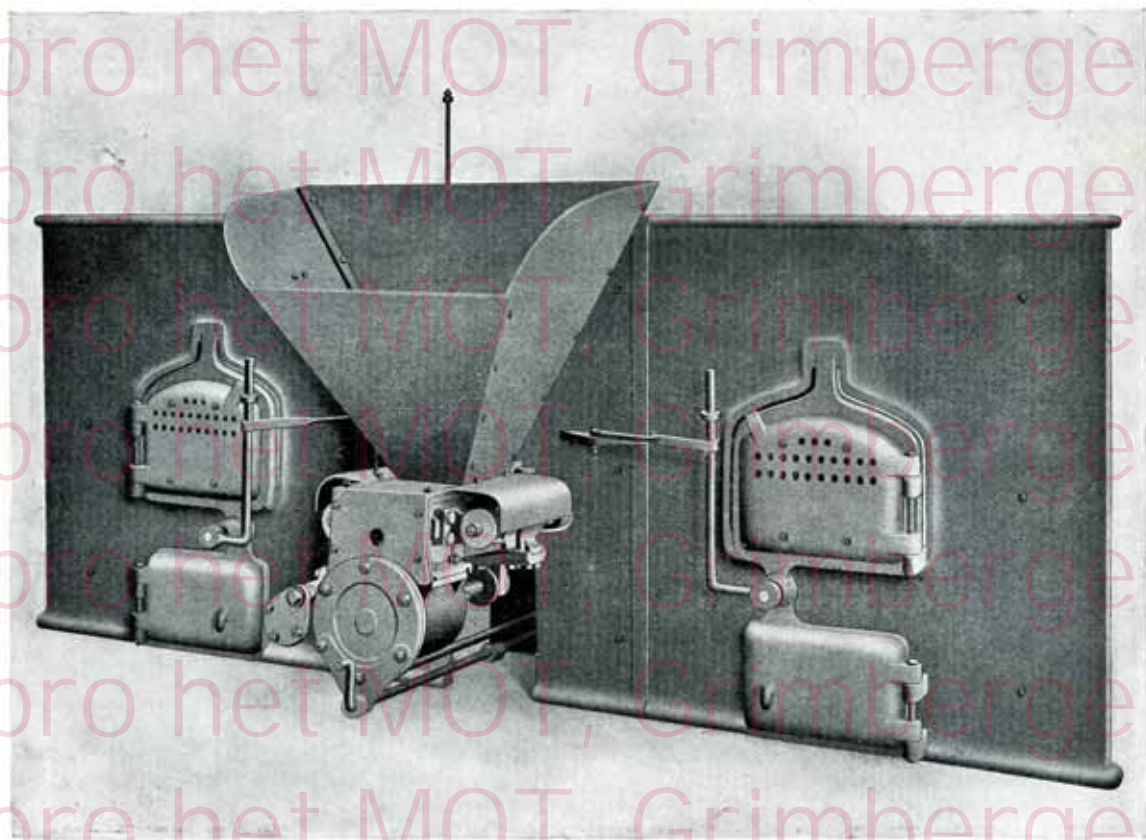


FIG. IX.

CHARGEUR CLASSE « E ». PLAQUE DE DÉCRASSAGE



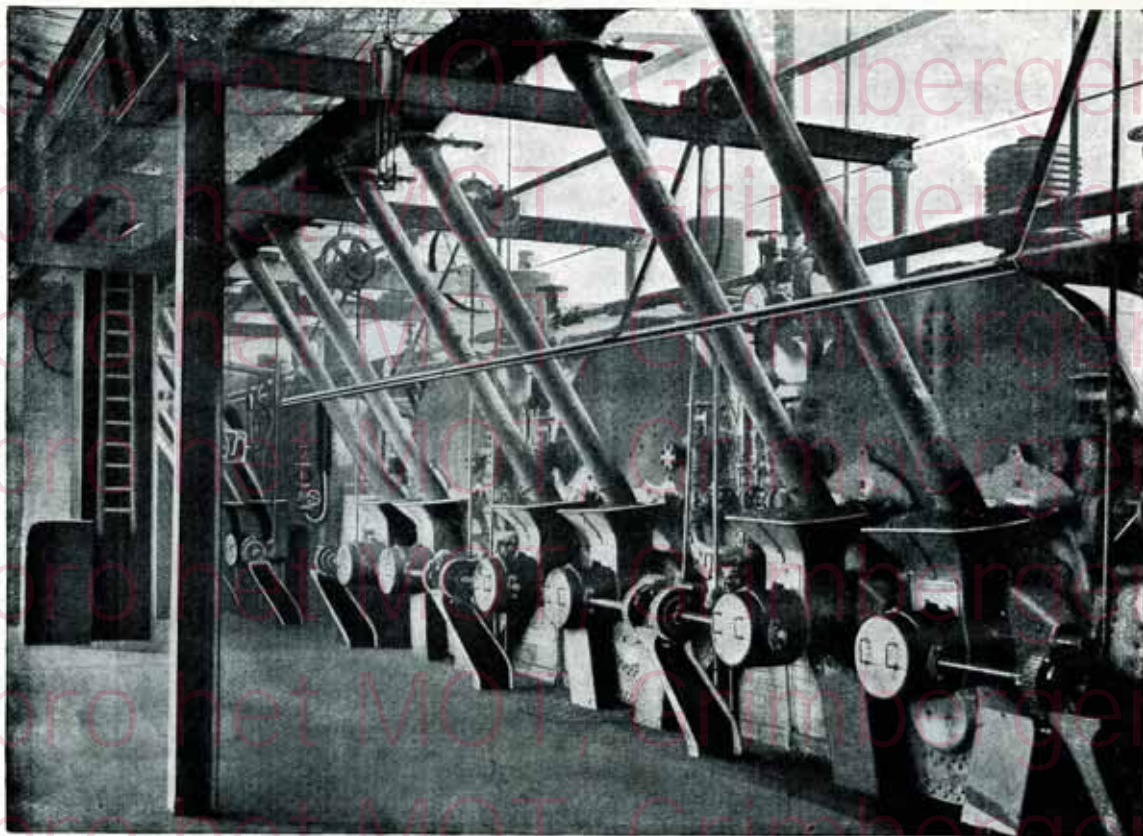
FOYER CLASSE « E » APPLIQUÉ A UNE CHAUDIÈRE MULTITUBULAIRE.



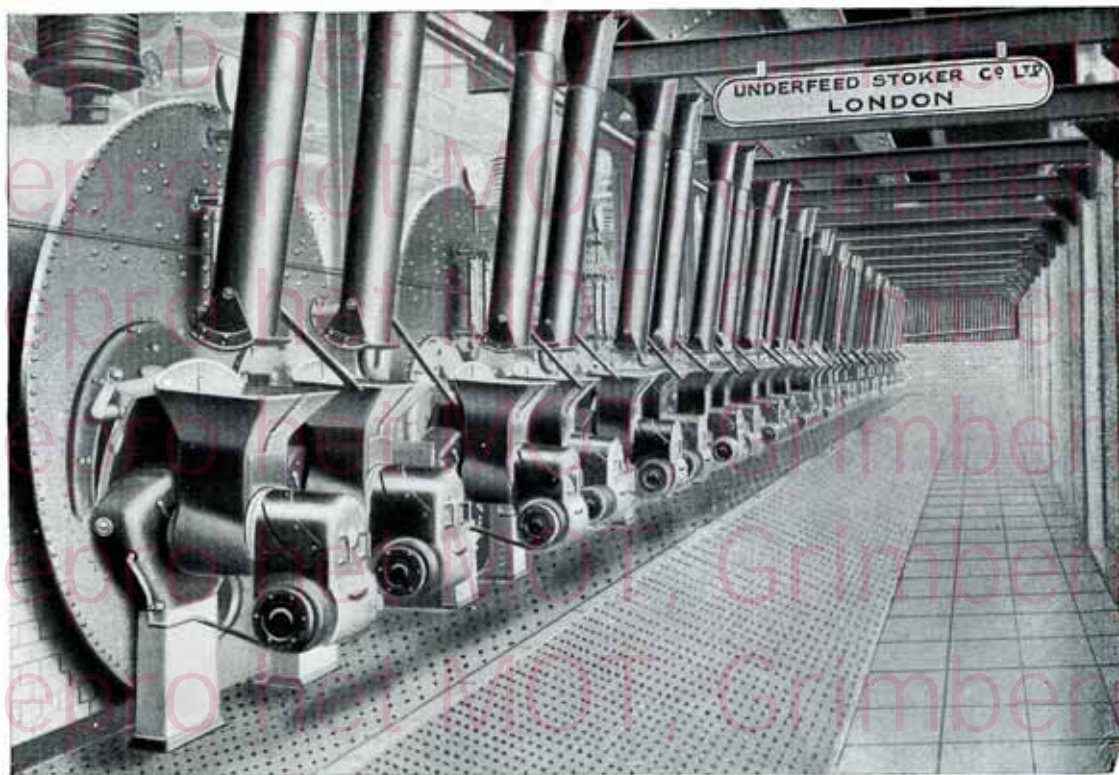
VUE DE FACE DU FOYER CLASSE « E ».



VUE ARRIERE DU FOYER CLASSE « E »

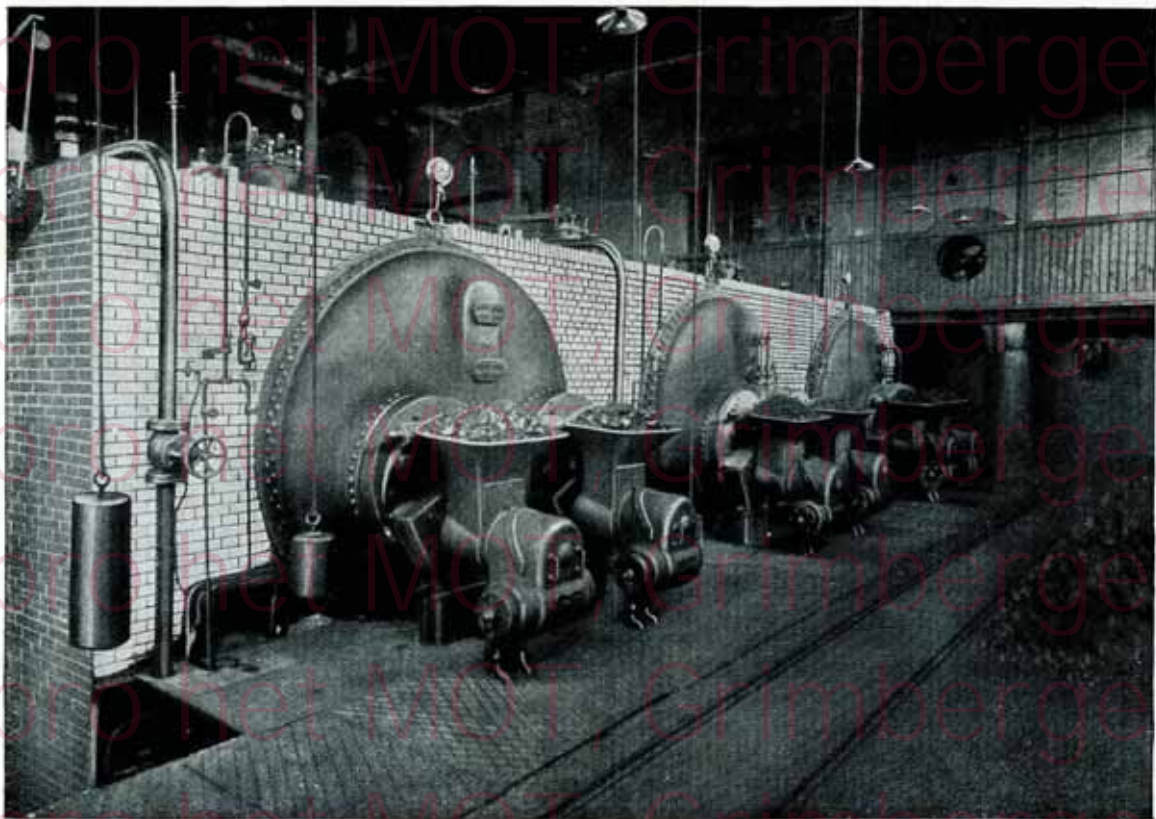


VUE PARTIELLE D'UNE INSTALLATION DE 34 «UNDERFEED STOKERS» SUR UNE BATTERIE DE CHAUDIÈRES A FOYER INTÉRIEUR



VUE D'UNE INSTALLATION DE 34 « UNDERFEED STOKERS » SUR UNE BATTERIE DE CHAUDIÈRES A FOYERS INTÉRIEURS.
TYPE SPÉCIAL AVEC MOTEURS ACTIONNANT LA VIS

(Installation faite pour le Gouvernement anglais.)



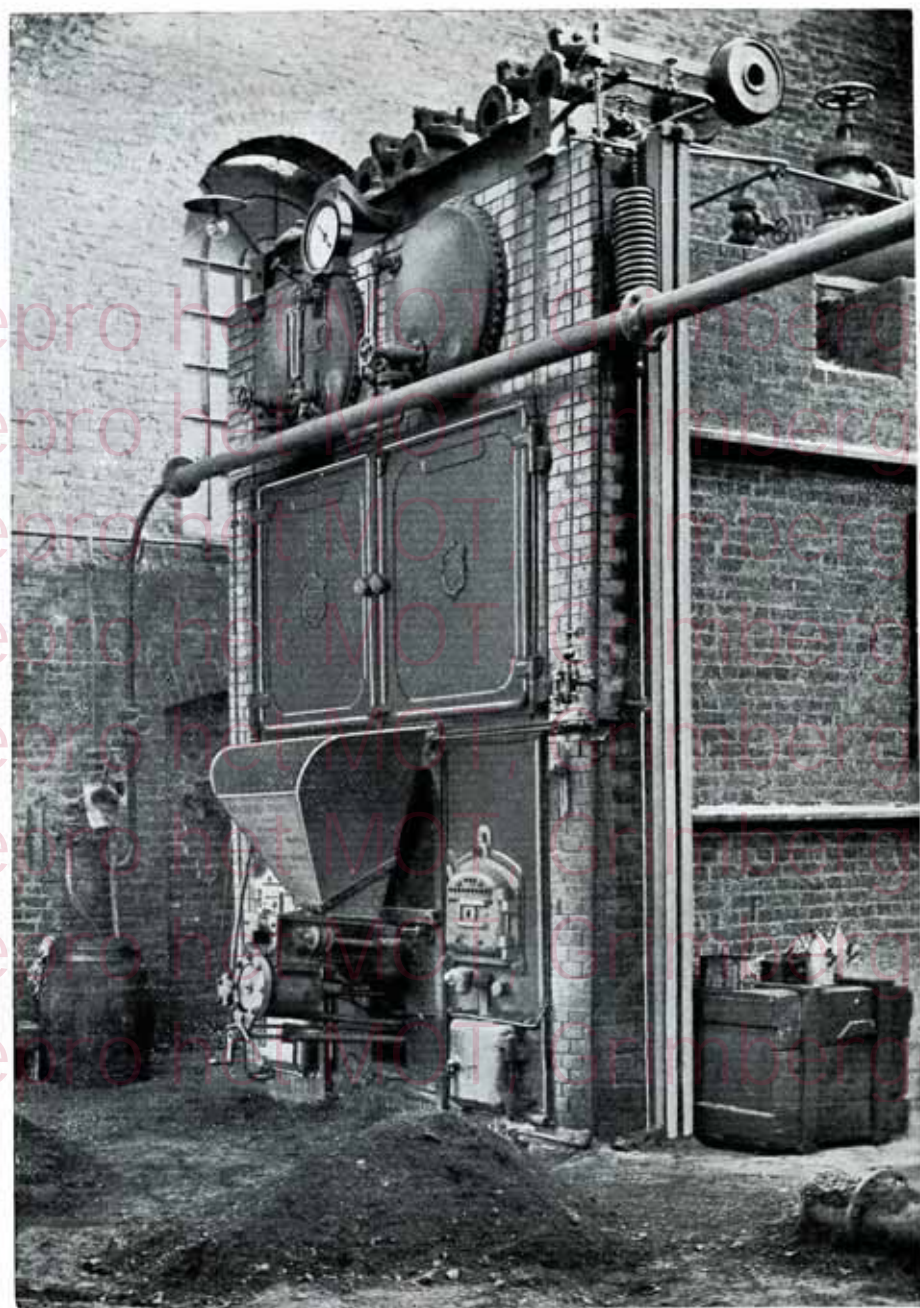
INSTALLATION DE SIX CHARGEURS « MODÈLE B » APPLIQUÉS A 3 CHAUDIÈRES GILAIN

Société Cotonnaire « Nouvelle Orléans », à Gand.

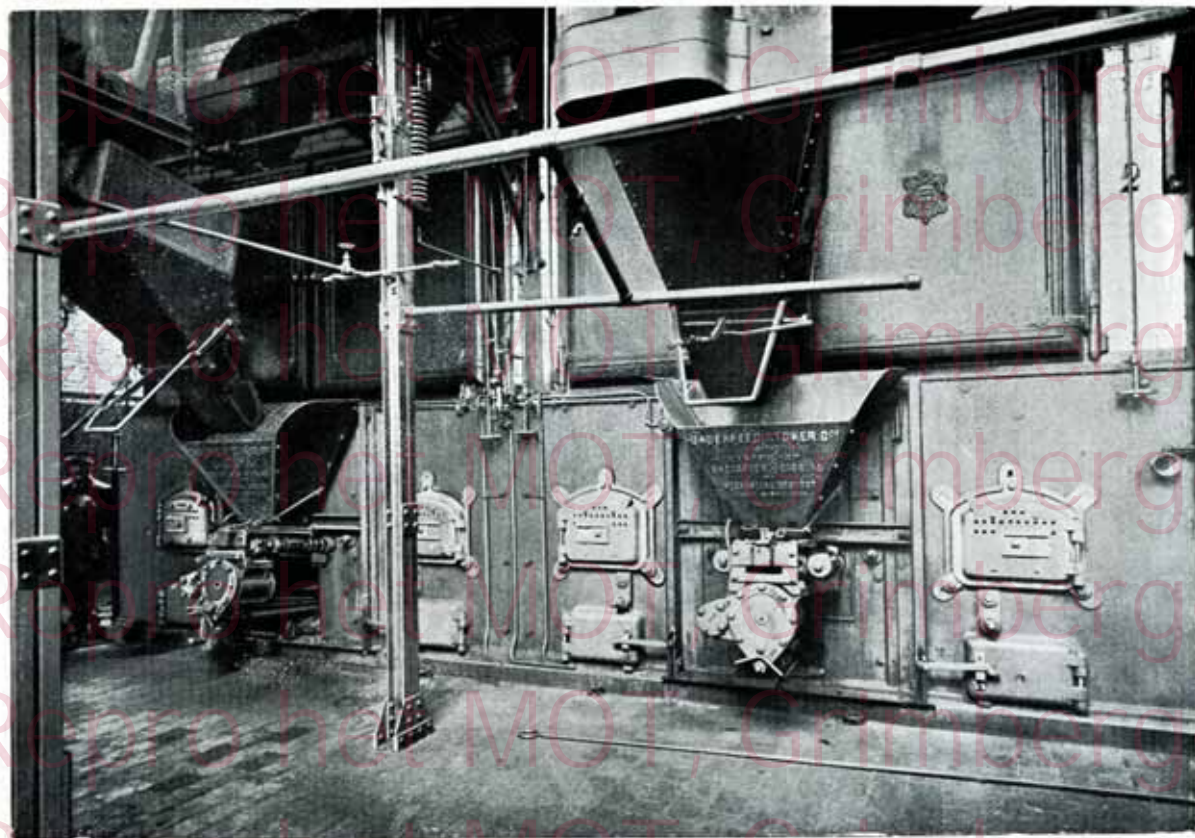


CHARGEURS « MODÈLE B » APPLIQUÉS A UNE CHAUDIÈRE MAHY FRÈRES

Tissage de M. Félix Boernaerts, Wetteren.

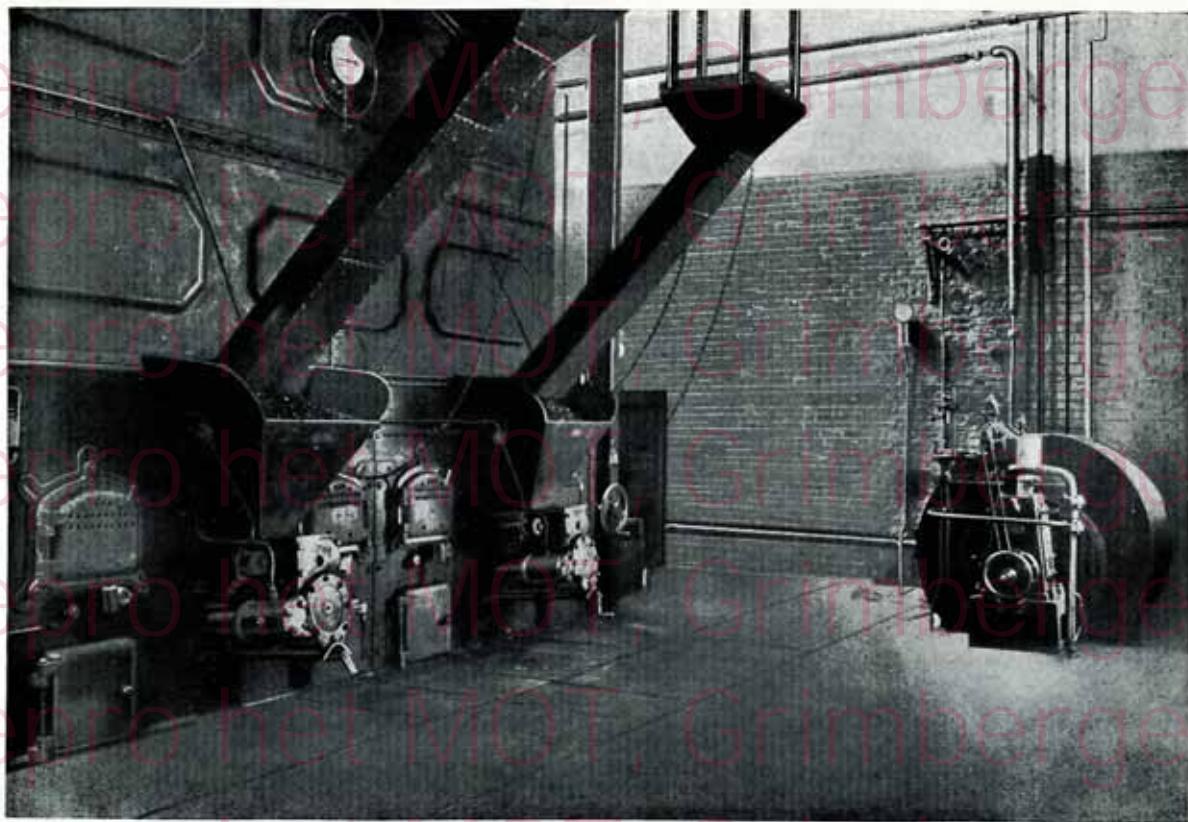


CHARGEUR « MODÈLE E » APPLIQUÉ A UNE CHAUDIÈRE BABCOCK ET WILCOX
Société anonyme des papeteries Deleroix à Baulers.

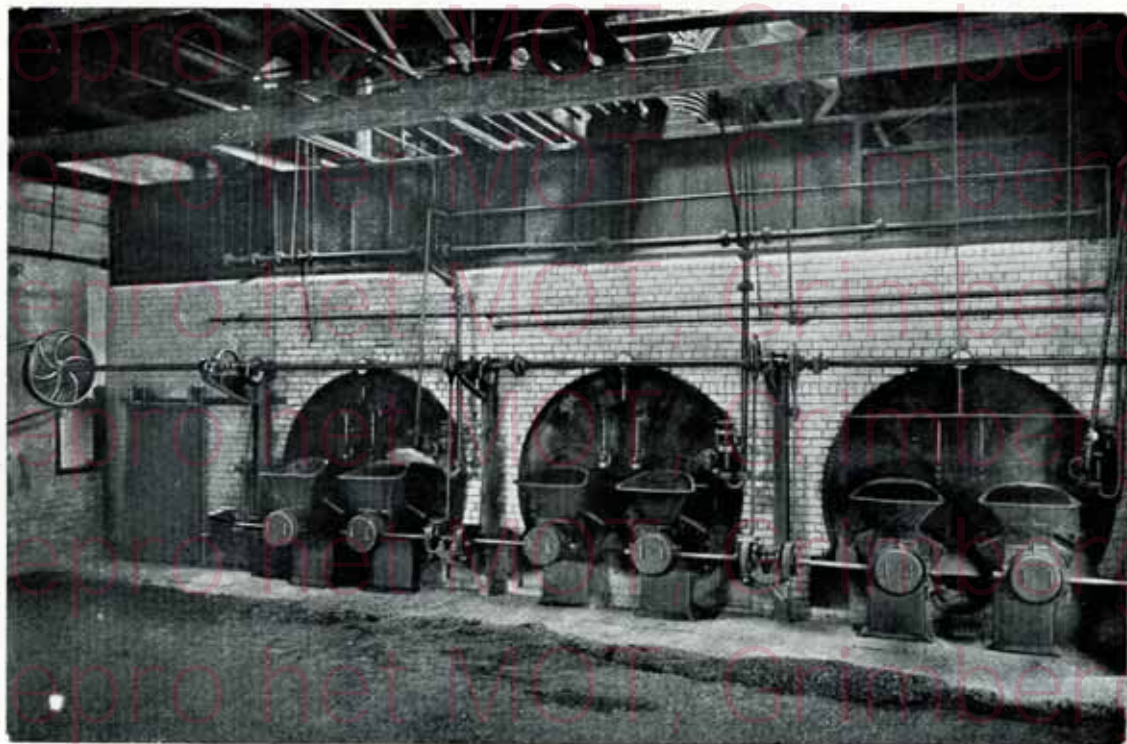


CHARGEURS « MODÈLE E » APPLIQUÉS A DES CHAUDIÈRES BABCOCK ET WILCOX

Station Centrale des Tramways Bruxellois.



DEUX CHARGEURS « MODÈLE E » APPLIQUÉS A UNE CHAUDIÈRE STERLING
Station Centrale Electrique de Brompton-Kensington à Londres.



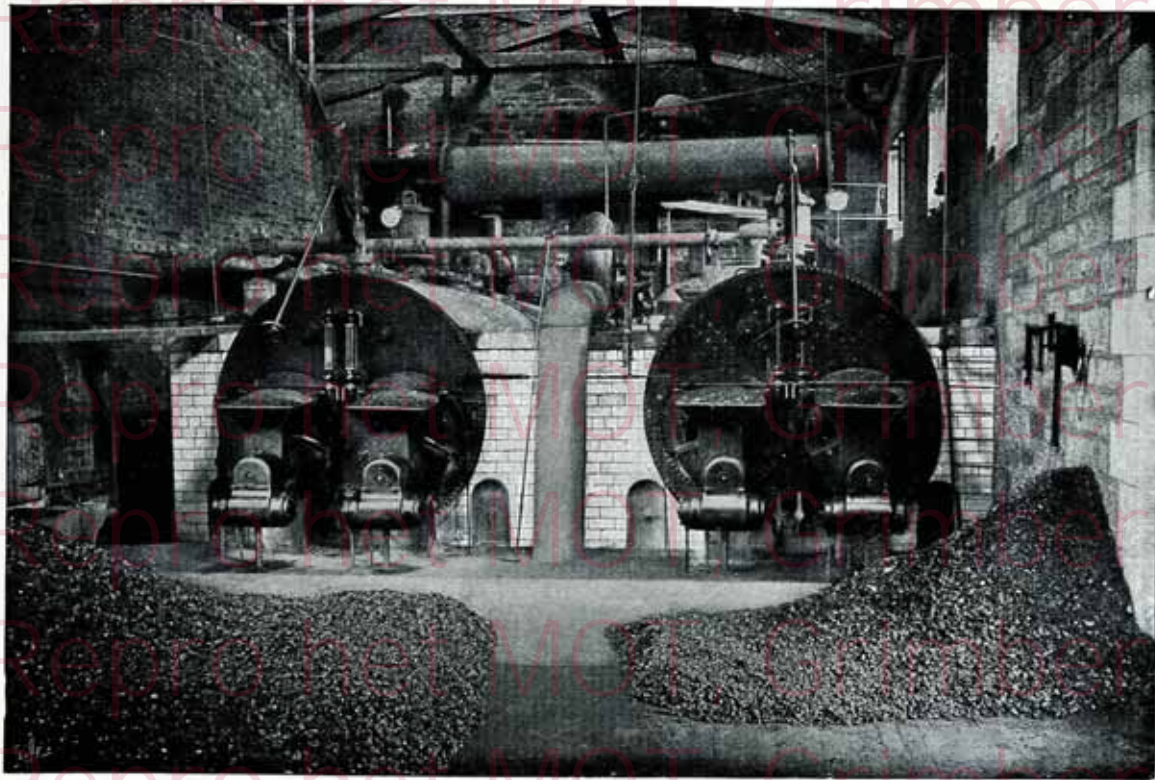
SIX CHARGEURS « MODÈLE E » APPLIQUÉS A TROIS CHAUDIÈRES LANCASHIRE

Dans une fabrique de Cyanite à Glasgow.



CINQ CHARGEURS « MODÈLE E » APPLIQUÉS A CINQ CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES

Installation en Suède.



INSTALLATION D'UNDERFEED STOKERS, AVEC DISPOSITION DU TIRAGE MÉCANIQUE SUR LES CHAUDIÈRES

TIRAGE MÉCANIQUE

Le tirage mécanique est un élément indispensable de notre système. On emploie à cet effet des ventilateurs spéciaux, qui peuvent être actionnés par transmission ou par moteur. Le tirage mécanique loin d'être un inconvénient, procure au contraire de multiples avantages, attendu qu'il est beaucoup plus facilement réglable que le tirage naturel et permet de faire varier, pour ainsi dire instantanément, la production de vapeur dans des limites très étendues.

Nous nous chargeons de faire à titre gracieux et sans aucun engagement pour les industriels l'étude de toute application de foyers Underfeed et leur fournissons un devis complet sur demande, à la réception de leur réponse aux questions posées à la page suivante.

Nos devis comprennent l'installation des chargeurs complets avec la devanture et les portes de foyer, et les ventilateurs Startevant nécessaires

CHARGEURS MÉCANIQUES " UNDERFEED STOKERS "

E. B. HOTCHKISS, Ingénieur = BRUXELLES

Renseignements à fournir pour l'établissement du devis
d'une installation de chargeurs mécaniques " Underfeed ", sans engagement.

Type de chaudière
Nom du constructeur
Nombre de chaudières en batterie
Nombre en service
Nombre en réserve
Surface de chauffe de chaque chaudière, en m²
Surface de chauffe de chaque surchauffeur, en m²
Surface de chauffe de l'économisateur, en m²
Pression de vapeur en kgs par cm²
Température de la vapeur surchauffée en °C
Largeur de chaque foyer en m/m
Longueur de chaque foyer en m/m
Rendement en kgs de vapeur par m² de surface de chauffe de la chaudière et par heure
Rendement actuel
Rendement moyen désiré
Rendement maximum désiré
Quantité de charbon à brûler par chaudière et par heure en kgs
Quantité actuelle
Quantité moyenne désirée
Quantité maxima désirée
Provenance du charbon à brûler
Sorte et dimension du charbon
Nom de la mine
Teneur en matières volatiles
Teneur en cendres
Humidité moyenne
Prix du charbon rendu à l'usine
Peut-on obtenir du charbon meilleur marché et de combien
Provenance de ce charbon
Nombre d'heures de service par jour
Nombre de chauffeurs par brigade
Nombre de brigades
Si possible, nous remettre procès-verbal d'essais faits récemment.
Plan d'une chaudière.
Plan d'ensemble de la batterie
Indiquer sur ce plan l'endroit et la force disponible pour le ventilateur.

Nom et signature :

Adresse :

le 19

