

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Revue technique de l'exposition universelle de Chicago 1893
Auteur(s)	Revue technique de l'exposition universelle de Chicago 1893
Titre	Revue technique de l'exposition universelle de Chicago de 1893
Édition	Revue technique de l'exposition universelle de Chicago de 1897
Adresse	Paris : E. Bernard et Cie, 1894-1896
Collation	10 vol. (176, 183, 250, 294, 278, 180, 130, 148, 188-[34], 240 p.) ; 26 cm
Nombre de volumes	20
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 399
Sujet(s)	Exposition universelle (1893 ; Chicago) Industrie -- États-Unis -- 19e siècle
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE399
LISTE DES VOLUMES	
	1. L'architecture et les constructions métalliques à l'exposition de Chicago. Première partie
	Première partie. Architecture. Atlas
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	2. Les nouvelles chaudières à vapeur. Chaudières fixes et chaudières marines à l'Exposition de Chicago
	Deuxième partie. Chaudières fixes et chaudières marines. Atlas
	3. L'électricité industrielle à l'Exposition de Chicago en 1893. Troisième partie
	Troisième partie. Electricité industrielle. Atlas
	4. La mécanique générale à l'exposition de Chicago. Moteur à vapeur, à gaz, à air hydraulique. Pompes grandes installations mécaniques
	[Quatrième partie.] Moteurs à vapeur, à gaz, à air, hydraulique, pompes, grandes installations mécaniques. Atlas
	5. Les arts militaires aux Etats-Unis et à l'Exposition de Chicago
	[Cinquième partie.] Les arts militaires aux Etats-Unis et à l'exposition de Chicago. Atlas
	6. L'agriculture et les machines agricoles aux Etats-Unis
	[Sixième partie.] L'agriculture et les machines agricoles aux Etats-Unis. Atlas
	7. La marine des Etats-Unis
	[Septième partie.] La marine des Etats-Unis. Atlas
	8. Les chemins de fer à l'Exposition de Chicago. Les locomotives
	[Huitième partie.] Les chemins de fer à l'exposition de Chicago. Les locomotives. Atlas
	9. Les chemins de fer à l'Exposition de Chicago. Deuxième volume : voies, signaux, matériel roulant et tramways
	[Neuvième partie.] Les chemins de fer à l'exposition de Chicago. Deuxième volume : voies, signaux, matériel roulant et tramways. Atlas
	10. Les travaux publics aux Etats-Unis
	[Dixième partie.] Les travaux publics aux Etats-Unis. Atlas

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
-----------------------------	--

Auteur(s) volume	Revue technique de l'exposition universelle de Chicago 1893
Titre	Revue technique de l'exposition universelle de Chicago de 1893
Volume	2. Les nouvelles chaudières à vapeur. Chaudières fixes et chaudières marines à l'Exposition de Chicago
Adresse	Paris : E. Bernard et Cie, 1894
Collation	1 vol. (176 p.) ; ill. en noir et blanc ; 24 cm
Nombre de vues	190
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 399 (2)
Sujet(s)	Exposition universelle (1893 ; Chicago) Chaudières à vapeur -- Etats-Unis -- 19e siècle
Thématique(s)	Expositions universelles
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	15/12/2020
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/106774069
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE399.2

REVUE TECHNIQUE
DE L'
EXPOSITION UNIVERSELLE
DE
CHICAGO EN 1893

PAR

M. GRILLE

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

M. H. FALCONNET

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Deuxième Partie. — CHAUDIÈRES FIXES et CHAUDIÈRES MARINES

Collaborateur : **M. LELARGE**, Ingénieur des Arts & Manufactures

ORGANE

Des Congrès internationaux tenus à Chicago en 1893
sous la Présidence de :

MM. O. CHANUTE & E.-L. CORTHELL

PARIS

E. BERNARD et Cie, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

53^{ter}, Quai des Grands-Augustins, 53^{ter}

—
1894

TÉLÉPHONE

MAISON FONDÉE EN 1860

TÉLÉPHONE

SPÉCIALITÉ D'APPAREILS DE GRAISSAGE

ROBINETS — MASTIC AU MINIMUM

Breveté S. G. D. G.

MÉDAILLE D'ARGENT, EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



R. HENRY

CONSTRUCTEUR-MÉCANICIEN



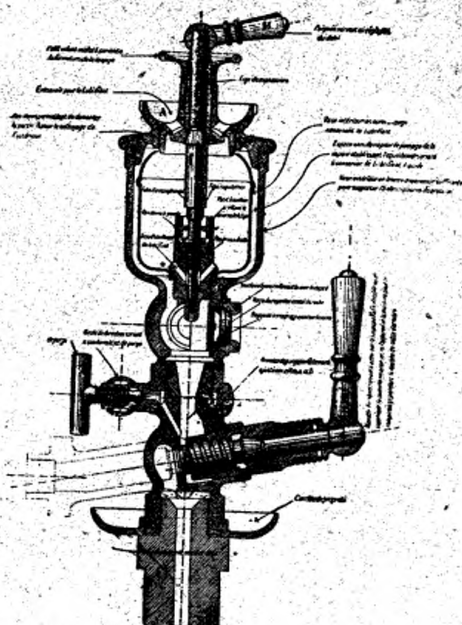
USINE A VAPEUR & BUREAUX :
PARIS — 117, BOULEVARD DE LA VILLETTE, 117 — PARIS

Pour paliers



SYSTÈME J. HOCHGESAND

Pour tiroirs et cylindres de toutes machines



suivant les cas de montage ces graisseurs, se font avec diverses formes de robinets.

Pour têtes de bielles

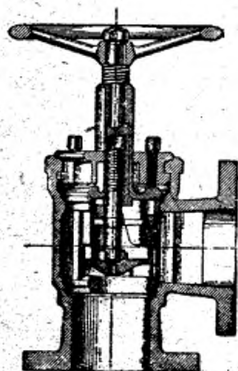


BREVETÉ S. G. D. G.

La Maison se charge de l'étude et de toute installation de graissage

ROBINET A SOUPAPE ÉQUILBRÉE POUR VAPEUR ET EAU

Système J. HOCHGESAND, breveté S. G. D. G.

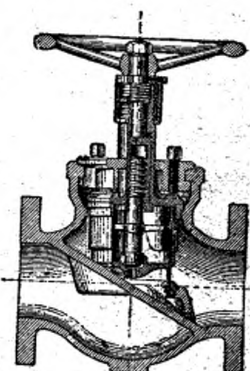


Ce robinet se fait avec corps, bouchon et volant en fonte et toutes les pièces intérieures en bronze, de qualité supérieure.

Il se recommande spécialement pour la Marine et toutes les installations où l'on cherche par tous les moyens d'éviter un arrêt dans le service, vu que :

Sa construction permet de visiter, réparer et même remplacer ses pièces intérieures, sans démonter le corps du robinet.

Sa fabrication, au moyen d'outils spéciaux et d'après gabarits, assure une uniformité de dimensions et permet de fournir des pièces de rechange.



Sur demande on envoie des prospectus complets.

LES
NOUVELLES CHAUDIÈRES
A VAPEUR
A
L'EXPOSITION DE CHICAGO

PARIS. — IMPRIMERIE E. BERNARD ET C^{ie}

23, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 23

7^e 5^e 6
8^e Mai 399-2

LES
NOUVELLES CHAUDIÈRES
A VAPEUR
CHAUDIÈRES FIXES ET CHAUDIÈRES MARINES
A
L'EXPOSITION DE CHICAGO

PAR

M. GRILLE
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

M. H. FALCONNET 
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Deuxième Partie.

Collaborateur : **M. LELARGE**, Ingénieur des Arts et Manufactures

ORGANE

Des Congrès internationaux tenus à Chicago en 1893
sous la Présidence de :

MM. O. CHANUTE & E.-L. CORTHELL

PARIS

E. BERNARD et C^{ie}, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

53^{ter}, Quai des Grands-Augustins, 53^{ter}

1894

DEUXIÈME PARTIE

CHAUDIÈRES A VAPEUR

LES CHAUDIÈRES A VAPEUR

A L'EXPOSITION DE CHICAGO

CHAUDIÈRES FIXES

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les chaudières à l'Exposition Colombienne présentaient un double intérêt : d'abord par la nature de leur construction ; ensuite par le nombre considérable de chevaux-vapeur qu'elles devaient fournir.

Si l'on tient compte de toutes les chaudières disséminées dans l'ensemble de l'Exposition, la force développée était de plus de 30 000 chevaux. Et l'installation principale avec ses 52 chaudières en fournissait à elle seule 25 000.

Les chaudières étaient toutes, sans exception, des chaudières tubulées. Ce modèle a pris, dans ces dernières années, un grand développement en tous les pays du monde et semble devoir remplacer les anciennes chaudières, non seulement les chaudières à bouilleurs, mais même les chaudières tubulaires. L'Amérique surtout est à la tête de ce mouvement. On retrouve partout ce type de chaudières, aussi bien dans les usines métallurgiques que dans les autres que nous avons visitées.

Ces chaudières doivent leur faveur au peu de place qu'elles occupent, à leur légèreté relative, à la commodité pour les réparations partielles, rapidité de mise en pression, facilités de montage, réduction des dangers d'explosion. La circulation de l'eau au travers des tubes est d'ailleurs bien plus avantageuse que celle des gaz du foyer. Dans ce dernier cas, la fumée qui se dépose à l'intérieur d'un tube, sur une surface concave, acquiert une épaisseur plus grande que sur la face extérieure convexe; la surface recouverte est plus étendue, par suite, la surface de chauffe est réduite; enfin, la section se rétrécit et la circulation des gaz diminue et avec elle l'activité de la combustion.

La plupart de ces chaudières sont accompagnées de réchauffeurs d'eau d'alimentation. L'épuration des eaux se fait soit dans ces réchauffeurs, soit dans la chaudière elle-même, de façon à éviter les dépôts dans les tubes. Nous examinerons les principaux dispositifs employés.

Les chaudières exposées présentent à peu près les mêmes caractères que celles employées en Europe; il y a toutefois des dispositions de montage ou de circulation qui sont assez ingénieuses.

Toutes possèdent des réservoirs d'eau et de vapeur, et en général les réservoirs supérieurs sont chauffés par les gaz chauds.

Signalons aussi l'emploi du pétrole comme combustible exclusivement usité pour les chaudières en service au Palais des Machines.

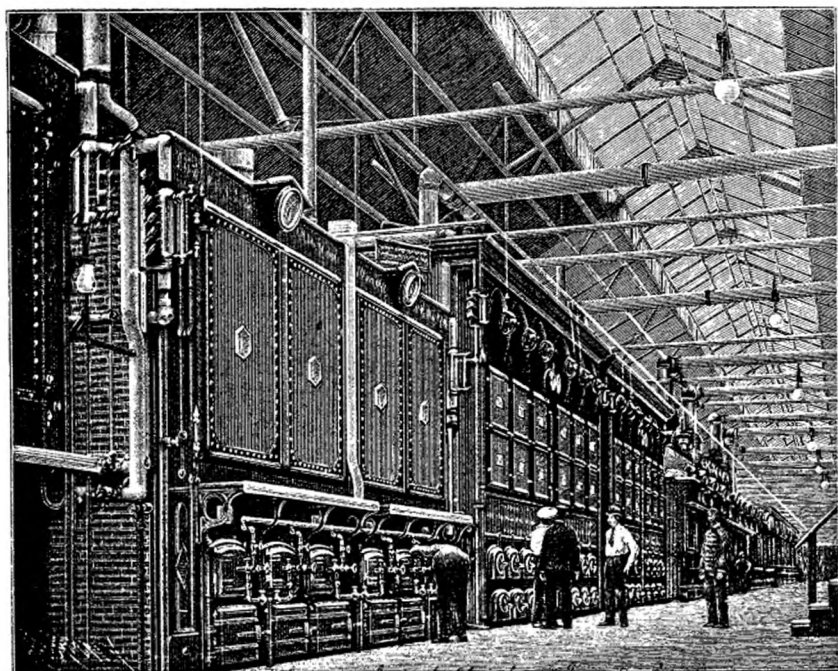
Bien des applications ont été faites jusqu'à ce jour dans toutes les branches de l'industrie, notamment pour les chaudières marines et les locomotives. Mais jamais, avant l'Exposition Colombienne, il n'avait été fait installation aussi importante de chauffage au pétrole, avec des chaudières fixes de types aussi variés.

Outre l'intérêt que présentait l'emploi du pétrole au point de vue scientifique, il avait d'autre part de grands avantages à l'Exposition par une suppression complète des poussières, une grande propreté et une grande facilité dans la conduite de la chaudière.

CHAUDIÈRES EN SERVICE

au Palais des Machines

Les chaudières fournissant la force motrice à l'Exposition étaient situées au Sud du Palais des Machines. Elles formaient deux groupes placés à la suite l'un de l'autre, comprenant ensemble 52 chaudières : 43 dans la « Salle des chaudières » proprement dite, et 9 dans l'« Annexe ». Ces deux bâtiments étaient séparés par l'entrée Sud du Palais des Machines.



Vue d'ensemble de la Salle des Chaudières.

La force développée en marche normale était de 20 500 chevaux, le cheval-vapeur-heure étant compté comme correspondant à une dépense de 13 k., 6 de vapeur à une pression de 5 kilogrammes par centimètre

carré. Mais en développant leur maximum de puissance, elles pouvaient fournir environ 23 000 chevaux, correspondant à une vaporisation de 340 000 kilogrammes, avec une pression de 8 k., 8 et une combustion de 22 670 kilogrammes de pétrole : soit environ 15 kilogrammes de vapeur par kilogramme de pétrole.

L'énergie développée par ces chaudières était distribuée à 83 moteurs à vapeur qui la transformaient au moyen de dynamos, compresseurs d'air ou d'eau, élévateurs, monte-charge, machines-outils. Les machines électriques absorbaient à elles seules environ 17 000 chevaux.

En allant de l'Est à l'Ouest, les chaudières étaient disposées dans l'ordre suivant :

Dans la Salle des chaudières : 43.

- 4 Root.
- 4 Gill.
- 8 Heine.
- 4 National.
- 9 Zell.
- 10 Babcock et Wilcox.
- 4 Stirling.

Dans l'Annexe : 9.

- 4 Heine.
- 3 Climax.
- 2 Stirling.

Le tableau ci-dessous indique pour chaque type le nom du constructeur, le nombre de chaudières et la puissance en chevaux.

Ces chaudières sont en général réunies par groupes de deux : mais toutes envoient leur vapeur dans une conduite générale.

Pour l'alimentation et le chauffage de ces chaudières, on a eu soin de choisir les appareils les plus intéressants parmi ceux présentés par les Exposants.

Afin d'augmenter l'attrait de cette exposition, et au lieu de s'en tenir à un type uniforme, chaque batterie de chaudière possède deux ou trois systèmes d'alimentation différents : de même pour les réchauffeurs et les brûleurs qui sont très variés.

TYPE DE CHAUDIÈRE	NOMS DES CONSTRUCTEURS	NOMBRE de chaudières	PUISSANCE en chevaux
National. . . .	La National Water-Tube Boiler C°, New-Brunswick. — N.-J.	4	1.500
Gill	La Stearns Manufacturing C°.—Erie, Pa.	4	1.500
Zell	Ateliers Campbell et Zell, Baltimore. — M.-D.	9	3.750
Heine.	La Heine Safety Boiler C°. — Saint- Louis, Mo.	12	4.500
Stirling	La Stirling C°. — Chicago, Ill. et Bar- berton Ohio	6	2.400
Climax	Ateliers Clonbrock. — Brooklyn, N.-Y.	3	2.000
Root	Abendroth et Root M.f.g.C°. New-York.	4	1.500
Babcock et Wilcox		10	3.000

Nous reparlerons des appareils les plus intéressants après l'examen des chaudières; mais pour compléter la revue de l'installation de la Salle des chaudières, nous croyons devoir signaler l'installation de la canilisation de vapeur fournie par les chaudières.

Les chaudières étant disposées par paires, chaque paire envoyait sa vapeur par un tuyau commun qui se branchait sur une des conduites principales de 914 millimètres. Ces conduites étaient au nombre de sept : cinq pour la Salle principale des chaudières, deux pour l'Annexe. Elles étaient reliées entre elles par des tuyaux de 254 millimètres ; entre l'Annexe et la Salle des chaudières, leur diamètre était porté à 305 millimètres.

Toutes les dispositions ont été prises pour permettre une libre dilatation de tout le système, au moyen de coudes et de joints de dilatation.

Les conduites principales étaient appuyées sur de solides massifs en maçonnerie par l'intermédiaire de rouleaux placés tous les 1^m,50 environ. Il n'y avait ainsi aucun obstacle à la dilatation.

Des tuyaux purgeurs permettaient d'écouler l'eau provenant de la condensation dans les conduites.

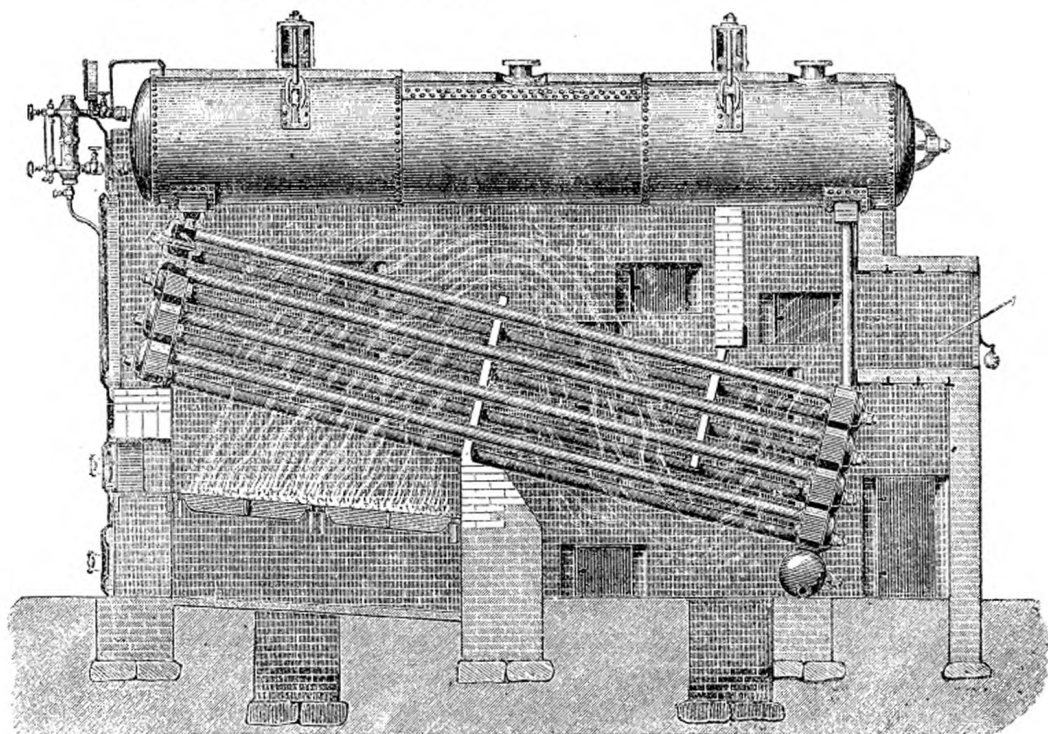
Chaudières de la National Water Tube Boiler Co,

NEW-BRUNSWICK. — N-J.

(Planches 1-2, 3).

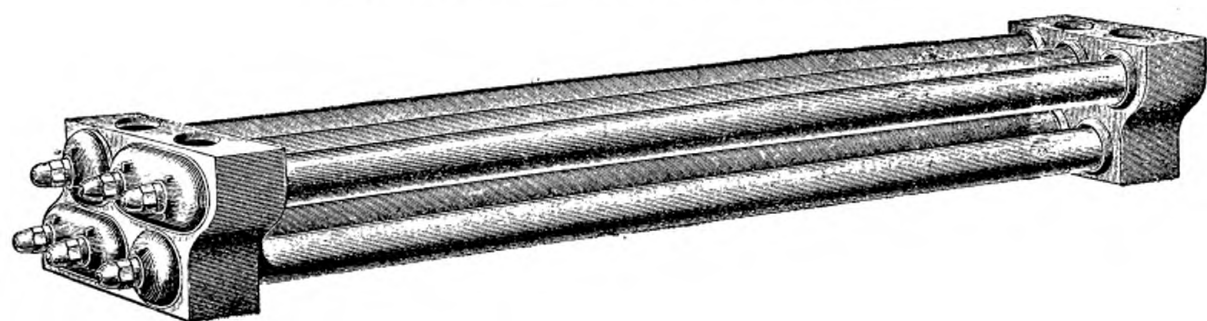
Cette Société présentait des chaudières d'un type déjà très répandu en Amérique depuis quelques années.

La chaudière consiste essentiellement en un corps cylindrique horizontal formant réservoir d'eau et de vapeur au-dessous duquel se trouve un faisceau de tubes inclinés de l'avant vers l'arrière et reliés à chaque extrémité au corps cylindrique.

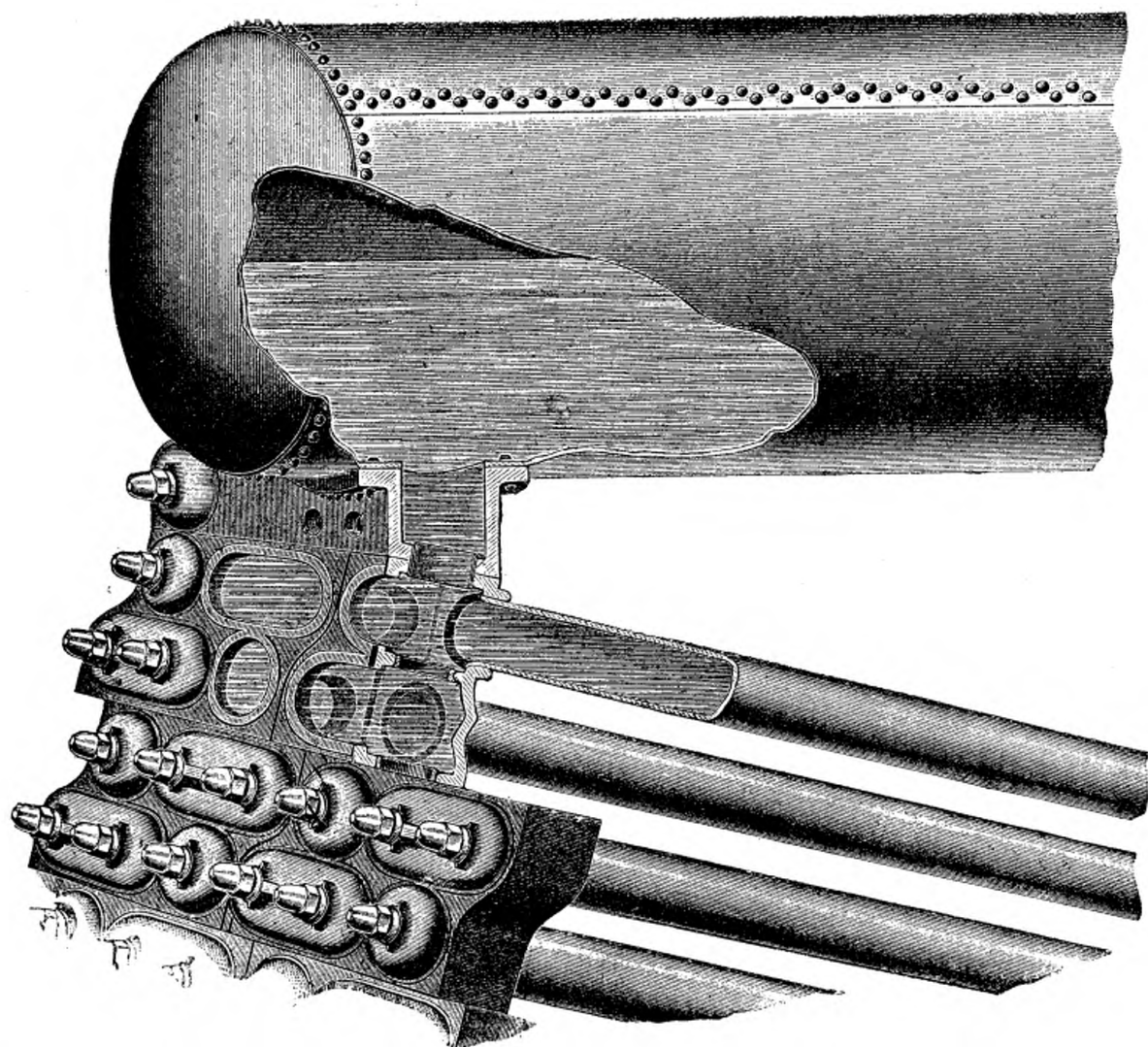


Chaudières « National ». — Coupe longitudinale.

Le faisceau tubulaire se compose de groupes élémentaires formés de six tubes pénétrant à chaque extrémité dans une boîte en fonte malléable ou en acier coulé. Le joint est formé par l'expansion des tubes obtenue par mandrinage.



Chaudières « National » — Vue d'ensemble d'un élément de 6 tubes.



Chaudières « National ». — Assemblage des boîtes de connexion entre elles et avec le corps cylindrique

Sur les faces opposées dans le prolongement des tubes sont des ouvertures au nombre de quatre : deux circulaires pour un seul tube chacune : les deux autres en diagonale, ont une forme ovale pour deux tubes côte à côte. La fermeture est obtenue par un couvercle de forme correspondante serré par un écrou à chapeau, car la tige filetée traverse tout le tube et forme tirant qui maintient ainsi les deux boîtes opposées. Les couvercles ne forment donc pas autoclaves et les joints sont à l'extérieur.

Les faces latérales des boîtes ne portent pas d'ouvertures : mais les faces horizontales haut et bas sont percées de deux trous cylindriques. Chaque élément est ainsi constitué.

Pour réunir les groupes élémentaires entre eux, les faces latérales des boîtes sont incurvées suivant des surfaces cylindriques, s'emboîtant les unes dans les autres à la façon de briques. Dans une même rangée horizontale, les groupes élémentaires sont donc simplement juxtaposés. Dans le sens vertical, ils sont posés l'un sur l'autre, et, de plus, sont réunis par des bouts de tubes mandrinés dans les ouvertures circulaires dont nous venons de parler.

Il y en a deux sur chaque face horizontale des boîtes.

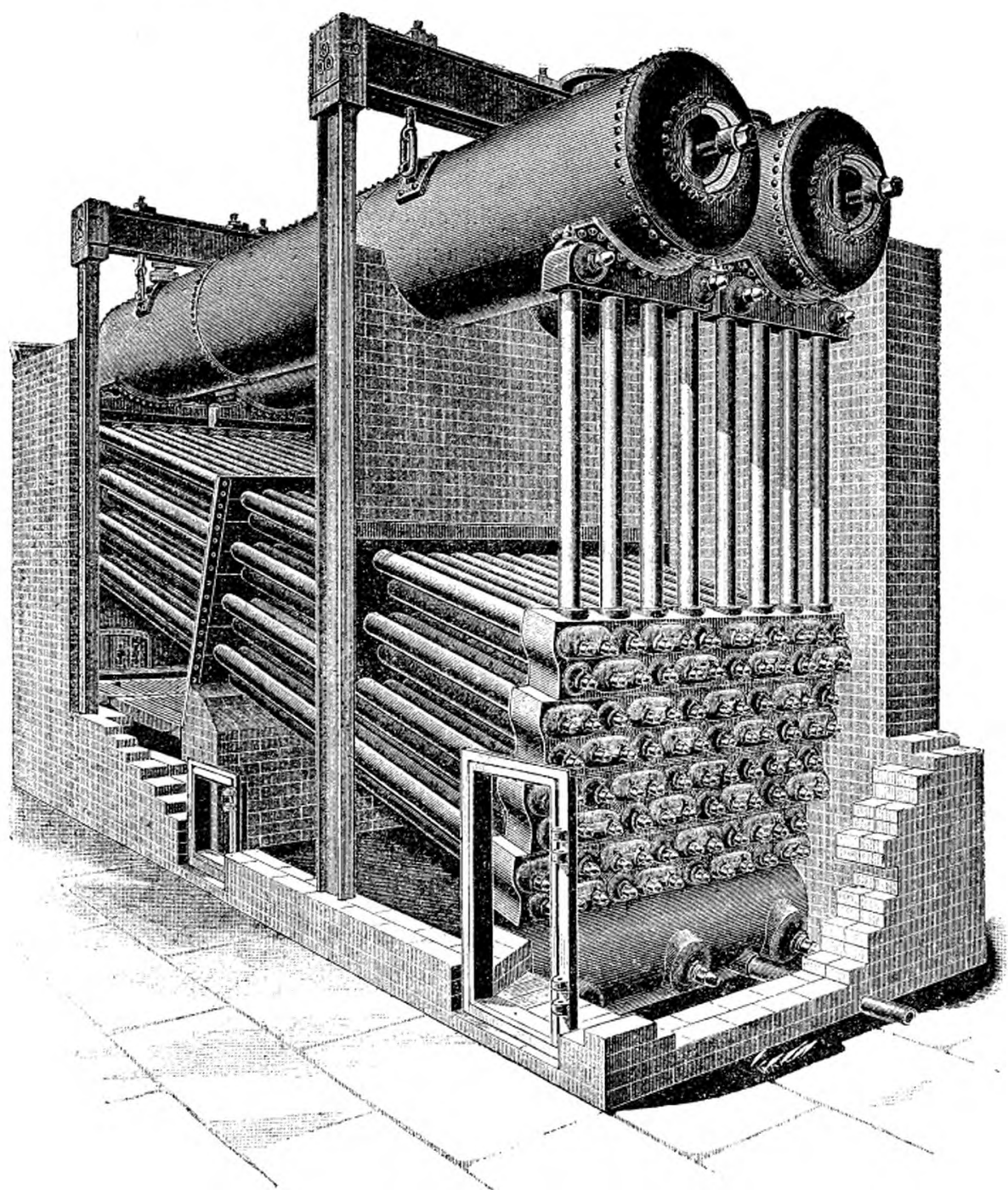
Dans la constitution d'une chaudière, les boîtes de la rangée inférieure d'avant au-dessus du foyer n'ont pas d'orifices sur leur face inférieure. Celles de la rangée supérieure sont reliées également par des bouts de tubes mandrinés à une sorte de grande boîte rivée sous le corps cylindrique. A l'arrière, la différence de niveau est rachetée en employant non pas des bouts de tubes, mais des tubes suffisamment longs.

Enfin, à la partie inférieure arrière, les boîtes sont en communication avec un réservoir cylindrique horizontal, placé perpendiculairement au réservoir supérieur, et qui sert à recueillir les dépôts. Un gros robinet de vidange permet de les expulser de temps à autre.

La chaudière, en ce qui concerne les tubes, se trouve donc composée de files verticales de groupes de six tubes communiquant, mais les files sont indépendantes les unes des autres. L'augmentation de puissance d'une telle chaudière s'obtient par augmentation du nombre des groupes de six tubes, mais non par augmentation des dimensions des tubes de chaque groupe.

Le cylindre supérieur se termine à chaque bout par un fond embouti avec trou d'homme et autoclave. Il n'y a pas de dôme de vapeur ; la prise se fait sur le cylindre directement.

Un seul cylindre reçoit jusqu'à quatre files verticales de groupes de tubes. Si ce nombre est plus considérable, on en met un deuxième. Car il faudrait le faire d'un diamètre trop grand, ou donner aux boîtes-collecteurs trop d'importance.



Chaudières « National ». — Vue d'arrière et suspension de la chaudière.

Le foyer est construit de manière à utiliser le combustible que l'on veut employer. Il est garni en briques réfractaires. Des écrans en briques réfractaires également forcent les gaz à traverser trois fois le faisceau tubulaire en même temps qu'ils lèchent le réservoir supérieur et en maintiennent la température élevée.

Le mode de montage adopté est très simple, robuste, et laisse à la chaudière toutes facilités pour la dilatation sans fatiguer les maçonneries. Quatre montants verticaux en fer **I** placés de part et d'autre de la chaudière supportent par l'intermédiaire de sommiers en fonte deux poutres formées chacune de deux fers **L**. Entre ces **L** passent des pitons à anneau supportant chaque réservoir cylindrique par des crochets à patte, rivés sur les cylindres. Ces pitons à anneau portent sur les **L** par des semelles en fonte. Leur extrémité filetée permet un réglage très facile de l'horizontalité de la chaudière, non seulement au montage, mais même après quelque temps de fonctionnement si un tassement s'était produit aux fondations supportant les poteaux.

Les réservoirs étant ainsi suspendus, on vient successivement fixer les groupes de tubes. On essaie la chaudière à la presse hydraulique, et ce n'est qu'ensuite que l'on monte les maçonneries de briques.

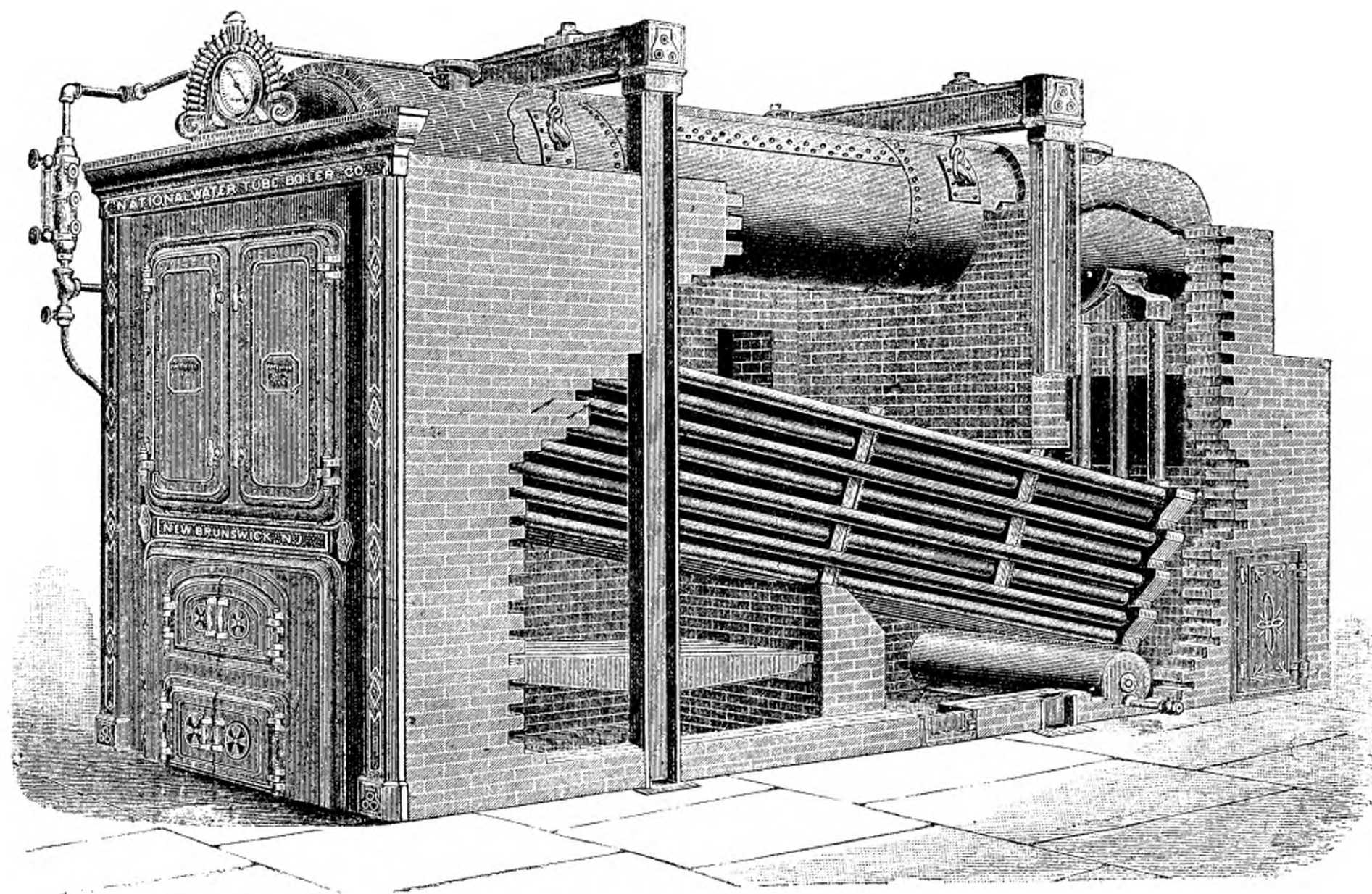
De nombreuses portes de visite sont ménagées sur les côtés. L'avant est clos par une devanture en fonte. Cette devanture a généralement trois portes à deux battants, pour le cendrier, le foyer, et l'autre très grande, permettant l'accès à toutes les boîtes des tubes. Pour les chaudières employant le pétrole comme combustible, les portes inférieures sont un peu modifiées suivant le type de brûleur adopté.

La chaudière se présente bien : elle est simple ; les réparations sont faciles à faire puisque l'on a accès aux boîtes en pénétrant, par les portes ménagées dans la maçonnerie s'il s'agit du côté arrière, en ouvrant les grandes portes de la devanture s'il s'agit du côté avant.

Le nettoyage intérieur est facile : il suffit de retirer les couvercles qui ferment les boîtes, ainsi que les tirants des tubes et d'enlever les dépôts qui pourraient exister à la lance avec jets de vapeur ou d'eau, et à la brosse ou au grattoir, s'ils étaient un peu adhérents.

Il est à remarquer du reste que les joints sont tous en dehors de l'action directe des flammes. Ils sont ainsi bien protégés ; les écrous ne se brûlent pas et peuvent se dévisser facilement quand on veut faire le nettoyage des tubes.

Le mode de construction de la chaudière permet en outre un trans-



Chaudières « National ». — Ensemble, vue d'avant.

port facile par pièces; la seule masse ayant un volume et un poids un peu considérable étant le réservoir cylindrique supérieur.

L'absence de dôme de prise de vapeur n'est pas un obstacle à la production de vapeur sèche. Car le réservoir supérieur a un volume assez considérable et se trouve placé en dehors des points de production vive de la vapeur, puisqu'elle a lieu dans les tubes. Ce cylindre est d'ailleurs isolé du contact de l'air extérieur par un revêtement en briques.

Chacune des chaudières exposées comprenait 3 réservoirs supérieurs en tôle de fer, de 914 millimètres de diamètre et de 6^m,096 de longueur, avec 180 tubes de 102 millimètres de diamètre et de 5^m,486 de longueur.

Si l'on néglige la surface de chauffe donnée par les corps cylindriques, ces chaudières avaient environ 300 mètres carrés de surface de chauffe chacune.

Le groupe des 4 chaudières formait donc un total de 1 200 mètres carrés de surface de chauffe, et devait fournir 1 500 chevaux. On voit que la surface de chauffe correspondait à 1 cheval 25 par mètre carré. Le constructeur prétend que l'on aurait pu développer 1 800 chevaux en poussant un peu le feu. La production serait alors de 1 cheval 50 par mètre carré de surface de chauffe de tubes, ou de 20^k,400 d'eau vaporisée. Ce même constructeur présentait des procès-verbaux d'essais, accusant des productions de 12 kilogrammes de vapeur par kilogramme de charbon (dans des cas où le combustible employé était du charbon). La proportion d'eau entraînée ne serait dans ces conditions que 0,125 %.

Voici notamment un essai au « *Pulpp Mill of the manufactur. Invest. C^o Madison (Maine).* »

Puissance nominale.	125 ch.
Puissance développée pendant l'essai	134 —
Température de l'eau d'alimentation.	6° cent.
Poids de vapeur par kilogramme de charbon	12 ^k 075

Nous n'avons pas été en mesure de contrôler ces résultats.

Les chaudières exposées employaient pour leur alimentation : 4 injecteurs « Métropolitain », construits par la « Hayden and Derby M. f. g. C^o, N.-Y., et 2 pompes compound « Davidson » de 305 et 508 × 266 × 508.

Le réchauffeur était un grand réchauffeur système Wainwright.

Le chauffage était fourni par 16 brûleurs Reid.

Chaudières « Safety Gill's Water Tube Steam Boiler »

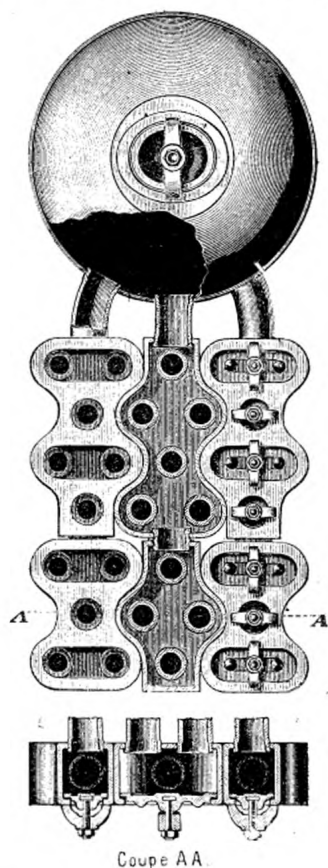
DE LA « STEARNS M.F.G. C^o », — ERIE. PA.

(Planches 4-5, 6-7).

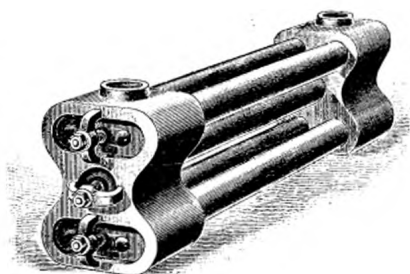
Cette chaudière a beaucoup de ressemblance avec la « National ».

Cependant, comme différence, il faut signaler le groupement des tubes, qui sont réunis par 4 et 5 et sur trois rangées horizontales, tandis que dans la « National », ils le sont par 6 et sur deux rangées horizontales. Les boîtes, ici, au lieu d'être toutes semblables, sont de 2 types: les unes présentent de face à peu près la forme d'un 8 pour 5 tubes, les autres, une forme permettant de s'emboîter avec elles et reçoivent seulement 4 tubes.

Les ouvertures sur les faces opposées aux tubes sont au nombre de 3 seulement, une circulaire et deux allongées, ou inversement, suivant le type de la boîte.



Chaudière « Gill ».
Vue d'arrière montrant le dispositif
des boîtes de connexion des tubes.



Chaudière « Gill »
Ensemble d'un groupe des tubes.

Ici, nous n'avons plus de tirants traversant les tubes et formant l'entretroisement de 2 boîtes opposées.

Les tubes seuls doivent maintenir l'écartement.

Les ouvertures des boîtes sont donc fermées ici, contrairement à celles de la « National », de l'intérieur, par un autoclave ordinaire avec un boulon, un étrier extérieur, et un écrou.

Les boîtes sont comme dans la « National » réunies entre elles par files verticales. La jonction est établie par des bouts de tubes mandrinés, mais un seul au lieu de deux, ce qui présente l'avantage de réduire de moitié le nombre de ces joints. Il est vrai qu'il n'y a plus que 4 ou 5 tubes au lieu de 6, mais la réduction n'en est pas moins assez sensible.

Par contre, la section semble un peu diminuée, et doit faire quelque peu obstacle à la circulation.

La jonction des boîtes des rangées supérieures avant et arrière avec le corps cylindrique se fait par des tubes, débouchant directement sans l'intermédiaire d'une boîte en fonte rivée à ce réservoir, comme dans la National.

Ces tubes sont recourbés à leur partie supérieure, de façon à pénétrer normalement dans le cylindre. On ne peut donner la raison, au point de vue du fonctionnement, qui ait pu conduire à préférer l'une ou l'autre disposition. Toutefois, l'absence d'appendice en fonte sous le corps cylindrique peut donner lieu à une légère réduction de poids. Mais, par contre, on est dans la nécessité de cintrer des tubes, tous à rayons différents, ce qui peut donner lieu à une petite difficulté, pour les réparations sur place, si l'on a pas une série de tubes de rechange.

Nous retrouvons ici, comme dans la « National », un collecteur pour les dépôts boueux, muni d'un robinet de vidange. Il occupe la même position que précédemment.

Les facilités de nettoyage sont les mêmes : du reste, dans ces chaudières, la rapidité du courant qui s'établit est telle qu'à moins de marcher avec des eaux séléniteuses, il ne se forme pas de dépôts adhérents.

Le mode de suspension de la chaudière, son montage, la construction du foyer et des maçonneries sont les mêmes que nous avons vues.

Les écrans en briques qui dirigent la circulation des gaz peuvent être au nombre de 1 ou 2 suivant la longueur de la chaudière.

Le type de chaudière « Gill » commence aussi à être assez répandu en Amérique. Les constructeurs les font de 50 à 700 chevaux de puissance. Le tableau ci-contre donne les renseignements sur les dimensions principales de ces chaudières.

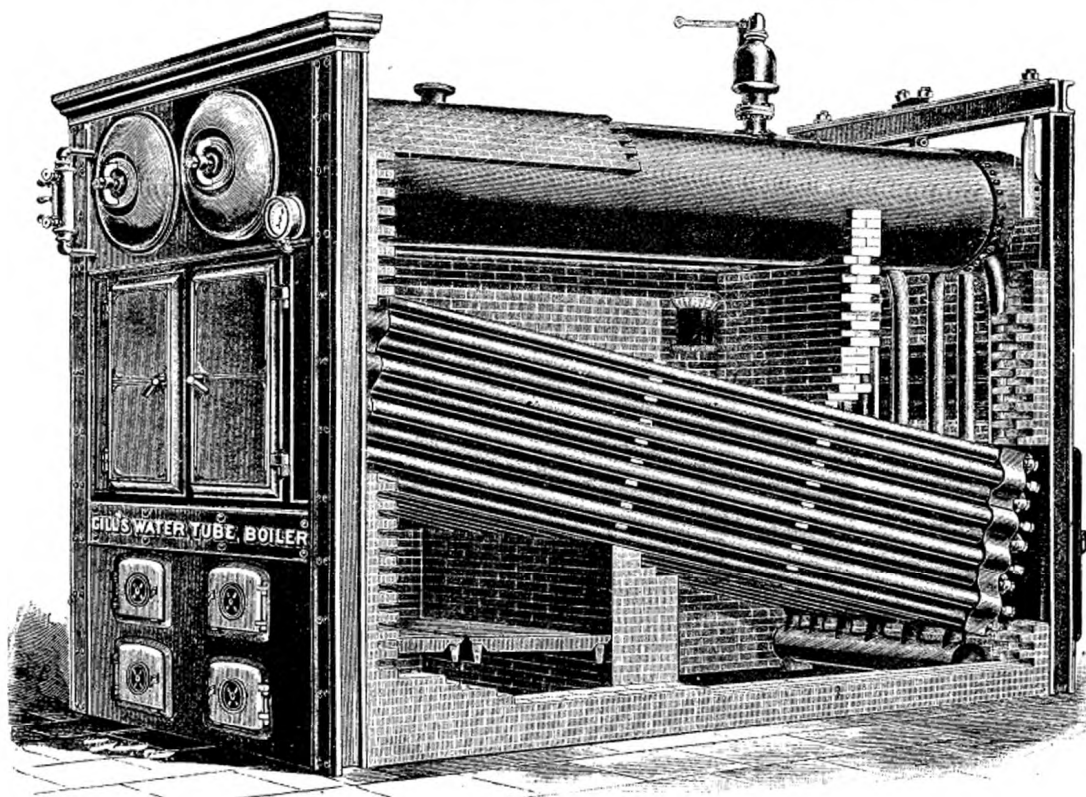
Comme il est facile de le voir, les chaudières de grande puissance

Tableau donnant les dimensions principales ordinaires des chaudières Gill

Puissance en chevaux	Largeur des culottes	Hauteur des tubes	Longueur des tubes	Nombre de tubes de 102 mm. de diamètre	DIAMÈTRE des réservoirs		Longueur des réservoirs	SURFACE DE CHAUFFE			Longueur du foyer	Largeur du foyer	Surface de grille	DIMENSIONS du massif en maçonnerie			Poids approximatif	NOMBRE approximatif de briques	
					Chaudières à un seul réservoir	Chaudières à deux réservoirs		des tubes	des corps cylindriques	Totale				Largeur	Longueur	Hauteur		Ordinaires	Réfractaires
50	0 ^m 914	2 ^m 134	4 ^m 267	32	0 ^m 762	—	5 ^m 258	43 ^m 25	5 ^m 25	49 ^m 2	1 ^m 83	0 ^m 91	1 ^m 266	1 ^m 83	5 ^m 26	4 ^m 09	8.410	12.200	1.800
75	1 ,219	2 ,134	4 ,879	42	0 ,914	—	5 ,867	65 ,7	7 ,3	73	1 ,98	1 ,27	2 ,51	2 ,13	5 ,87	4 ,75	10.540	15.000	2.000
100	1 ,219	2 ,743	5 ,182	54	1 ,067	—	6 ,172	89 ,4	8 ,6	98	2 ,13	1 ,27	2 ,70	2 ,13	6 ,17	4 ,75	12.700	16.250	2.500
125	1 ,524	2 ,743	5 ,182	68	1 ,219	—	6 ,172	112 ,2	9 ,8	122	2 ,13	1 ,52	3 ,24	2 ,39	6 ,17	4 ,85	15.000	17.000	2.600
150	1 ,823	2 ,743	5 ,182	82	—	0 ^m 813	6 ,172	135 ,6	14 ,3	150	2 ,13	1 ,88	4 ,00	2 ,74	6 ,17	4 ,55	18.600	17.000	2.700
200	2 ,438	2 ,743	5 ,182	108	—	1 ,067	6 ,172	178 ,6	17 ,4	196	2 ,13	2 ,39	5 ,09	3 ,25	6 ,17	4 ,55	21.760	18.000	2.800
					chaudières à 3 réservoirs														
					(1)	(2)													
250	3 ,048	2 ,743	5 ,182	136	1 ^m 067	0 ^m 813	6 ,172	224 ,5	23 ,5	248	2 ,13	3 ,00	6 ,39	3 ,86	6 ,17	4 ,78	25.400	19.000	2.900
300	3 ,363	3 ,048	5 ,182	165	0 ,813	1 ,067	6 ,172	272 ,5	24 ,5	297	2 ,13	3 ,40	7 ,24	4 ,27	6 ,17	4 ,93	29.900	20.000	3.000
350	3 ,658	3 ,048	5 ,486	180	1 ,067	1 ,067	6 ,477	365 ,4	27 ,6	393	2 ,13	3 ,56	7 ,58	4 ,42	6 ,48	4 ,93	34.000	21.000	3.100

NOTA. — Les chiffres (1) et (2) indiquent qu'il y a par exemple pour la chaudière de 250 chevaux 1 réservoir de 1^m 067 et 2 réservoirs de 0^m 81

ne sont pas obtenues par un accroissement bien sensible des dimensions. Ainsi, en passant de 23 à 700 chevaux de puissance, la longueur des tubes n'augmente que du tiers, le diamètre ne change pas. Il y a simplement juxtaposition de chaudières d'une force inférieure accouplées ensemble; la vapeur se rendant dans des bouilleurs séparés. Il n'y a par cette disposition, communication que par le cylindre infé-

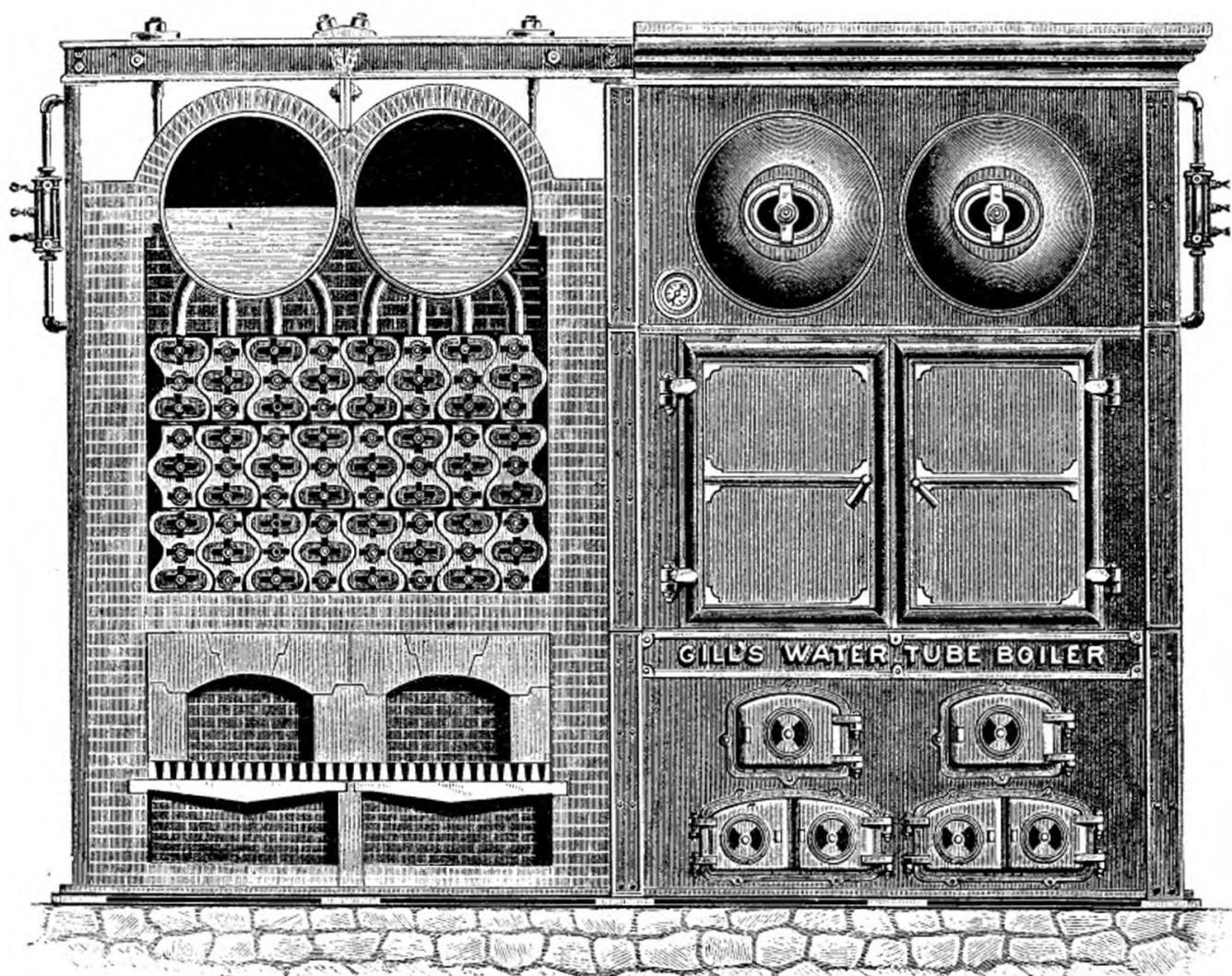


Chaudière « Gill » de 150 chevaux de la Keystone Light and Power Co. — Philadelphia.
Vue d'ensemble.

rieur qui sert également à l'alimentation. On peut critiquer cette disposition. Il est en effet, bien possible, que sur toute la largeur de la grille, le feu n'ait pas la même activité; tous les faisceaux de tubes ne sont pas chauffés de la même façon, et la vaporisation, plus rapide en certains points que dans les autres, peut donner lieu à des différences de niveau aux réservoirs de vapeur.

Mais la production n'est en général pas très grande et il n'en est jamais, à notre connaissance, résulté de bien graves inconvénients.

La figure ci-dessous montre le groupement des éléments pour chaudières de 200 chevaux à 2 réservoirs.



Coupe transversale.

Élévation.

Chaudière « Gill ». Batterie de 400 chevaux en 2 chaudières.

On a vu, par le tableau précédent, que les chaudières Gill sont relativement légères; pour le type de 300 chevaux, le poids par cheval est d'environ 100 kilogs.

La surface de chauffe, en comptant toute la surface des tubes, et la moitié de celle des réservoirs supérieurs, est évaluée à raison de $0^m^2,98$ par cheval; ou une vaporisation de $13^k,85$ de vapeur par mètre carré de surface: en tenant compte aussi de la surface des boîtes et des tubes

verticaux, on arrive à une proportion de $1^{\text{m}^2},07$, par cheval-vapeur, ce qui correspond à une vaporisation ordinaire.

Les chaudières « Gill » exposées à Chicago étaient au nombre de quatre, fournissant une force totale de 1 500 chevaux.

L'ensemble comprenait 720 tubes de fer de 102 millimètres de diamètre et de $5^{\text{m}},486$ de longueur, avec 6 réservoirs de vapeur de $1^{\text{m}},067$ de diamètre, sur $6^{\text{m}},400$ de longueur.

L'inclinaison des tubes sur l'horizontale est de 15° .

Les bouts de tubes servant de connexion aux boîtes avaient également 102 millimètres de diamètre.

La surface de chauffe était la même que celle des chaudières « National », les dimensions étant sensiblement les mêmes.

Ces chaudières paraissent avoir donné un bon fonctionnement. Elles étaient alimentées par 2 injecteurs du type américain « Shooter » qui est identique à l'injecteur Korting; et par 2 pompes « Barr », l'une de $254 \times 152 \times 305$, l'autre de $254 \times 203 \times 254$. Ces pompes étaient munies du régulateur automatique d'eau d'alimentation « J. Thomas » de Cleveland, O., qui maintient le niveau constant dans la chaudière sans surveillance aucune, à hauteur de l'axe des réservoirs de vapeur.

L'eau fournie par ces pompes passait auparavant par un réchauffeur construit par la « Stillwerce Bierce and Smith-Vaile C^o. Dayton, O. ».

Les brûleurs employés, au nombre de seize, étaient du type Armstrong, à injection de vapeur et d'air mélangés avec le pétrole. Ces brûleurs étaient placés dans les portes de foyer.

Chaudières Zell

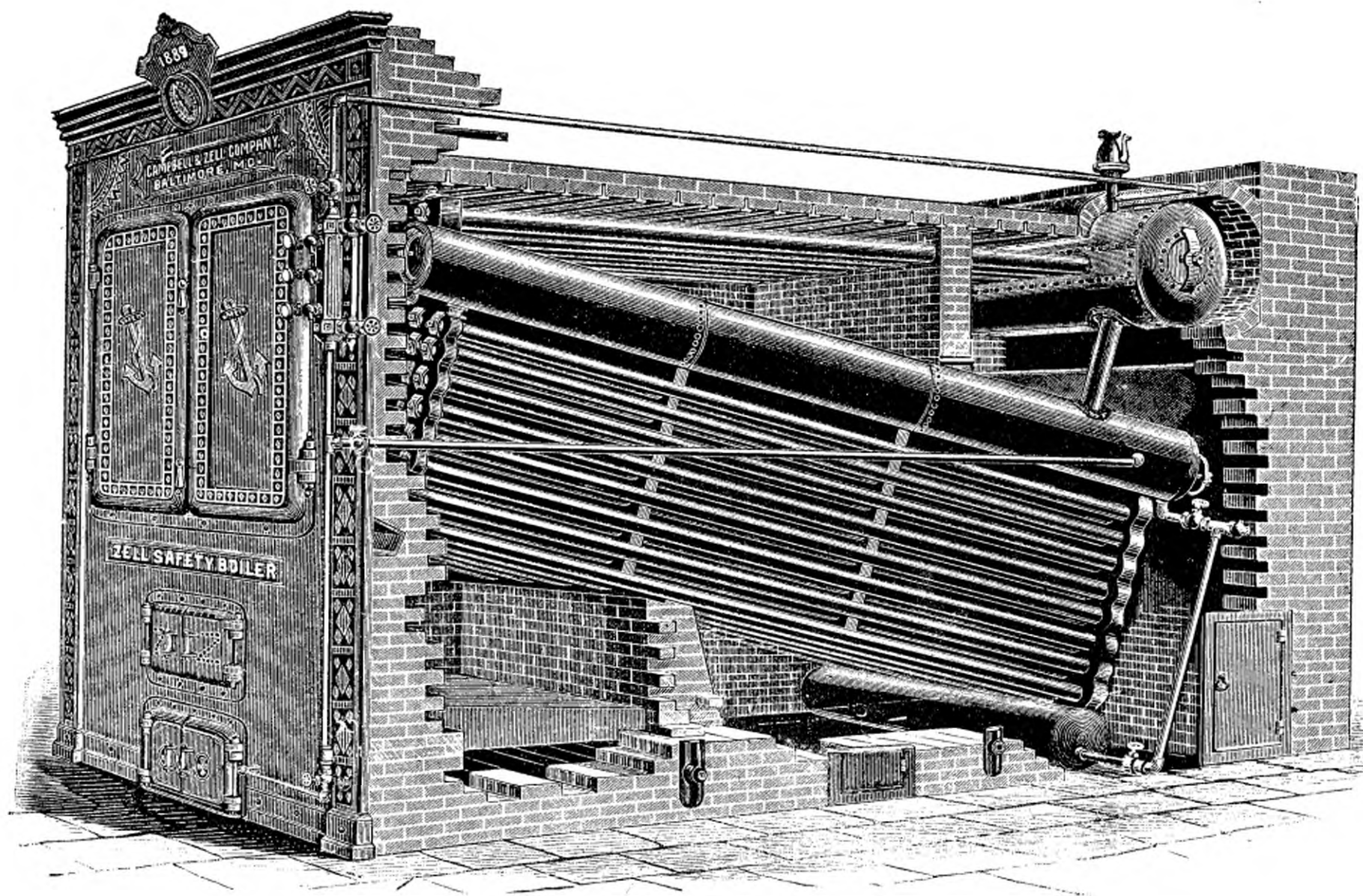
CONSTRUITES PAR LES ATELIERS CAMBELL ET ZELL,

A LOCUST-POINT, BALTIMORE. M. D.

Planches 8-9.

La chaudière Zell est d'un type différent de celles que nous venons de décrire : elle tient le milieu entre la chaudière tubulée proprement dite et la chaudière mixte.

Elle présente des particularités très intéressantes. Son sécheur de



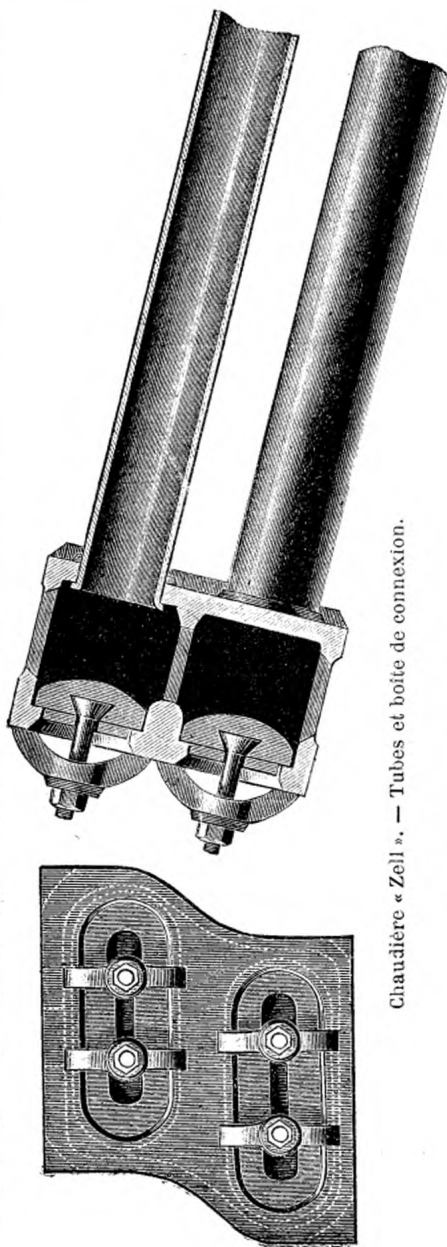
Chaudière « Zell ». — Ensemble.

vapeur ne se retrouve pas dans les autres chaudières. Sa présence assure une production de vapeur plus sèche, et permet donc d'avoir une circulation plus rapide sans pour cela avoir à craindre les entraînements d'eau en forçant la chauffe.

La partie principale, essentielle, de la chaudière est encore un faisceau de tubes inclinés dont les extrémités communiquent entre elles. Il est surmonté d'un ou plusieurs réservoirs cylindriques inclinés parallèlement aux tubes, et en relation avec eux par leurs extrémités. A l'arrière, et à peu près au niveau de la partie haute de ces bouilleurs est le réservoir de vapeur. C'est un cylindre en tôle, placé horizontalement mais parallèle à la face de la chaudière.

Il est en communication avec les bouilleurs, à leur partie arrière par des tubes presque verticaux, sortes de cuissards, et à leur partie avant par des tubes horizontaux formant le sécheur.

La partie basse des tubes de la rangée inférieure communique avec les réservoirs aux dépôts placés transversalement et horizontaux.



Chaudière « Zell ». — Tubes et boîte de connexion.

Comme dans toutes les chaudières que nous avons vues jusqu'ici, le faisceau tubulaire est formé de groupes de tubes.

Ces groupes sont composés de quatre tubes, accouplés par des boîtes de fonte ou d'acier coulé dans lesquelles ils sont mandrinés. Ils sont placés sur deux rangées horizontales; en face se trouvent deux ouvertures allongées fermées par un autoclave du type ordinaire avec deux étriers et boulons.

La boîte porte en son milieu un diaphragme percé d'une grande ouverture, qui a pour but de la renforcer en formant comme une sorte de nervure. Ces boîtes sont d'un type unique avec leurs faces latérales ondulées, leurs faces horizontales planes avec un seul trou conique permettant la jonction par un bout de tube mandriné, avec les boîtes placées au-dessus et au-dessous.

Les groupes de quatre tubes communiquent ainsi entre eux par files verticales.

Les boîtes de la rangée supérieure débouchent dans des pièces en fonte, sortes de collecteurs, rivés sous les bouilleurs, munis comme les boîtes, d'autoclaves pour la visite.

Il arrive parfois, comme on le verra planches 8-9, que ces collecteurs ne sont pas assez larges pour recevoir la communication directe avec toutes les culottes.

Les culottes de la rangée supérieure sont alors d'un type spécial à faces latérales planes et verticales, de façon à pouvoir être en communication entre elles, et permettre à la circulation d'eau et de vapeur de passer quand même aux bouilleurs.

Dans ce type de chaudière, comme dans les précédentes, l'augmentation de puissance est obtenue plutôt par une augmentation du nombre de groupes de tubes que par augmentation de leurs dimensions. Les bouilleurs sont des cylindres de tôle d'un diamètre relativement faible, et d'une longueur un peu supérieure à celle des tubes, inclinés parallèlement à ces derniers. A chaque extrémité le fond est fermé par un grand autoclave.

Vers son extrémité arrière chaque bouilleur est en communication avec le réservoir de vapeur par un cuissard formé par un tube d'un diamètre supérieur aux tubes du faisceau tubulaire. La direction de ces tubes est la perpendiculaire commune aux axes des bouilleurs et à celui du réservoir de vapeur, de façon qu'ils pénètrent dans chacun de ces cylindres suivant un rayon, c'est-à-dire normalement à la paroi. Ces

cuissards en fer sont parfois entourés d'une enveloppe en fonte avec collet à chaque extrémité. Ces enveloppes sont en deux pièces assemblées par quatre boulons de manière à les placer lorsque les joints des cuissards proprement dits sont faits. On les emploie pour les chaudières de grande puissance, lorsque le poids du réservoir de vapeur est trop considérable pour être porté par les cuissards eux-mêmes. De plus ces enveloppes protègent les tubes de fer contre l'action directe des gaz chauds.

Le sécheur ou surchauffeur de vapeur est formé par une série de tubes horizontaux de même diamètre que ceux du faisceau tubulaire. Ces tubes débouchent vers l'arrière dans le réservoir de vapeur, et à l'avant dans des boîtes en fonte en communication avec le dessus des bouilleurs.

Les joints sont, comme tous ceux du faisceau tubulaire, obtenus par mandrinage des tubes.

Les tubes du sécheur sont le plus souvent formés d'une seule rangée. Pour les chaudières plus importantes, il y en a deux rangées formées de groupes de quatre débouchant dans des boîtes analogues à celles du faisceau tubulaire.

Le réservoir de vapeur est de constitution analogue aux bouilleurs : il règne transversalement sur toute la largeur de la chaudière quelle qu'en soit la puissance.

Les cylindres servant à recevoir les dépôts boueux sont au contraire séparés et ne reçoivent chacun qu'une partie des boîtes inférieures du faisceau tubulaire. Cette disposition facilite l'expulsion des boues qui a lieu par de gros robinets de vidange.

La chaudière n'est pas suspendue. Elle repose à l'arrière par les réservoirs aux dépôts boueux. Des semelles spéciales en fonte s'appliquent sur une murette en maçonnerie de briques et supportent ces cylindres. Ce sont les points fixes de la chaudière. A l'avant, au-dessus de la porte du foyer, est une sorte de glissière en fonte supportée par un fer I, et dont la surface est parallèle aux rangées de tubes du faisceau tubulaire. Les boîtes inférieures y reposent par l'intermédiaire de rouleaux, ce qui permet la dilatation de tout le système.

Ce moyen est assez simple, mais il est à remarquer que dans la dilatation, le point fixe se trouvant à la partie inférieure, le centre de gravité se devra remonter d'une certaine quantité : il y a donc là à produire un effort qui peut entraver un peu la libre dilatation.

Le reste de la maçonnerie est monté ensuite. Le réservoir de vapeur est entouré de briques, mais celles-ci ne sont pas posées au contact direct des tubes du sécheur.

Des fers **1** sont disposés transversalement d'un mur à l'autre, à une petite distance au-dessus du sécheur. Sur leurs ailes on place deux épaisseurs de briques à plat.

Au-dessus de l'autel du foyer dont il forme le prolongement, est un écran de briques réfractaires qui va jusqu'à la partie supérieure du faisceau tubulaire perpendiculairement à sa direction. Au tiers à peu près à partir de l'arrière, une épaisse cloison de briques descend verticalement du plafond jusqu'au-dessous des bouilleurs; elle se prolonge par un écran semblable au premier, traversant normalement le faisceau. Le départ vers la cheminée se fait un peu au-dessous du réservoir de vapeur. De la sorte, les gaz chauds traversent le faisceau en montant jusqu'au sécheur, le traversent une seconde fois puis une troisième, en allant chauffer les cuissards et lécher le réservoir de vapeur sur à peu près la moitié de son diamètre.

Sur les parois de l'enveloppe en maçonnerie sont ménagées de nombreuses ouvertures pour la visite. A l'avant, nous retrouvons la devanture en fonte avec ses grandes portes.

A la partie supérieure est le manomètre; et sur le côté le tube de niveau qui communique d'une part à la partie supérieure du réservoir de vapeur; d'autre part à la partie arrière des bouilleurs.

Le niveau de l'eau est maintenu aux $\frac{2}{3}$ ou aux $\frac{3}{4}$ du diamètre des bouilleurs du côté avant. Comme ils sont inclinés vers l'arrière parallèlement aux tubes, il s'ensuit qu'ils sont presque complètement remplis d'eau, ainsi que les cuissards fixés sous le réservoir de vapeur.

L'alimentation se fait par la partie basse des bouilleurs. L'eau d'alimentation au contact de celle de la chaudière abandonne la plus grande partie de ses impuretés qui se rendent aux réservoirs aux dépôts placés au-dessous. La vapeur produite dans le faisceau tubulaire se rend à la partie haute du bouilleur et au réservoir de vapeur par les tubes du sécheur.

Cette chaudière présente les principaux avantages de celles déjà décrites : facilités de nettoyage, facilités de réparations, joints en général en dehors de l'action des flammes. On pourrait lui reprocher comme à la chaudière Gill de n'avoir pour établir communication entre deux boîtes superposées qu'un seul tube, de même diamètre que les quatre tubes

que reçoit chaque boîte. Mais l'addition de son sécheur lui assure une supériorité marquée, en évitant les inconvénients des entraînements d'eau.

Il y avait à l'Exposition de Chicago 9 chaudières Zell d'une puissance totale de 3 750 chevaux.

Le type de 350 chevaux est formé de 208 tubes de fer, de 102 millimètres de diamètre extérieur, et 5^m,486 de longueur, avec 3 bouilleurs de 762 millimètres de diamètre et de 6^m,401 de longueur. Les tubes du sécheur sont au nombre de 28, ayant 102 millimètres de diamètre sur une longueur de 4^m,775. Le réservoir aux dépôts boueux est un cylindre de 0^m,305, et le réservoir de vapeur a un diamètre de 1^m,143. Lorsque les chaudières sont par batteries de deux, ce cylindre n'est pas comme le réservoir aux boues, distinct pour chaque chaudière, il règne sur toute la largeur, et reçoit la vapeur des deux générateurs.

Les chaudières de l'Exposition étaient alimentées par 6 injecteurs « Nathan » ; une pompe « Cameron », une « Laidlaw et Dunn » de 191 × 114 × 254, une « Wilson Snyder, de Pittsburgh » de 356 × 203 × 457; une « Canton » et une « Worthington. »

Le type de réchauffeur était le « National » construit par la « National Pipe Bending Co », New-Haven, Conn. Le chauffage employait 46 brûleurs Reid.

Chaudières Heine

CONSTRUITES PAR LA « HEINE SAFETY BOILER CO » SAINT-LOUIS. MO.

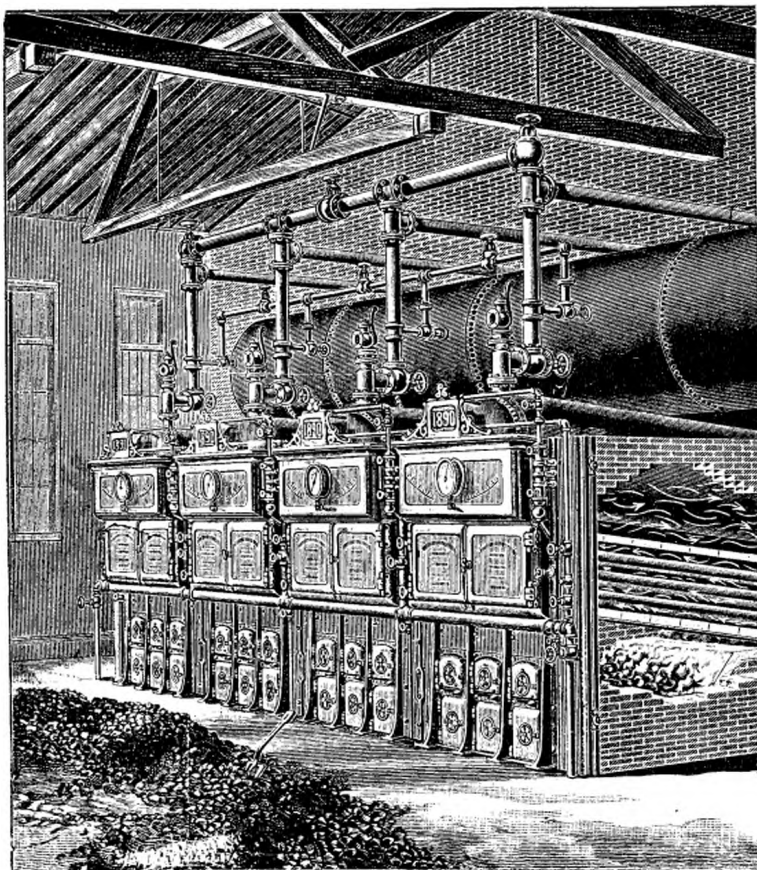
Planches 10-11, 12-13.

Cette chaudière se distingue par plusieurs traits caractéristiques de celles que nous avons examinées précédemment.

Elle se compose essentiellement d'un ou plusieurs corps cylindriques inclinés sous lesquels sont rivés deux sortes de caisses plates rectangulaires (une à chaque bout), reliées par des tubes dans lesquels se fait la production de la vapeur.

Ces corps cylindriques ou bouilleurs renferment les épurateurs, appa-

reils que nous ne trouvons pas dans les autres chaudières. Les bouilleurs servent souvent de réservoirs de vapeur. D'autre fois, lorsque plusieurs chaudières sont accolées, il y a un réservoir de vapeur transversal commun, comme dans la figure ci-dessous.



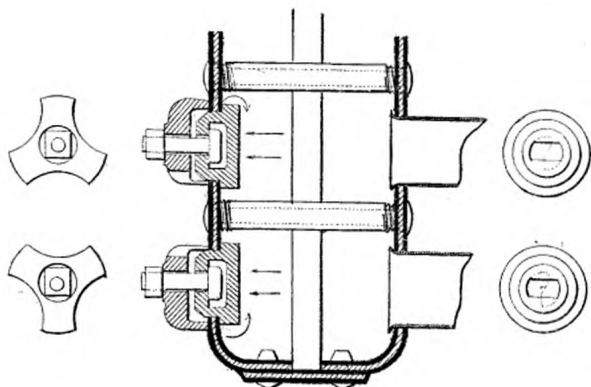
Chaudières « Heine ». — Installation de 800 chevaux à Rochester.

Les caisses dans lesquelles sont mandrinés les tubes sont formées de deux faces parallèles entretoisées par des bouts de tubes en acier visés dans les tôles et rivés. Pour empêcher les rentrées d'air, les orifices extérieurs sont fermés par des bouchons souvent en bois.

Ces faces sont percées de trous en regard. Ceux de la face extérieure sont légèrement plus grands afin de permettre d'entrer le tube, et de le

mandriner dans la tôle de la face intérieure. Il y a ainsi un autoclave par tube.

Le joint est intérieur avec autoclave en fonte et étrier également en fonte, avec 3 points d'appui au lieu de deux que l'on emploie ordinairement.



Chaudière « Heine ». — Détails des caisses de connexion et autoclaves.

Les tôles formant les faces des caisses sont embouties sur leur pourtour et rivées à une bande de tôle formant enveloppe.

Les caisses sont ensuite rivées sous les corps cylindriques. Il s'en suit que la communication des tubes à ces corps cylindriques a lieu par une très large section, au lieu d'avoir comme dans les chaudières que nous avons vues jusqu'ici à traverser les étranglements des passages d'une boîte à la boîte supérieure ; et tous les tubes communiquent entr'eux.

Les corps cylindriques sont formés d'une enveloppe en tôle avec un fond en tôle emboutie à chaque extrémité. Le fond arrière seul est muni d'un autoclave.

Les collecteurs de dépôts et de boues, ou épurateurs, se trouvent placés dans ces bouilleurs.

Chaque collecteur se compose d'un cylindre en tôle à section ovale ayant son axe parallèle à celui du bouilleur. Il est placé à quelques centimètres au-dessus du fond du bouilleur. Sa section est un peu plus petite que celle de l'autoclave du bouilleur, de façon qu'il puisse être retiré facilement. Il est entièrement noyé dans l'eau. Les bouts sont terminés par des têtes en fonte. Son extrémité arrière complètement fermée se termine à peu près au-dessus de la face interne de la caisse en tôle d'avant. Son extrémité avant se termine à une certaine distance de

la caisse d'avant. Elle est coupée à la partie supérieure par un plan presque horizontal, et c'est par là que pénètre le tuyau d'alimentation qui traverse le fond avant du bouilleur. Dans la tête en fonte arrière est vissé un tube pour la vidange des dépôts. Ce tube traverse le fond avant du bouilleur au moyen d'un joint formé par un presse-étoupe, de manière à permettre la dilatation. A la sortie se trouve placé un gros robinet, dont l'ouverture détermine l'expulsion des dépôts boueux.

A l'avant du bouilleur, au-dessus de l'endroit où débouche la caisse en tôle est placée une tôle inclinée, le *défecteur*, qui force la vapeur sortant de la caisse à se rabattre. La prise de vapeur se trouve en effet au-dessus, et si la vapeur s'y rendait directement, il y aurait à craindre les entraînements d'eau. Du reste, une autre précaution a encore été prise, en plaçant sous l'orifice de la prise de vapeur une tôle perforée qui retient aussi l'eau qui n'aurait pas été abandonnée.

Cette prise de vapeur est formée par un tuyau de fonte très court, auquel est boulonné un T sur lequel se branchent la valve de prise de vapeur et la soupape de sûreté.

Le niveau d'eau est placé également sur le fond avant du bouilleur.

Dans les chaudières puissantes, à plusieurs bouilleurs, c'est encore à l'avant qu'est placé le réservoir de vapeur. Il est réuni à chaque bouilleur par un cuissard en tôle, et son axe est transversal à la chaudière. Chacun de ses fonds est muni d'un grand autoclave. Le foyer peut recevoir diverses dispositions suivant les cas où l'on se trouve, et le combustible employé. Les planches 12-13 représentent un dispositif où l'autel est creux et disposé pour permettre des rentrées d'air chaud, dont l'arrivée est réglée par des valves placées à l'entrée des prises.

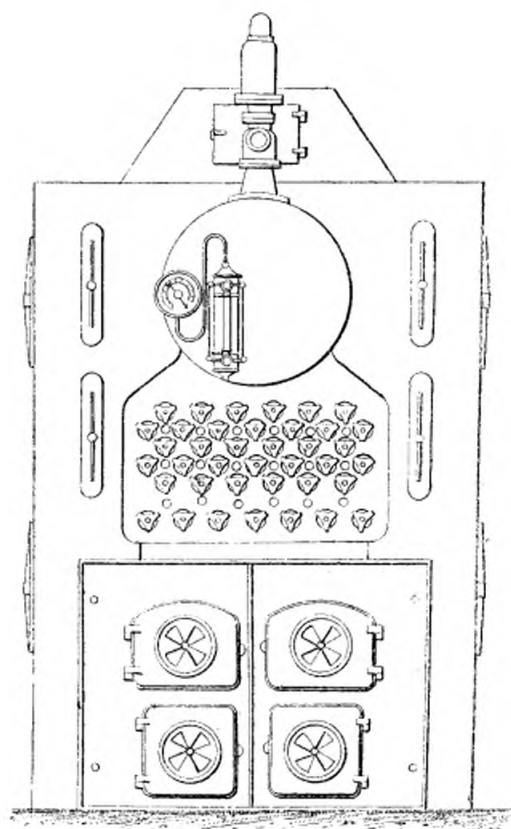
Le courant des gaz chauds traverse encore ici trois fois le faisceau des tubes, mais parallèlement aux tubes. Pour cela, une cloison de briques réfractaires est placée au-dessus de la rangée inférieure des tubes partant de la caisse avant jusqu'à une certaine distance de la caisse arrière. La combustion est ainsi mieux assurée, les gaz étant forcés de se rabattre vers l'autel. Une seconde cloison est placée au-dessus de la rangée supérieure des tubes partant au contraire de la caisse arrière jusqu'à une certaine distance de celle d'avant. Les gaz reviennent donc vers l'avant, puis retournent à la cheminée située à l'arrière en chauffant le dessous des bouilleurs, mais seulement la partie occupée par l'eau.

Le montage de la chaudière est très simple. On commence par monter complètement la partie métallique, faire les joints, essayer à la presse

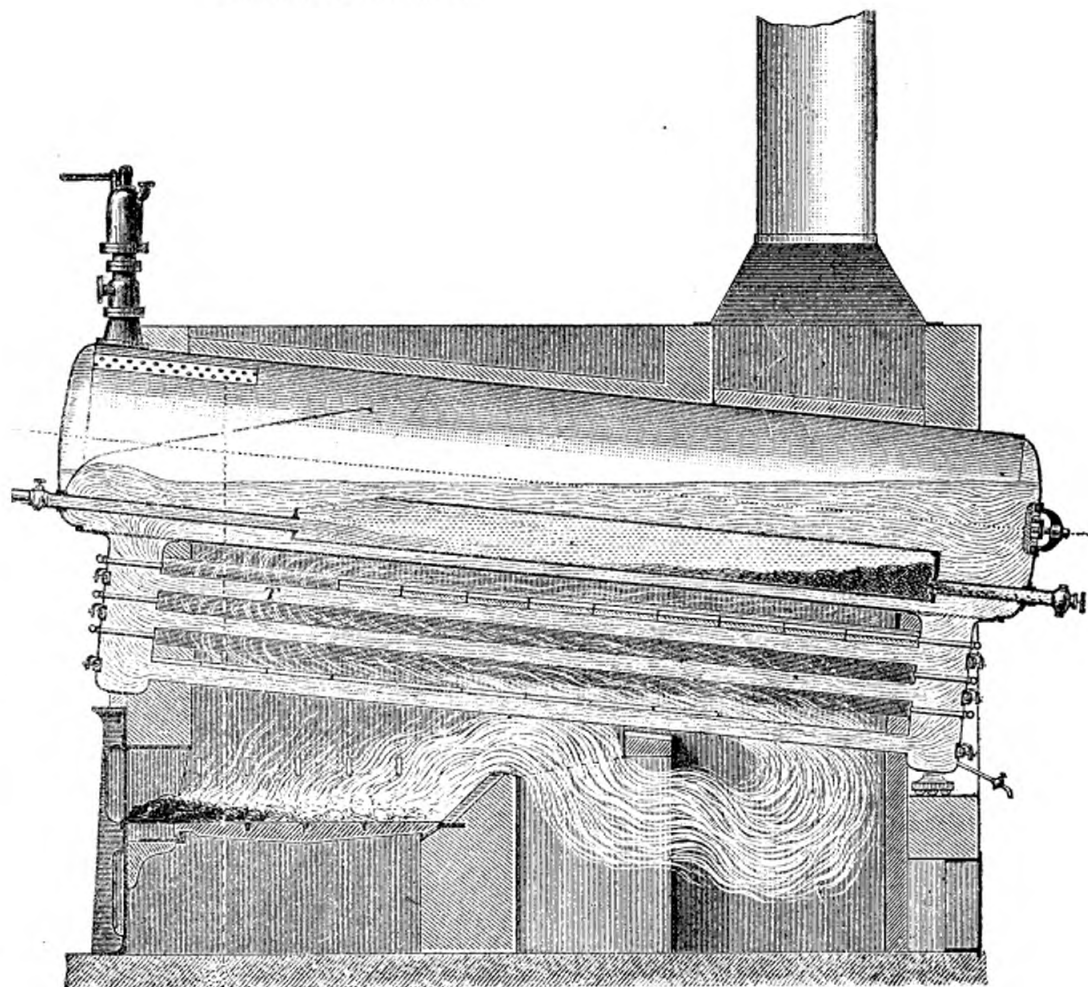
Chaudière « Heine ».

28

REVUE TECHNIQUE DE L'EXPOSITION DE CHICAGO



Vue de face.

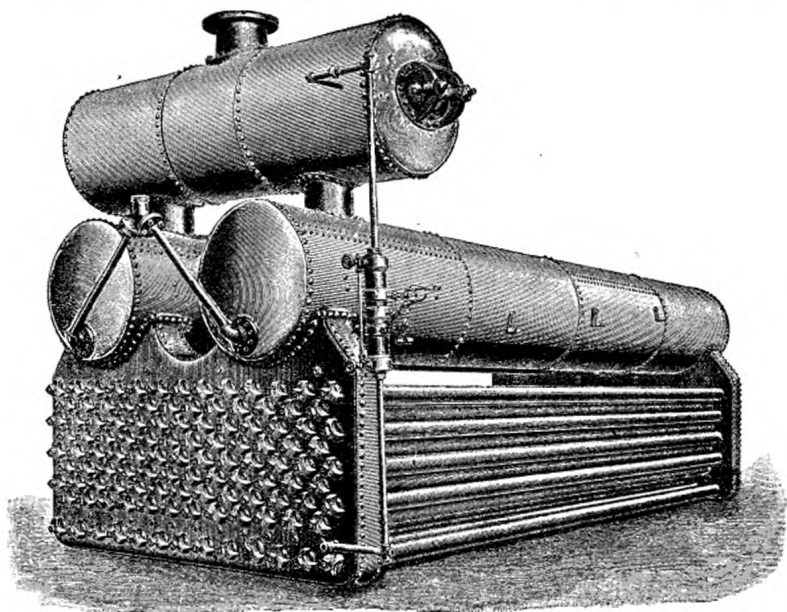


Coupe longitudinale.

hydraulique ; puis on pose la chaudière sur ses supports, celui d'avant est au-dessus de la porte du foyer. •

La caisse en tôle y est solidement boulonnée; c'est le point fixe. Pour permettre la libre dilatation, la caisse d'arrière repose sur un massif en maçonnerie par le moyen de deux pièces de fonte entre lesquelles sont placés des rouleaux, roulant sur une face horizontale

De la sorte, l'inconvénient signalé pour la chaudière « Zell » est évité, le poids propre de la chaudière n'étant plus un obstacle à la dilatation.

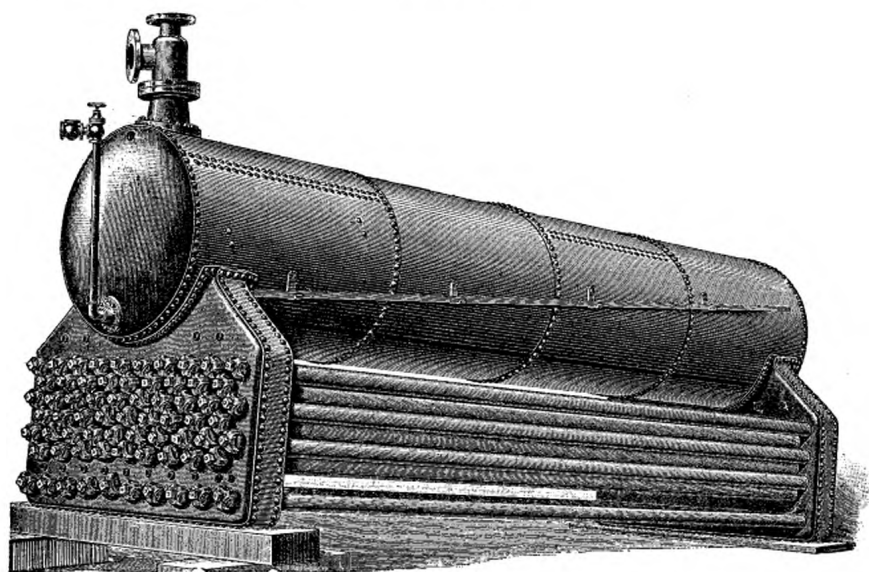


Chaudière Heine de 250 chevaux à 2 corps cylindriques
et réservoir de vapeur, non montée.

Les murs latéraux en briques sont ensuite montés, la devanture en fonte posée. Il reste à placer l'enveloppe en briques des bouilleurs. Pour la recevoir, des équerres ont été rivées sur les côtés de ce bouilleur, et sur celles-ci on met un fer plat sur lequel s'appuie l'assise inférieure des briques.

Le dessus de ce fer plat se trouve à 50 millimètres au-dessous du niveau que doit occuper l'eau dans la chaudière et les équerres ont été placées non pas suivant une génératrice du cylindre, mais suivant la

trace d'un plan incliné sur l'axe, de sorte qu'en ayant soin, au montage, de disposer ces fers plats bien horizontaux, (en calant convenablement les supports), la chaudière se trouve avoir la pente voulue : cette pente est de environ $1/12$ de l'avant vers l'arrière.



Chaudière Heine de 150 chevaux à un seul corps cylindrique, prête pour le montage.

Ainsi établie, la chaudière est d'une conduite et d'un entretien faciles. Les réparations et les nettoyages s'opèrent comme dans les chaudières dont nous avons déjà parlé.

L'absence des boîtes réunissant des groupes de 4 ou 5 tubes rend du reste cette chaudière très robuste.

En somme, l'eau se trouve dans cette chaudière à peu près comme dans une chaudière ordinaire à bouilleurs, mais dans laquelle les bouilleurs seraient remplacés par des tubes. L'eau d'alimentation est lancée dans l'épurateur, s'y chauffe et abandonne la plus grande partie de ses impuretés, qui seront expulsées par le robinet de chasse de temps à autre. Elle passe ensuite dans le bouilleur lui-même, et par suite de la position inclinée de tout le système, il s'établit une circulation dans laquelle la vapeur se dégage vers l'avant, tandis que l'eau descend par la caisse en tôle arrière.

Il ne se produit pas ici de surchauffe de vapeur comme dans les chaudières où le mélange d'eau et de vapeur doit suivre une série de tubes avant d'arriver au réservoir de vapeur où se fait la séparation. Par contre, si la vapeur est moins surchauffée, l'ébullition doit être moins tumultueuse, et donner lieu à moins d'entraînement d'eau. D'ailleurs, ainsi que nous l'avons vu, de grandes précautions ont été prises : en plaçant la prise de vapeur au joint du bouilleur où l'eau est le plus éloignée de la paroi supérieure, en la protégeant par un *défecteur* pour éviter un courant direct venant de la caisse d'avant, et enfin en faisant traverser à la vapeur une sorte de tamis.

Le niveau de l'eau dans le bouilleur doit être maintenu rempli en parties à peu près égales d'eau et de vapeur ; ce qui étant données les dimensions et la pente, correspond à peu près au tiers inférieur du diamètre à l'avant, et aux deux tiers du diamètre à l'arrière.

Les chaudières « Heine » en service à l'Exposition Colombienne étaient au nombre de 12 pour le service du Palais des Machines, développant une puissance de 4 500 chevaux. Il y en avait 8 dans la Salle principale des chaudières, et 4 dans l'Annexe. En outre, 1 500 chevaux étaient employés à la gare du Barre-Railway et 750 dans l'installation Ferris Wheel C°, pour le fonctionnement de sa Roue. De sorte que la puissance totale des chaudières exposées était de 6 750 chevaux-vapeur.

Toutes les chaudières employées au Palais des Machines étaient semblables : elles se composaient d'éléments de 375 chevaux formés de deux corps cylindriques de 914 millimètres de diamètre, et de 5^m,969 de long, réunis à un collecteur de vapeur de 762 millimètres de diamètre et de 2^m,438 de longueur ; avec 171 tubes de 89 millimètres de diamètre, sur 4^m,877 de longueur.

La surface de chauffe de chacune de ces chaudières était de 257 mètres carrés, la production était donc de 1^{ch}. 45 par mètre carré de surface de chauffe. Et comme le cheval-vapeur était compté correspondant à une dépense de 13^k,600 de vapeur, la production de vapeur atteignait 19^k,75 par mètre carré.

La contenance en eau, avec niveau moyen, est d'environ 10 mètres cubes.

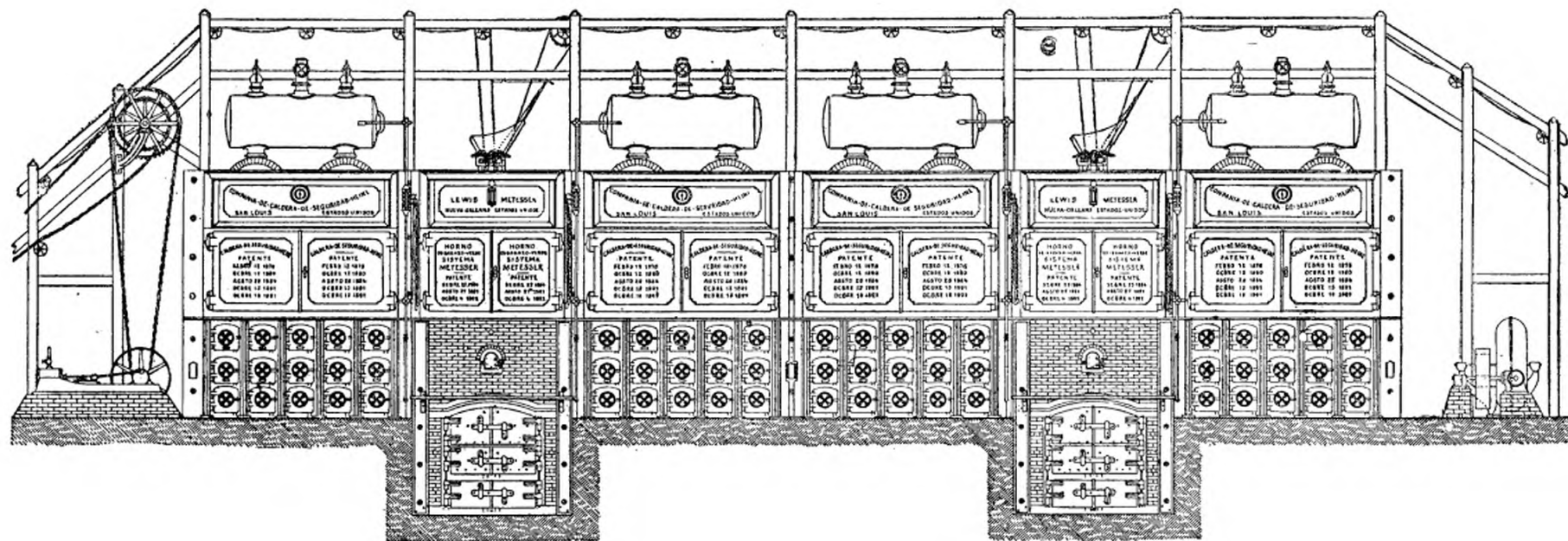
Dans le cas où ce type de chaudière est employé avec grille pour brûler la houille, la surface de cette grille est de 5^m²,90 ; le rapport de la surface de la grille à la surface de chauffe est donc de 1 à 43,5.

La disposition du foyer et des cloisons horizontales permet de donner

Principales dimensions ordinairement employées pour la construction des chaudières Heine

DÉSIGNATION	A			B			C		D		E	
	Corps cylindrique de 600 ^{mm} . 23 tubes			Corps cylindrique de 762 ^{mm} . 33 tubes			C. cylindr. de 914 ^{mm} . 53 tubes		C. cylindr. de 1,067 ^{mm} . 67 tubes		C. cylindr. de 1,219 ^{mm} . 87 tubes	
Longueur des tubes . . .	3 ^m 048	3 ^m 658	4 ^m 267	3 ^m 658	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877
Longueur du corps cylindr.	3 ,962	4 ,572	5 ,182	4 ,597	5 ,207	5 ,817	5 ,258	5 ,867	5 ,296	5 ,906	5 ,347	5 ,957
Largeur des culottes . . .	991	991	991	1 ,346	1 ,346	1 ,346	1 ,524	1 ,524	1 ,880	1 ,880	2 ,235	2 ,235
Hauteur totale. . . .	1 ,524	1 ,524	1 ,524	1 ,702	1 ,702	1 ,702	2 ,057	2 ,057	2 ,184	2 ,184	2 ,337	2 ,337
Long. du massif maçonn.	3 ,45	4 ,06	4 ,67	4 ,06	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28
Larg. — — . . .	1 ,83	1 ,83	1 ,83	2 ,18	2 ,18	2 ,18	2 ,36	2 ,36	2 ,72	2 ,72	3 ,07	3 ,07
Haut. — — . . .	2 ,59	2 ,59	2 ,59	2 ,74	2 ,74	2 ,74	3 ,10	3 ,10	3 ,10	3 ,10	3 ,25	3 ,25
Force en chevaux . . .	30 ch.	35 ch.	40 ch.	50 ch.	60 ch.	75 ch.	100 ch.	120 ch.	130 ch.	150 ch.	175 ch.	200 ch.
Poids app ^{te} de la chaudière.	4,260 ^{kg} .	4,560 ^{kg} .	4,900 ^{kg} .	6,300 ^{kg} .	6,740 ^{kg} .	7,200 ^{kg} .	8,470 ^{kg} .	9,000 ^{kg} .	10,200 ^{kg} .	10,950 ^{kg} .	12,840 ^{kg} .	13,700 ^{kg} .

DESIGNATION	K		L		M		N		O	
	2 corps cylindr. de 762 ^{mm} . 113 tubes		2 corps cylindr. de 914 ^{mm} . 140 tubes		2 corps cylindr. de 914 ^{mm} . 171 tubes		2 corps cylindr. de 1,067 ^{mm} . 210 tubes		2 corps cylindr. de 1,067 ^{mm} . 241 tubes	
Longueur des tubes . .	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877	4 ^m 267	4 ^m 877
Longueur du corps cylindr.	5 ,207	5 ,817	5 ,258	5 ,867	5 ,258	5 ,867	5 ,436	6 ,045	5 ,436	6 ,045
Largeur des culottes . .	2 ,413	2 ,413	2 ,946	2 ,946	2 ,946	2 ,946	3 ,302	3 ,302	3 ,480	3 ,480
Hauteur totale	3 ,150	3 ,150	3 ,277	3 ,277	3 ,505	3 ,505	4 ,115	4 ,115	4 ,216	4 ,116
Long. du massif maçonn.	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28	4 ,67	5 ,28
Larg. — — .	3 ,25	3 ,25	3 ,78	3 ,78	3 ,78	3 ,78	4 ,17	4 ,17	4 ,32	4 ,32
Haut. — — .	3 ,45	3 ,45	3 ,45	3 ,45	3 ,63	3 ,63	4 ,50	4 ,50	4 ,57	4 ,57
Force en chevaux . . .	225 ch.	250 ch.	275 ch.	300 ch.	325 ch.	375 ch.	385 ch.	440 ch.	450 ch.	500 ch.
Poids app ^{te} de la chaudière.	15,500 ^{kg} .	16,500 ^{kg} .	18,300 ^{kg} .	19,370 ^{kg} .	20,400 ^{kg} .	21,600 ^{kg} .	21,760 ^{kg} .	24,940 ^{kg} .	25,500 ^{kg} .	28,350 ^{kg} .



Installation de chaudières Heine de 200 chevaux avec foyers système Métesser pour brûler la bagasse.

de grandes dimensions à la grille dans des installations qui doivent brûler des combustibles de mauvaise qualité, les bagasses, par exemple. Aussi l'usage s'en est-il très répandu.

A l'Exposition, les chaudières « Heine » employaient 17 brûleurs Graves, 16 Burton, 8 Wright et 12 Reid.

Les 8 chaudières de la salle principale étaient alimentées par 8 injecteurs d'un type construit par la « Penberty Injector Co — Détroit. Mich.; par 2 pompes Knowles de $254 \times 127 \times 305$, et 2 pompes Blake de $203 \times 127 \times 305$. »

Les chaudières 4, placées dans l'annexe, employaient 2 pompes Marsh.

Le réchauffeur épurateur était construit par la « Excelsior Heater Co Chicago, Ill.

Chaudières Stirling

DE LA STIRLING CO, CHICAGO, ILLIN.

ATELIERS ET FONDERIES A BARBERTON, OHIO.

(Planches 14 à 25).

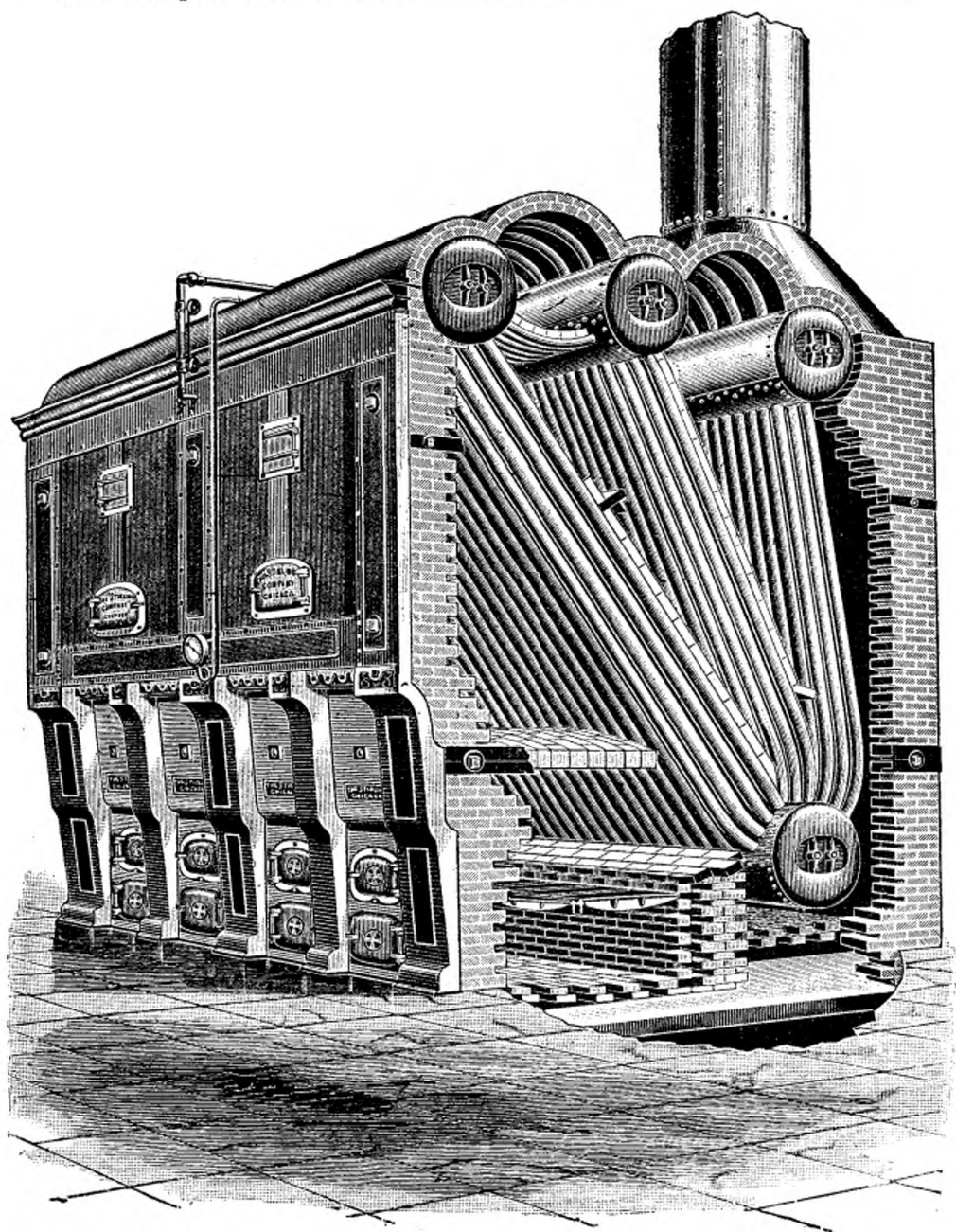
La chaudière Stirling, qui a donné lieu à des essais très intéressants, et dont la Société constituée pour sa construction cherche à répandre beaucoup l'emploi, présente des caractères tout à fait nouveaux et très intéressants. Les applications sont déjà nombreuses, et les résultats paraissent satisfaisants. — On compte près de 150 000 chevaux actuellement installés.

C'est une chaudière sans bouilleurs; les corps cylindriques ne servent guère que comme alimentateurs, réservoirs de vapeur ou de dépôts boueux. Leur position dans la chauffe, étant presque en dehors du contact des gaz chauds, ne leur permet pas de contribuer beaucoup à la production de vapeur.

La chaudière se compose, à proprement parler, de trois faisceaux tubulaires, partant d'un réservoir inférieur commun, aboutissant à trois réservoirs supérieurs distincts. Ces réservoirs sont tous horizontaux, et parallèles à la devanture de la chaudière.

Le réservoir inférieur, placé derrière l'autel, dont il ne dépasse que

légèrement la face supérieure est un cylindre en tôle avec fonds emboutis, munis chacun d'un trou d'homme. Il est muni d'un gros robinet de chasse pour l'expulsion des dépôts boueux.



Chaudière Stirling. — Vue d'ensemble, la maçonnerie enlevée.

Les trois réservoirs sont en communication avec le cylindre inférieur; les deux d'avant par quatre rangées de tubes inclinés sur la verticale; celui d'arrière par trois rangées seulement.

Les rangées, partant d'un même réservoir supérieur, sont parallèles, mais l'inclinaison varie d'un faisceau à l'autre, par suite de la position vers l'arrière du réservoir inférieur.

Les tubes ont une longue partie droite, mais leurs extrémités sont cintrées de manière à ce qu'ils pénètrent tous normalement dans les cylindres, conditions indispensables pour obtenir un bon joint par mandrinage.

Cette forme est en même temps une condition très heureuse pour permettre une dilatation facile sans fatiguer les joints.

Le cylindre supérieur arrière, qui est le plus éloigné des gaz chauds, est en communication avec le réservoir central par une rangée de tubes cintrés en dessus, débouchant au-dessus du niveau que peut atteindre l'eau, de façon à ne lui envoyer jamais que de la vapeur.

Le cylindre supérieur avant communique aussi avec le réservoir central de la même façon. Il communique de plus avec lui par une seconde rangée de tubes cintrés vers le bas, et débouchant au-dessous du niveau minimum de l'eau. La communication de l'eau entre les deux cylindres est ainsi assurée.

L'ensemble, ainsi constitué, est enfermé dans une chambre en maçonnerie de briques, avec armatures métalliques. Le foyer est approprié au combustible employé. Les planches de l'atlas représentent le foyer disposé pour brûler le pétrole, construit pour les chaudières en service à l'Exposition Colombienne.

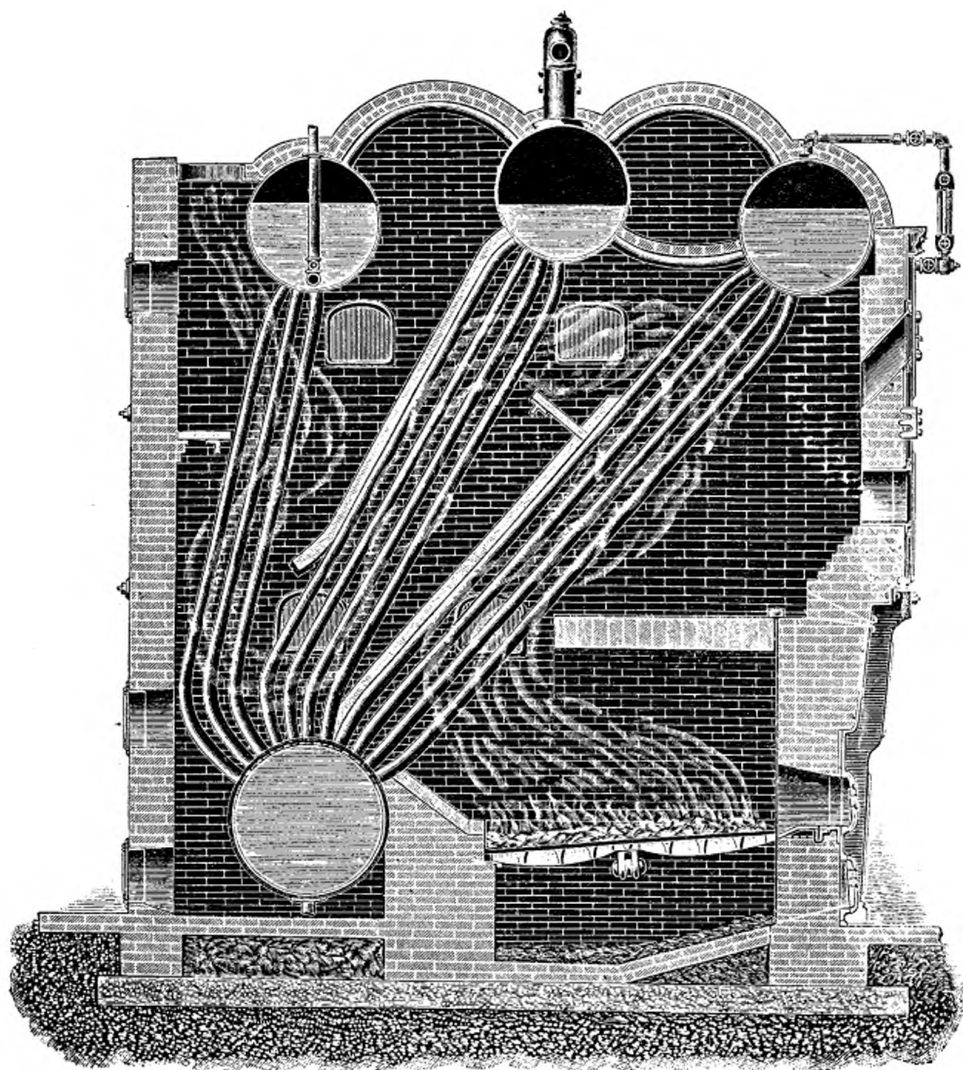
Dans tous les cas, au-dessus du foyer, est une voûte en briques, qui assure une combustion plus complète, et rabat les gaz vers le faisceau tubulaire.

Des écrans en briques réfractaires, figurés sur la coupe de la chaudière, forcent ces gaz à traverser en montant le premier faisceau de tubes, à redescendre pour envelopper le second, et à remonter autour du troisième avant d'aller à la cheminée.

On voit que le circuit des gaz est excessivement long, l'utilisation de la chaleur dégagée est obtenue dans une très grande proportion; d'autant plus que les courants gazeux sont parallèles aux courants d'eau et de vapeur.

On remarquera également que la construction des maçonneries est

très simple. Il n'y a plus de portes sur la face avant que pour le nettoyage des suies déposées sur les tubes.



Chaudière Stirling, — Coupe transversale.

Il n'y a pas en effet de joints à défaire et à refaire pour le nettoyage intérieur des tubes. Pour nettoyer un tube, on emploie une brosse ou un grattoir muni de deux chaînes. Deux hommes placés, l'un dans le réservoir supérieur, l'autre dans le réservoir inférieur, détachent les dépôts en imprimant un mouvement de va-et-vient. Quand les dépôts ne

sont pas adhérents, leur enlèvement peut se faire à la lance. D'ailleurs, la position presque verticale des tubes, donne moins de facilités aux dépôts de déposer sur les parois des tubes. Il suffit ensuite de replacer les autoclaves, serrer les joints, et la chaudière est prête à remettre en marche.

Le remplacement d'un tube ne présente pas de difficultés : il suffit de couper les bouts, les chasser de leur logement. Le nouveau tube est mandriné par l'ouvrier placé dans le réservoir.

La chaudière repose sur la maçonnerie par des équerres rivées sur les fonds des cylindres, et des plaques en fonte. Il est en effet inutile ici d'avoir des points d'appui mobiles, la dilatation libre des tubes étant assurée par leur forme même. Les cylindres peuvent d'ailleurs glisser légèrement sur les tables en fonte qui leur servent d'appui.

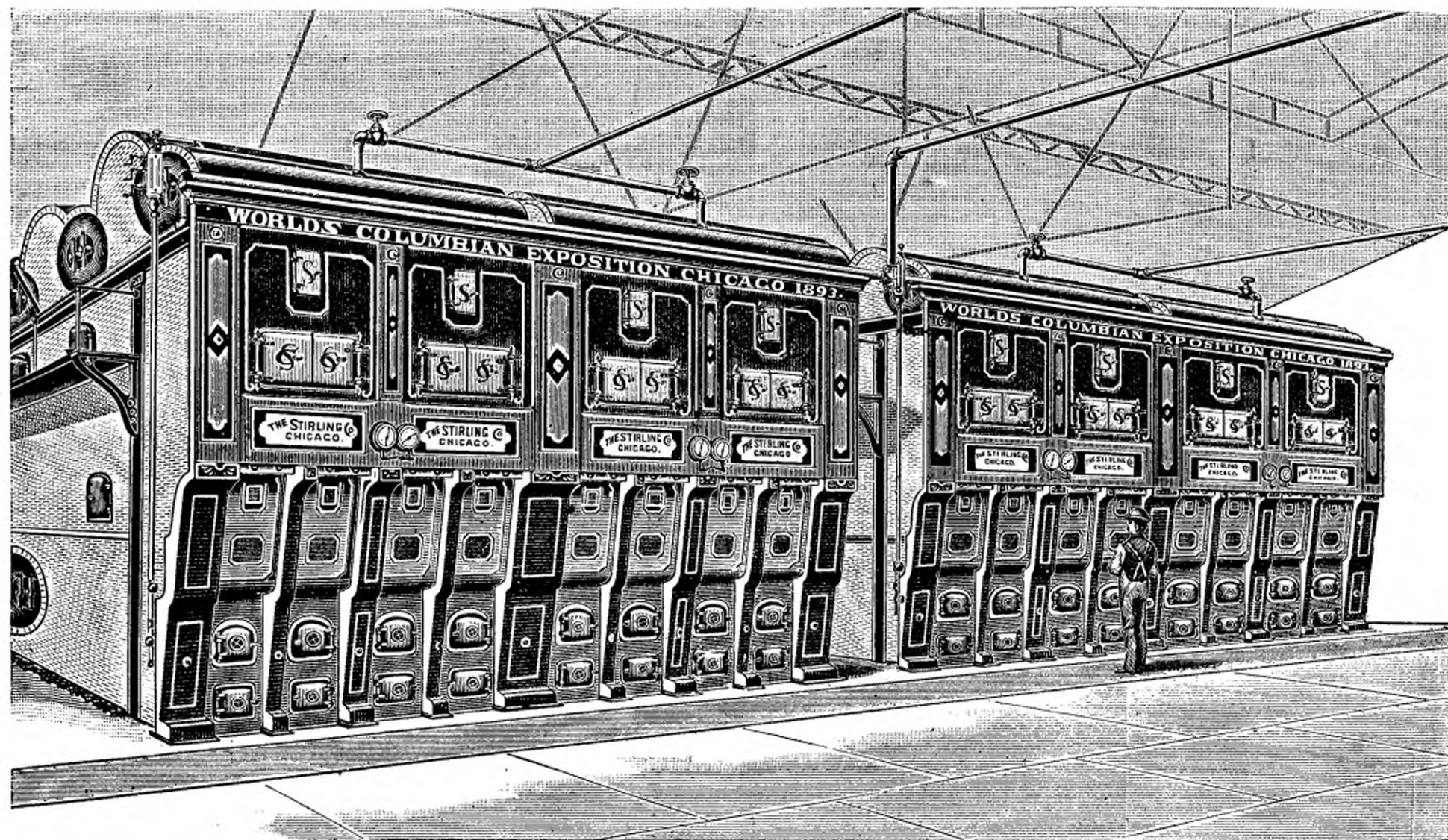
Le niveau est placé sur la face de cette chaudière, communiquant seulement avec le réservoir supérieur avant : la prise de vapeur et les soupapes sont sur le réservoir central.

L'alimentation se fait par le réservoir supérieur arrière. L'eau descend s'échauffant peu à peu dans les tubes du faisceau arrière : la plupart des impuretés se déposent dans le cylindre inférieur, d'où elles sont extraites de temps à autre par le tuyau de chasse. L'eau remonte épurée par les tubes les plus chauds dans le cylindre avant où la séparation d'eau et de vapeur se fait. La partie d'eau non vaporisée passe par les tubes courbes inférieurs dans le cylindre central, pour redescendre au collecteur des dépôts boueux, et recommencer le circuit. Par la rangée supérieure des tubes courbés, la vapeur passe du réservoir avant au réservoir central.

Grâce à la position plus élevée de ce dernier, tandis que dans les deux autres cylindres supérieurs le niveau de l'eau atteint environ les deux tiers du diamètre, il n'atteint pas là la moitié. C'est en réalité le vrai réservoir de vapeur. Sa position le met à l'abri du dégagement tumultueux de vapeur qui se fait surtout au cylindre avant. Le niveau peu élevé de l'eau garantit en outre la prise de vapeur des entraînements d'eau ; de sorte que, sans avoir de sécheur proprement dit, la chaudière Stirling fournit cependant de la vapeur suffisamment sèche.

Les chaudières Stirling, pour le service de l'Exposition, étaient au nombre de six, dont quatre dans la Salle des Chaudières et deux dans l'Annexe, d'une puissance totale de 2 400 chevaux vapeur.

Il nous paraît intéressant de donner les spécifications imposées à la



Vue d'ensemble des 4 chaudières Stirling en service à la salle des chaudières à l'Exposition Colombienne.

« Stirling C° » pour la fourniture de ces chaudières, tirées du cahier des charges.

CAHIER DES CHARGES

POUR LA FOURNITURE DE CHAUDIÈRES SYSTÈME STIRLING
A L'EXPOSITION COLOMBIENNE, CHICAGO, ILL.

Puissance en chevaux-vapeur : 2 400.

Un cheval-vapeur correspond à 13^k,6 d'eau vaporisée à 5 kilogrammes de pression, la température de l'eau d'alimentation étant de 38° cent.

Surface de chauffe : 2 230 mètres carrés.

Nombre de chaudières.

Il y aura six chaudières en trois batteries.

Réservoirs cylindriques.

Chaque chaudière aura trois réservoirs supérieurs, ou de vapeur, de 914 millimètres de diamètre et de 4^m,978 de longueur, et un réservoir inférieur de 1^m,067 de diamètre, et 4^m,978 de long.

Réservoir supérieur	{	Épaisseur des plaques tubulaires	12 ^m /m3
		« « fonds	12 7
		« « autres tôles	9 5
		« « trous d'homme	19 0
Réservoir inférieur	{	Épaisseur des plaques tubulaires	15 ^m /m9
		« « fonds	12 7
		« « autres tôles	9 5
		« « trous d'homme	19 0

Chaque réservoir aura un trou d'homme de 303^m/m \times 406 placé à une extrémité avec renfort et autoclave elliptique ; l'autoclave sera muni de deux T et des boulons et écrous nécessaires.

Des renforts de dimensions convenables seront ajoutés et rivés sur les réservoirs de vapeur pour recevoir la tuyauterie de prise de vapeur et d'alimentation.

Les réservoirs seront construits en acier de la marque O. H. ; les joints longitudinaux seront tous à double rivure.

Tubes.

Chaque chaudière aura 353 tubes en acier doux de première qualité,

soudés par recouvrement ; leur diamètre sera de 83 millimètres. Chaque tube sera mandriné dans les trous des plaques tubulaires des réservoirs.

Soupapes et prises de vapeur.

Chaque chaudière sera munie des appareils suivants :

1 prise de vapeur de	254 ^{m/m} de diam.	
1 clapet de retenue de	64	—
1 clapet d'alimentation.	64	—
1 soupape de décharge.	64	— avec garniture d'amiante.
2 sièges de soupapes de sûreté. .	102	— sièges nickelés, réglés pour une pression de 10 ^k ,5.
1 manomètre	305	— bâti fer, monture laiton.

Plus la tuyauterie nécessaire pour le montage de ces appareils ; un tube à niveau d'eau, de grandes dimensions, muni de ses robinets de purge avec leurs tuyaux, et de trois robinets de jauge.

Devanture.

Chaque chaudière aura une devanture en fonte avec un motif décoratif approuvé : il y aura quatre portes de foyers et quatre portes de cendriers.

Accessoires.

Les accessoires comprendront un jeu de barreaux de grille complet avec sommiers, boulons de scellement, porte ringards, ainsi que les portes nécessaires pour accéder aux tubes. Chaque chaudière portera les embases nécessaires pour recevoir une cheminée : mais si l'on emploie une cheminée séparée, on devra établir un carneau y conduisant.

Outils.

Il sera fourni également :

1 grattoir à chaîne	6 palettes
6 ringards	23 mètres de tuyaux de lavage

Matières.

Les matières entrant dans la construction des chaudières seront de première qualité ; l'exécution en sera parfaite.

Maçonneries.

Les quantités de briques nécessaires pour l'installation de la chaudière, au-dessus des fondations seront, approximativement :

Briques ordinaires rouges	150.000	Dimensions 305 × 51 × 305
Briques réfractaires.	36.000	» 305 × 51 × 381
Briques spéciales en voussoirs.	1.500	» 305 × 51 × 457

Epreuves.

Chaque chaudière sera essayée à la presse hydraulique à 14 kilogrammes de pression par centimètre carré et garantie pour marcher à la pression de 10⁵,5 en service.

Conditions.

Les chaudières ci-dessus désignées sont garanties capables de produire le nombre de chevaux-vapeur indiqués, dans les conditions ordinaires de conduite de feu et de tirage; et en les poussant un peu, capables de vaporiser 36 723 kilogrammes d'eau par heure, avec de l'eau d'alimentation à 93⁰,33 C., à la pression de 8^k,8 par centimètre carré.

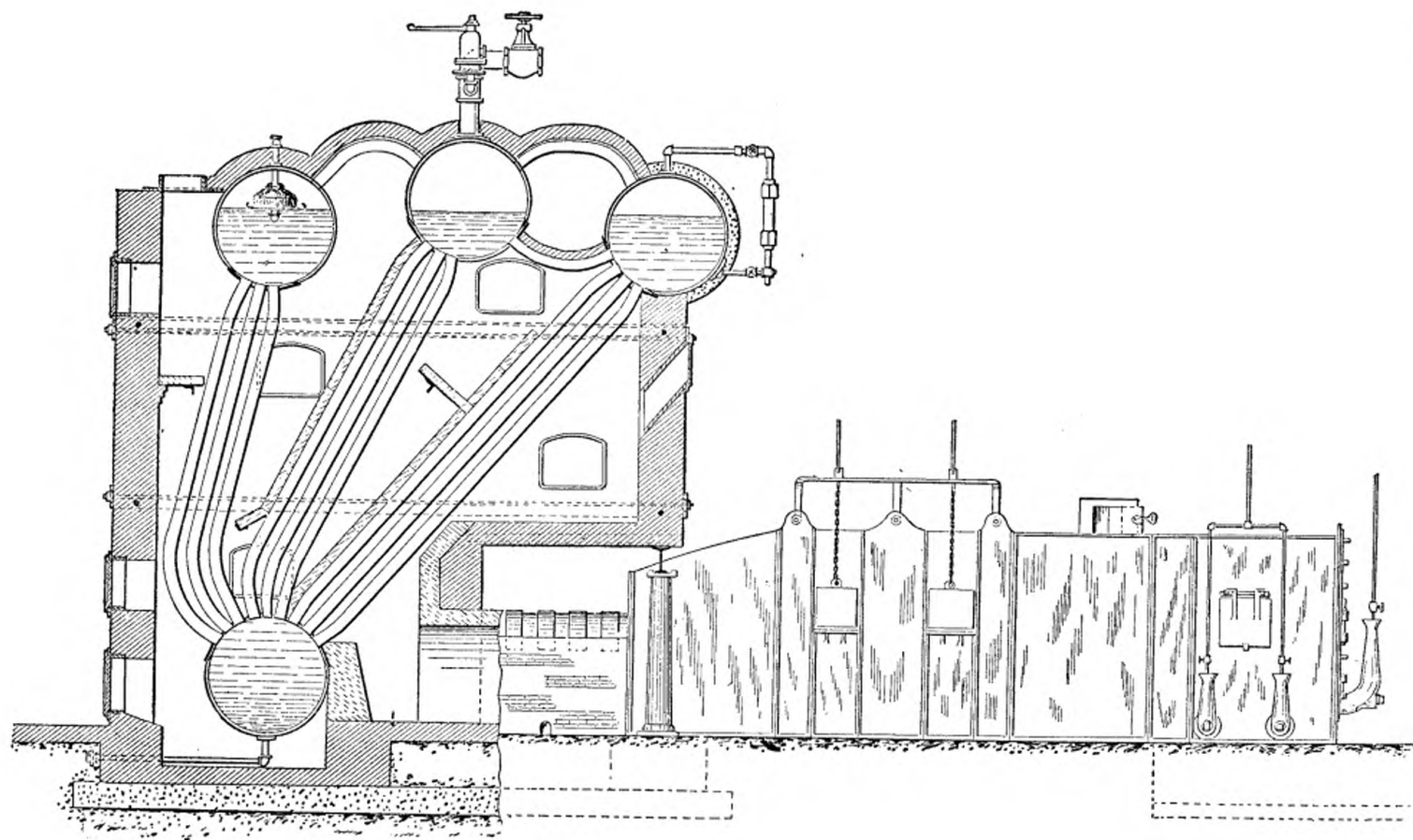
On remarquera d'après ce cahier des charges que toutes les parties de ces chaudières sont en acier à l'exclusion de tout autre métal : il n'y a plus ni fonte, ni acier coulé. Elles présentent donc une plus grande sécurité pour l'emploi des pressions élevées, en même temps qu'une réduction de poids.

Les chaudières en service produisaient bien, et ne semblaient pas donner lieu à des réparations fréquentes. Des essais dont nous donnons ci-après des extraits indiquent un bon rendement pour ces chaudières qui ont même été employées en employant pour leur chauffage les chaleurs perdues des fours métallurgiques.

ESSAI D'UNE CHAUDIÈRE STIRLING

AUX ATELIERS DE L'ETNA IRON AND STEEL CO. — BRIDGEPORT, OHIO,

Date de l'essai	4 sept. 1891
Durée de l'essai.	4 heures
Puissance réglementaire en chevaux-vapeur	212,5
Surface de chauffe en mètres carrés.	244
Surface de grille en mètres carrés	5,6
Température de l'eau d'alimentation	23 ⁰ cent.
Pression moyenne dans la chaudière.	7 ^k ,5
Poids de l'eau vaporisée	18.170 kil.
Vaporisation par mètre carré et par heure.	18 ^k ,61
Poids de charbon mis sur la grille	2.585 kil.
Poids des scories	615 —
Poids du combustible utilisé	1970
Pourcentage du déchet.	23,7



Utilisation des flammes perdues dans un four à réchauffer, Akron Iron Co. (Ohio).

Eau vaporisée par kilogramme de charbon brut	7*04
» » » de combustible réel	9*22
Eau vaporisée calculée à 100° par kilogramme de combustible réel.	10*85
Charbon brûlé par heure (poids brut)	646*2
» par mètre carré de grille et par heure (poids brut).	115*4
» par mètre carré de surface de chauffe et par heure (poids brut).	2*65
» par cheval et par heure (poids brut).	3*05
Dépression dans la cheminée.	10 ^m / _m d'eau
Dépression dans le foyer	6 —

ESSAI FAIT DANS L'INSTALLATION DE LA SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE EDISON.

GRAND RAPIDS, MICHIGAN, PAR M. E. COOLEY, DE L'UNIVERSITÉ :

Durée de l'essai.	12 heures
Puissance en chevaux indiqués	200

Dimensions

Surface de chauffe en mètres carrés.	230
Surface de grille	5,25
Rapport de la surface de chauffe à la surface de grille	43,81

Pressions moyennes

Pression de la vapeur	8*75
Dépression dans la cheminée.	20 ^m / _m d'eau

Températures moyennes

De l'air ambiant	0° cent
De la chaufferie.	17° —
De la vapeur.	173° —
Des gaz à la sortie	210°
De l'eau d'alimentation.	78°

Combustible. — (Charbon gras tout venant de Montana).

Poids de combustible chargé sur la grille	4.325 kil.
Pourcentage d'eau contenue dans le charbon	1,76
Poids de charbon sec, chargé sur la grille	4.249 kil.
Charbon sec retiré des cendres.	198 —
Charbon réellement brûlé	4.051 —
Cendres et mâchefer	223 —
Pourcentage en cendres et mâchefer	18,03
Poids de combustible utilisé	3.828 kil.
Poids de houille sèche réellement brûlée par heure	337 —
Poids de houille sèche réellement brûlée par heure et par mètre carré de surface de grille	64,19
Poids de houille sèche réellement brûlée par heure et par mètre carré de surface de chauffe.	1,47

Vaporisation

Poids d'eau envoyée à la chaudière	3,6819 kil.
Proportion d'eau entraînée par la vapeur	0,454 %
Poids d'eau vaporisée	36,652 kil.
Poids équivalent calculé, d'eau transformée en vapeur sèche à 100° .	39,751 —
Poids de vapeur produite par kil. de houille sèche, dans les conditions de température et de pression de la chaudière . . .	8*62
Vaporisation calculée à la température de 100° (par kilogramme de houille sèche).	9*819
Poids de vapeur produite par kil. de combustible pur réellement brûlé, dans les conditions de température et de pression de la chaudière	9*580
Vaporisation calculée à la température de 100° (par kilogramme de combustible pur)	10*391
Eau vaporisée ramenée à 100° centigr. en kil. par heure. . . .	3,310 kil.
Eau vaporisée ramenée à 100° centigr. en kil. par mètre carré de surface de grille (par heure)	630*47
Eau vaporisée ramenée à 100° centigr. en kil. par mètre carré de surface de chauffe (par heure)	14*39

Force en chevaux

Calculée sur la base ordinaire de 13*6 de vapeur produite en partant de l'eau à la température de 38° degrés centigr. pour l'amener à 5 kil. de pression.	212 ch.
Calculée par la surface de chauffe sur le pied de 1 ^m ² ,15 par cheval (puissance indiquée par le constructeur)	200 ch.
Excès de puissance développée à l'essai sur les données commerciales.	6 %

ESSAI D'UNE CHAUDIÈRE STIRLING

EMPLOYÉE AUX ATELIERS DE LA « BRUSH ELECTRIC CO » CLEVELAND OHIO

Durée de l'essai	6*30'
Puissance en chevaux indiqués	400 ch.

Dimensions

Surface de chauffe mouillée en mètres carrés	352 ^m ²
Surface de grille — — —	9 ^m ² ⁶⁰
Rapport de la surface de chauffe à la surface de grille	36,67
Volume de l'eau contenue dans la chaudière	18 ^m ³
— de vapeur — — —	6 ^m ³
Rapport du volume d'eau au volume de vapeur	55 %

Pressions moyennes

Pression de la vapeur au manomètre	5*5
Dépression dans la cheminée.	100 ^m / ^m d'eau

Températures moyennes

De l'air ambiant.	22° cent.
De la chaufferie.	28° —
De la vapeur.	161° —
Des gaz à la sortie.	250° —
De l'eau d'alimentation	72° —

Combustible

Pétrole brut de qualité inférieure. — Densité =	0,8
Poids de pétrole consommé (total)	3.352 kil.
Poids de pétrole consommé par heure	515 —
Poids de pétrole consommé par heure et par mètre carré de surface de chauffe.	1 ^h 46

Vaporisation]

Poids d'eau introduite dans la chaudière	44,940 kil
Poids d'eau entraînée	460 —
Poids d'eau vaporisée	42.480 kil.
Vaporisation ramenée à 100°	45.977 —
» » » par heure.	7.070 —
» » » par heure et par mètre carré de surface de chauffe.	20 ^h 06
Vaporisation ramenée à 100° par kilogramme de pétrole.	13,75

Puissance développée

Calculée en prenant 15 kilogr. vaporisés par mètre carré et par heure à la température de 100°	453 ^{ch} ,6
Indiquée par le constructeur	400 ch.
Excès sur la force indiquée	13,4 %

Les procès-verbaux que nous venons de donner indiquent une marche très régulière, de la vapeur très sèche, l'eau entraînée ne dépassant pas en moyenne 1,05 % d'après les essais au calorimètre.

Les planches numéros 14 à 25, indiquent les dimensions et les détails d'exécution des chaudières installées à l'Exposition Colombienne. Ces chaudières employaient un grand réchauffeur-épuration construit par la « Warren Webster Co, » Philadelphia, Pa. L'alimentation était fournie par deux pompes « Buffalo » de

254 m/m. \times 152 \times 254 et 190 \times 127 \times 203 ;

une pompe « Gould » mue par un moteur « Ideal, » et des injecteurs « Schaefer and Budenberg. »

Les chaudières Stirling installées dans l'Annexe de la Salle des chaudières sont alimentées par une pompe « Hall », et une pompe « Mac

Gowan », avec un réchauffeur épurateur à enveloppe de vapeur, construit par E. G. T. Colles and C^o, Chicago.

Le chauffage est assuré par huit brûleurs Burton, et huit brûleurs de locomotives.

Chaudières Climax de T.-F. Morrin

PAR LES ATELIERS CLONBROCK, BROOKLYN, N.-Y.

(Planche 26).

Dans la chaudière « Climax », les bouilleurs disparaissent complètement, les deux cylindres verticaux ne servant pour ainsi dire qu'à former la connexion des tubes.

La chaudière se compose essentiellement d'un faisceau de tubes cintrés en U, partant d'un cylindre vertical intérieur, pour aboutir à un niveau un peu supérieur à un deuxième cylindre concentrique au premier.

Le cylindre extérieur est formé de viroles en tôle à joint vertical soudé, fermé à ses deux extrémités par des fonds en tôle emboutie. Un trou d'homme est placé sur le fond supérieur, un second sur la paroi, au-dessous du niveau de la grille. Il porte à la partie inférieure une cornière circulaire par laquelle il s'appuie sur une fondation en maçonnerie. A quelque distance au-dessus, un cercle maintenu par des entretoises rivées sert de sommier à la grille du foyer.

Au même niveau, à l'intérieur, est une cornière qui sert de point d'appui au deuxième cylindre. Le cylindre intérieur est fermé à sa partie basse et ouvert à sa partie supérieure qui se termine un peu au-dessous du niveau de l'eau. Il est composé d'éléments en tôle boulonnés ensemble de manière à permettre un démontage et un remontage facile pour les nettoyages ou réparations. Ce cylindre n'est en effet soumis à aucune pression et les joints n'ont pas besoin d'être absolument étanches.

Les tubes composant le faisceau sont cintrés en forme d'U, dont les branches seraient un peu refermées de façon à prendre une position radiale par rapport à la section des cylindres pour pénétrer normalement aux parois. Ils sont mandrinés à chacune de leurs extrémités

dans la tôle du cylindre extérieur. Ainsi que nous l'avons dit, les deux extrémités débouchent dans le cylindre à un niveau différent et en des points distants en projection d'un sixième de circonférence. En prolongement de la branche inférieure est un bout de tube qui assure la communication avec le cylindre intérieur. Les joints de ces bouts de tubes ne sont pas absolument étanches. De la sorte se trouve formé par chaque tube un circuit allant en montant du cylindre intérieur au cylindre extérieur.

A partir du plan où se termine le cylindre intérieur, les tubes ont toujours la même disposition, mais le circuit part du cylindre extérieur pour y revenir.

Des diaphragmes en tôle placés entre les rangées des orifices des tubes, de deux en deux, à partir du point où se termine le cylindre intérieur, jusqu'à la prise de vapeur, empêchent la vapeur de se rendre directement à cette prise, mais la forcent à parcourir tous les tubes.

Le faisceau tubulaire s'arrête à une petite distance au-dessous du fond supérieur du gros cylindre. C'est là que se trouve la prise de vapeur avec la soupape de sûreté.

La construction du foyer est très simple. La grille est annulaire et entoure le gros cylindre. Au-dessus se trouve un étranglement de section formé par une maçonnerie en briques réfractaires qui rabat les flammes et les fait passer à travers le faisceau de tubes. Quatre portes sont ménagées pour le chargement et l'entretien du feu.

Dans certains cas, on fait usage d'une grille rotative, avec alimentation automatique par trémie de chargement placée au-dessus de la porte du foyer. On donne le mouvement de rotation à la grille au moyen d'une transmission par courroie.

Au-dessus de ce soubassement en briques qui s'arrête au niveau des tubes inférieurs, la chambre de la chaudière est formée d'une série d'anneaux en tôle garnis intérieurement d'un revêtement réfractaire : soit un ciment d'amiante, soit des briques. Ces anneaux sont formés chacun de six parties distinctes réunies par des boulons permettant une mise en place facile, ainsi que le démontage. Des portes y sont ménagées pour le nettoyage extérieur des tubes. La partie supérieure est terminée par un tronc de cône au sommet duquel est le tuyau conduisant à la cheminée.

Il n'y a donc aucun écran brisant le courant gazeux, mais comme on le verra dans la coupe horizontale de la planche numéro 26, le faisceau

tubulaire est disposé de façon à produire un brassage énergique des gaz et à utiliser la plus grande partie de leur chaleur.

Le fonctionnement de la chaudière est très simple.

L'eau d'alimentation arrive à la partie supérieure, pénètre dans le cône qui termine l'enveloppe à la partie supérieure par un tuyau qui s'enroule en serpentín autour du cylindre supérieur, au-dessus des tubes de la chaudière et forme ainsi un bon réchauffeur. De là l'eau est conduite au bas du cylindre intérieur.

Elle dépose la plus grande partie de ses impuretés au fond de ce cylindre. Elle passe ensuite aux tubes, et la dénivellation qui existe entre leurs deux extrémités produit le même effet que les tubes droits inclinés que nous avons vu dans les autres chaudières, il s'établit une circulation rapide : la vapeur se dégage et se rend à la partie supérieure : le sécheur. Là, par son passage dans les tubes situés au-dessus du niveau de l'eau, elle se sèche. Un déflecteur en forme de cône renversé, placé au-dessus du cylindre intérieur, ainsi que des diaphragmes perforés figurés en coupe verticale (planche 26) sont en effet disposés de façon à assurer cette circulation complète de la vapeur.

Ce dispositif assure à cette chaudière une production de vapeur très sèche.

La puissance de vaporisation est très grande, toute la surface étant utilisée comme surface de chauffe.

La construction même de la chaudière lui assure une très grande résistance. Comme dans la chaudière « Stirling » on n'y rencontre aucune pièce en fonte ni en acier coulé. Par suite de la soudure des viroles du gros réservoir, les seuls rivets exposés à l'action des flammes sont ceux qui assemblent les viroles entre elles, et qui par conséquent fatiguent relativement peu. Les seuls joints sont ceux des tubes dont le mandrinage une fois bien fait présente peu de chances de fuites. La dilatation se fait librement en toutes les parties. La visite est facile par les portes ménagées dans les parois. Mais si l'on veut réparer un joint de tube vers la partie inférieure, il faut démonter le cylindre intérieur. Il en est de même si l'on se trouve en présence d'eaux très calcaires formant des dépôts adhérents dans les tubes, nécessitant la brosse ou le grattoir. Dans le cas où les dépôts n'adhèrent pas, il est facile de faire le nettoyage à la lance en entrant seulement dans le cylindre intérieur.

Par sa forme, la chaudière est très facile à disposer en n'importe quel

endroit. Et sa grande hauteur fait qu'elle occupe très peu de place même pour de grandes puissances, avantage très précieux dans tous les locaux où l'espace est restreint.

Les trois chaudières Climax en service à l'Exposition Colombienne fournissaient 2000 chevaux. Elles étaient placées dans l'Annexe de la Salle des chaudières : deux de 500 chevaux, une de 1.000 ; c'était la chaudière la plus puissante de toute l'Exposition.

Dans les chaudières de 500 chevaux, le réservoir avait 1^m,067 de diamètre et 8^m,839 de hauteur : l'épaisseur de la tôle était de 19 millimètres. Les tubes, au nombre de 475, avaient 76 millimètres de diamètre et 3^m,505 de longueur développée. La surface de chauffe était de 465 mètres carrés environ, ce qui correspond à une puissance de 1^{ch},07 par mètre carré.

La hauteur du sol à la base de la cheminée était environ de 9^m,140.

La chaudière de 1 000 chevaux avait un réservoir de 1^m,422 de diamètre et de 10^m,744 de hauteur, en tôle de 22 millimètres.

Ce faisceau tubulaire se composait de 864 tubes de 76 millimètres de diamètre sur 3^m,810 de longueur développée. La surface de chauffe était de 930 mètres carrés. La hauteur de 11^m,28 environ.

Ces chaudières donnaient un bon fonctionnement, Elles ont confirmé du reste les résultats obtenus dans les installations déjà faites : nous citerons notamment, celle de Jersey-City, N.-J., qui depuis plusieurs années donne pleine satisfaction.

Les chaudières Climax étaient alimentées par une pompe « Blakeslee » et une « Smedley. »

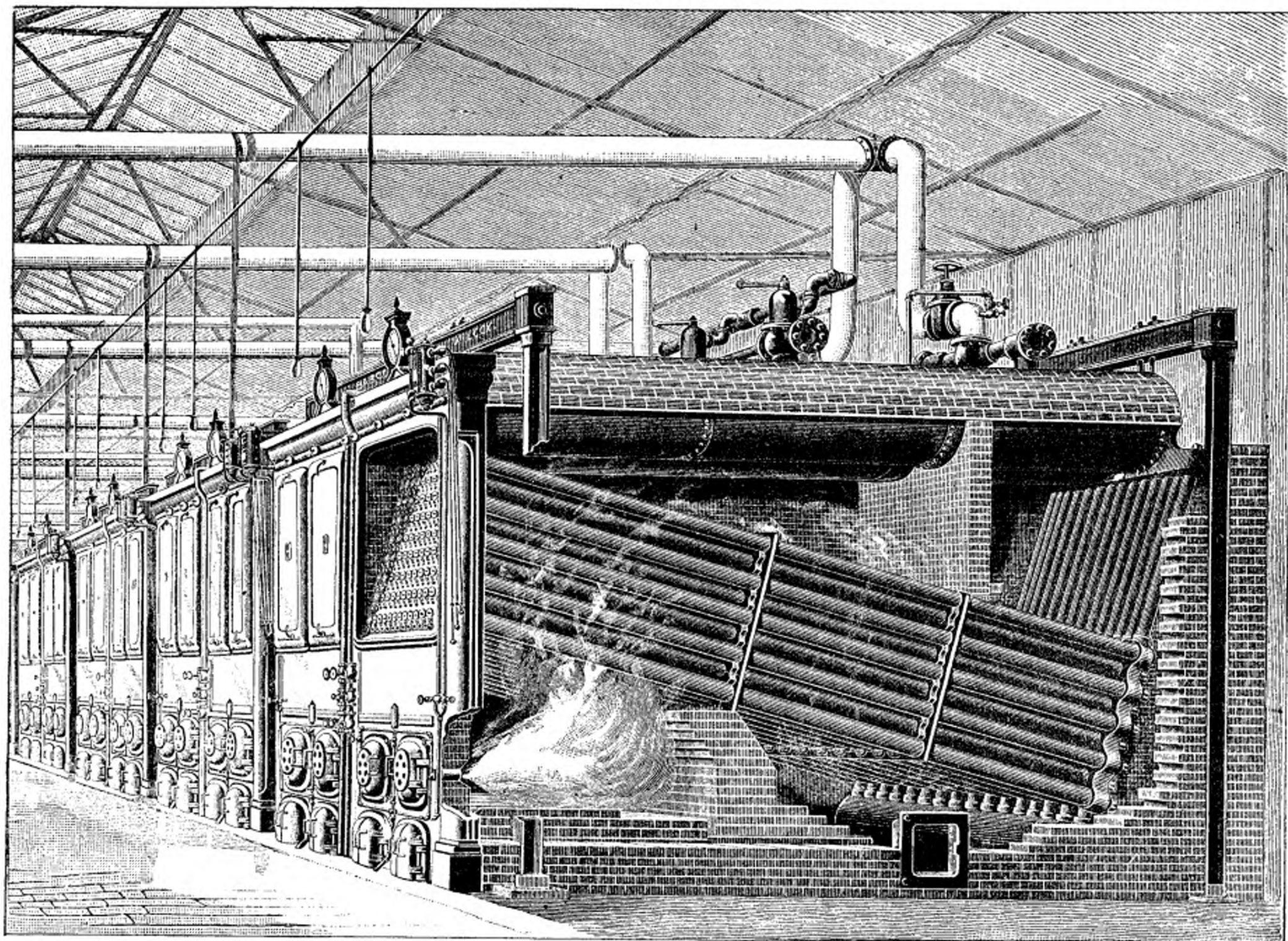
28 brûleurs Larkin assuraient le chauffage.

Chaudière Babcock et Wilcox

PAR LA BABCOCK AND WILCOX C^o, N.-Y.

Nous ne rappellerons pas ici la description des chaudières de ce système, qui a été faite avec beaucoup de détails dans les *générateurs à l'Exposition de 1889* (1). Le succès qu'ont ces chaudières depuis

(1) *Revue technique de l'Exposition de 1889*. — Les générateurs à l'Exposition par MM. Bougarel et Monnin.



Installation des chaudières Babcock et Wilcox dans la Salle des chaudières à l'Exposition colombienne.

vingt-cinq ans, prouvent le soin que mettent leurs constructeurs à les tenir toujours à hauteur des progrès continuels de la science. A l'Exposition Colombienne, toutes les pièces composant les chaudières étaient en acier ; les boîtes de connexions des tubes, les autoclaves en acier forgé.

Ces chaudières étaient au nombre de 10 fournissant une force de 3 000 chevaux, dans la Salle des Chaudières du Palais des Machines.

Chacune se composait de 126 tubes de 102 millimètres de diamètre et de 5^m,486 de long, groupés en faisceaux de 13^m,658 de large et de 2^m,743 de haut ; avec un réservoir pour les dépôts boueux, de 660 millimètres de diamètre sur 2^m,590 de long, et deux réservoirs de vapeur ayant un diamètre de 714 millimètres et une longueur de 5^m,486.

La figure ci-contre montre l'ensemble de ce groupe de chaudières.

L'alimentation était fournie par cinq aspirateurs « Hancock » et trois pompes « Snow » : L'une, du type compound, de 203 millimètres et 305 × 178 × 305 ; les deux autres de 254 × 127 × 254 et 203 × 127 × 254.

Le réchauffeur était du type « Stillwell et Bierce », par la Stilwell and Bierce M. f. g C°, de Dayton, Ohio.

Elles employaient trente brûleurs à pétrole du type Larkin.

Outre ces dix chaudières en service au Palais des Machines, la « Babcock and Wilcox C° » en avait aussi fourni dix à la station centrale de l'*Intramural Elevated Railway*. Ces chaudières avaient une puissance nominale de 3 000 chevaux, mais en développaient parfaitement 5 000 avec les moteurs à condensation et l'emploi d'économiseurs Green, construits par la « Fuel Economiser C°, de Matteavan, N.-Y.

Chaque chaudière envoyait sa vapeur par un tuyau de 178 millimèt. dans un collecteur général de 356 millimètres passant au-dessus des chaudières.

De là, la vapeur était distribuée aux différents moteurs par des tuyaux de 254 millimètres : chacun était muni d'une valve du type de la « Chapman Valve C° ».

Chaudières Root

PAR LA « ABENDROTH AND ROOT MANUFACTURING CO », BROOKLYN, N.-Y.

Cette Société avait fourni pour le service de l'Exposition deux batteries de deux chaudières chacune, développant une puissance totale de 1 500 chevaux en marche moyenne.

Ces chaudières avaient 126 tubes de 102 millimètres de diamètre sur une longueur de 5^m,486, disposés en faisceaux ayant comme dimensions 4^m,267 de large et 2^m,743 de haut. En outre : 7 réservoirs de 762 millimètres de diamètre et 6^m,096 de long, plus un réchauffeur de 852 millimètres sur 3^m,658.

La disposition de ces chaudières est connue, et nous rappellerons, comme pour celles du type *Babcock et Wilcox*, l'intéressante étude qui en a été faite par MM. Bougarel et Monin dans la *Revue de l'Exposition de 1889*.

A l'Exposition Colombienne, l'alimentation de ces chaudières était obtenue par six injecteurs Watson, par Na. Watson, Erie, Pa.; et deux pompes Deane de 190 × 114 × 254 millimètres fournies par la « Deane Steam Pump Company, Holyoke, Mass. » Le réchauffage était produit par les réchauffeurs Baragwanath. Ces chaudières employaient 12 brûleurs à pétrole Reid.

CHAUDIÈRE ROOT AVEC ENVELOPPE D'EAU

(Planche 29).

Un important perfectionnement a été récemment apporté dans la construction de ces chaudières par Conrad Knap and Co. Les parois du foyer, au lieu d'être formées par la maçonnerie de briques directement exposée aux flammes, sont formées par des rangées de tubes à eau analogues à ceux du faisceau tubulaire.

Ce perfectionnement augmente beaucoup la puissance vaporisatrice de la chaudière et, par suite, l'économie de combustible; et cela sans modifier aucune des autres qualités de la chaudière.

L'enveloppe du foyer consiste donc en tubes de fer ou acier de 102 millimètres réunis à leurs extrémités dans deux boîtes de connexion analogues à celles du reste de la chaudière. Ces tubes n'ont que la lon-

gueur du foyer. Ils sont à l'avant en communication avec le faisceau principal supérieur. A l'avant, ils se terminent derrière l'autel et communiquent avec une sorte d'épurateur secondaire.

Ces tubes et leurs boîtes de connexion sont construits avec des dimensions plus fortes que le reste de la chaudière, afin de résister à l'action destructive du feu qu'ils subissent au plus haut degré.

La planche 26 représente une chaudière de 125 mètres carrés de surface de chauffe.

Elle est constituée par 80 tubes supérieurs de 102 millimètres de diamètre et de 3^m,465 de long; avec deux réservoirs supérieurs, l'un de 3^m,200 de long sur 660 millimètres de diamètre, l'autre de 1^m,980 de long sur 610 millimètres de diamètre. L'enveloppe du foyer est formée par 3 rangées verticales de 4 tubes de 102 millimètres de diamètre et 2^m,434 de long. Le foyer est ainsi divisé en deux compartiments; la surface totale de la grille est de 2^m2,70.

CHAUDIÈRES DIVERSES

Outre les chaudières en service dans la Salle des chaudières et dans l'Annexe, l'Exposition Colombienne offrait dans ses diverses parties nombre de chaudières présentées soit par des constructeurs Américains soit par des maisons Européennes. Quelques-unes fonctionnaient, d'autres étaient présentées à l'état inerte; et d'autres, enfin, et parmi elles certaines chaudières marines, dont nous parlerons plus loin, ne figuraient qu'à l'état de modèles ou plans. Nous croyons devoir signaler les principales.

Chaudières de la « Stirling Company »

CHICAGO, ILL. — ATELIERS ET FONDERIES DE BARBERTON, OHIO

Outre les chaudières en fonctionnement pour le service même de l'Exposition, que nous avons décrites, la « Stirling Co » présentait un type de chaudière démontable pour transports dans les endroits montagneux ou d'accès difficile.

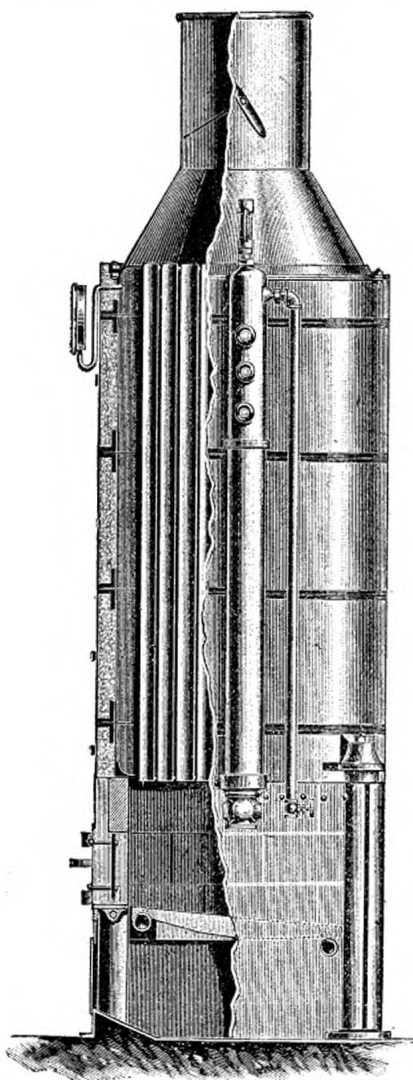
La figure suivante représente la chaudière montée prête à être mise en feu. Elle est d'un type vertical très simple. Ce qui constitue son caractère particulier, c'est son système de construction. Elle se compose essentiellement d'un faisceau de tubes droits mandrinés dans deux plaques tubulaires. Ces plaques sont rivées à deux viroles très courtes bordées d'une cornière rivée. Entre ces deux viroles sont placées d'autres viroles terminées également à chacune de leurs extrémités. Les ailes horizontales de toutes ces cornières sont parfaitement dressées. Des rainures y sont ménagées, permettant d'interposer entre elles un anneau de cuivre. On fait un serrage énergique au moyen de boulons et la chaudière se trouve constituée.

A la virole inférieure sont rivées des consoles en fonte, par lesquelles

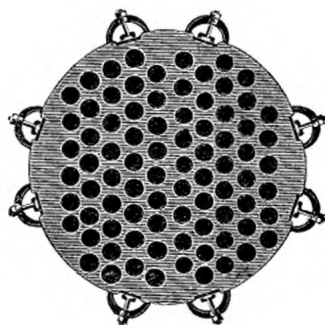
la chaudière repose sur des colonnes où elle est boulonnée. Ces colonnes sont creuses et traversées par des boulons scellés dans la fondation,

passant dans un trou percé dans la console; l'écrou serré au-dessus assure la fixité de la chaudière.

Le foyer est formé d'une enveloppe cylindrique en tôle placée entre les colonnes. L'intérieur est garni d'un revêtement en briques réfractaires. Les sommiers supportant les barreaux de la grille sont formés de deux tubes en fer traversant complètement l'enveloppe et ouverts leurs extrémités de façon à permettre le passage de l'air au travers. Des orifices sont même ménagés sur leur longueur pour faciliter la circulation et empêcher qu'ils ne brûlent. La grille est formée de barreaux de fonte.



Chaudières Stirling, verticale et démontable. Vue d'ensemble.



Coupe horizontale.

La chaudière est munie d'une sorte d'épurateur formé par un gros tube communiquant en-dessus avec la chaudière et terminé à sa partie

inférieure par un robinet de chasse pour l'expulsion des dépôts boueux. Le tuyau d'alimentation pénètre à la partie supérieure de ce tube, descend vers le fond et s'arrête à 0^m,30 du fond. L'eau ainsi chauffée sur tout ce parcours abandonne les dépôts solidifiés.

Le montage de cette chaudière est très simple. Les fondations terminées et les boulons de fixation étant scellés, on pose le foyer et les colonnes, on y fixe la virole inférieure, puis les viroles successives en interposant les anneaux en cuivre. On serre énergiquement les boulons pour écraser ces anneaux de cuivre. On place les tubes que l'on mandrine et on boulonne la partie supérieure portant la cheminée. Dans cette cheminée est disposé un écran mobile pour régler le tirage.

La chaudière ainsi montée, on enduit l'extérieur des viroles, jusqu'à l'affleurement des ailes cornières avec un ciment d'amiante formant enveloppe isolante, au lieu de briques.

On voit que ce montage ne nécessite pas d'ouvriers spéciaux puisqu'il n'y a aucune rivure à faire.

La chaudière fonctionne comme celles du type locomotive, c'est-à-dire que les gaz chauds passent au travers des tubes, qui sont entourés d'eau dans la partie inférieure et moyenne. La partie haute sert de réservoir de vapeur.

Le nettoyage intérieur des tubes est très facile et de plus leur position verticale fait que les suies s'y déposent peu. Pour le nettoyage de l'intérieur de la chaudière, des autoclaves sont disposés comme le montre la coupe horizontale.

Ces chaudières répondent bien au but spécial que s'est proposé le constructeur, puisque dans les chaudières de 6 chevaux, les pièces les plus lourdes ne dépassent pas le poids de 114 kilogrammes.

La « Stirling C^o » fait des chaudières de ce type de 10 à 60 chevaux.

Chaudières de la « Oil Well Supply C^o »

PITTSBURG, PA.

Cette Compagnie présentait une exposition très importante d'appareils spéciaux pour l'industrie du pétrole, tels que pompes, tuyaux, valves, soupapes, appareils de sondage, brûleurs, etc., etc.

Elle possède trois types principaux de chaudières.

1° Une chaudière verticale à serpentín démontable.— Le serpentín est formé d'anneaux en fonte réunis verticalement entre eux par des communications venues également de fonte, et réunies par des boulons. Ce type s'emploie pour les pressions peu élevées et les chaudières de petite puissance.

2° Un type de chaudière tubulaire ordinaire avec foyer intérieur sans dôme de vapeur, mais muni d'un sécheur, et avec autel en fonte perforé avec injection d'air.

3° Enfin, des chaudières du type locomotive à très grand foyer, et dôme de vapeur de grandes dimensions.

Ces derniers types sont particulièrement destinés aux locomobiles ou chaudières mi-fixes.

Chaudière Battin

PAR LA « WATER TUBE BOILER CO », ÉLISABETH, N.-J.

(Planche 30).

Nous retrouvons un peu dans cette chaudière le type de la chaudière « Heine », dont le faisceau tubulaire débouche dans deux caisses communes reliées au bouilleur. Mais un trait très caractéristique est la forme tronconique que présentent ces caisses.

La chaudière se compose donc essentiellement d'un faisceau de tubes inclinés débouchant à chacune de leurs extrémités dans une plaque tubulaire qui forme la base d'un tronc de cône en tôle, et ces caisses sont reliées par des cuissards à un cylindre supérieur qui forme réservoir de vapeur horizontal.

La petite base des côtés est fermée par un fond en tôle emboutie, muni d'un trou d'homme avec autoclave et boulon de serrage. La plaque tubulaire ne forme pas absolument le fond du tronc de cône. On a soin de ménager une partie cylindrique de longueur suffisante pour permettre d'y placer les cuissards, et obtenir un joint dans des conditions plus favorables que sur les parois du cône.

Ces deux caisses coniques forment les épurateurs; les dépôts calcaires

des eaux s'y déposent ; et des robinets de chasse placés à leur partie basse servent à les expulser quand il est nécessaire.

Les tubes sont en fer soudés par recouvrement et leurs joints dans les plaques tubulaires sont assurés par des bagues en fer. Dans le faisceau se trouvent généralement quatre tubes d'un diamètre plus fort qui servent plus particulièrement à entretoiser les plaques tubulaires.

Le réservoir supérieur qui est horizontal, est comme les caisses tronconiques, muni sur chacun de ses fonds d'un trou d'homme avec auto-clave. Le niveau de l'eau y est généralement peu élevé, de sorte que le volume de vapeur est assez considérable.

La prise de vapeur se fait au milieu, loin du débouché des cuissards et de l'agitation de l'eau, ainsi la chaudière peut fournir de la vapeur relativement sèche, bien que n'ayant pas d'appareil spécial dans ce but.

Le foyer ne présente pas de disposition particulière. Mais l'autel se prolonge par une cloison verticale en briques réfractaires, traversant le faisceau tubulaire : une seconde cloison verticale supportée par une poutrelle en fer T descend de la partie supérieure jusqu'à la dernière rangée basse des tubes. Le conduit allant à la cheminée se trouve placé à la partie haute ; de sorte que les gaz doivent passer trois fois au travers du faisceau tubulaire.

Les tubes sont placés en quinconces de façon à obtenir la meilleure utilisation de la chaleur développée par le combustible. Le revers de l'autel a été soigneusement profilé suivant une courbe devant faciliter le retour des gaz sans produire de remous.

La chaudière repose sur les maçonneries par les caisses coniques au moyen de consoles en fontes. Le point fixe est à l'avant au-dessus de la porte du foyer. La planche numéro 30 représente une des consoles rivées à la caisse arrière ainsi que les rouleaux et la plaque de roulement. (La maçonnerie n'est pas figurée).

Des portes de visite sont ménagées dans la maçonnerie. L'entretien et le nettoyage de la chaudière sont très aisés. Toutes les parties sont accessibles, soit par les portes pour l'extérieur, soit par les trous d'homme pour l'intérieur. Pour les nettoyages des tubes, il suffit d'entrer dans les caisses et d'opérer par les procédés ordinaires.

Comme nous l'avons vu, les eaux sont préalablement épurées. L'alimentation se fait par la caisse arrière. Le dépôt des impuretés est d'autant plus favorisé dans les caisses que leur volume est assez con-

sidérable et par suite la circulation lente. Dans les tubes, au contraire, dont la section est faible, le courant de la circulation est assez rapide pour entraîner les dépôts.

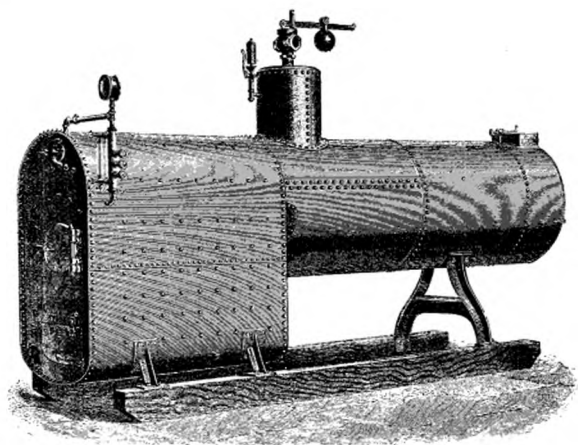
Cette chaudière est due à M. L. Battin, d'Elisabeth, N.-J.

La planche numéro 26 donne les dimensions principales d'une chaudière de 100 chevaux en service à Nethenwood, N.-J. — Les tubes sont au nombre de 84, de 4^m,277 entre plaques tubulaires ; leur diamètre est de 89 millimètres, sauf les quatre servant d'entretoises, qui ont 152 millimètres. La surface de chauffe est de 120 mètres carrés.

Chaudières des Ateliers « Atlas Engine Works »

INDIANAPOLIS, IND.

Ces ateliers établis spécialement pour la construction des chaudières méritent d'être mentionnés surtout par l'importance de leur fabrication.



Chaudière type locomotive avec foyer à enveloppe d'eau continue.

Leurs chaudières sont presque toutes du type tubulaire à foyer extérieur à un seul corps cylindrique sans bouilleurs séparés, pour installa-

tions fixes. Ils construisent des chaudières à un seul corps cylindrique, de puissance variant de 15 à 375 chevaux.

Ils fabriquent aussi des chaudières pour locomobiles ou mi-fixes du type locomotive (figure ci-contre). Un grand soin est apporté dans la construction des foyers qui sont parfaitement entretoisés. Nous devons signaler la forme de ces foyers que nous retrouvons dans nombre de locomobiles américaines. Au lieu de la forme ordinaire locomotive, où l'enveloppe d'eau entourant le foyer se termine à un cadre, de sorte que tout le dessous de la grille est ouvert ou protégé par une simple tôle, le foyer est complètement entouré d'eau, aussi bien en dessous que sur les côtés. L'eau circule ainsi librement et cette disposition empêche l'accumulation des dépôts adhérents qui se forme ordinairement sur le cadre avec les foyers des chaudières type locomotive ordinaires. Les dépôts restent ainsi presque complètement en suspension dans la partie basse, et il suffit d'ouvrir le robinet de vidange pour les expulser. Ce type de foyer est en outre beaucoup plus résistant : il supprime le cendrier séparé; enfin, on peut l'installer sur n'importe quel plancher, sans danger d'incendie. Cet avantage est également très précieux dans les exploitations forestières ou agricoles.

Nouvelles chaudières Richard Hornsby and Sons

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS DE SPITTELEGATE, GRANTHAM

(Planche 31).

Ces chaudières méritent d'être signalées parceque, outre la plupart des avantages des chaudières tubulées à tubes horizontaux, et réservoir supérieur d'eau et de vapeur, que nous avons examinées, elles présentent l'avantage d'avoir un foyer complètement entouré d'eau. C'est en quelque sorte la combinaison de la chaudière à foyer intérieur et de la chaudière tubulée. A signaler aussi le séparateur d'eau et de vapeur permettant d'éviter les entraînements d'eau.

La chaudière consiste donc en un faisceau tubulaire de tubes horizontaux légèrement inclinés vers l'arrière, débouchant dans deux sortes de caisses de connexion. La partie inférieure de la caisse avant communi-

que par deux grosses tubulures avec un réservoir cylindrique d'eau et de vapeur. La partie inférieure de la caisse arrière communique au moyen de tubes verticaux avec un cylindre horizontal de petit diamètre qui sert de collecteur pour une partie des dépôts boueux de l'eau. La partie inférieure de la caisse avant communique avec l'enveloppe du foyer. Le réservoir aux dépôts communique aussi par un tube avec la partie basse de cette enveloppe du foyer, et par un gros tube vertical avec la partie arrière du réservoir cylindrique.

L'enveloppe d'eau du foyer est comprise entre deux cylindres en tôle d'acier doux non concentriques ; le cylindre intérieur ayant son axe au-dessous de l'autre, de façon à avoir une masse d'eau plus considérable au-dessus de la grille. Ces deux cylindres ont la longueur de la grille. L'avant est formé d'un fond plat portant les portes de foyer et cendrier, ainsi qu'un grand trou d'homme au-dessus de la porte du foyer. L'arrière est formé par un fond embouti à la presse hydraulique, on remarquera que le cylindre intérieur a ses rivures transversales placées sur des rebords formés par la tôle augmentant ainsi considérablement la résistance à la pression extérieure qu'il supporte. A la partie basse avant de cette enveloppe qui en est le point le plus bas de la chaudière, est un tuyau de vidange muni d'un robinet pour l'expulsion des dépôts.

Les tubes sont en fer de première qualité soudés par recouvrement, ils sont mandrinés dans les caisses de connexion.

Ces caisses, en tôle d'acier doux, sont percées d'orifices en face de chaque tube pour permettre la pose, le remplacement des tubes et leur nettoyage. Ils sont fermés par des autoclaves avec étrier et boulon extérieur. Les deux parois des caisses sont maintenues par des entretoises filetées.

Le réservoir supérieur d'eau et de vapeur est comme le reste de la chaudière formé de tôles d'acier doux. Ses dimensions sont très considérables par rapport au faisceau tubulaire. En marche normale le niveau de l'eau est à son diamètre horizontal, il y a donc un grand volume de vapeur. Au-dessus des débouchés des tubulures de communication de la caisse avant, se trouve une sorte d'anneau en tôle à section rectangulaire, perforé de petites fentes étroites dans la partie située au-dessus du niveau de l'eau, la tôle restant pleine au-dessous. De la sorte, la vapeur qui se dégage des tubes dans la caisse, passe dans les deux tubulures de communication, remonte au-dessus du ni-

veau de l'eau et débouche dans le réservoir de vapeur par les fentes étroites du « séparateur » qui arrêtent la plus grande partie de l'eau.

La prise de vapeur se trouve à l'autre extrémité, vers l'arrière. Ainsi toutes les précautions sont prises pour la production de vapeur sèche.

Il faut remarquer que, contrairement à ce que nous avons vu dans la plupart des autres chaudières tubulées, la caisse arrière ne communique pas directement avec le corps cylindrique. De la sorte, l'eau d'alimentation qui arrive précisément à l'arrière du corps cylindrique, au lieu de descendre par la caisse arrière qu'elle encrasse plus ou moins de ses dépôts, descend d'abord par un tube d'un gros diamètre au réservoir horizontal où elle dépose ses impuretés, c'est donc déjà partiellement épurée qu'elle entre dans la circulation.

Les dépôts que la température plus élevée du foyer produit dans l'enveloppe, se rassemblent à la partie basse comme nous l'avons vu, d'où ils sont extraits de temps en temps.

La chaudière est disposée dans un massif en maçonnerie, avec devanture en fonte. Le réservoir supérieur auquel est suspendu le faisceau tubulaire repose sur un sommier à l'avant; à l'arrière il est porté par des rouleaux qui permettent la dilatation.

A peu de distance en arrière du foyer est un écran en briques disposé de façon à rabattre les gaz chauds à travers les tubes. D'autres écrans en briques réfractaires sont disposés de façon à faire traverser quatre fois le faisceau tubulaire aux gaz avant de se rendre à la cheminée à laquelle ils sont conduits par un carneau situé à la partie basse.

Des portes de visite sont ménagées sur les côtés pour permettre le nettoyage extérieur des tubes; mais on remarquera qu'ici la combustion complète a lieu dans le cylindre contenant la grille. Ainsi, contrairement à ce qui a lieu dans les chaudières où les tubes sont immédiatement placés au-dessus de la grille, il y a très peu de suie déposée sur ces tubes. Leur conductibilité se trouve donc mieux assurée et de plus, ils sont préservés contre les coups de feu.

Dans des essais faits avec des chaudières de ce type, d'une façon suivie, il a été trouvé une production de 9^k,65 de vapeur par kilogramme de charbon.

Chaudières des Ateliers Fraser et Chalmers

CHICAGO, ILL.

La maison Fraser et Chalmers avait exposé à Chicago une collection d'appareils très variés ; on peut dire même une collection complète des appareils usités dans les exploitations de mines ; aussi bien pour l'exploitation souterraine que pour les installations à la surface du sol, pour l'extraction et le traitement des minerais. La revue des autres appareils faisant l'objet d'autres chapitres, nous ne parlerons ici que des chaudières à vapeur dont la fabrication est aussi une des spécialités de la maison.

Ces ateliers, qui comptent aujourd'hui quarante années d'existence, ont acquis dans ce genre d'industrie une importance considérable. Les plus grands soins sont apportés dans la fabrication et dans le choix des matériaux.

Les tôles proviennent des meilleurs forges de Pensylvanie ; les tubes sont ordinairement en fer corroyé de première qualité, et soudés à recouvrement. L'emploi de l'acier commence aussi à entrer dans la fabrication.

La maison Fraser et Chalmers construit une grande variété de chaudières : du type ordinaire, à bouilleur unique ou à bouilleurs multiples, avec foyers extérieurs en briques ; des chaudières verticales.

Elle fabrique également des chaudières locomobiles mi-fixes ou fixes du type locomotive, pour lesquelles elle a adopté le foyer à enveloppe d'eau continue dont nous avons parlé précédemment.

Enfin, nous citerons sa *chaudière verticale démontable du type Hazelton*.

Cette chaudière, du genre dit « porcupine » est spécialement destinée aux mines, aux travaux de percements de tunnels, et aux endroits où il est difficile de transporter et de monter une chaudière ordinaire.

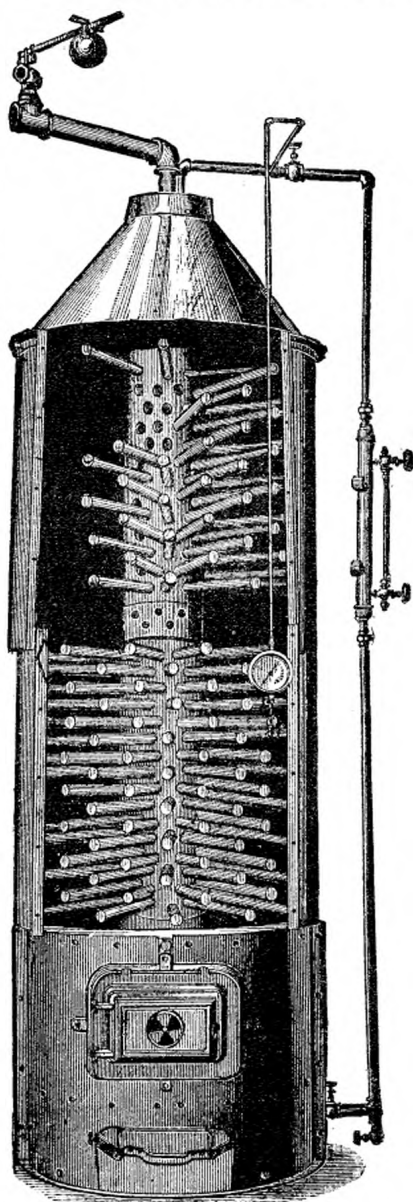
La chaudière se compose essentiellement d'un cylindre vertical d'assez faible diamètre en tôle soudée, formé de plusieurs viroles vissées, sur toute la hauteur desquelles sont vissés des tubes disposés radialement. Ces tubes ont leur extrémité opposée au cylindre fermée. La partie inférieure du cylindre est terminée par un fond embouti ; la

partie supérieure porte la prise de vapeur. Au-dessous est un tamis qui empêche les entraînements d'eau par la vapeur. Les tubes sur les deux tiers à peu près de la hauteur sont remplis d'eau, les autres forment réservoir et en même temps surchauffeur de vapeur.

Cet ensemble est entouré par une enveloppe métallique formée de parties boulonnées. La partie supérieure forme le foyer; la partie inférieure, conique, est destinée à recevoir la cheminée. Afin d'éviter les déperditions de chaleur, cette enveloppe métallique peut-être garnie d'un revêtement de briques ou de ciment réfractaire. Mais pour les installations rapides, cette précaution peut ne pas être prise.

Le principal avantage de ce type de chaudière est sa facilité de montage et sa légèreté. A force égale, elle pèse à peine le tiers d'une chaudière à bouilleurs ordinaire. Pour les chaudières de 10 à 50 chevaux, les pièces les plus lourdes de la chaudière démontée n'atteignent pas le poids de 80 kilogrammes, de sorte qu'on peut les transporter soit à dos de mulets, soit à bras d'hommes.

Le montage est effectué sur place par le mécanicien ou par le chauffeur en un temps de dix à vingt-quatre heures, suivant la force de la chaudière.



Chaudière Hazelton.—Paroi enlevée montrant la disposition des tubes.

Ce montage s'opère dans l'ordre suivant : On commence par assembler par boulons les pièces formant le foyer, qui contiennent les portes et les supports des barreaux de la grille. Puis on place à l'intérieur la virole inférieure du cylindre central, sur laquelle on vient visser successivement la deuxième et la troisième virole.

Les tubes sont ensuite vissés, à l'aide d'une pince spéciale. Enfin, on boulonne l'enveloppe, puis la cheminée. Généralement, il suffit d'une cheminée en tôle de 6 à 8 mètres de hauteur.

Les tôles fermant le foyer peuvent être fixées sur la fondation par des boulons de scellement si l'installation doit avoir une certaine durée.

On fixe enfin les tuyaux d'alimentation, de prise de vapeur avec la soupape de sûreté, de manomètre et de niveau d'eau. Les joints de ces divers tubes sont tous vissés.

La figure représente une chaudière de 30 chevaux. Elle mesure 1^m,219 de diamètre et 3^m,658 de hauteur. Le foyer a 1^m,016 de hauteur. Le diamètre de la colonne centrale est seulement de 305 millimètres; elle reçoit vissés 360 tubes de 51 millimètres de diamètre et de 457 millimètres de longueur.

Le poids total de la chaudière, y compris la grille et la cheminée en tôle n'atteint pas tout à fait 1,860 kilogrammes.

Chaudières des Ateliers « American Well Works »

AURORA, ILL.

Outre ses nombreux appareils spéciaux pour tout ce qui concerne l'hydraulique (appareils de forage pour les puits, machines, pompes, injecteurs, et tous élévateurs d'eau, etc.), ces ateliers possèdent une grande variété de chaudières : chaudières horizontales à bouilleurs ou tubulaires, verticales et locomobiles du type locomotive.

Nous citerons d'abord la série de chaudières verticales tubulaires. Elles sont analogues à la chaudière démontable Stirling, mais ne se démontent pas et sont construites avec foyer enveloppé d'eau.

Le tableau ci-dessous donne les dimensions principales de chaudières de 5 à 35 chevaux.

*Tableau des dimensions principales des Chaudières verticales
des ateliers « American Well Works »*

Puissance en chevaux-vapeur.	5	8	10	15	20	25	30	35
Diamètre en millimètres . . .	610	762	762	914	1.067	1.067	1.219	1.219
Hauteur	1.524	1.524	1.829	2 134	2.438	2.743	2.591	2.743
Hauteur du foyer	610	686	711	762	762	686	762	762
Nombre de tubes	31	54	54	70	85	85	134	134
Diamètre des tubes	51	51	51	51	51	51	51	51
Longueur des tubes	457	483	686	965	1.219	1.524	1.143	1.295
Épaisseur du cylindre	6	6	6	6	6	6	7	7
» du foyer	7	7	7	8	8	8	8	8
» des plaques tubulaires . .	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
» du cône	7	7	7	8	8	8	8	8
Diamètre de la soupape de sûreté	25	32	32	38	51	51	64	64
Diamètre de la prise de vapeur	25	25	25	25	25	25	32	32
Diamètre de la cheminée . . .	292	292	394	457	508	508	610	610
Poids approximatif de la chau- dière seule en kilogrammes.	320	490	570	860	1.180	1.470	1.750	1.880
Poids de la chaudière avec ses accessoires	550	680	770	1.224	1 590	1.900	2.380	2.520

Chaudières verticales à tubes horizontaux. — Ce type, bien que déjà connu, présente ici quelques particularités. La partie essentielle se compose d'un faisceau de tubes horizontaux, disposés par rangées superposées, dirigés suivant deux directions perpendiculaires, et mandrinés à chaque extrémité dans des plaques tubulaires. Ces plaques forment les quatre faces d'une sorte de boîte qui se raccorde à sa partie supérieure à une calotte sphérique surmontée d'un cylindre de tôle qui sert d'embase à la cheminée.

La partie inférieure est prolongée par une enveloppe circulaire qui entoure le foyer. Cette enveloppe est un peu surélargie à sa partie basse pour recevoir une deuxième enveloppe d'un diamètre légèrement supérieur, qui monte au niveau des tubes, et se termine par une cornière à surface parfaitement dressée au tour.

Une deuxième virole vient s'appliquer dessus par une cornière semblable : on interpose un joint d'amiante, et on serre fortement par des boulons. Cette virole se termine, à sa partie supérieure, par un fond en tôle emboutie, qui est boulonné au cylindre surmontant la boîte formée par des plaques tubulaires.

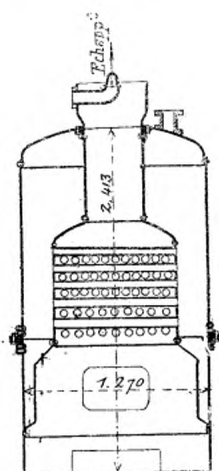
On obtient donc ainsi une chaudière « démontable » en deux parties. Les facilités de transport et de nettoyage sont assurées. Des autoclaves sont cependant ménagés pour le nettoyage des tubes. Mais, par suite du type adopté, ses tubes s'encrassent peu, les flammes passant à l'extérieur. L'eau remplit l'espace annulaire conquis entre les deux enveloppes, ainsi que les tubes : la partie supérieure forme réservoir de vapeur.

Outre sa facilité de démontage, cette chaudière présente cette particularité que le diamètre des tubes est moindre dans les rangées supérieures qu'à la partie inférieure ; ce dispositif a pour but de faciliter le dégagement de la vapeur, qui est plus intense dans les tubes placés immédiatement au-dessus du foyer.

Ces chaudières, étant souvent employées pour les locomobiles, machines agricoles, et autres, le tuyau d'échappement de la machine débouche à la base de la cheminée pour activer le tirage, et dans ce cas, souvent, il n'y a, pour ainsi dire, pas de cheminée.

Les ateliers « American Well Works » construisent ces chaudières Scotch de 4 à 25 chevaux.

Nous donnons ci-contre la vue d'une chaudière de ce dernier type.



Chaudière verticale à tubes horizontaux.

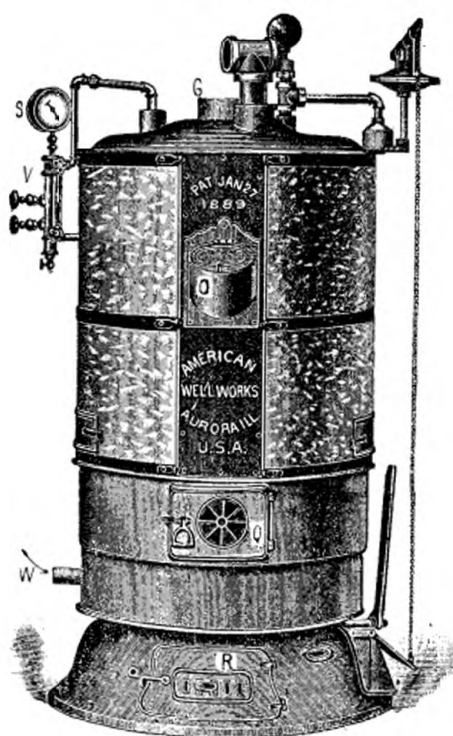
Un autre type de chaudière assez intéressant, construit par cette maison, est la « Chaudière Chapman. » C'est une chaudière verticale tubulaire, avec retour des gaz chauds formant enveloppe contre le refroidissement par l'air extérieur. Elle est disposée avec déchargement pour alimentation automatique de combustible.

Cette chaudière n'est pas employée à la production de vapeur à hautes pressions. Elle ne sert que pour les pressions peu élevées : pour le chauffage à vapeur, par exemple, et même, dans ce dernier cas, la maison construit un type analogue pour le chauffage à l'eau chaude.

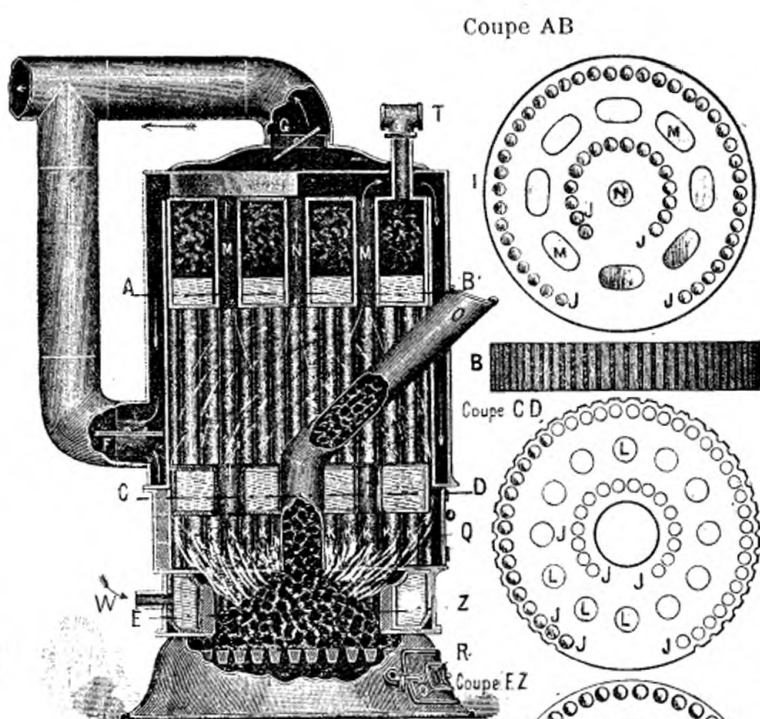
La chaudière consiste essentiellement en trois boîtes cylindriques dont nous donnons la vue en plan par les trois coupes AB, CD, EF, réunies par un faisceau de tubes.

La boîte inférieure entoure le foyer et reçoit l'alimentation. Elle communique avec la boîte supérieure par une série de tubes verticaux, dis-

posés sur une circonférence extérieure, de façon à former enveloppe au foyer. Cette seconde boîte est percée de conduits L, au travers desquels passent les gaz chauds pour arriver dans une deuxième chambre de chauffe dont les parois sont formées de tubes verticaux disposés dans le prolongement des précédents. Intérieurement, une série de tubes verticaux (voir coupe CD), disposés aussi sur une circonférence. Enfin, une troisième boîte, analogue à la seconde, où aboutissent les tubes J, et que traversent par les gaz des conduits elliptiques M, pour arriver à l'enveloppe.



Vue extérieure.



Coupe longitudinale.

Chaudière Chapman.

- G Valve fermant le tuyau de fumée de tirage direct.
- F Valve fermant le tuyau de fumée de tirage par l'enveloppe.
- J Tubes d'eau de la chambre de combustion supérieure.
- K Tubes d'eau de la chambre de combustion inférieure.
- M Passage des fumées.
- N Passage des fumées.
- O Trémie de chargement pour le combustible.
- Q Porte du foyer.
- R Porte du cendrier.
- S Manomètre.
- T Prise de vapeur.
- V Niveau d'eau.
- W Arrivée de l'eau d'alimentation.

Le niveau de l'eau arrive à peu près au tiers de la boîte supérieure le reste forme réservoir de vapeur.

Le tout est monté sur un socle qui supporte la grille spéciale figurée coupe EF. Le foyer est garni de briques réfractaires. L'enveloppe métallique, qui recouvre la chaudière, communique avec la cheminée par deux conduits munis d'une valve. L'un est placé à la partie supérieure, et permet aux gaz de se rendre directement à la cheminée. On l'ouvre au moment où l'on allume. Dès que le feu est bien pris, on ferme la valve G, on ouvre la valve F donnant communication au tuyau placé au niveau de la partie moyenne de la chaudière. Les gaz, après avoir gagné la partie supérieure, et chauffé les tubes et les boîtes, sont forcés de se rabattre autour pour former ainsi enveloppe isolante.

La coupe verticale montre la disposition employée pour l'alimentation automatique du combustible.

Pour les usages indiqués ci-dessus, cette chaudière est d'un emploi très avantageux, et donne des résultats assez économiques.

Chaudières de la « Westinghouse Co »

SCHENECTADY, N.-Y.

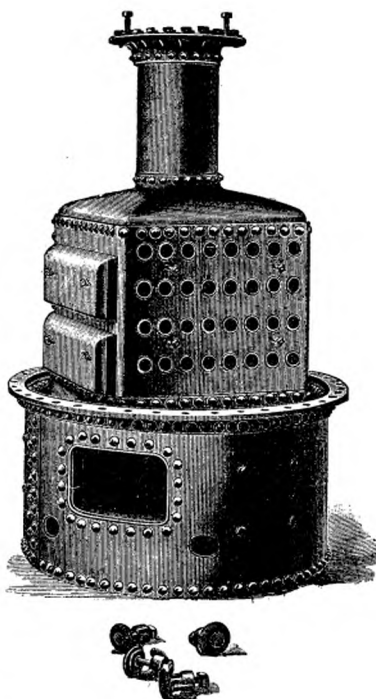
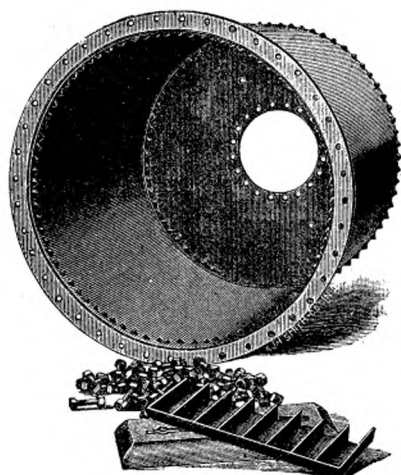
Cette Société, dont la construction consiste exclusivement en matériel agricole, a adopté pour ses locomobiles un type de chaudière verticale qui rappelle absolument la chaudière des ateliers « American Well Works; » mais ici une enveloppe en tôle galvanisée est ménagée autour de la chaudière. Les gaz chauds n'y circulent pas; il n'y a pas un courant comme dans la chaudière Chapman : cependant, ils peuvent s'y répandre et empêcher la déperdition de chaleur.

Les tubes sont ici tous de même diamètre.

Une autre particularité consiste dans les chicaneaux qui forcent le courant gazeux à se rabattre, au lieu de passer directement à la cheminée. Cette cheminée, d'ailleurs, est pour ainsi dire supprimée, et remplacée par un simple cône en tôle qui prolonge l'enveloppe.

Le tirage est produit par l'échappement qui accompagne toujours la chaudière.

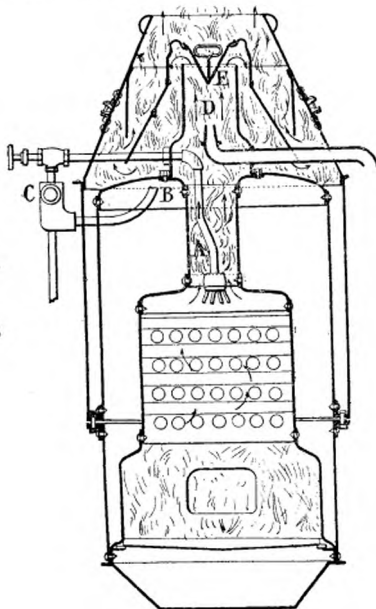
CHAUDIÈRE VERTICALE A TUBES
HORIZONTAUX
DE LA WESTINGHOUSE C^o



Chaudière démontée.

Légende

- A Alimentation d'eau,
- B Prise de vapeur pour l'injecteur,
- C Injecteur;
- D Échappement de la machine;
- E Cône amovible.



Coupe verticale.

On voit sur la coupe précédente qu'un écran conique, muni d'une poignée, peut être enlevé au moment de l'allumage, et permettre aux gaz de s'échapper directement dans l'atmosphère.

D'autre part, ces chicanes évitent toute chance d'incendie, en arrêtant les parcelles de combustible incandescent entraînées par les gaz.

Les résultats donnés par cette chaudière sont très économiques. Grâce à l'enveloppe dans laquelle la température se maintient entre 150° et 250° centigrades, il n'y a presque pas de déperdition de chaleur.

La mise en pression est rapide; l'encombrement très réduit par l'absence de cheminée, une grande légèreté ne nuisant en rien à la résistance, puisqu'elle est entièrement construite en acier, en font un type de chaudière recommandable pour la construction agricole.

Parmi les constructeurs de chaudières spéciales pour l'Agriculture, nous citerons :

Gaar, Scott and C^o

RICHMOND, IND

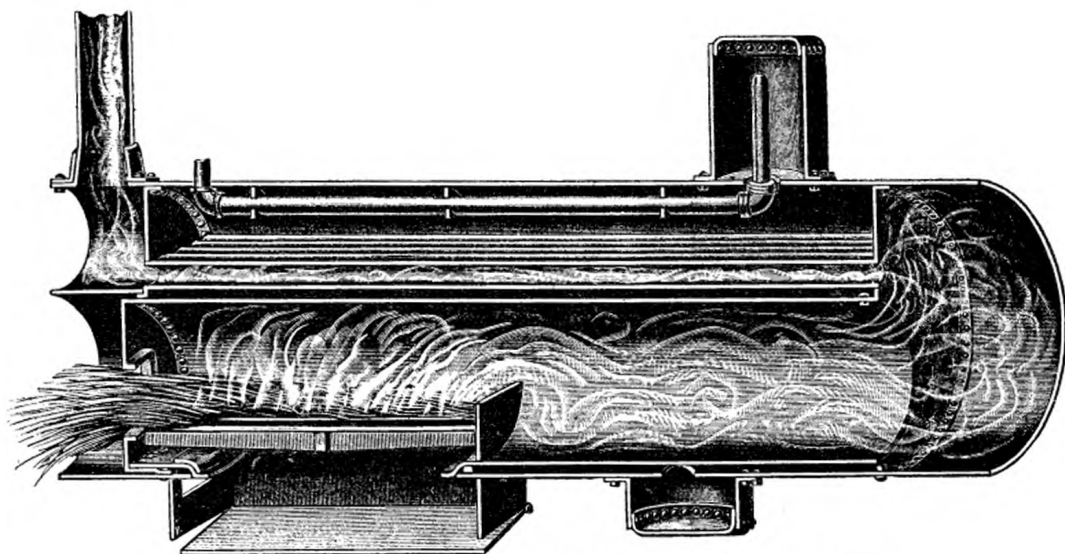
pour ses chaudières locomobiles ou mi-fixes, du type locomobile, avec foyers disposés pour brûler le bois ou le charbon : et ses chaudières avec *foyer pour brûler la paille*.

En Amérique, en effet, par suite de l'emploi général des machines pour la plupart des travaux agricoles, le rôle de la paille comme litière, ou comme fourrage des animaux, se trouve très réduit. Malgré sa faible puissance calorifique, et le dégagement considérable de fumées qu'elle produit, il était cependant avantageux de l'employer comme combustible.

La figure suivante montre la coupe horizontale d'une chaudière de locomobile, disposée pour cette nature de combustible.

Les traits caractéristiques sont un très gros cylindre intérieur, où se trouve une grille de grandes dimensions, et, au delà une vaste chambre de combustion. Les gaz chauds, arrivés dans la boîte à fumée, abandonnent la plus grande quantité de suie, par suite du ralentissement de vitesse du cours gazeux, et reviennent au travers des tubes à la cheminée.

Le tuyau de prise de vapeur débouchant au sommet du dôme, parcourt toute la longueur de la chaudière, formant ainsi un surchauffeur pour la production de vapeur sèche.



Chaudière de « Gaar, Scott and C^e », avec foyer à brûler de la paille.

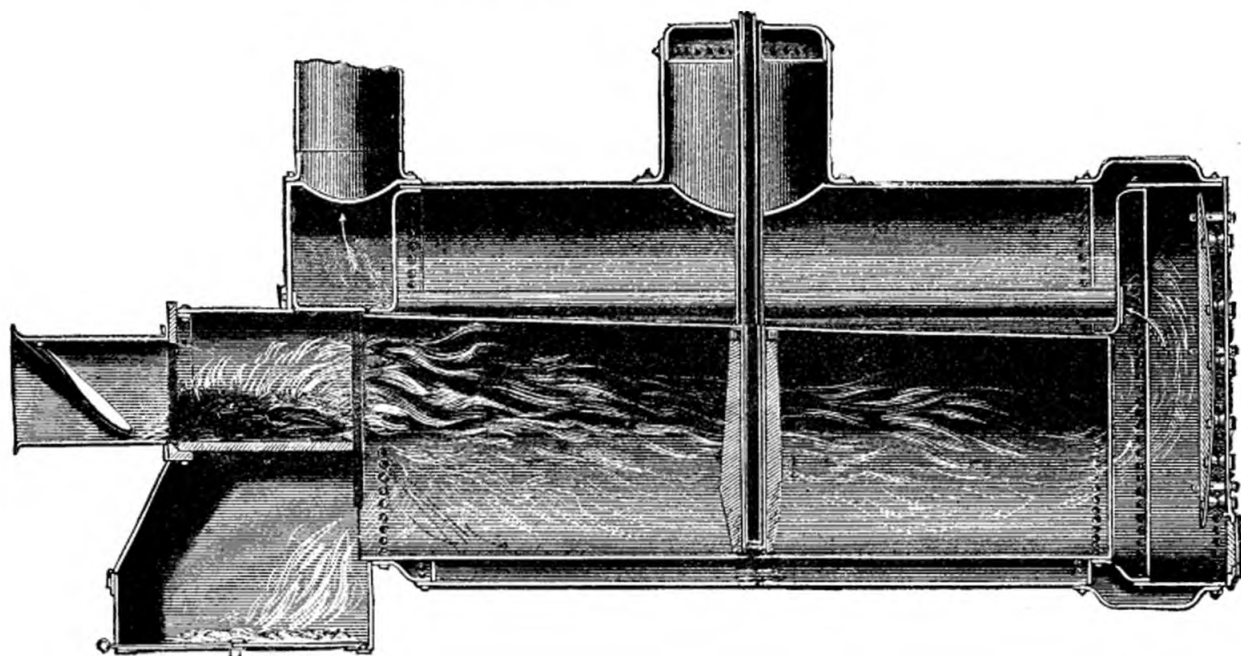
Ce foyer peut aussi brûler toutes sortes de fourrages, ou même du bois.

Ces chaudières sont construites tout en acier.

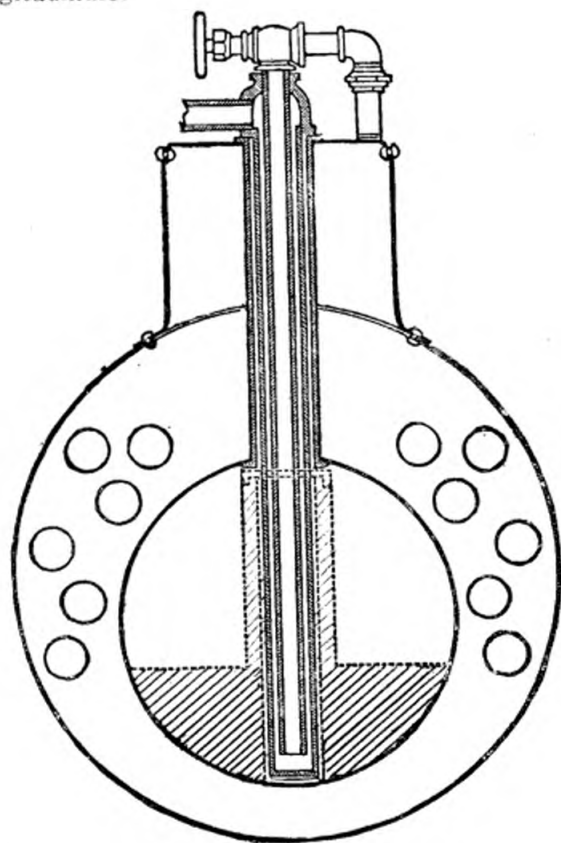
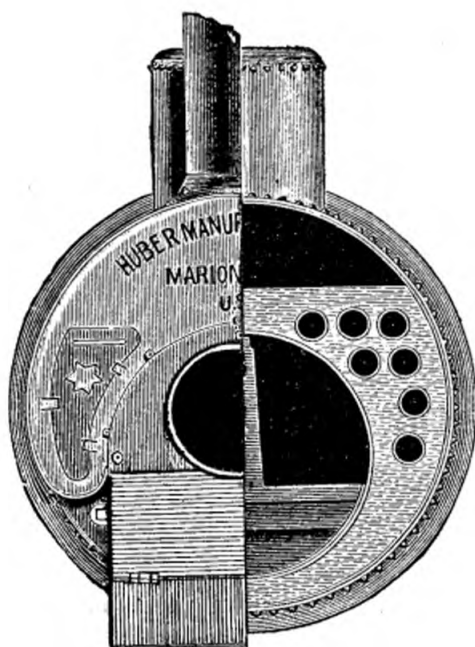
Chaudières de la « Huber Manufacturing C^o, »

MARION, OHIO

Parmi son Exposition agricole, cette Société présente aussi un type de chaudière avec foyer à brûler de la paille, basé sur un principe un peu différent. Sa construction générale rappelle la précédente : foyer intérieur avec retour de flamme par des tubes immergés dans l'eau. Mais au lieu d'avoir de grandes dimensions, la grille est ici courte. Elle est placée dans une enveloppe qui fait saillie en dehors du corps cylindrique de



Coupe longitudinale.



1/2 vue arrière | 1/2 Coupe transversale Coupe transversale par la prise de vapeur.
 Chaudière de la « Huber Mfg Co »

la chaudière. Son plan est légèrement au-dessus du diamètre horizontal du cylindre intérieur de la chaudière.

Ce foyer est précédé d'une sorte de couloir cylindrique avec une porte inclinée, et basculant autour d'un axe horizontal auquel elle est suspendue.

Au-dessous de la grille est un cendrier très profond. La paille est poussée par le couloir cylindrique, la porte s'ouvrant et se refermant d'elle-même. Une partie seulement de cette paille reste sur la grille, le reste tombe en s'inclinant vers le fond du cylindre intérieur, et se place en travers de l'orifice du cendrier.

Au lieu de rester massée sur la grille et d'intercepter le passage de l'air, elle se présente ainsi en nappe mince présentant les plus grandes facilités pour une combustion complète et rapide.

C'est là le point caractéristique de la chaudière « Huber », que nous ne retrouvons dans aucun autre foyer à paille.

Une autre particularité (qui existe aussi dans les chaudières « Huber » à brûler du bois ou du charbon) est son « surchauffeur de vapeur ».

La vapeur est prise d'abord à la partie supérieure du dôme qui est le point où elle est le plus sèche.

Ensuite elle descend dans un tube vertical représenté en coupe pénétrant au travers de la chambre de combustion et ouvert à sa partie basse : puis elle remonte entre ce tube et un deuxième tube-enveloppe pour se rendre très sèche au moteur.

Ces tubes sont protégés dans leur passage à travers la chambre de construction par une gaine réfractaire qui se prolonge jusqu'aux parois du cylindre intérieur vers la partie basse, et forme ainsi une sorte d'autel.

Ces chaudières se comportent bien ; et depuis quelques années se répandent beaucoup dans les États du Dakota et du Minnesota.

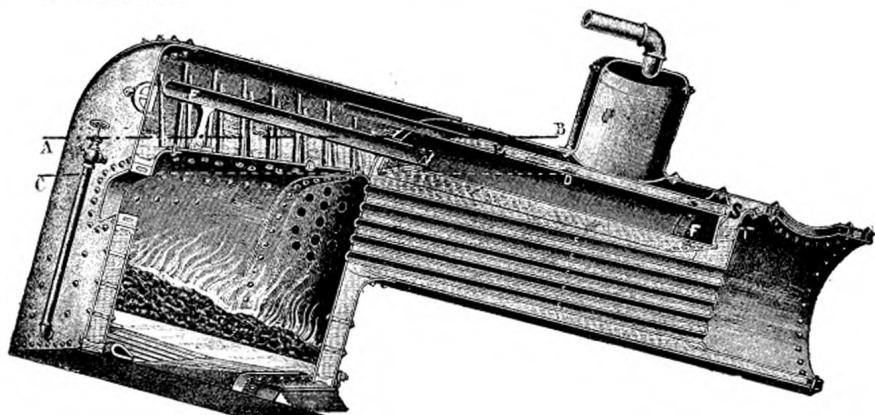
Chaudière « Peerless » de la « Geiser Manufacturing Co »

WAYNESBORO, PA.

Cette chaudière, du type locomotive, est spéciale pour les locomobiles et locomotives routières susceptibles d'être employées sur des terrains accidentés.

L'inconvénient que présente les chaudières-locomotives ordinaires est la possibilité d'avoir le ciel du foyer dégarni d'eau lorsqu'elles sont inclinées vers l'avant. On y remédie pour les pentes faibles en donnant une inclinaison suffisante à ce ciel de foyer. Mais pour les pentes fortes cette précaution ne suffit pas.

Le dispositif breveté de « F. F. Landis » évite complètement ce danger de brûler le ciel du foyer et empêche l'eau de remonter dans le dôme de prise de vapeur pour des pentes très fortes. La coupe longitudinale de la chaudière représentée figure ci-dessous montre le dispositif. Malgré la pente, l'eau couvre complètement le ciel, jusqu'au niveau AB, tandis qu'avec une chaudière non munie de ce dispositif, elle n'atteindrait que le niveau CD.



Chaudière « Peerless » de la « Geiser Mfg Co ».

On voit qu'au-dessus du faisceau tubulaire est une tôle horizontale rivée aux parois du corps de la chaudière. Elle forme ainsi une sorte de boîte demi-cylindrique fermée complètement à l'avant par la tôle *T*, et à l'arrière fermée seulement jusqu'au niveau *W*, qui est déterminé par la pente-limite au-dessous de laquelle on veut faire fonctionner la chaudière. Un tube *E* sert à établir la communication entre la partie *S*, et l'arrière de la chaudière, quand elle est horizontale. Un autre tube *F* fait passer la vapeur de l'arrière au réservoir demi-cylindrique et au dôme : espace libre au-dessus du fond arrière de ce réservoir ne présentant pas une section suffisante. L'ensemble de ces dispositions, empêchant l'eau de pénétrer entre les deux fonds de la boîte demi-cylindrique la fait refouler au-dessus du ciel, dans les pentes. Il assure en même temps la production d'une vapeur plus sèche.

Nous citerons pour terminer la revue des chaudières spéciales à l'agriculture, la chaudière en acier de

A. W. Stevens and Sons, à Auburn, N.-Y.

dans laquelle il faut signaler les précautions prises pour assurer la surchauffe de vapeur.

Le tuyau de prise branché au sommet du dôme, redescend, rentre à la chaudière, traverse dans toute sa longueur le corps cylindrique et sort seulement dans le socle de la cheminée. Dans le type le plus courant, de 12 chevaux, le corps cylindrique a un diamètre de 660 millimètres de diamètre : contient 42 tubes de 51 millimètres de diamètre, et 1^m,524 de longueur.

La grille à brûler du charbon a 838 millimètres de long et 610 millimètres de large.

CHAUDIÈRES MARINES

Les premières chaudières placées sur les bateaux furent les mêmes que celles employées à terre ; et maintenant encore, nous en retrouvons bon nombre qui ont également une double application : telles, les chaudières cylindriques à retour de flamme, les Belleville, les Babcock et Wilcox, les chaudières du type locomotive, etc.. Cependant, par suite des conditions spéciales où elles se trouvent à bord, elles ont éprouvé des modifications qui leur ont donné des caractères particuliers et distinctifs.

Comme dans les installations fixes, nous retrouvons en présence les deux grandes classes : les chaudières cylindriques, à foyers intérieurs et faisceau tubulaire à retour de flamme, et les chaudières tubulées (water tube boilers). Mais ici le choix de l'un ou l'autre type a une bien plus grande importance.

La nécessité d'obtenir le maximum de puissance avec le minimum de poids de chaudière, de combustible consommé, d'espace occupé ; la résistance aux pressions élevées que demandent les moteurs à triple et quadruple expansion, sont les nécessités de premier ordre qui s'imposent sur les vaisseaux bien plus qu'à terre.

On a été conduit, pour les chaudières cylindriques, à de très grands diamètres, des tubes courts, un grand nombre de foyers : 3, 4 et jusqu'à 6 foyers.

Puis on a cherché à donner au métal des formes présentant plus de surface de chauffe, de résistance aux pressions, de facilités de dilatation. C'est ainsi qu'on a créé les foyers ondulés, les tubes à nervures.

Malgré cela, les diverses parties entrant dans leur composition atteignent des dimensions considérables, qui firent tourner l'attention vers les chaudières tubulées, et du type locomotive ; surtout pour les bateaux spéciaux, où la légèreté doit primer toute autre considération.

On peut dire cependant que la majorité des gros navires de guerre, ainsi que les vaisseaux affectés au service des voyageurs et des marchandises, sont encore munis de chaudières du type ancien, avec les

divers perfectionnements qu'elles comportent. La raison en est que la légèreté y est moins recherchée, et que pour les chaudières tubulaires la conduite et l'entretien sont plus faciles avec des chauffeurs moins expérimentés; une autre cause est aussi, il faut l'avouer, un peu de routine. Ces remarques générales s'appliquent aussi bien à la Marine Américaine qu'à celle des autres nations.

Nous citerons quelques chaudières des nouveaux vaisseaux de la Marine Américaine, munis des chaudières de l'ancien type, et nous verrons en effet qu'elles ont les plus grandes analogies avec celles exécutées en Europe.

Croiseur protégé « Cincinnati » (1892)

PAR LES CHANTIERS DE BROOKLIN, N.-Y.

Ce croiseur, de 10 000 chevaux indiqués, dont les études ont été faites par le « Engineering Department of Navy, » et la construction sous la surveillance de l'Ingénieur en Chef James H. Chasmer, est pourvu de 6 chaudières timbrées à 11 kil. 25; l'épreuve à la pression hydraulique a été faite à 17 kil. 60 par centimètre carré.

Les 4 chaudières principales sont des chaudières doubles, ayant une longueur de 6^m,185, et des diamètres de 4^m,369 et 4^m,064, avec chacune 6 foyers ondulés de 1^m,067 de diamètre. L'enveloppe cylindrique est en tôle d'acier de 31 millimètres d'épaisseur.

Les 2 chaudières auxiliaires sont simples, avec chacune 2 foyers ondulés. Leur longueur est de 3^m,003, et leur diamètre de 3^m,454; la tôle du cylindre, en acier, a 25 millimètres d'épaisseur.

Les foyers ondulés ont été exécutés par les ateliers « Continental Iron Works, » Greenpoint.

La surface de grille est pour l'ensemble des chaudières de 48^{m²},12; la surface de chauffe, de 1688^{m²},85.

Le rapport de la surface de grille à la surface de chauffe est donc de $\frac{1}{34}$ environ.

Croiseur protégé « Olympia » de 13500 chevaux indiqués (1892)

PAR LES ATELIERS « UNION IRON WORKS » SAN-FRANCISCO

(Planches 32-33)

Il est pourvu, comme le précédent, de 4 chaudières principales doubles et 2 chaudières auxiliaires simples. Toutes sont munies de 4 foyers en acier par côté, du diamètre intérieur de 0^m,991. Le diamètre extérieur est, pour toutes les chaudières, de 4^m,648; la longueur est de 6^m,40 pour les doubles, et de 3^m,34 pour les simples. Elles sont timbrées à 11 kil. 25; l'épaisseur de la tôle d'acier de l'enveloppe est de 33 millimètres.

La surface de grille totale atteint 76^{m²}55, et la surface de chauffe 2.722^{m²}:
rapport : $\frac{1}{35}$.

Ces chaudières ont été établies très puissantes, pour alimenter facilement les machines sans trop pousser la chauffe.

Les planches nos 32-33 donnent les principales dimensions de ces chaudières.

Steamers « Lucania » et « Campania »

DE LA « CUNARD STEAMSHIP CO ».

Nous renverrons, pour toute la description de ces nouveaux steamers, au chapitre de la Marine.

Ils présentent un gros intérêt, puisqu'ils ont été lancés en 1892 et 1893, atteignent des dimensions rarement dépassées, et ont donné les résultats les plus satisfaisants.

Les chaudières sont au nombre de 14 : 12 pour les machines principales, et 2 pour les services auxiliaires.

Les chaudières principales sont doubles, ayant 4 foyers du type Fox de chaque côté, avec une chambre de combustion commune pour chaque paire de foyers. Leur diamètre est de 5^m,486; leur longueur de 5^m,182 : elles sont timbrées à 11 kil. 30 par centimètre carré, et la tôle d'acier de l'enveloppe a 39 millimètres d'épaisseur.

La chaudière affectée aux manœuvres de port est simple, avec deux foyers; son diamètre est de 3^m,048, et sa longueur également de 3^m,048. L'autre chaudière secondaire, actionnant les machines auxiliaires à 4 foyers, son diamètre est de 5^m,486; sa longueur de 3^m,363.

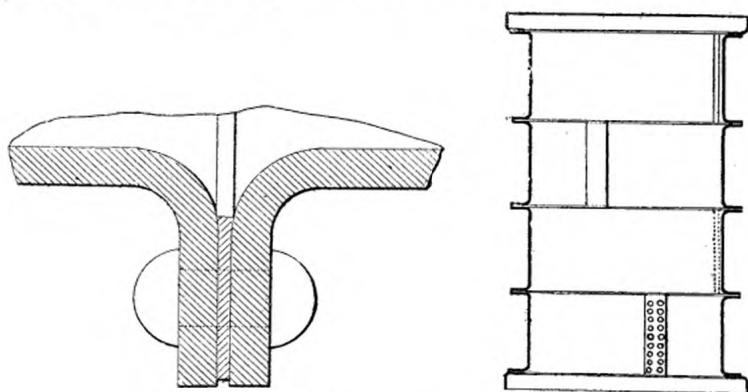
Les chaudières sont disposées en deux chambres de chauffe par rangs de 3. Les cheminées ont 39^m,60 du fond du bateau au sommet, et un diamètre intérieur de 6^m,10: il y en a une pour chacun des deux groupes de chaudières.

Ces chaudières ont été exécutées par les ateliers de la « Fairfield Shipbuilding and Engineering Co ». Son exposition était: Section Anglaise; — (Départ. G. — Transportation; Groupe 85; Classe 529).

Nous nous bornerons à ces quelques types pour examiner plus particulièrement en détail les perfectionnements apportés aux diverses parties du type de chaudière tubulaire à retour de flamme.

Foyers ondulés

Les premières tentatives que l'on fit pour améliorer la construction des foyers cylindriques fut de les armer de cercles en cornières ou en **L**, rivés à leur circonférence, pour en accroître la résistance; mais ils présentaient ainsi l'inconvénient de rivures supplémentaires, qui augmentaient la main-d'œuvre, puis se brûlaient et étaient des causes de fuites.



Foyer Adamson.

Fig. 1. — Détail d'un assemblage.

Fig. 2. — Coupe longitudinale.

« Adamson » exécuta alors des foyers (fig. 1 et 2) formés d'une série de viroles dont les extrémités étaient repliées et assemblées les unes aux autres par des rivets, soit directement, soit plutôt avec interposition de cercles plats tournés pour assurer un joint étanche. Il y avait ainsi protection de la rivure contre l'action des flammes, puisqu'elle était complètement noyée dans l'eau. Mais il restait toujours les difficultés d'exécution, et l'inconvénient de joints dont il fallait surveiller l'étanchéité.

Aussi, quand M. Samson Fox créa le premier foyer ondulé (fig. 3 et 4), son emploi fut-il rapidement adopté avec empressement partout où l'on marchait à haute pression. Sa création date de 1879. Les premiers foyers étaient obtenus par martelage d'un cylindre de tôle unie sur une enclume elle-même ondulée. Mais sa construction ne devint réellement pratique qu'en 1882, lorsque M. Samson Fox créa les laminoirs spéciaux pour les ateliers de la « Leeds Forge Co ».

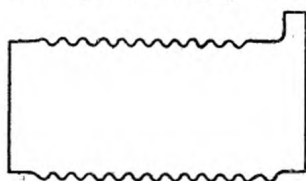


Fig. 3

Foyer Fox. — Coupe longitudinale.



Fig. 4. — Foyer Fox. — Détail des ondulations.

Les foyers Fox sont exécutés généralement en acier Martin-Siemens. On commence par laminier une tôle unie de dimensions convenables. Après s'être assuré par des essais faits sur des éprouvettes prises dans cette tôle, que le métal présente bien toutes les qualités nécessaires, la tôle est coupée aux dimensions voulues, puis cintrée et soudée par recouvrement au gaz. Cette soudure présente une telle résistance qu'aux essais on ne peut la distinguer des autres parties du cylindre. Le foyer, après avoir été chauffé dans un four spécial, est ensuite passé dans un laminoir dont les cylindres présentent les ondulations voulues.

Un seul tour suffit à donner la forme définitive; on prolonge un peu l'opération pour donner le fini, et le foyer est retiré. Les rebords des extrémités sont ensuite exécutés par des appareils à pression hydraulique. On termine en recuisant le foyer pour lui donner exactement le degré de résistance nécessaire.

Une modification a été apportée à ce type de foyer par la « Farnley

Iron C^o », (fig. 5). Les ondulations conservent le même profil, mais, au lieu de former des anneaux dans des plans perpendiculaires à l'axe du

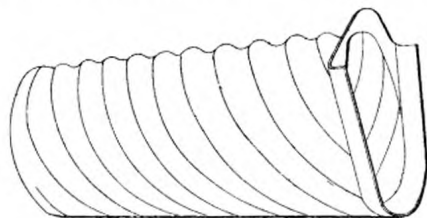


Fig. 5. — Foyer de la « Farnley Iron Co. »

cylindre, elles forment des spirales sur ce même cylindre. Les constructeurs prétendent que cette disposition assure une rigidité plus grande dans le sens longitudinal.

Une autre modification a été apportée par M. Holmes (fig. 6 et 7). Ce type de foyer consiste en un cylindre uni dans lequel sont ménagées

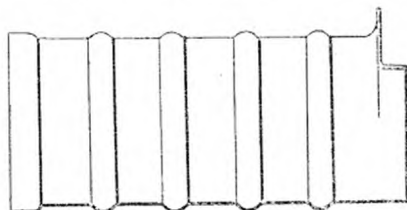


Fig. 6. — Foyer Holmes. — Vue extérieure.

de distance en distance, des ondulations à section circulaire : leur profondeur est de 51 millimètres ; leur écartement d'axe en axe 408 millimètres.

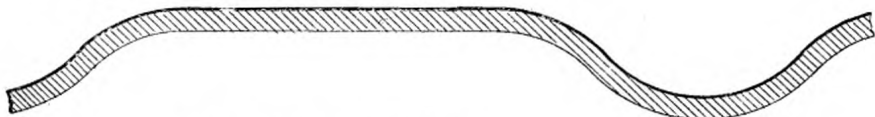


Fig. 7. — Foyer Holmes. — Détails des ondulations.

L'exécution de ce foyer est un peu différente de celle du foyer Fox : les ondulations sont formées successivement.

Le foyers Purves (fig. 8 et 9), dont « Sir John Brown and C^o » de Sheffield présentait de beaux spécimens à l'Exposition Colombienne, parut en 1880, et s'est, comme le foyer Fox, rapidement répandu. Il rappelle le foyer Holmes en ce que les intervalles entre les ondulations

sont aussi formées par des surfaces cylindriques unies : mais ces ondulations présentent une surépaisseur : leur écartement a été réduit à 229 millimètres d'axe en axe.

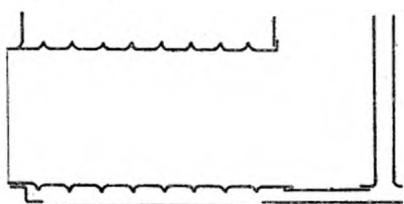


Fig. 8. — Foyer Purves. — Coupe longitudinale.

Le procédé d'exécution diffère de ceux des précédents foyers. En raison de la surépaisseur que présentent les nervures il est pris directement dans un lingot d'acier Martin-Siemens. Avec un lingot suffisant



Fig. 9. — Foyer Purves. — Détail des nervures.

pour 2 foyers, on forme, sous un pilon de 15 tonnes, une plaque d'environ 183 millimètres d'épaisseur, d'une longueur à peu près égale à celle des foyers. La plaque est passée aux cylindres dégrossisseurs de forme appropriée, qui lui donnent une épaisseur de 32 millimètres et ébauchent les nervures. Cette tôle est alors divisée en 2, à la cisaille. On les remet au four et on les passe aux cylindres finisseurs jusqu'à réduction à l'épaisseur demandée. Aux deux extrémités de chaque foyer sont ménagées des parties unies sans nervures pour l'exécution ultérieure des rebords. L'épaisseur y a été maintenue environ 12 % plus forte, pour parer à l'amincissement dû à cette opération. La pièce est ensuite coupée aux dimensions voulues, cintrée et soudée. Enfin elle est recuite ; un système d'appareils à pression hydraulique spéciaux lui donne une forme parfaitement cylindrique ; les bouts sont exécutés, et comme toujours la série des opérations se termine par le recuit.

Enfin, M. Morisson, a dans son foyer dit « foyer à suspension » (suspension furnace) (figures 10, 11), réuni et combiné les avantages des foyers Fox et Purves. Il y a conservé la tôle d'épaisseur uniforme en tous les points, comme dans le type Fox ; les ondulations à petit rayon, avec convexité tournée vers l'extérieur du foyer, et grand écartement

comme dans le type Purves. Mais au lieu d'avoir entre les petites ondulations un profil rectiligne, il les a raccordées par des courbes de grand rayon.

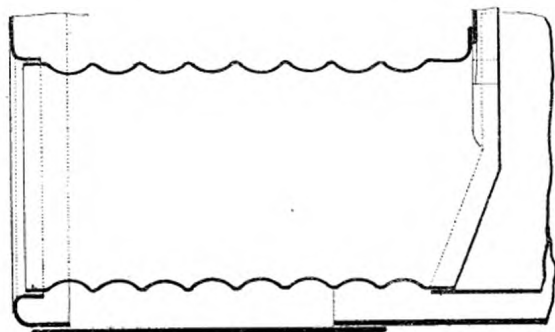


Fig. 10. — Foyer à « suspension » Morisson.



Fig. 11. — Foyer Morisson. — Détails des ondulations.

Le foyer Fox par sa forme offre une très grande souplesse pour se prêter aux variations de température. Et comme son épaisseur est uniforme et ses ondulations toutes semblables, les efforts se répartissent donc également en tous les points du métal et sur toute la longueur du foyer. C'est là une des grandes qualités de ce foyer. A ce point de vue il serait donc difficile de trouver une forme meilleure.

Au point de vue de son fonctionnement, il présente au contraire quelques inconvénients. Du côté en contact avec l'eau de la chaudière, il forme des concavités d'assez petit rayon où s'accumulent les dépôts calcaires; le nettoyage en est difficile. Et précisément, ces concavités du côté de l'eau formant saillie à l'intérieur du foyer sont plus exposées au contact des gaz chauds, soumis à une température plus élevée et augmentent le danger de rupture. D'autre part, ce fait de l'accumulation des dépôts difficiles à extraire diminue beaucoup la conductibilité du métal; les saillies importantes à l'intérieur du foyer gênent les courants des gaz.

Il s'ensuit donc, que l'avantage préconisé pour ce foyer d'avoir une plus grande surface de chauffe que les autres, est réduit dans de grandes proportions.

Ces inconvénients disparaissent dans le foyer Purves. Il n'y a plus de concavités du côté de l'eau : donc, moins de disposition aux accumulations de dépôts ; et en tous cas leur enlèvement est bien plus facile. Le courant des gaz ne rencontre plus aucun obstacle, puisque les nervures sont reportées dans l'eau.

Par contre, le foyer Purves, toutes choses égales d'ailleurs, est un peu moins résistant à la rupture dans le sens longitudinal que le foyer Fox, par suite de la différence d'épaisseur en ses diverses sections.

On voit par l'inspection de la figure 11 que le foyer Morison évite presque tous ces inconvénients, l'égalité d'épaisseur assurant mieux l'égalité de travail du métal en tous les points ; et la grande courbure donnée aux parties concaves du côté de l'eau évitant presque aussi bien qu'un profil rectiligne les inconvénients des accumulations de dépôts. Aussi est-il à penser que ce type de foyer prendra une place très importante dans la construction des chaudières marines du type à foyers intérieurs.

Tubes

Les tubes ont aussi été dans ces derniers temps l'objet de tous les soins des ingénieurs et constructeurs.

A mesure de l'accroissement des pressions et de l'emploi plus fréquent du tirage forcé, on se heurte à de grosses difficultés dans l'exécution des joints des tubes dans les plaques tubulaires de foyer.

Avant d'en arriver aux tubes à ailes, et même parallèlement avec leur emploi, divers dispositifs ont été essayés ou proposés, mais on peut dire que la question n'est pas encore résolue d'une façon donnant complète satisfaction.

Ces difficultés sont dues surtout à la haute température que prend la plaque.

Ainsi l'on a trouvé que pour une chaudière marchant à une pression de 10 k. 54 par centimètre carré, ce qui correspond à une température de 185° cent., la température au milieu de la plaque et près du tube atteignait 285° cent. D'autre part la température limite de la plaque près du joint, à laquelle le tube commence à fuir, est relativement peu élevée : dans les

mêmes expériences, on a trouvé par l'emploi de bouchons fusibles qu'elle était d'environ 400° cent. correspondant à la fusion du zinc. On a donc cherché à abaisser la température qu'acquiert le métal aux environs du joint.

Parmi les premiers essais, fut l'emploi de viroles « à chapeau » en porcelaine, qui pénétraient dans le bout du tube et dont le rebord couvrait le joint et une partie de la plaque tubulaire. On a essayé aussi les enduits avec des ciments réfractaires de diverses compositions, sur les plaques. Les résultats furent très éphémères. On empêchait bien ainsi le suintement des tubes, tant que les viroles restaient en bon état, et que le ciment réfractaire adhérait aux plaques tubulaires. Mais les viroles se ramollissaient, fondaient partiellement; les matières solides entraînées par les gaz du foyer soumis au tirage forcé, s'y incrustaient. Et l'entrée des tubes s'obstruait de dépôts connus sous le nom « nids d'hirondelles ». Quant au ciment réfractaire, il se détachait des plaques au bout de très peu de temps.

Parmi les premiers appareils pratiques, il faut citer la virole inventée par MM. Humphrys, Tennant and C^o (fig. 1). C'est une bague à chapeau. La partie cylindrique est vissée dans le tube, le chapeau recouvre le joint et pénètre dans une rainure annulaire ménagée dans la plaque tubulaire. Le principe en est très bon, car si par suite des variations de température le tube vient à se contracter, la partie du chapeau engagée dans la rainure resserre en même temps le bord du trou de la plaque tubulaire.

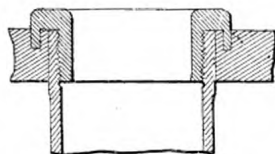


Fig. 1. — Virole Humphrys, Tennant and C^o.

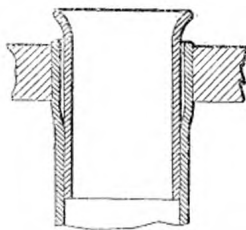


Fig. 2. — Virole Peck.

En pratique, cette virole a l'inconvénient d'être vissée, ce qui dans les premiers temps rendait les changements de tubes longs et coûteux. Il fallait les couper. Cependant aujourd'hui MM. Humphrys, Tennant and C^o font un outil spécial qui permet de dévisser la virole assez rapidement.

Divers essais au tirage naturel et au tirage forcé ont été faits avec

ces viroles et les résultats en ont été assez satisfaisants : les viroles tenaient bien et il n'y eut que des fuites sans importance.

Les inconvénients d'une virole vissée ont conduit M. Peck de la maison « Yarrow and Co » à imaginer un autre type de virole basé sur un principe différent.

Cette virole représentée figure 2, a comme diamètre extérieur le diamètre intérieur du tube dans sa partie non élargie, elle n'est donc en contact avec lui qu'au delà de l'élargissement. En outre, elle fait saillie sur la plaque tubulaire à l'intérieur du foyer, où elle est un peu évasée pour faciliter l'entrée des gaz de la combustion.

C'est cette partie évasée qui absorbe la plus grande partie de la chaleur et ne la communique aux tubes qu'au-delà du joint : la gaine d'air qui est entre la virole et le tube dans sa partie élargie protège donc ce joint.

Ces deux principes furent combinés par M. Oram, ingénieur-inspecteur de la Marine Anglaise, avec celui déjà appliqué d'autre part de recouvrir le joint par un rebord de la virole. L'appareil est connu sous le nom de « Virole à Chapeau de l'Amirauté » (fig. 3).

Au lieu d'être d'un diamètre uniforme comme la virole Peck, celle de l'Amirauté est d'un diamètre plus grand vers son extrémité, de façon à ménager toujours une gaine d'air, même lorsque le tube n'a pas d'élargissement au joint.

La matière employée pour ces viroles est la fonte malléable. On a essayé de la fonte ordinaire, et aussi du cuivre. La première brûlait très vite, ce qui ne fut pas le cas du second, quoique le degré de fusion du cuivre soit bien plus bas que celui de la fonte. Ceci s'explique par la meilleure conductibilité du cuivre. Mais les viroles de cette matière ne restaient pas serrées dans les tubes.

D'importants essais ont été faits sur divers vaisseaux avec leurs tubes munis de viroles de l'Amirauté, notamment sur le *Barracouta* de 1900 chevaux; puis sur le *Thunderer* de 7 000 chevaux: ce bateau fit même à titre d'essai un voyage de quelques jours. D'autres essais furent exécutés aussi avec le *Vulcan*.

Dans tous on ne constata que des suintements très légers; les viroles se comportèrent bien.

Mais ce sont cependant des essais d'une durée relativement courte, et il serait nécessaire d'avoir la sanction d'une longue pratique pour juger sûrement de la valeur de ces viroles.

Elles ont en effet une tendance à se consumer. Cet inconvénient, moindre dans les chaudières à retour de flamme, se fait sentir plus vivement dans les chaudières du type locomotive, où elles sont exposées directement à l'action du feu.

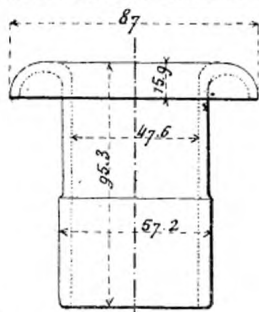


Fig. 3. — Virole à chapeau de l'Amirauté

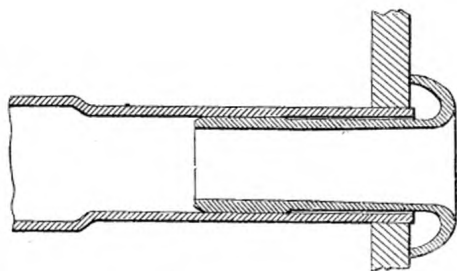


Fig. 4. — Disposition d'une virole de l'Amirauté dans une chaudière du type locomotive.

Dans ce même type de chaudière locomotive, l'inconvénient de la réduction de section qu'elles produisent prend plus d'importance, le tube étant déjà étranglé en cet endroit.

Avec les dépôts qui se forment à l'entrée de la virole, la section de passage des gaz se trouve considérablement réduite, et ces dépôts sont tellement durs qu'on ne peut les enlever au moyen des grattoirs ordinaires, mais qu'il faut les couper au burin. On ne peut donc faire de tirage forcé que pendant quelques heures.

Dès lors, si la virole supprime quelque temps les suintements des tubes, en tout cas, elle ne permet pas de donner au tirage forcé toute son intensité sans augmenter le travail des ventilateurs dans de grandes proportions.

Aussi cherche-t-on d'autres procédés pour éviter les suintements des tubes en évitant les inconvénients précités.

Nous citerons notamment celui que M. Henry Benbow, Inspecteur en chef, de la Marine Royale Anglaise, exposait au Congrès International des Ingénieurs à l'Exposition Colombienne.

Si on place une plaque de métal au-dessus d'une plaque de chaleur quelconque, la face opposée étant maintenue froide avec de l'eau, cette plaque s'incurvera en proportion de la différence des températures et de son épaisseur.

Si l'on mettait des étais de place en place, elle fléchirait entre les

étais. C'est le phénomène qui se passe pour les plaques tubulaires munies de tubes-étais spéciaux, surtout quand elles sont surchauffées. Pour diminuer ces flexions, il faudrait donc une plaque aussi mince que possible : et des plaques de 11 millimètres ou même 9^{mm},5, suffiraient, comme celles employées avec beaucoup de succès sur des locomotives américaines à foyer d'acier (1). De plus, tous les tubes seraient de même épaisseur pour former tous étais de la même façon.

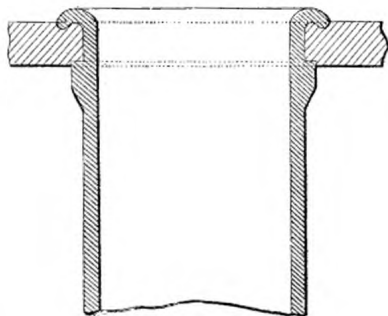


Fig. 5. — Fixation des tubes dans les plaques tubulaires proposée par M. H. Benbow.

Si l'on considère, par exemple, une chaudière double à retour de flamme et chambre de combustion ordinaire, quand on élève la pression, la dilatation longitudinale du foyer et des tubes doit nécessairement être plus grande que celle du corps cylindrique, puisque leur température est plus élevée. Mais on ne prend pas de précautions spéciales pour compenser cette différence de dilatation. Par conséquent, ou les tubes se tordent, ou leurs extrémités sont arrachées de leur joint dans la plaque tubulaire.

On y obvie cependant partiellement par l'emploi des foyers ondulés dont nous avons parlé.

Mais le joint par simple mandrinage, tel qu'il est pratiqué le plus souvent, est défectueux : le contact entre le tube et la plaque tubulaire n'est pas assez intime.

M. H. Benbow propose donc de tourner les extrémités des tubes pour être certain d'éviter l'interposition de toute matière étrangère entre les métaux. De la sorte, la chaleur serait facilement et rapidement transmise : autrement, par suite d'un contact imparfait entre les tubes et la plaque, il

1. Voir X^e partie de la *Revue technique*. — Chemins de fer.

arrive que les bouts des tubes se surchauffent, surtout avec le tirage forcé, et par leur propre dilatation, s'écrasent dans les trous. Si l'on revient au tirage naturel, leur température s'abaisse, ils redeviennent plus petits qu'avant, et jouent dans les trous ; le joint fuit.

La figure 5 représente la disposition préconisée par M. H. Benbow. Les extrémités des tubes sont munies d'un épaulement qui vient s'appliquer, dans un petit logement peu profond, sur la plaque tubulaire. A la suite, une partie tournée vient s'engager dans le trou, et l'extrémité est repliée par mandrinage, de façon à pénétrer dans une rainure circulaire ménagée dans la plaque autour du trou, comme pour la virole Humphrys, Tennant and C^o.

La plaque tubulaire du foyer est ainsi parfaitement maintenue entre l'épaulement et le rebord du tube.

La plaque tubulaire de boîte à fumée est percée de trous assez larges pour passer l'épaulement du tube : aussi de ce côté le tube est-il élargi, et simplement mandriné à la façon ordinaire. Avec une telle disposition, et une plaque tubulaire de foyer aussi mince que possible, il est à espérer que tout suintement sera évité.

Quelques expériences ont déjà été faites avec de tels joints, et après essai le contact entre les tubes et la plaque était encore si parfait que, dans une section faite par l'axe du tube, on ne pouvait distinguer la ligne de séparation.

Il est à remarquer en outre que l'orifice du tube n'est nullement rétréci, et qu'ainsi sont évités les inconvénients produits sur ce point par l'emploi des viroles.

Ajoutons enfin que les expériences qui se poursuivent avec l'emploi des tubes « Serve, » non seulement sur les bateaux, mais aussi sur les locomotives américaines, et jusqu'à ce jour donnent des résultats satisfaisants, montreront sans doute la solution la plus pratique pour empêcher les suintements des tubes dans les chaudières où ces tubes sont traversés par les gaz chauds.

Chaudières tubulées

Malgré tous ces divers perfectionnements apportés à l'ancien type de chaudière, avec l'augmentation continuelle des pressions et l'emploi du tirage forcé qui semble se poursuivre de jour en jour, il est probable qu'il faudra l'abandonner, et se résoudre à l'emploi exclusif des chaudières tubulées, plus légères, plus petites et d'une capacité vaporisatrice plus grande que les appareils cylindriques actuellement en usage.

Dès 1850 et 1860, on avait fait quelques tentatives qui furent sans succès. Quoique l'Amérique fasse depuis longtemps usage de chaudières tubulées, et que leur emploi à terre y soit plus répandu que n'importe où, il semble que la France ait la tête du mouvement sur mer, surtout pour la marine militaire. Nous trouvons déjà en 1871 les chaudières Lagrafel; puis les chaudières Belleville en 1879 sur le *Voltigeur*; le *Milan* en 1883; l'*Alger* en 1889 (1). On voit que la Marine Militaire a été en quelque sorte le promoteur du mouvement. Et depuis, l'emploi des chaudières tubulées se poursuit sur une vaste échelle, avec les types Lagrafel d'Allest, Oriolle, Normand, du Temple; et l'on compte que la puissance totale de celles actuellement en construction, pour les vaisseaux de guerre, s'élève à près de 70 000 chevaux.

En Angleterre, quand M. Thornycroft publia son mémoire (Water-Tube Boiler for Warships) sur la chaudière tubulée qu'il venait d'inventer, et proposa son emploi, soit dans la marine militaire, soit dans la marine marchande, il fut reçu avec méfiance. On lui objecta d'être un appareil délicat, demandant les plus grands soins pour la conduite : l'expérience manquait.

Cependant, l'Amirauté anglaise s'occupa de l'affaire, et commença des essais avec un torpilleur de seconde classe; puis avec un de première classe, de 1 200 à 1 500 chevaux. Les essais du *Speedy*, torpilleur de première classe ont donné pleine satisfaction : sa puissance est de 2 500 chevaux avec tirage naturel, et de 4 500 chevaux avec tirage forcé : dans un des essais, on atteignit la puissance de 4 700 chevaux, à la pression de 13 kil. 5 par centimètre carré.

Il est pourvu de 8 chaudières Thornycroft, ayant une surface de chauffe totale de 1 367 mètres carrés, et une surface de grille de 19 mè-

1. Voir la description de l'*Alger*, dans la *Revue technique* de 1889.

tres carrés, et le résultat fut très satisfaisant en tous les points, malgré un tirage forcé très intense de 43 millimètres d'eau.

Nous parlerons plus loin du nouveau type de chaudière Thornycroft, placé sur le *Daring*.

En même temps, la maison Yarrow and C^o construit deux bateaux, dont l'un sera muni de chaudières tubulées, l'autre de chaudières du type locomotive. Leurs essais comparatifs seront certainement très intéressants pour fixer sur le mérite relatif de ces deux sortes de chaudières.

L'Amérique poursuit de son côté les essais avec l'emploi des chaudières Thornycroft et Babcock and Wilcox, et, en dehors des chaudières du type « porcupine », dont sont munis nombre de bateaux légers, construits par MM. Kane Thos. and C^o, Chicago Ill., elle vient d'appliquer avec succès un nouveau type de chaudière, la chaudière serpentín de Ward (pl. 36).

Avec les chaudières ordinaires, même en réduisant le coefficient de sécurité dans le calcul des divers éléments, on ne peut espérer réaliser une grande économie de poids.

La chaudière tubulée, au contraire, est beaucoup plus légère : nous parlons du poids en ordre de marche, car il se peut qu'à vide elle soit un peu plus lourde ; mais elle contient une masse d'eau beaucoup moindre.

Ses avantages au point de vue de la sécurité sont aujourd'hui incontestablement reconnus.

La surface de chauffe doit y être aussi grande que possible, et le poids de l'enveloppe de la chaudière réduit au minimum, c'est le cas des chaudières Thornycroft, Yarrow, et de la chaudière marine Babcock et Wilcox où les tubes forment en quelque sorte les parois du foyer.

Il existe une très grande variété de chaudières tubulées, cependant elles peuvent se ranger en groupes définis.

Ainsi, au point de vue de la production de vapeur : dans le type Belleville, la vapeur doit suivre un parcours long et sinueux pour passer des tubes inférieurs aux réservoirs de vapeur, en éprouvant des résistances et des frottements qui en retardent le dégagement. Elle paraît donc mieux convenir pour une pression élevée, mais non pour une production intense. Dans les chaudières Yarrow au contraire, le trajet est très court et direct ; le dégagement peut être excessivement rapide.

Par contre, ces chaudières à tubes droits ont moins de facilités pour

la dilatation. Les chaudières du type Belleville, ou du type de la chaudière Ward, laissent les mouvements des tubes très libres.

Il n'y a que la chaudière du type locomotive qui puisse lutter sur certains points avec la chaudière tubulée. D'après des expériences faites par MM. Yarrow and C^o, deux chaudières de ces types de poids égaux et de même puissance ont donné les mêmes résultats comme combustible dépensé : mais on pourrait développer la même puissance, avec une chaudière tubulée 15 % plus légère, à condition de dépenser 10 % de plus de combustible. C'est cette réduction de dépense de combustible qui fait préférer en général le type locomotive pour les torpilleurs légers, où l'on ne peut prendre de gros approvisionnements. Et encore, s'agit-il là, d'essais faits avec tirage forcé très poussé; avec tirage faible, l'économie de consommation du type locomotive serait plus sensible.

Nouvelle chaudière Thornycroft

PAR G.-J. THORNYCROFT AND C^o.

Disons d'abord quelques mots du type ordinaire à un seul foyer employé surtout en Angleterre et aux États-Unis, afin que l'on puisse plus facilement saisir les perfectionnements apportés dans le nouveau modèle.

Cette chaudière (pl. 37) se compose essentiellement de 2 bouilleurs horizontaux communiquant, chacun, avec un même réservoir supérieur, 1^o par un faisceau de tubes de très petit diamètre, formant surface de chauffe; 2^o par une grosse tubulure.

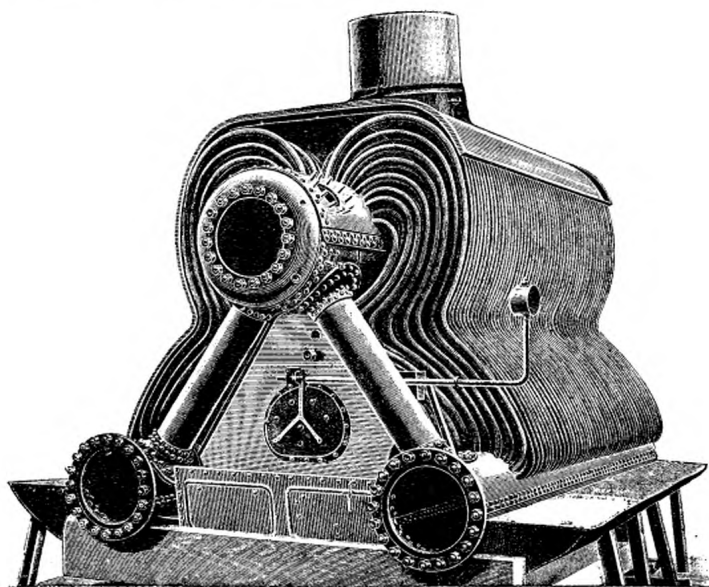
Les bouilleurs et les réservoirs d'eau et de vapeur sont des cylindres de tôle terminés par des fonds emboutis. Ces bouilleurs sont placés longitudinalement de chaque côté de la grille, leur plan diamétral horizontal légèrement au-dessus du niveau des barreaux. C'est de leur extrémité en dehors de l'enveloppe de la chaudière que partent les grosses tubulures qui viennent déboucher dans la partie basse du cylindre.

Les tubes constituant le faisceau sont d'acier étiré sans soudure, ordinairement de 23^{mm},4 et 31^{mm},7 de diamètre. Ils sont mandrinés tout le long de la partie supérieure des bouilleurs normalement à la surface, remontent en formant une sorte d'arche, se recourbent et pénètrent

aussi normalement dans la partie supérieure du réservoir d'eau et de vapeur.

Dans les rangées extérieures et intérieures, les tubes sont placés côte à côte de façon à former des sortes de cloisons entre lesquelles les autres moins serrés sont chauffés par des courants gazeux.

L'eau d'alimentation, d'une température relativement peu élevée, descend par les grosses tubulures du corps cylindrique dans les cylindres, tandis que dans le faisceau des tubes, il se produit un courant ascendant d'eau et de vapeur. Comme les tubes forment une sorte d'arc au-dessus du niveau de l'eau, dans le corps cylindrique, il s'y produit un séchage, et l'eau est presque entièrement vaporisée avant d'arriver au corps cylindrique. De plus, les orifices des tubes, sont garantis par un écran en tôle pour arrêter l'eau entraînée. Les dernières traces sont retenues par le tuyau de prise de vapeur, percé seulement de fentes à sa partie supérieure et placé à la partie la plus haute du corps cylindrique; car, il n'y a point de dôme de vapeur.



Chaudière Thornycroft, type à un seul foyer.— Ensemble, l'enveloppe enlevée.

L'ensemble est enfermé dans une enveloppe en tôle protégée déjà par la rangée extérieure des tubes et par une garniture réfractaire. Les deux

grosses tubulures sont seules situées à l'extérieur. Mais, c'est cependant là un inconvénient, car maintenant que les eaux d'alimentation ont des températures élevées, il y a perte de la chaleur et élévation de la température des chambres de chauffe.

Il faut remarquer en outre, la difficulté d'enlever les suies des tubes extérieurs, de savoir en cas de fuite, par quel tube elle est produite ; et même quand on y est parvenu, la difficulté de remplacer ce tube.

Aussi, a-t-on cherché à améliorer ces divers points, en conservant la puissance évaporisatrice très grande par rapport au poids de la chaudière et à la consommation de combustible.

La nouvelle chaudière Thornycroft (pl.34 et 35) est formée par un gros cylindre horizontal à la partie supérieure, un autre cylindre au-dessous, à la partie inférieure, avec deux autres petits cylindres de très faible diamètre sur les côtés, communiquant par des tubes formant surface de chauffe. La partie la plus importante de cette surface est formée par les tubes réunissant les 2 cylindres. Il y en a 6 rangées, qui sont mandrinés dans le cylindre du bas, à sa partie supérieure, montent en s'écartant, se recourbent et pénètrent sur les côtés du cylindre supérieur où ils sont aussi mandrinés.

De chaque côté, une seule rangée de tubes part de la partie supérieure du réservoir d'eau et de vapeur se recourbe et descend aux petits cylindres latéraux inférieurs.

Ces tubes sont serrés côte à côte, excepté à leurs extrémités où ils se séparent, afin de permettre l'exécution des joints, tant dans le réservoir supérieur que dans les petits cylindres latéraux.

A la partie supérieure, ils sont simplement mandrinés. A la partie inférieure, de deux en deux ils sont cintrés à l'extérieur (voir pl. 34 et 35) et les vides ainsi formés sont fermés par des briques réfractaires. Car ces deux séries de tubes extérieurs ainsi serrés les uns près des autres ont pour but de former une paroi isolante entre la chambre de combustion et l'extérieur. Il y a en outre une enveloppe en tôle placée par dessus.

Ces rideaux de tubes forment en effet un excellent isolant, car leur température ne peut s'élever beaucoup au-dessus de celle correspondant à la pression de la vapeur dans la chaudière, à moins de surchauffe, et elle n'est pas à craindre en raison de la circulation qui est parfaitement assurée dans cette chaudière. Les joints de ces tubes extérieurs avec les petits cylindres latéraux sont faits au moyen de presse-étoupes.

Ils sont en outre protégés du côté du foyer par une petite cloison réfractaire.

Les grilles, au nombre de deux sont situées de part et d'autre du cylindre inférieur, entre lui et les petits cylindres latéraux, un peu au-dessous de leur niveau. Les petits cylindres latéraux les longent jusqu'à leur extrémité, se retournent à angle droit, et viennent se réunir au bouilleur inférieur avec une faible pente, au moyen de brides boulonnées.

Dans les deux faisceaux situés au centre de la chaudière, les rangées du côté des grilles ont aussi leurs tubes serrés de manière à former paroi intérieure des chambres de combustion. Il n'y a que vers leurs extrémités qu'ils s'écartent les uns des autres et donnent passage aux gaz qui peuvent ainsi gagner la cheminée. La paroi arrière des chambres de combustion n'est pas formée par des tubes juxtaposés, mais par des briques réfractaires.

Enfin, aux deux grosses tubulures que nous avons vues dans le type ancien des chaudières Thornycroft, assurant la communication entre les bouilleurs inférieurs et le réservoir supérieur à l'extérieur de l'enveloppe, sont substitués ici des tubes d'assez gros diamètre, cintrés en forme d'S et situés dans le plan axial de la chaudière. Ils réunissent les deux réservoirs. Leur forme courbe a été choisie pour faciliter la dilatation. Cette disposition présente sur la précédente, l'avantage d'éviter toute perte de chaleur puisqu'elle est située à l'intérieur de la chaudière, dans la chambre à fumée centrale. De ce fait, la circulation est peut-être un peu moins active, puisqu'il y a plus d'égalité dans les températures des différentes parties du circuit, mais l'expérience a montré qu'elle était encore bien suffisante.

La division du foyer en deux compartiments facilite aussi la conduite du feu, les grilles sont plus maniables. Le chargement est d'ailleurs commode avec ces foyers dont le ciel est très élevé, car le charbon peut être lancé jusqu'à l'extrémité des grilles.

Les mêmes précautions ont été prises que dans le type primitif pour assurer la production de vapeur sèche (écrans en tôle, tube de prise de vapeur placé à la partie supérieure du réservoir et percé de fentes étroites.)

Enfin le nettoyage et les réparations des tubes sont plus faciles, ceux-ci étant plus accessibles que dans le type Thornycroft ancien, et l'enveloppe étant amovible vis à vis des tubes. Trois chaudières de ce type

ont été placées sur le torpilleur Daring devant développer une puissance de 3 500 chevaux à la pression de 14 k. 75 par centimètre carré.

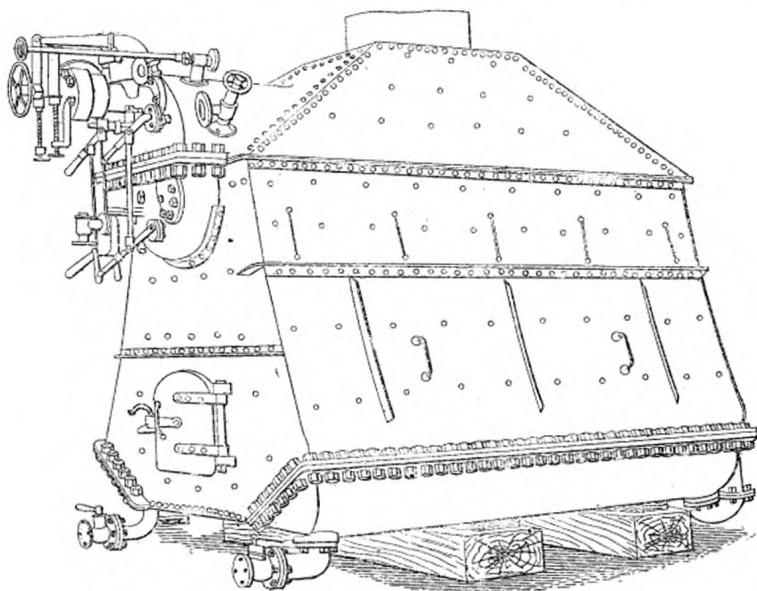
La surface de chauffe totale de chacune de ces chaudières est de 275 mètres carrés et sa surface de grille de 59 mètres carrés.

Chaudières Yarrow

PAR MM. YARROW AND C^o.

Cette maison exposait divers modèles de sa chaudière marine, avec les foyers dont nous avons parlé.

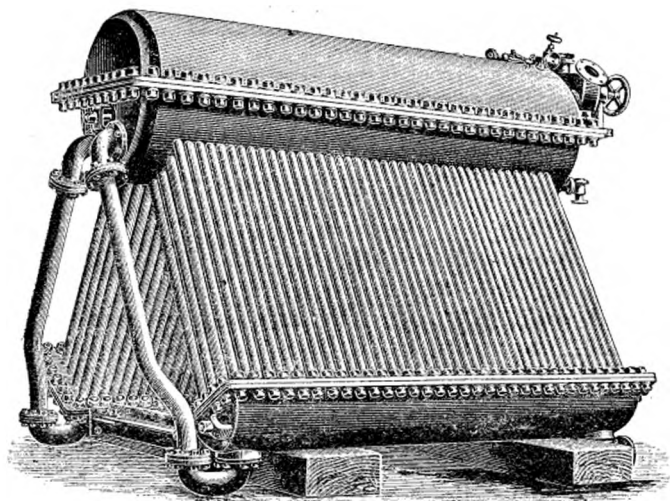
Dans cette chaudière il y a également 1 réservoir supérieur d'eau et de vapeur, 2 réservoirs inférieurs, un faisceau de tubes allant du pre-



Chaudière Yarrow. — Vue extérieure.

mier respectivement à chacun des deux autres, et enfin à l'extrémité deux grosses tubulures remplissant la même fonction pour compléter le circuit de l'eau. On voit par les deux vues ci-jointes qu'elle a une assez

grande analogie avec les premières chaudières Thornycroft. Mais ici les tubes sont droits. Ils ne pénètrent donc pas tous normalement dans le cylindre supérieur.



Chaudière Yarrow. — Vue d'ensemble, l'enveloppe enlevée.

Dans les chaudières de faible puissance où le diamètre de ce cylindre ne serait pas suffisant pour que l'on put y pénétrer pour refaire les joints ou les réparations quelconques, il est composé de deux demi-cylindres, l'un inférieur, l'autre supérieur, boulonnés l'un à l'autre.

Comme le diamètre des réservoirs inférieurs est toujours relativement faible, et que dès lors la plus grande partie des tubes y pénétreraient sous un angle trop réduit, ces réservoirs sont formés de demi-cylindres sur lesquels sont boulonnées des tôles formant plaques tubulaires où sont mandrinés les tubes. Ce dispositif donne une grande facilité pour les nettoyages et les réparations.

La grille est placée entre les réservoirs inférieurs sous l'espèce de toit formé par les deux faisceaux inclinés; les produits de la combustion circulent autour des tubes dans leur chemin vers la cheminée.

Le tout est placé dans une enveloppe en tôle dont les panneaux sont amovibles pour le nettoyage de la suie déposée sur les tubes.

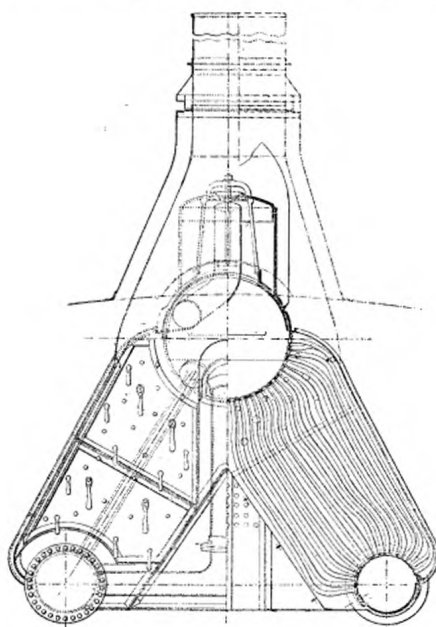
Les tubes, très petits, comme dans la chaudière Thornycroft, sont en acier sans soudure. On les a même quelquefois galvanisés pour éviter

les corrosions qui les traverseraient rapidement vu leur faible épaisseur. La suppression de la soudure a été faite dans ce but.

Le nettoyage intérieur et extérieur des tubes ainsi que les réparations sont plus faciles que dans la chaudière Thornycroft ; en échange la dilatation est un peu moins libre, et la surface de chauffe moins grande à égalité de poids, précisément à cause de la forme droite des tubes.

Nous ferons remarquer, sans nous étendre sur leur description, les analogies qui se présentent entre ces chaudières et les nouvelles chaudières marines françaises Normand et du Temple.

Le type « Normand » représenté en coupe figure ci-dessous, possède les



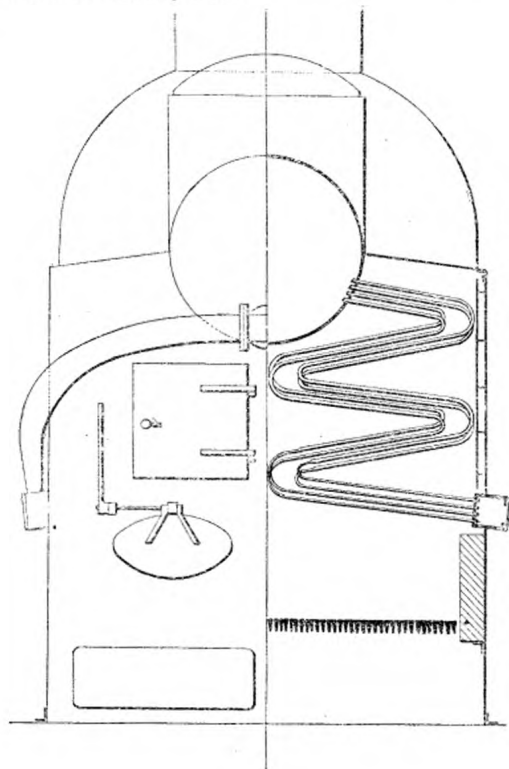
1/2 vue de face. 1/2 coupe transversale.
Chaudière Normand.

trois réservoirs et les deux faisceaux de tubes inclinés. Mais les tubes débouchent dans le réservoir d'eau et de vapeur par le fond. De plus il y a des grosses tubulures de circulation aux deux bouts, au lieu d'un seul comme dans les chaudières Yarrow et Thornycroft ancien type.

Quoique moins recourbés que dans cette dernière tous les tubes sont

cintrés au moins vers leurs extrémités pour pénétrer normalement dans les cylindres où ils sont mandrinés.

Le type « du Temple » (fig. ci-dessous), diffère du précédent en ce que les réservoirs latéraux inférieurs sont plus petits et à section carrée. Les tubes de chaque faisceau, en cuivre, soudés par recouvrement, au lieu d'être légèrement cintrés, sont encore plus cintrés que dans les premières chaudières Thornycroft.



1/2 vue de face 1/2 coupe transversale
Chaudière du Temple.

Le développement de la surface de chauffe y est même encore plus grand, les tubes affectant absolument une forme en zig-zag.

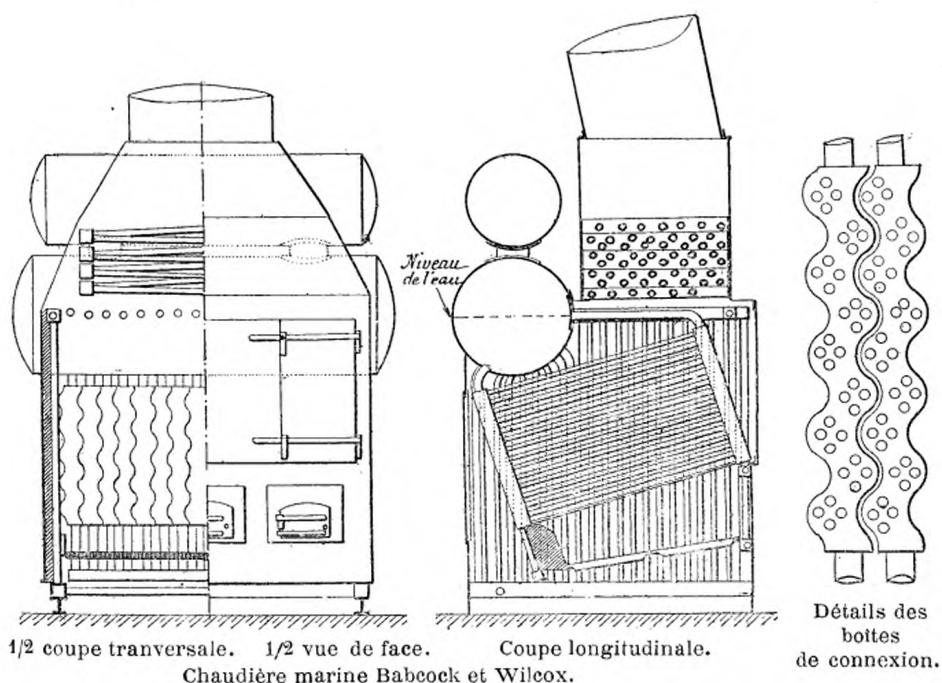
Il est à remarquer que ces tubes ont un diamètre moindre à leur partie inférieure que plus haut, où se produit le dégagement de vapeur.

Le rapport de la surface de chauffe à la surface de grille y est fréquemment de 50 à 55.

On voit donc que tous ces divers types de chaudières ont de notables analogies entre eux. Il n'en est pas de même de la chaudière suivante.

Chaudière marine Babcock et Wilcox

Cette chaudière présente quelques différences avec la chaudière fixe dont nous avons déjà parlé. Elles ont été causées par cette tendance que nous avons retrouvée déjà dans d'autres types, de former l'enveloppe du foyer et des parties de la chaudière où la vaporisation est la plus active avec d'autres parties où la température est beaucoup moins élevée.



La chaudière (fig. ci-dessus) avec ses deux réservoirs d'eau et de vapeur se compose donc de deux sortes de tubes :

1° Le faisceau ordinaire de tubes inclinés sur l'horizontale, avec les

extrémités débouchant dans des boîtes de connexion qui sont réunies elles-mêmes au réservoir supérieur, comme dans la chaudière fixe. Mais il présente ceci de particulier, que chacun des tubes qui a ordinairement 9 ou 10 centimètres de diamètre est remplacé par 4 petits tubes de 38 millimètres de diamètre intérieur. Ces tubes sont, comme l'étaient les gros, mandrinés dans les boîtes qui sont percées sur la face opposée des trous correspondants pour la mise en place et tous les nettoyages.

Par ce faisceau, les boîtes et les réservoirs, s'opère une circulation complète comme dans la chaudière fixe.

2° Un système de tubes verticaux de 76 millimètres de diamètre qui sont disposés sur les parois de la chambre de combustion. Ils débouchent à la partie inférieure dans deux tubes horizontaux à section carrée qui règnent de chaque côté du foyer. A la partie supérieure les uns débouchent directement dans le réservoir cylindrique, les autres dans deux tubes à section carrée semblables à ceux du bas, mais plus courts, qui eux-mêmes sont reliés au réservoir à peu près au niveau de l'eau.

Dans ce système de tubes, il se produit aussi une circulation : l'eau descend du réservoir par les tubes verticaux de l'arrière dont la température est plus basse, suit les deux tubes horizontaux inférieurs, remonte par les tubes verticaux de l'avant et du milieu et repasse au réservoir.

Il existe enfin divers autres tubes, tel que celui reliant les deux tubes carrés du bas, un autre reliant les tubes carrés du haut, etc.; ils font partie de cette circulation.

Un autre point particulier de la chaudière marine Babcock et Wilcox est son réchauffeur tubulaire d'eau d'alimentation.

Le type représenté page 108, consiste en 5 boîtes de connexion d'un côté, 4 de l'autre réunies par des tubes de 76 millimètres allant d'un côté à l'autre. Il est placé immédiatement au-dessus de la chaudière, à la base du conduit allant à la cheminée.

Ses tubes sont disposés perpendiculairement à ceux du faisceau incline de la chaudière, de façon à leur donner une plus grande longueur.

L'eau d'alimentation refoulée par les pompes arrive dans la boîte inférieure, passe à la boîte de l'autre côté, revient, et continue ainsi en zig-zag; car les boîtes d'un même côté ne communiquent pas entre elles. L'eau parcourt donc ainsi un chemin très long avant d'arriver à la chaudière.

La surface de chauffe du réchauffeur est ordinairement $\frac{1}{6}$ de celle de la chaudière. L'eau n'est pas chauffée au-dessus de 100°.

L'enveloppe est formée par des briques avec un revêtement d'amiante de 6 millimètres entouré de tôle.

Chaudière Ward

PAR CHARLES WARD, CHARLESTOWN-KANAWHA, W.VA.

(Planche 36)

Parmi celles exposées par les constructeurs Américains à Chicago, cette chaudière attirait tout particulièrement l'attention. Elle est d'un type tout nouveau qui semble appelé à se répandre beaucoup en Amérique.

Un grand nombre de yachts et de bateaux de commerce en sont déjà pourvus et ont donné complète satisfaction.

Une application plus intéressante vient d'être faite sur un torpilleur, le *Cushing*, et enfin au commencement de 1893 sur un garde-côte, le *Monterey*, de 5 400 chevaux, construit par les ateliers « Union Iron Works », de San-Francisco.

Jusqu'ici le fonctionnement a été très satisfaisant, et il est probable que son application à des vaisseaux de plus gros tonnage aura d'heureux résultats.

Les avantages principaux de cette chaudière sont une grande réduction d'espace, jointe à une grande légèreté, une mise en pression très rapide ; facilités de montage.

La chaudière est une chaudière à serpentín. Au centre est un cylindre vertical occupant toute la hauteur de la chaudière. Il communique à sa base avec une tubulure horizontale sur laquelle sont branchées d'autres tubulures verticales ou colonnes montant à peu près au niveau de l'eau. Vers les deux tiers de sa hauteur, ce même cylindre vertical, porte une autre tubulure horizontale placée dans le même plan diamétral que celle du bas, mais du côté opposé. Et cette tubulure porte aussi des colonnes qui descendent jusqu'à la base de la chaudière. De chacune des colonnes verticales d'un côté partent des tubes cintrés en demi-cercle qui vont rejoindre les colonnes symétriques. Ces tubes présentent une légère inclinaison sur le plan horizontal en montant du côté relié au

bas du cylindre central vers le côté relié aux deux tiers de sa hauteur.

Le cylindre central est en tôle d'acier, avec fonds en tôle également, emboutis vers les bords pour éviter l'emploi d'une cornière, mais plats dans la partie moyenne. Aussi de longues entretoises relient-elles ces deux fonds.

Les deux tubulures horizontales sont en acier coulé de première qualité. Celle du bas est repliée à angle droit pour pénétrer par le fond du cylindre central, lequel est situé à une petite hauteur au-dessus du plan inférieur de la chaudière. Elle se prolonge un peu à l'intérieur, et est recouverte d'un chapeau afin d'éviter l'entraînement des boues qui se déposent au fond du cylindre central. L'autre extrémité de cette tubulure, située vers l'extérieur de la chaudière, est fermée par un tampon que l'on enlève pour les nettoyages. Les colonnes sont fixées par des brides boulonnées sur des parties venues de fonte. L'autre tubulure horizontale, située à la partie haute, est également en acier coulé; elle est assemblée avec le cylindre central au moyen d'un presse-étoupe pour faciliter la dilatation.

Sur sa génératrice inférieure, elle porte elle-même des presse-étoupes pour l'assemblage des colonnes,

Toutes les colonnes se composent de deux parties. La partie inférieure, jusqu'au niveau des tubes serpentins, est constituée par un tube de fer au bois de fort diamètre; la partie supérieure est une tubulure en acier coulé avec portées pour en recevoir les tubes serpentins.

Les colonnes, reliées à la tubulure inférieure, se terminent à leur partie supérieure par un bouchon vissé qu'on enlève pour les nettoyages.

Les autres communiquent aussi à leur partie inférieure avec un gros tuyau en acier coulé terminé par une valve; pour les nettoyages, un autre tuyau, avec robinet de chasse, sert à l'expulsion des boues par le fond du cylindre central.

La prise de vapeur se fait par un tuyau horizontal placé à la partie du cylindre central, percé de petits trous, pour arrêter les entraînements d'eau.

En outre, des diaphragmes en tôle perforée, sont placés dans le cylindre, afin d'assurer la production d'une vapeur sèche.

Les tubes serpentins sont en fer au bois de premier choix. Leurs extrémités sont filetées, et ils sont fixés aux colonnes au moyen d'un anneau qui forme écrou pour le tube, et se visse dans la colonne, le filetage étant avec pas à droite et pas à gauche.

L'eau d'alimentation pénètre par un petit tube au centre du fond du réservoir central, monte jusqu'à une sorte de coupe renversée qui la rabat vers le bas en la divisant en nappe mince. Elle redescend alors vers le fond, se chauffe au contact de l'eau environnante, et dépose ses impuretés au fond du cylindre avant d'entrer à la tubulure inférieure.

De là, elle monte dans les colonnes, et par les tubes où il y a production rapide de vapeur qui se dégage, par la tubulure horizontale supérieure, dans le cylindre central. Il se produit donc ainsi une circulation continue.

L'ensemble de la chaudière est entouré d'une enveloppe isolante composée d'anneaux superposés, recouverte elle-même d'une enveloppe en tôle. On remarquera qu'il existe entre ces deux enveloppes une gaine d'air qui assure un isolement complet. A la partie supérieure, l'enveloppe en tôle seule est conservée, et se termine par un conduit menant à la cheminée.

Le foyer est divisé en deux compartiments par les colonnes, et, jusqu'au niveau des tubes, il est entouré d'une enveloppe épaisse en briques réfractaires.

Ces chaudières sont timbrées pour marcher à la pression de 14 kilogrammes par centimètre carré, et éprouvées à la pression hydraulique de 21 kilogrammes. La construction est très soignée, les matières de première qualité : il n'y rentre aucune pièce de fonte. Les précautions nécessaires pour assurer la liberté de dilatation sont prises.

Pour changer un tube, on démonte la tubulure I (Voir la planche 36), ainsi que les deux colonnes, avec tout le faisceau. Il suffit alors de dévisser les deux extrémités du tube à réparer. Le nettoyage se fait par chasses d'eau; les tubes s'encrassent peu, d'ailleurs, étant donnée l'épuration qui se fait dans le cylindre central.

Les essais comparatifs d'une chaudière Thornycroft avec la chaudière Ward, du torpilleur *Cushing*, sous tirage forcé, ont montré que l'avantage reste à la première, si l'on considère le combustible brûlé, car elle vaporise une plus grande quantité d'eau par kilogramme de combustible. Mais, si on prend pour base de comparaison le poids, l'avantage reste à la chaudière Ward.

Nous donnons plus loin les principales dimensions des chaudières à serpentin, contruites par M. Charles Ward.

Tableau indiquant les dimensions principales des chaudières Ward.

DÉSIGNATION	L			M			N		
Nombre de tubes en hauteur. . .	20	24	30	20	24	30	20	24	30
Surface de chauffe en mètres carrés.	61,3	72,8	89,5	81,5	96,8	119,6	104,5	124,3	153,7
Surface de grille en mètres carrés .	2,3	2,3	2,3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,9	3,9
Rapport de la surface de chauffe à la surface de grille	26,4	31,4	38,5	27	31,6	38,5	26,2	31,2	38,6
Nombre de groupes de tubes. . .	4	4	4	5	5	5	6	6	6
Nombre total de tubes.	160	192	240	200	240	300	240	288	360
Diamètre extérieur du foyer. . .	2 ^m , 108	2 ^m , 108	2 ^m , 108	2 ^m , 362	2 ^m , 362	2 ^m , 362	2 ^m , 616	2 ^m , 616	2 ^m , 616
Diamètre extérieur de l'enveloppe de la chaudière.	1,981	1,981	1,981	2,235	2,235	2,535	2,489	2,489	2,489
Hauteur de l'enveloppe	2,007	2,210	2,515	2,007	2,210	2,515	2,007	2,210	2,515
Diamètre du cylindre central. . .	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,711	0,711	0,711
Hauteur d° d°	2,972	3,200	3,429	2,972	3,200	3,429	2,972	3,200	3,429
Poids total de la chaudière complète.	4.900 ^{kg}	5.280 ^{kg}	5.870 ^{kg}	6.150 ^{kg}	6.620 ^{kg}	7.420 ^{kg}	7.500 ^{kg}	8.200 ^{kg}	9.180 ^{kg}
Poids d'eau contenue.	810	910	1.090	960	1.020	1.120	1.020	1.220	1.500
Poids total de la chaudière en ser- vice.	5.710	6.190	6.960	7.110	7.640	8.540	8.520	9.420	10.680

DÉSIGNATION	O			P			Q		
Nombre de tubes en hauteur. . .	20	24	30	20	24	30	20	24	30
Surface de chauffe en mètres carrés.	129,4	154,3	191,2	156,7	156,7	187,0	186,6	222,2	275,9
Surface de grille en mètres carrés .	4,9	4,9	4,9	6,0	6,0	6,0	7,2	7,2	7,2
Rapport de la surface de chauffe à la surface de grille	25,6	30,5	37,9	25,2	30,1	37,4	26,1	31,0	38,5
Nombre de groupes de tubes. . .	7	7	7	8	8	8	9	9	9
Nombre total de tubes	280	336	420	320	384	480	360	432	540
Diamètre extérieur du foyer. . .	2 ^m ,870	2 ^m ,870	2 ^m ,870	3 ^m ,124	3 ^m ,124	3 ^m ,124	3 ^m ,378	3 ^m ,378	3 ^m ,378
Diamètre extérieur de l'enveloppe de la chaudière	2,743	2,743	2,743	2,997	2,997	2,997	3,251	3,251	3,251
Hauteur de l'enveloppe.	2,007	2,210	2,515	2,007	2,210	2,515	2,007	2,210	2,515
Diamètre du cylindre central. . .	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711	0,711
Hauteur d° d°	2,972	3,200	3,429	2,972	3,200	3,429	2,972	3,200	3,429
Poids total de la chaudière complète.	9.030 ^{kg}	9.870 ^{kg}	10.800 ^{kg}	10.670 ^{kg}	11.590 ^{kg}	12.930 ^{kg}	12.700 ^{kg}	15.120 ^{kg}	15.750 ^{kg}
Poids d'eau contenue.	1.260	1.500	1.640	1.520	1.600	2.040	1.590	1.880	2.320
Poids total de la chaudière en service.	10.290	11.370	12.440	12.190	13.190	14.970	14.290	17.000	18.070

RÉCHAUFFAGE ET ÉPURATION des eaux d'alimentation des chaudières

Ainsi que nous l'avons mentionné, toutes les chaudières fonctionnant au Palais des Machines de l'Exposition Colombienne étaient munies de réchauffeurs. En outre, un grand nombre de ces appareils faisaient partie des expositions des divers constructeurs, soit comme appareils isolés, soit avec toute l'installation des appareils d'alimentation, notamment pour les chaudières marines.

Les avantages qu'il y a à envoyer de l'eau chaude aux chaudières sont connus. Cependant l'adoption de ce procédé n'est pas encore devenue générale. Mais avec l'emploi des machines à triple et quadruple expansion sur les bateaux, nécessitant des pressions beaucoup plus élevées, l'emploi de réchauffeurs d'eau d'alimentation s'impose en quelque sorte. En Amérique leur emploi pour les chaudières fixes a aussi pris un grand développement pendant ces dernières années.

La vapeur d'échappement des machines sortant à une pression voisine de la pression atmosphérique possède encore un pouvoir calorifique qu'il importe d'utiliser. Le procédé le plus profitable est de chauffer avec cette vapeur l'eau destinée à l'alimentation des chaudières aussi près que possible du point d'ébullition. D'autant plus qu'il en résulte en même temps, surtout avec les réchauffeurs à injection, une dépression dans la conduite d'échappement, qui augmente l'effet utile de la machine. On arrive avec certains réchauffeurs à obtenir de l'eau de 95 à 100 degrés.

La plupart des réchauffeurs sont munis de dispositions spéciales ayant pour effet de séparer les impuretés autant qu'il est nécessaire de le faire par les usages industriels, soit que l'on emploie des eaux troubles ou chargées en sels calcaires, soit des eaux de condensation des machines plus ou moins imprégnées de corps gras et fortement aérées.

C'est même pour cette nécessité d'épuration que certains appareils marchent avec la vapeur directe des chaudières, permettant d'obtenir une température plus élevée (correspondant à la pression) pour opérer une précipitation plus complète des impuretés. Les appareils sont plutôt alors épurateurs que réchauffeurs.

Il y a une douzaine d'années on avait cherché à obtenir ce résultat : on avait imaginé les « Conservers » qui chauffaient l'eau d'alimentation

dans la chaudière elle-même, dans le réservoir de vapeur; et la débarrassaient de l'air en dissolution avant de la faire déboucher dans la chaudière. D'une conduite délicate et peu pratique, ils furent abandonnés après la construction d'un certain nombre de chaudières. Mais on ne s'en tint pas là. Des expériences poursuivies depuis ont en effet démontré qu'outre l'avantage d'utiliser des vapeurs d'échappement et par là obtenir économie de combustible, outre la préservation des effets fâcheux de la dilatation sur les chaudières produits par injection d'eau froide, et des corrosions dues aux dépôts calcaires, il importait au plus haut point d'obtenir l'expulsion de l'air contenu dans l'eau.

L'air est en réalité l'agent d'oxydation des chaudières, disait M. James Weir dans son Mémoire au Congrès International des Ingénieurs à l'Exposition Colombienne.

L'oxygène et l'azote sont tous sans effet sur la tôle de fer à l'état gazeux ou liquide dans l'eau. Mais au moment où il passe de l'état liquide à l'état gazeux, (qu'il désigne sous le nom d'état naissant), l'oxygène se combine directement avec le fer, formant de l'oxyde de fer solide qui adhère à la surface; et il pourrait ne pas y avoir d'autre action.

Mais quand l'eau d'alimentation contient en outre de l'acier carbonique en dissolution, l'oxyde de fer est attaqué par cet acide carbonique et changé en carbonate de chaux.

Celui-ci est dissous dans l'eau, et réduit par l'oxygène qui s'y trouve, en oxyde de fer; tandis que l'acide carbonique libéré attaque de nouveau l'oxyde de fer, et ainsi de suite. Tant qu'il y a de l'oxygène dans l'eau, il y aura donc attaque du fer.

On voit dès lors l'intérêt qu'il y a à alimenter en eau chaude, et si possible au point d'ébullition.

Il faut par conséquent que les réchauffeurs soient munis de dispositifs en vue de l'expulsion de l'air.

Les réchauffeurs d'eau d'alimentation peuvent se rapporter à deux types généraux.

1° Les réchauffeurs à injection, dans lesquels l'eau à réchauffer et la vapeur employée comme source de chaleur sont mélangées;

2° Les réchauffeurs à surface où la transmission de la chaleur se fait au travers d'une paroi qui sépare les deux fluides.

RÉCHAUFFEURS A INJECTION

Réchauffeur-épuration « Webster's Vacuum Feed Water heater and purifier »

PAR WARREN WEBSTER AND C^o, PHILADELPHIA, P.A.

Ce réchauffeur, très répandu aux États-Unis, où il alimente plus de 18 000 chevaux, était employé à l'Exposition Colombienne pour l'alimentation des chaudières Stirling en service dans la Salle principale des Chaudières. Il peut servir aussi pour le chauffage et l'épuration des eaux dans l'industrie.

On peut l'employer avec la vapeur vive des chaudières, mais il est presque exclusivement destiné à l'utilisation de la vapeur d'échappement; que l'eau à réchauffer et épurer soit de l'eau naturelle, ou de l'eau de condensation d'autres machines. Sa disposition assure en effet la condensation par mélange de la vapeur employée au chauffage. Il en résulte dans le tuyau d'amenée de cette vapeur une dépression, un vide relatif, qui produit pour la machine dont elle s'échappe, l'effet d'un condenseur, et augmente son effet utile.

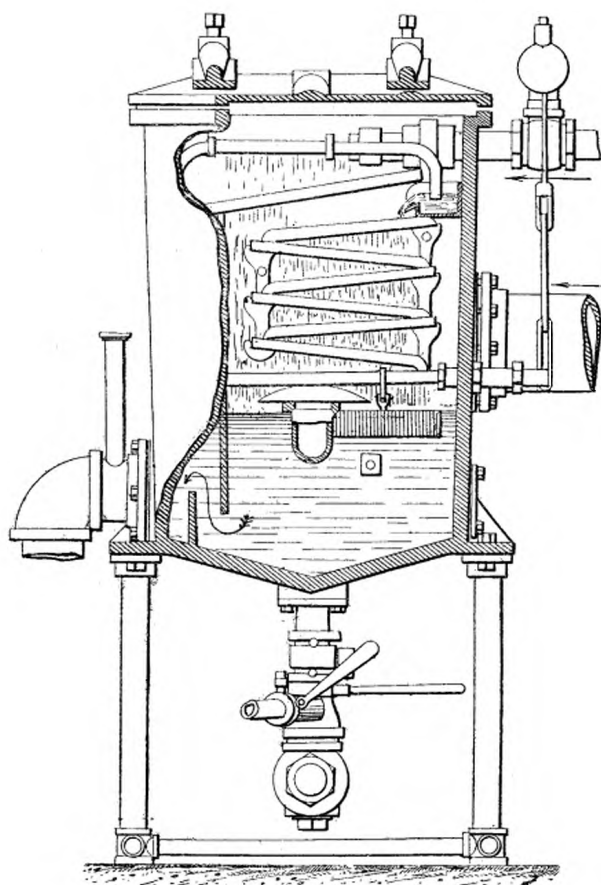
Le constructeur cite des essais où, par suite de ce fait, la pression dans le tuyau d'échappement est réduite de 40 % de celle de l'échappement libre.

Dans le réchauffeur « Webster's Vacuum F. W. H. and P. » représenté figures ci-contre, la vapeur est admise dans une chambre fermée à l'atmosphère où elle est mise en contact direct avec une surface d'eau très étendue, par laquelle elle est rapidement condensée en lui cédant une partie de sa chaleur.

L'appareil est formé par une caisse en tôle de fer ou en fonte, de forme rectangulaire, fermée à sa partie supérieure et munie d'un fond incliné suivant deux pentes. Sur le côté est le tuyau d'arrivée de la vapeur d'échappement; à la partie supérieure celui d'arrivée d'eau.

L'alimentation est réglée automatiquement par une valve actionnée

par un levier relié à un flotteur placé dans l'intérieur du réchauffeur. A la partie basse, sur le côté est le tuyau de sortie de l'eau chaude et épurée, allant aux chaudières ou à un réservoir, suivant les besoins.



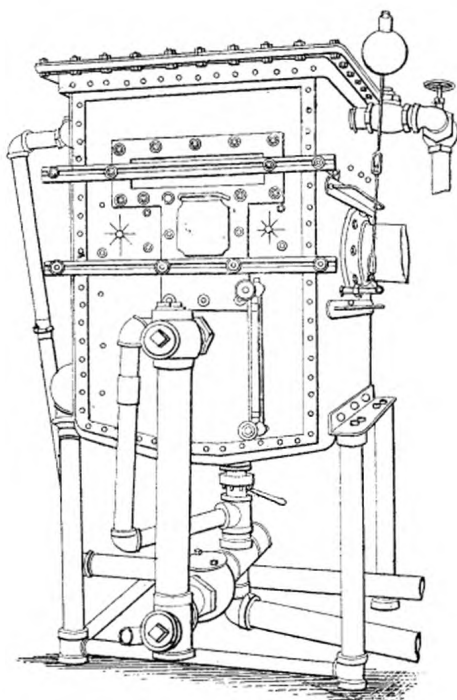
Réchauffeur-épurateur « Webster's Vacuum Feed-water heater and purifier ».
Coupe transversale.

La caisse contient une série de plateaux en tôle de cuivre perforée, inclinés en sens opposés, sur lesquels l'eau coulera en nappes minces, et qui la mettront à un état très divisé, en contact avec la vapeur d'échappement pour en obtenir la prompte condensation.

Elle contient en outre un faisceau de tubes en cuivre parallèles, partant

tous d'un cylindre horizontal commun, remontant verticalement puis coudés deux fois à angle droit. A leur extrémité supérieure les tubes du centre du faisceau sont réunis au tuyau d'alimentation ; ceux des côtés débouchent librement dans une sorte d'auge en tôle. Le circuit de l'eau est donc le suivant : elle arrive froide, descend par les tubes du centre jusqu'au cylindre horizontal et remonte par les tubes latéraux jusque dans l'auge en tôle d'où elle coule sur les plateaux inclinés.

Le chauffage est donc méthodique et l'utilisation de la chaleur de la



Réchauffeur-épuration • Webster's Vacuum Feed-water heater and purifier ».
Vue extérieure.

vapeur aussi complète que possible, l'eau la plus froide étant d'abord chauffée partiellement à travers les tubes par la vapeur à l'état libre, et venant ensuite compléter son chauffage par mélange avec cette vapeur partiellement condensée.

Une cloison verticale traverse complètement la caisse dans le sens

horizontal, et son extrémité inférieure descend jusqu'au-dessous du niveau de l'eau.

Presque en prolongement, une autre petite cloison partant du fond s'élève un peu au-dessus du niveau où finit la précédente. De la sorte, le tuyau de sortie de l'eau est complètement protégé contre les impuretés. Les plus légères flottent à la surface de l'eau dans le premier compartiment, et peuvent être retirées de temps en temps quand il est nécessaire. Un autre tuyau de vidange placé au fond de la caisse permet d'expulser les matières lourdes et les boues qui sont déposées.

Le condenseur est aussi muni d'un tuyau de trop plein pour empêcher l'eau de passer à la machine dans le cas où l'échappement cesserait de fonctionner.

Par suite de sa marche avec un vide relatif, aucune partie de l'appareil n'est soumise à de fortes pressions, il n'y a pas à craindre de fuites ni les fréquentes réparations qu'elles entraînent.

Ce réchauffeur se présente bien, il occupe peu de place et peut être placé où l'on veut, même à une distance assez grande de l'échappement la dépression produite par condensation de la vapeur suffisant à assurer la circulation de la vapeur.

Lorsque l'on ne dispose pas de vapeur d'échappement de machines, celle provenant de l'échappement des pompes peut être utilisée pour chauffer l'eau d'alimentation.

Enfin le mélange direct permet d'obtenir comme d'ailleurs dans tous les réchauffeurs à injection, l'utilisation plus complète de la chaleur de la vapeur d'échappement. L'eau est amenée à un point très voisin de 100°. L'expulsion des matières lourdes des graisses et de l'air est assurée. Les nettoyages sont faciles : soit par les robinets de vidange, soit pour un nettoyage plus complet, en enlevant le couvercle.

La maison Warren Webster and C^o, Philadelphia, Pa., exposait aussi des appareils pour le chauffage des bâtiments : le « Williames Vacuum system of steam heating ». Cet ensemble d'appareils fondés sur un principe analogue au précédent utilise aussi la vapeur d'échappement. Mais sa description sortirait du cadre de la Revue des Chaudières et Accessoires.

Réchauffeur Worthington

PAR HENRY R. WORTHINGTON, N.-Y.

(Planche 38).

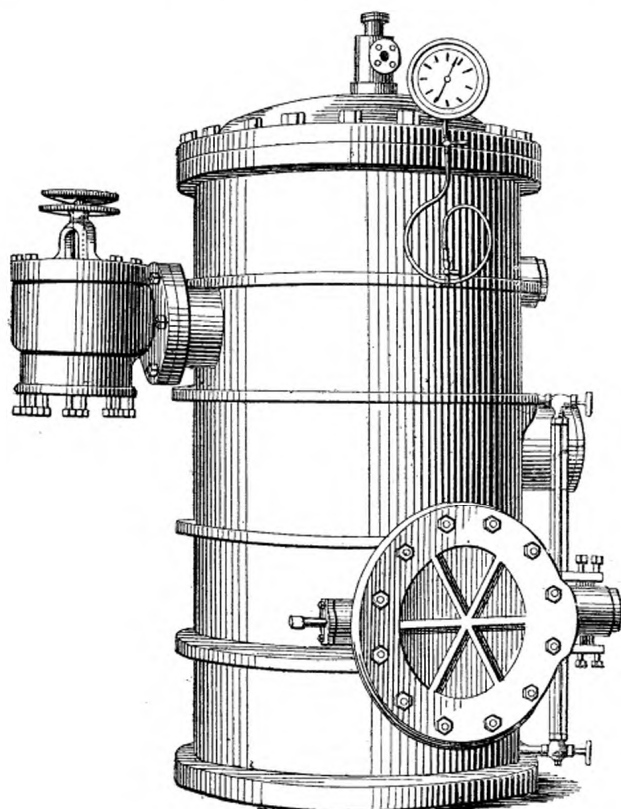
Dans cet appareil la vapeur arrive par un tuyau placé latéralement en soulevant une soupape et pénètre dans un espace annulaire dont la paroi intérieure est formée par une tôle de cuivre perforée à travers laquelle elle passe à l'état très divisé dans l'intérieur même du réchauffeur. L'eau d'alimentation est refoulée par les pompes jusqu'au milieu du cylindre formé par cette enveloppe perforée par un tuyau recourbé. A l'extrémité de ce tuyau est une soupape que doit soulever l'eau. Cette soupape est maintenue par un ressort que l'on peut régler à volonté au moyen d'une vis à volant, de façon à obtenir la pression que l'on veut. Le dessus de cette soupape est recourbé de façon à forcer l'eau arrivant par ce tuyau à se rabattre en nappe pour se trouver en contact avec la vapeur arrivant en buée très fine. Le mélange d'eau et de vapeur condense cette dernière : la température de l'eau est élevée, et le résultat de cette condensation est aussi une légère dépression qui augmente l'arrivée de vapeur.

L'eau réchauffée tombe au fond du condenseur. De là elle s'en va à la pompe qui la refoule aux chaudières. Le tuyau n'est pas pris directement au fond du réchauffeur. Il se prolonge par une sorte de rebord venu de fonte jusqu'à une certaine hauteur, de façon à éviter l'entraînement des dépôts solides. Ceux-ci peuvent être extraits par un robinet de vidange. A la partie supérieure est un tuyau avec une valve, par lequel l'air dégagé par le chauffage de l'eau peut s'échapper. Comme il est mélangé de vapeur il retourne au condenseur.

La soupape par laquelle passe l'arrivée de vapeur est disposée pour se refermer d'elle-même par son propre poids, dans le cas où viendrait à cesser le courant de vapeur. On remarquera en outre qu'elle est munie d'une sorte de « cataracte », étant formée par un cylindre percé d'un très petit orifice à la partie inférieure. La vapeur pénètre entre le fond du cylindre et le piston fixe. Pour que la soupape se soulève, il faut que la vapeur s'échappe par le petit orifice : échappement qui a lieu lentement. Si la soupape est soulevée, pour qu'elle s'abaisse, il faut que la

vapeur rentre dans ce même logement. Les mouvements de la soupape sont donc toujours assez lents et les chocs évités.

Dans le réchauffeur est un flotteur formé par une sphère de cuivre hermétiquement close. Ce flotteur est fixé à l'extrémité d'un levier ma-



Réchauffeur H.-R. Worthington.

Vue extérieure; l'enveloppe isolante enlevée.

nœuvrant une valve placée sur le tuyau amenant la vapeur des chaudières à la pompe qui refoule l'eau d'alimentation aux chaudières après réchauffage. Le niveau de l'eau dans le réchauffeur ne peut donc être modifié par cette pompe, puisque c'est le flotteur qui règle le débit de la vapeur motrice de cette pompe; il l'augmente si le niveau baisse, et il le réduit si le niveau monte.

Le réchauffeur est construit en fonte avec couvercle boulonné. Une grande porte de visite est placée en face du flotteur pour le visiter et l'enlever s'il y a lieu sans rien démonter. L'appareil est aussi muni d'un manomètre.

Ce réchauffeur est spécialement construit en vue du service à bord des bateaux. La planche 38 montre une disposition employée à bord.

L'eau venant du condenseur est d'abord envoyée au réservoir d'eau. De là elle est reprise par une pompe et refoulée au réchauffeur. Comme nous l'avons vu, il y a une pompe pour envoyer l'eau au réchauffeur, une autre pour l'envoyer ensuite aux chaudières. Ces deux pompes placées l'une à côté de l'autre sont identiques, et la disposition de la tuyauterie et des valves permet d'affecter indifféremment l'une ou l'autre à n'importe lequel des deux services, ou même à un autre usage complètement différent.

L'eau est donc envoyée par l'une de ces deux pompes par l'un des tuyaux T ou T₁ au réchauffeur. Elle est reprise ensuite par la seconde qui l'envoie dans le tuyau d'alimentation.

C'est sur la vapeur actionnant cette pompe par le tuyau C que se porte l'action régulatrice du flotteur placé dans le réchauffeur.

La vapeur d'échappement de toutes les machines auxiliaires arrive au réchauffeur par le tuyau E. Sur ce tuyau est branché un autre tuyau venant du réservoir intermédiaire de la machine principale. La communication a lieu par la valve D. De la sorte, dans le cas où la vapeur d'échappement des machines auxiliaires deviendrait insuffisante ou manquerait tout à fait, on peut envoyer au réchauffeur de la vapeur du réservoir intermédiaire des machines motrices.

Par la valve L la vapeur d'échappement des machines auxiliaires peut elle-même être envoyée au condenseur quand on le veut, au lieu d'aller au réchauffeur.

On voit que tout est réglé par une marche automatique avec une surveillance réduite au minimum.

Le réchauffeur doit toujours être placé à une certaine hauteur au-dessus des pompes. L'eau, en effet, étant à la température de l'ébullition, il faut que les pompes soient en charge et qu'il y ait une colonne d'eau assez haute pour éviter de pomper de la vapeur : 2^m à 2^m,50 suffiraient à la rigueur, mais 6 mètres sont préférables, et on doit adopter cette hauteur quand on le peut; à bord des bateaux cela est facile.

Le réchauffeur Worthington peut s'employer aux installations de

machines fixes industrielles, mais il a été spécialement étudié en vue du réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières marines au moyen de la vapeur d'échappement des machines auxiliaires, et lorsque celle-ci devient insuffisante au moyen de celle des réservoirs intermédiaires des machines à triple ou quadruple expansion.

Parmi les bateaux munis du réchauffeur Worthington avec la disposition de pompes à réglage automatique, nous citerons le *City of Paris* et le *City of New-York*.

Le fonctionnement de ces appareils a été jusqu'à présent très satisfaisant.

Réchauffeur Weir

(SECTION ANGLAISE)

(Planche 39)

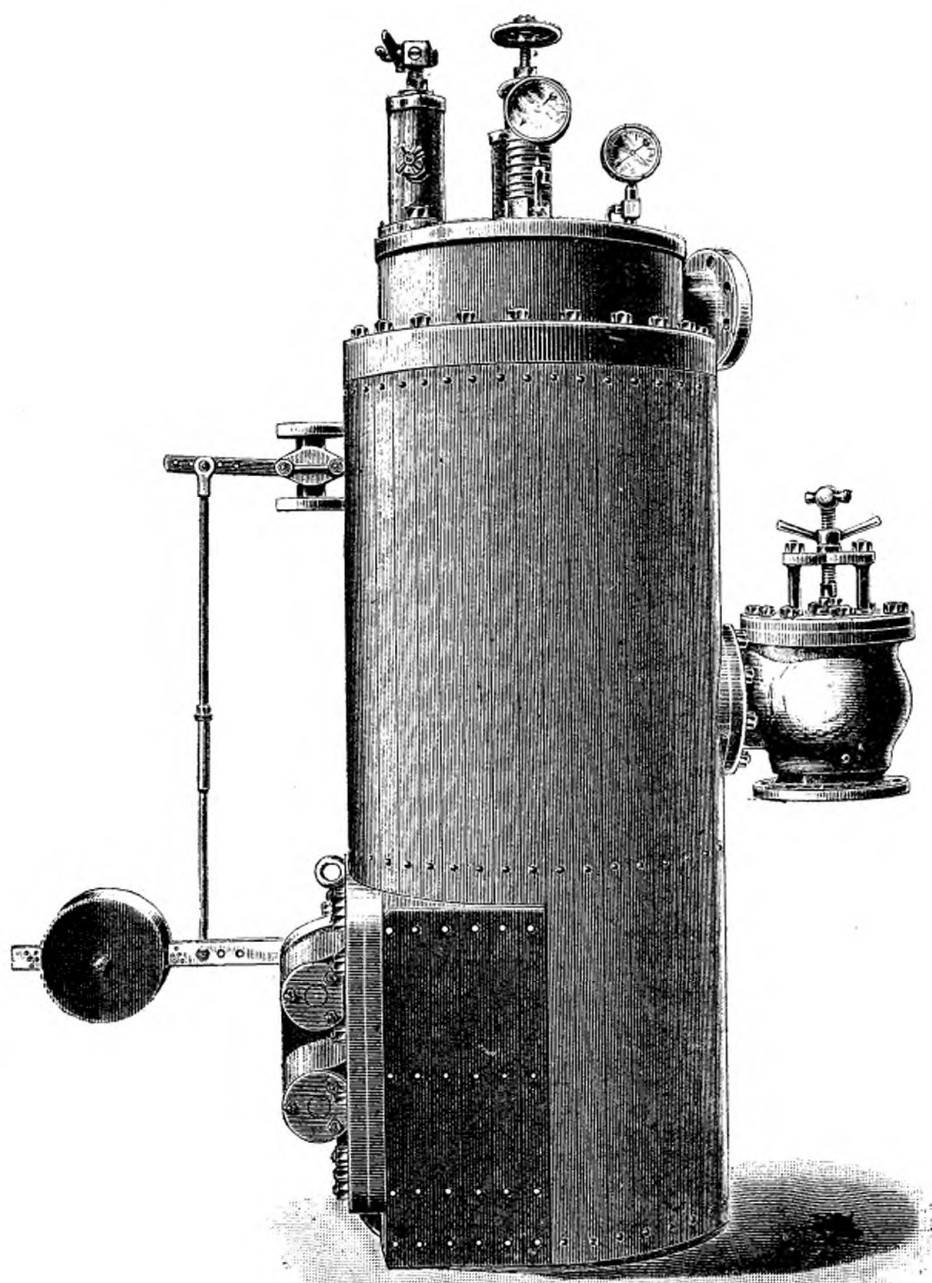
Dès 1871 et 1876, MM. Weir s'occupèrent de cette question. Le but qu'ils se proposaient surtout, à l'origine, était de débarrasser l'eau d'alimentation provenant des condenseurs de l'air en dissolution, dont ils constataient l'action très corrosive sur les chaudières, ainsi que nous l'avons dit précédemment. Après divers perfectionnements, ils sont enfin arrivés à la forme définitive représentée (figure ci-contre et planche 39).

Leur appareil est très analogue au réchauffeur Worthington précédemment décrit. Nous nous contenterons donc de signaler les différences les plus caractéristiques.

L'eau pénètre par la partie supérieure : il y a donc une certaine chute qui assure davantage sa division : en outre, elle passe elle-même au travers d'une sorte de cône perforé de petits trous.

Le flotteur est un cylindre avec fond et côtés étanches, mais ouvert à la partie supérieure. Il est suspendu par deux leviers parallèles de sorte qu'il reste toujours vertical dans toutes ses positions. L'axe du levier supérieur passe à travers un presse-étoupe et porte à l'extérieur un autre bras de levier parallèle au premier et muni d'un contrepoids en fonte que l'on déplace à volonté. Le flotteur est toujours plein d'eau, mais le contrepoids est réglé pour que les leviers soient horizontaux quand il plonge à moitié dans l'eau. Au bras de levier portant le contre-

poids est reliée une sorte de bielle qui actionne la valve F et règle l'arrivée de vapeur à la pompe refoulant aux chaudières l'eau réchauffée.



Réchauffeur Weir. — Vue extérieure

Nous remarquerons que le tuyau de départ n'est pas muni d'un prolongement pour prévenir l'entrée des dépôts.

Comme dans le précédent, il n'y a pas de dispositif pour l'expulsion des graisses pouvant flotter à la surface, mais l'eau étant puisée par le fond et le niveau maintenu constant, elles ne sont pas entraînées.

Les réchauffeurs Weir ont été adoptés d'abord par la marine marchande puis par les bateaux à voyageurs.

Nous citerons entre autre le *Dunottar*, le *Castle*, le *Normannia*, le *Scot*, l'*Ophir*, et enfin les nouveaux steamers de la *Cunard Steamship Co*, *Campania* et *Lucania*.

Ce réchauffeur, comme le réchauffeur Worthington, amène l'eau à environ 100°.

La planche 39 indique la disposition de cet appareil et des pompes avec leur tuyauterie à bord d'un bateau. Son inspection et la lecture de la légende montrent suffisamment qu'elle est analogue à celle précédemment décrite. Les pompes sont interchangeables, et leur marche réglée automatiquement. Enfin, la vapeur du réservoir intermédiaire de la machine principale peut venir aider ou suppléer à la vapeur d'échappement des auxiliaires.

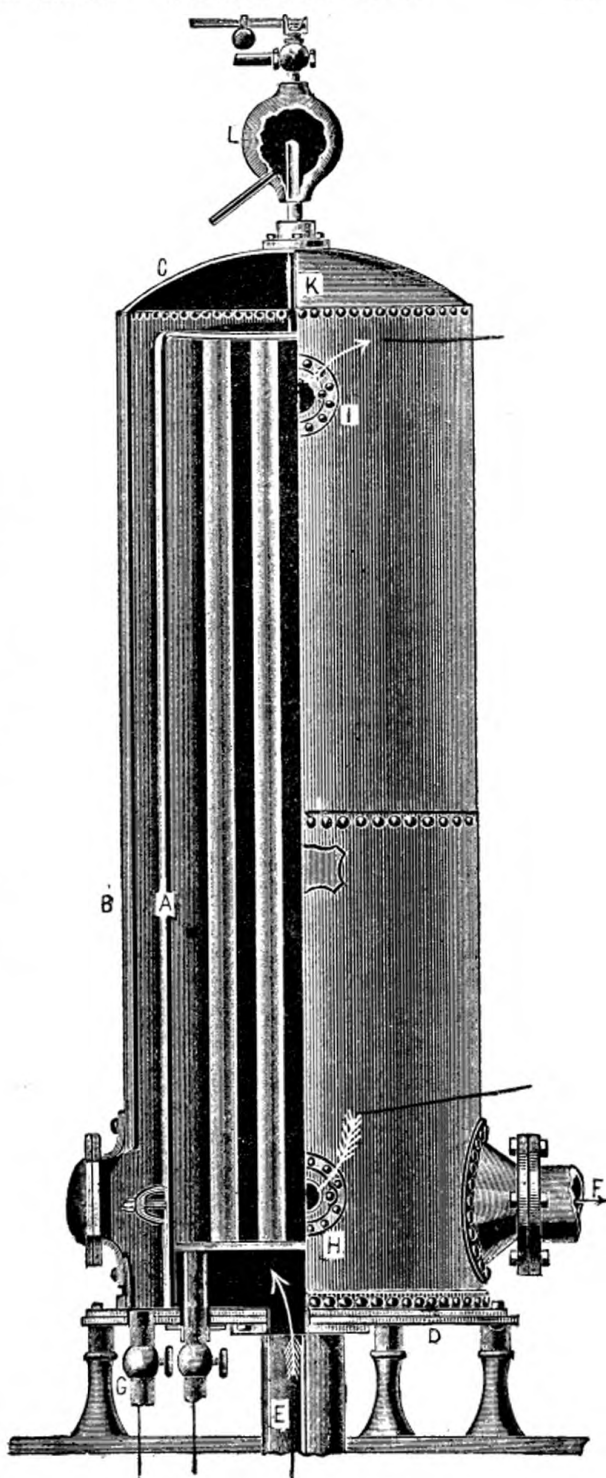
RÉCHAUFFEURS A SURFACE

Réchauffeurs W^m Baragwanath and Son

PACIFIC BOILER WORKS, CHICAGO, ILL.

Cette maison exposait une très grande variété de réchauffeurs, les uns à l'état mixte, les autres en fonctionnement pour l'alimentation des chaudières en service, notamment pour les chaudières Abendroth et Root.

- A. Cylindre intérieur.
- B. Cylindre enveloppe.
- C. Fonds supérieur.
- D. Fonds inférieur.
- E. Arrivée de la vapeur.
- F. Sortie de la vapeur.
- G. Robinet de purge.
- H. Arrivée de l'eau.
- I. Sortie de l'eau.
- J. Robinet de vidange.
- K. Sortie de l'air.
- L. Expulsion des matières grasses.



Réchauffeur-Épurateur à enveloppe de vapeur. — Type vertical.

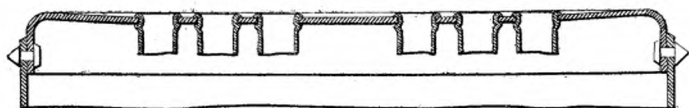
RÉCHAUFFEUR ÉPURATEUR A ENVELOPPE DE VAPEUR

Type vertical.

Ce réchauffeur (figure précédente), se compose d'un cylindre intérieur A, en tôle de fer, muni de deux plaques tubulaires entre lesquelles est un faisceau de tubes en cuivre mandrinés. Il est entouré par un second cylindre B terminé à sa partie supérieure par un fond en tôle emboutie C, à sa partie inférieure par le fond plat D qui est commun avec le premier. A la partie supérieure est une sorte de sphère en fonte pour le dégagement de l'air et des écumes.

La vapeur qui est généralement la vapeur d'échappement (ou si l'on n'en dispose pas, la vapeur prise à la chaudière) pénètre par le fond au centre, en E, monte dans les tubes et redescend dans l'intervalle compris entre les deux cylindres pour sortir par la tubulure F. Un robinet de purge G permet d'écouler l'eau condensée. L'eau à réchauffer pénètre par la tubulure H jusque dans le cylindre intérieur, se chauffe autour des tubes et sort par la tubulure I vers la partie supérieure. Un robinet de vidange est placé sur la plaque tubulaire inférieure pour expulser les impuretés solides déposées au fond. Les écumes ramenées à la surface de l'eau passent avec l'air par le tube K dans la sphère en fonte L d'où elles sont expulsées.

A la partie supérieure est une soupape de sûreté et un tuyau de départ pour l'air dégagé.



Disposition des plaques tubulaires.

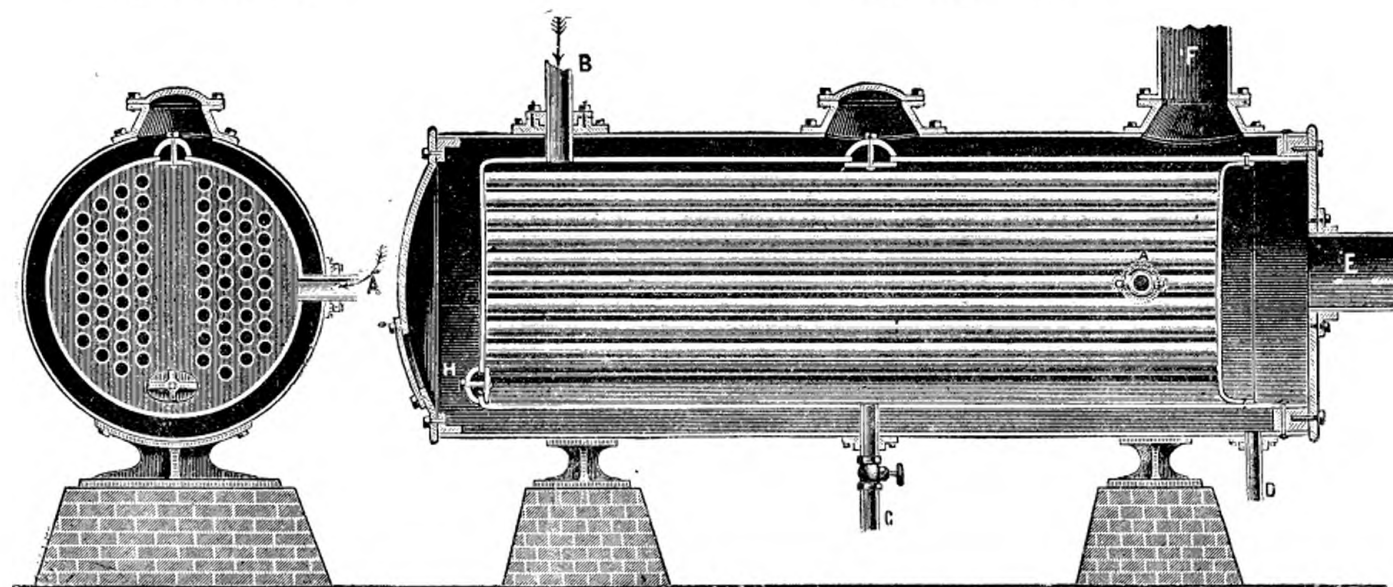
Il faut signaler aussi la disposition spéciale des plaques tubulaires, légèrement cintrées en dedans, de façon à permettre la dilatation des tubes en cuivre qui prennent plus d'allongement que le cylindre de tôle de fer, et évite ainsi la dislocation des joints.

L'appareil est monté sur colonnes de fonte et occupe peu de place.

Son fonctionnement est simple et l'enveloppe de vapeur permet

Coupe transversale.

Coupe longitudinale.



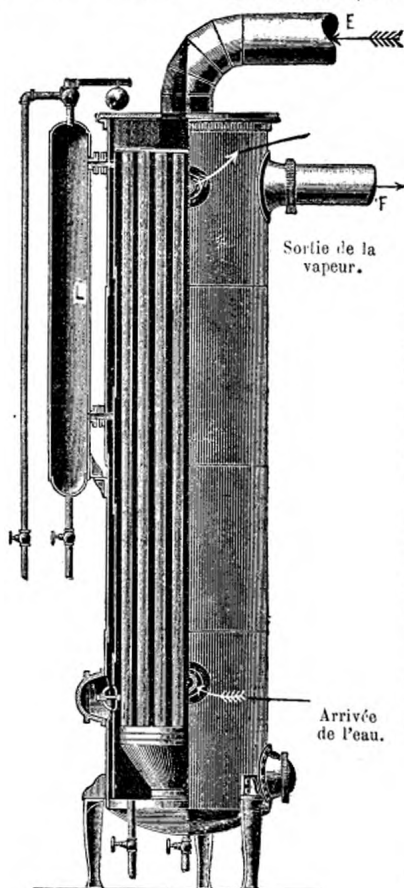
- A. Entrée de l'eau.
- B. Sortie de l'eau.
- C. Robinet de vidange.
- D. Tuyau de purge.

- E. Entrée de la vapeur.
- F. Sortie de la vapeur.
- H. Autoclave.

Réchauffeur-Épurateur à enveloppe de vapeur. — Type horizontal.

d'obtenir de l'eau à une température élevée sans crainte de déperdition de chaleur.

Entrée de la vapeur.



Réchauffeur-épurateur à enveloppe de vapeur. — Type vertical renversé.

Il est employé, non seulement pour l'alimentation des chaudières mais aussi pour tous les besoins industriels qui réclament l'emploi de l'eau chaude et où l'on dispose de vapeur d'échappement.

Type vertical renversé.

Dans ce modèle représenté figure ci-contre, l'entrée et l'arrivée de vapeur se font à la partie supérieure. Il présente donc l'avantage d'un chauffage plus méthodique, la vapeur la plus chaude se trouvant en contact avec l'eau la plus chaude, tandis que vers la partie basse, la vapeur ayant déjà baissé de température se trouve en contact avec l'eau froide.

Le réservoir aux écumes est placé latéralement et possède un plus grand volume.

Type horizontal.

Lorsqu'on a besoin d'appareils de fortes dimensions, ou lorsqu'on emploie des eaux troubles ou fortement chargées en sels, il est

préférable d'employer le type horizontal).

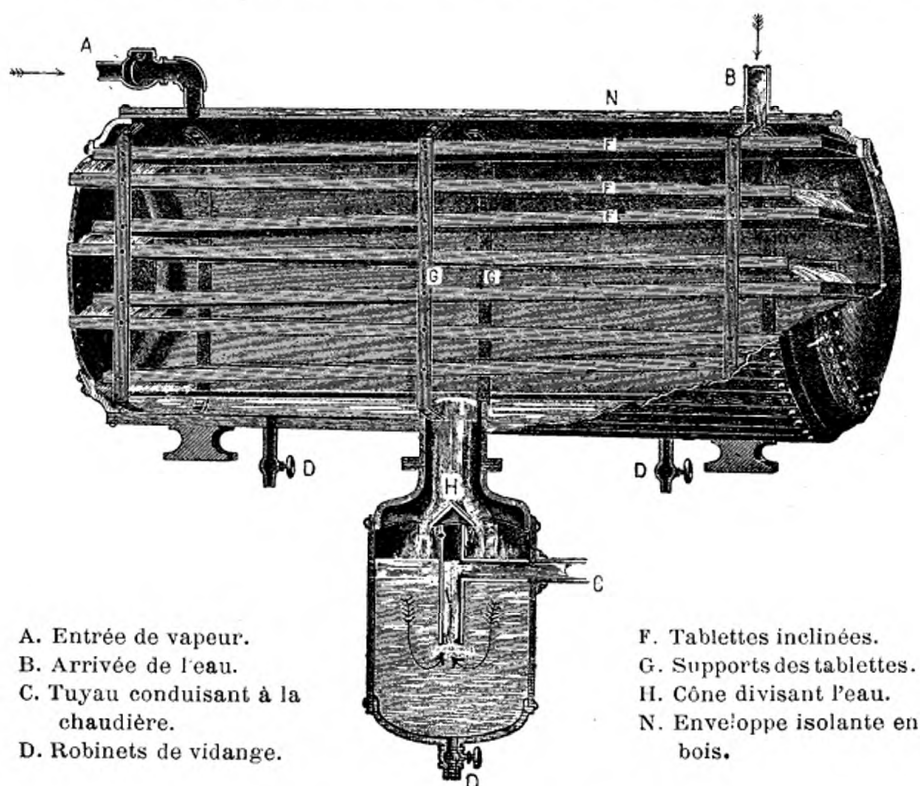
Il est supporté par deux socles en fonte posés sur deux assises en maçonnerie, ou sur des traverses en bois, peu élevées au-dessus du sol. Il peut même se placer sur les chaudières. Deux autoclaves sont placés en prolongement l'un de l'autre dans le fond du cylindre enveloppe et dans la plaque tubulaire à la partie la plus basse. Cette disposition ainsi que la position horizontale permettent donc avec une grande facilité les nettoyages fréquents qui sont nécessités par les eaux très impures. De

plus, pour permettre le nettoyage des tubes dont la surface extérieure pourrait être enduite de dépôts boueux qui en réduisent considérablement la puissance de transmission, les deux fonds eux-mêmes du cylindre-enveloppe sont amovibles, étant vissés sur l'enveloppe, d'un bout par l'intermédiaire d'une épaisse cornière, de l'autre par un cadre qui maintient aussi en position le cylindre intérieur.

Le fonctionnement de cet appareil est le même que dans les types précédents.

SURCHAUFFEUR-ÉPURATEUR A VAPEUR VIVE.

Cet appareil (figure ci-dessous) est employé spécialement lorsque l'on



Surchauffeur épurateur à vapeur vive.

ne possède pas de vapeur d'échappement à sa disposition, ou lorsque les eaux sont tellement mauvaises, impures, qu'elles ne peuvent être dé-

barassées de leurs impuretés par les appareils ordinaires. C'est *en réalité un réchauffeur à injection*.

Il consiste en un fort cylindre en tôle recouvert d'une enveloppe isolante en bois, avec fonds amovibles, contenant une série de tablettes planes, légèrement inclinées en sens inverse, sur lesquelles l'eau coule en nappes minces, en contact direct avec la vapeur vive de la chaudière.

L'eau est chauffée à peu près à la même température que celle de la chaudière : c'est pourquoi les constructeurs l'appellent *surchauffeur*, par rapport aux autres appareils précédemment décrits, qui n'amènent l'eau qu'au voisinage de 100°. Grâce à ce surchauffage la plus grande partie des impuretés se déposent sur des tablettes où la vitesse est faible. L'eau arrive après ainsi avoir parcouru toutes ces tablettes à un réservoir placé au-dessous du corps cylindrique ; elle y abandonne les impuretés qui auraient encore été entraînées, les plus lourdes tombant au fond ; les parties légères remontent à la surface. Elle passe ensuite à la chaudière par un tuyau plongeant à peu près à un niveau moyen évitant ainsi les dépôts boueux du fond et les écumes de la surface.

L'appareil est muni de robinets de vidange pour l'expulsion des boues.

Des autoclaves sont disposés pour les nettoyages intérieurs. Et quand les dépôts sur les tablettes arrivent à gêner la circulation de l'eau, on enlève les fonds du cylindre, on retire les tablettes et on les gratte. Le réservoir inférieur peut aussi être démonté pour le nettoyage.

Le surchauffeur doit être placé à un niveau supérieur à celui de la chaudière pour que l'eau puisse y couler par la gravité seule.

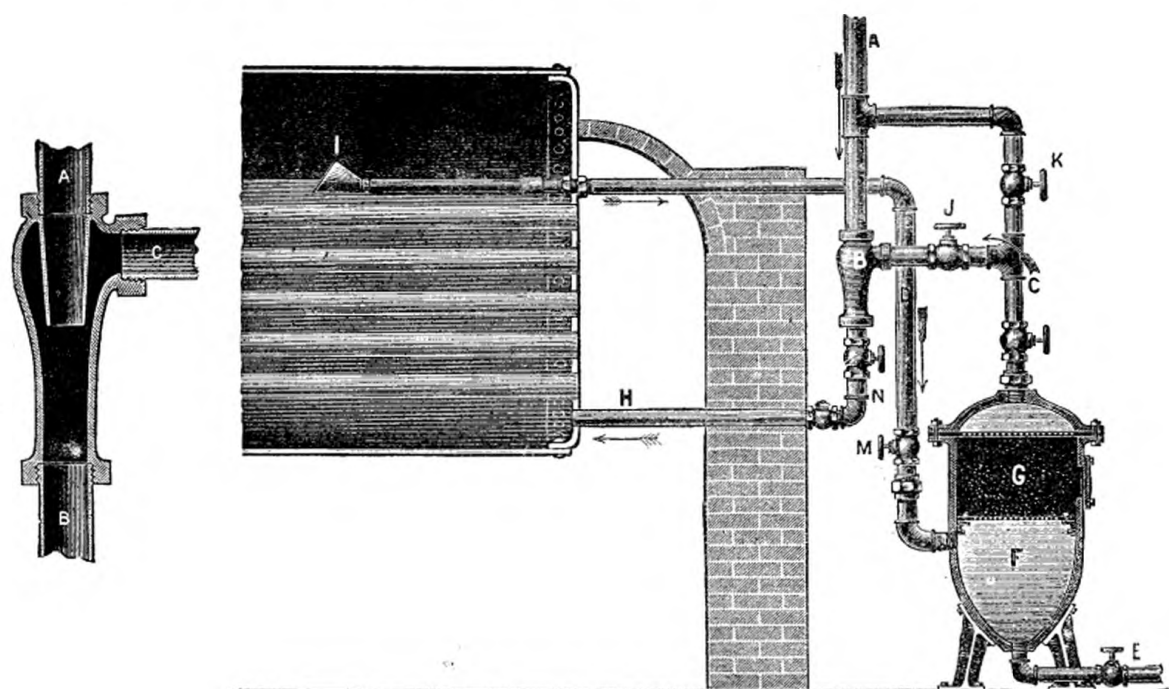
ÉPURATEUR DES EAUX DE CHAUDIÈRES

Lorsqu'on fait usage d'eaux qui écument dans les chaudières, MM. William Baragwanath And Son présentent le dispositif particulier (fig. suiv.). Il produit en quelque sorte une vidange automatique de la surface de l'eau dans le bouilleur. Un collecteur en forme d'entonnoir aplati placé au niveau de la surface de l'eau dans la chaudière conduit l'eau avec ses écumes dans un filre F, lui fait traverser la matière filtrante, et l'amène à l'aspirateur B.

L'aspiration est produite par le courant d'eau refoulée par les pompes d'alimentation. Le cône de l'aspirateur est réglé pour obtenir aspiration d'un litre d'eau filtrée et chaude par litre d'eau froide refoulée par les

pompes. On peut donc dire que toute l'eau d'alimentation passe à l'épurateur après avoir traversé la chaudière. En outre, on a l'avantage de n'avoir pas entrée d'eau froide dans la chaudière.

Le filtre est rempli avec diverses matières filtrantes, suivant la nature des eaux. Par suite du sens du courant qui le traverse de bas en haut, une partie des impuretés sont arrêtées par le fond perforé et tombent au fond, d'où on les extrait par le tuyau de vidange. Lorsque la matière fil-



A, Arrivée d'eau d'alimentation.

B, Aspirateur.

C, Arrivée d'eau épurée.

D, Eau allant de la chaudière à l'épurateur.

E, Tuyau de vidange.

F, Épurateur.

G, Matière filtrante.

H, Entrée à la chaudière.

I, Collecteur des écumes.

Épurateur des eaux de chaudières

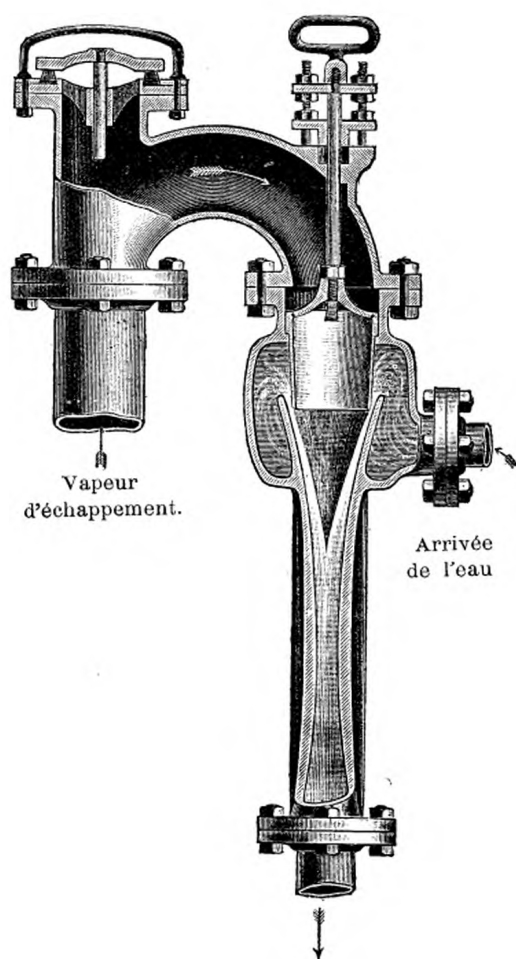
trante est encrassée, il suffit de fermer les robinets J, M et N, et d'ouvrir K et E, l'eau d'alimentation produit alors une chasse qui la nettoie parfaitement.

CONDENSEUR BARAGWANATH A ENVELOPPE D'EAU

Bien que les condenseurs soient traités dans un autre chapitre de

cette Revue (1), nous terminerons la revue des appareils exposés par la maison Baragwanath And Son, en mentionnant son condenseur à enveloppe. C'est plutôt une sorte d'aspirateur.

Il supprime l'emploi de la pompe à air, produisant aspiration de la vapeur d'échappement au moyen d'un vide partiel qui est dû à la condensation de cette vapeur par un courant d'eau froide.



La figure ci-dessus représente une coupe de l'appareil.

(1) Voir « Machines à Vapeur ».

La chambre de condensation est entièrement entourée par le courant d'eau froide.

Le jet de vapeur pénètre par un ajutage conique que l'on règle de façon à obtenir la section voulue pour le passage de l'eau. Pour cela, ce cône est muni d'une tige terminée par une poignée et fixée à un plateau maintenu par deux tiges filetées qui sont les prolongements des prisonniers de presse-étoupe : quatre écrous de réglage l'assurent à la position voulue.

Le tuyau de décharge doit être droit, ou à peu près et avoir une longueur d'environ 10 mètres, du bas du condenseur au niveau de l'eau dans le bassin de réception. L'extrémité de ce tuyau doit être librement ouverte mais plonger toujours un peu dans l'eau.

Une soupape est placée à la partie supérieure du condenseur pour permettre l'échappement de la vapeur dans le cas où l'eau viendrait à manquer.

Ce condenseur maintient ordinairement, avec un cône bien réglé, un vide de 0^m,60 à 0^m,65.

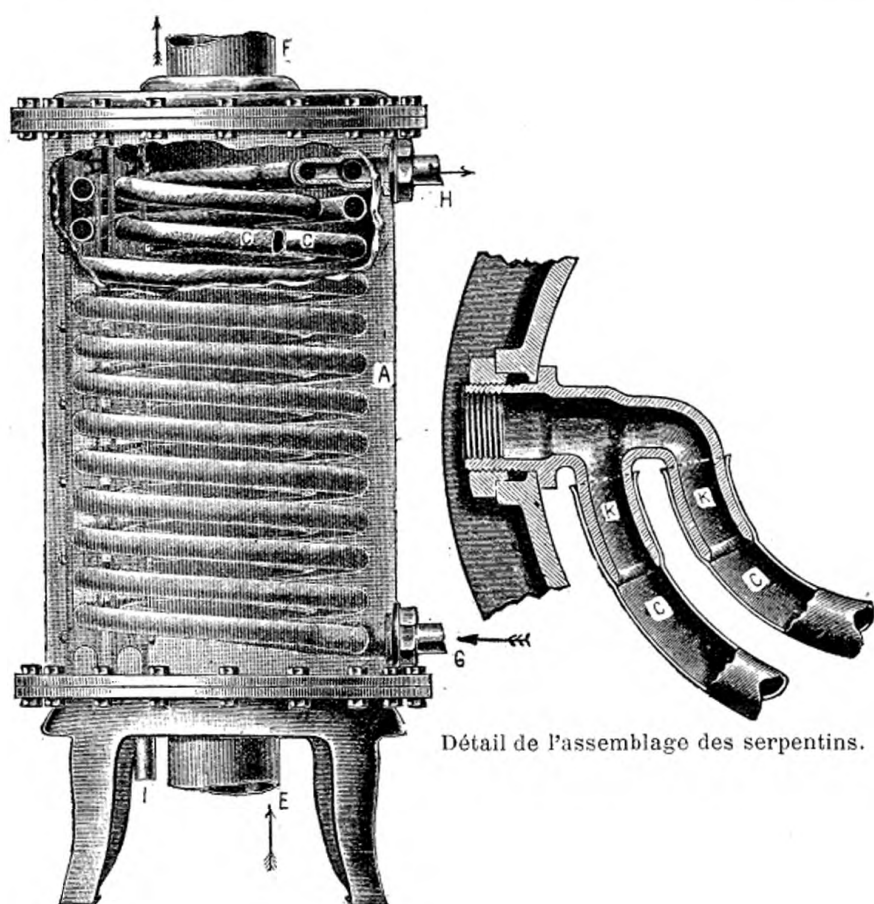
Lorsqu'on dispose d'eau froide en quantité suffisante et qu'on peut produire la chute d'eau nécessaire, ce type de condenseur est très simple, point sujet aux dérangements, et par suite, peut être préféré aux condenseurs ordinaires, avec pompes à air et tous leurs accessoires.

Réchauffeur « American Feed-Water Heater »

PAR LA « WHITLOCK COIL PIPE CO » ELMWOOD, CONNECTICUT

Ce réchauffeur se compose essentiellement d'un cylindre vertical A fermé par deux fonds B boulonnés avec joints d'amiante, à l'intérieur duquel se trouve un double serpentín D. La vapeur arrive par le fond inférieur du cylindre, monte autour du serpentín et sort par le fond supérieur.

Un tuyau de purge est ménagé sur le fond inférieur pour l'eau produite par la condensation de la vapeur. L'eau froide arrive à la partie



A. Cylindre.
B. Fonds.
CC. Serpentin double.
DD. Supports du serpentin.
E. Arrivée de vapeur d'échappement.

F. Sortie de la vapeur.
G. Arrivée de l'eau d'alimentation.
H. Sortie de l'eau.
I. Tuyau de purge.
K. Téton double.

Réchauffeur « American Feed Water Heater »

basse du serpentin et en sort après l'avoir parcouru en montant.

Un point à signaler dans ce réchauffeur est le mode d'assemblage des deux tubes formant le serpentin. Ces tubes en cuivre rouge, soudés à

recouvrement, sont sertis à chacune de leurs extrémités sur une sorte de double têtou en fonte ou acier coulé.

De la sorte, les joints sont réduits au minimum, et on peut même démonter le serpentín proprement dit sans toucher à l'assemblage des deux tuyaux d'arrivée et de sortie de l'eau.

Les serpentins sont éprouvés à la presse hydraulique à une pression de 21 kilogrammes par centimètre carré.

Ces réchauffeurs ont l'avantage d'être simples et d'une grande puissance, mais on peut leur objecter les difficultés du nettoyage des serpentins. Ils sont donc peu favorables à l'emploi des eaux calcaires et doivent être limités pour le chauffage des eaux relativement pures.

Il n'y a d'ailleurs aucun dispositif pour l'expulsion des écumes ni de l'air.

Réchauffeur « National »

PAR LA NATIONAL PIPE BENDING CO, NEW-HAVEN

(Planche 40)

Le Réchauffeur National qui était en service pour l'alimentation des chaudières Campbell et Zell, est presque en tous points semblable au précédent.

Le serpentín est à trois rangées de tubes, et les tubes formant l'anneau intérieur sont beaucoup plus serrés que les autres, disposition motivée parcequ'ils se trouvent plus rapprochés du passage direct de la vapeur : il est donc rationnel de placer en cet endroit la plus grande surface de chauffe. La planche n° 40 donne les dimensions principales d'un réchauffeur employé pour l'alimentation d'une chaudière de 500 chevaux.

Son fonctionnement présente les mêmes avantages et inconvénients que celui de « l'American Heater. »

Réchauffeur-épurateur Colles

PAR E.G.T. COLLES AND C^o, CHICAGO, ILL.

(Planche 41)

Cette Société exposait un type de réchauffeur fort intéressant. Il fonctionnait dans l'annexe de la salle des chaudières pour le service des Stirling ainsi que dans la « Boiler House Extension », section D. Il est disposé pour assurer une épuration complète des eaux, mêmes chargées, tant pour les matières lourdes qui sont précipitées à la partie inférieure, que les écumes et l'air qui se dégagent par le haut.

Une enveloppe de vapeur garantit l'eau, une fois chauffée, contre le refroidissement par l'air extérieur.

Le réchauffeur est formé par quatre cylindres verticaux en tôle de fer concentriques. Les deux extérieurs, de même hauteur, sont rivés à chacune de leurs extrémités sur un cadre commun circulaire en fer forgé. Ils forment ainsi entre leurs parois, une enveloppe protectrice où circulera la vapeur. Sur chacun des cadres en fer est fixée une calotte sphérique en fonte de grandes dimensions, au moyen de prisonniers. Les surfaces en contact sont parfaitement dressées de façon à assurer l'étanchéité. A l'intérieur sont placés les deux autres cylindres, également rivés à leur base sur un cadre commun en fer forgé. Le cylindre du plus petit diamètre ou n° 4, qui est le plus court, est fermé à sa partie supérieure par un fond en tôle emboutie. L'autre (n° 3), un peu plus haut, porte également rivée une calotte en fonte. Ces deux cylindres sont réunis entre eux par des entretoises de cuivre filetées et rivées.

L'arrivée de vapeur est placée à sa partie supérieure sur le cylindre n° 1. En regard se trouve l'orifice d'une tubulure en cuivre dont l'autre extrémité débouche au centre de la calotte supérieure du cylindre n° 3. Un dispositif analogue est placé à la partie inférieure opposée, faisant communiquer l'intervalle entre les cylindres 3 et 4 avec l'enveloppe de vapeur en regard de l'orifice de sortie.

La marche de la vapeur est alors facile à suivre. Elle arrive par l'orifice supérieur, une partie se répand dans l'enveloppe entre les cylindres 1 et 2 dans laquelle elle descend vers l'orifice de sortie inférieur. Mais la plus grande partie passe dans l'intervalle compris entre les cylindres

3 et 4 où elle produit réellement son action réchauffante et sort par l'orifice inférieur.

L'eau arrive par un tuyau de cuivre qui pénètre horizontalement, traversant le cadre inférieur de l'enveloppe, jusqu'au centre de l'appareil, puis remonte verticalement jusque vers le fond supérieur du cylindre n° 4. L'eau sort alors librement du tuyau, redescend en se chauffant dans le cylindre intérieur, puis remonte entre les cylindres 2 et 3 pour gagner le tuyau la menant aux chaudières.

Ce tuyau de cuivre pénètre horizontalement jusqu'au centre de l'appareil. Il traverse, comme celui de la partie inférieure, le cadre dans un élargissement ménagé pour le recevoir (voir planche 41). Il se trouve ainsi prendre l'eau au-dessous de la surface où se trouvent les écumes et où se dégage l'air.

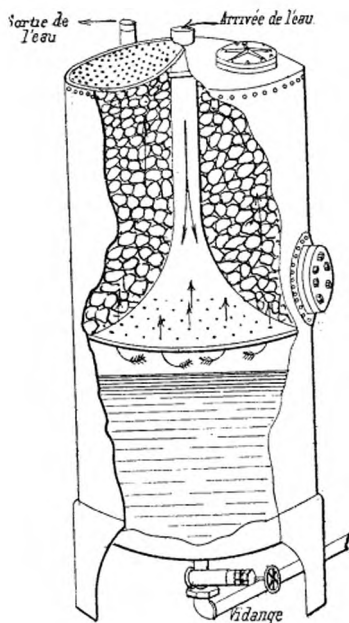
Un tuyau est prévu près du cadre inférieur de l'enveloppe pour purger l'eau produite par condensation de la vapeur; un autre au centre du fond inférieur pour la vidange des boues; un troisième au sommet du fond supérieur pour la sortie de l'air et des écumes. Ils sont réunis à un conduit commun allant à l'égout.

Enfin un tuyau avec valve relie directement les tubes d'arrivée et de sortie d'eau pour le cas où il serait nécessaire d'envoyer l'eau aux chaudières sans traverser le réchauffeur.

L'ensemble de l'appareil est supporté par trois pieds en fonte posés sur une fondation en maçonnerie.

On voit que le circuit de l'eau est très long, son chauffage bien méthodique. L'eau froide se trouve amenée à la partie supérieure du cylindre intérieur, elle se chauffe en descendant et la plupart des impuretés lourdes tombent d'elles-mêmes au fond sans obstacle. L'extraction se fait par le robinet de vidange. Un autoclave est, en outre, ménagé sur ce fond pour les nettoyages. Enfin, pour un nettoyage plus complet ou une réparation, il est facile de déboulonner les deux fonds et d'enlever les deux cylindres intérieurs de leurs supports.

Les réchauffeurs Colles déjà en usage dans un certain nombre d'installations en Amérique, ont donné des résultats satisfaisants tant au point de vue du chauffage de l'eau et de son épuration qu'à celui de l'entretien qui présente les plus grandes facilités.

**FILTRE E. C. T. COLES AND C^o.**

Cette Société exposait aussi un filtre pour l'épuration des eaux à température ordinaire. La figure ci-contre en montre la disposition. Un cylindre vertical en tôle: une sorte d'entonnoir renversé formant diaphragme perforé. Le dessus est rempli de coke, le dessous est libre et forme chambre pour les dépôts. L'eau arrive à la partie supérieure du col de l'entonnoir, descend jusqu'au-dessous de la couche de coke qu'elle traverse en montant pour sortir à la partie supérieure et se rendre aux chaudières. Les dépôts tombent au fond d'où ils sont expulsés par le tuyau de vidange.

Réchauffeur-épurateur Pape, Henneberg and C^o

(Planche 42)

Ce réchauffeur, assez récent, mais dont l'emploi commence à se répandre dans la marine allemande, est surtout destiné à l'emploi des eaux de condensation. Il ne présente pas, en effet, de grand réservoir pour les dépôts calcaires ou boueux; par contre, l'expulsion de l'air et les écumes grasses est assurée.

Il se compose d'une sorte de boîte en fonte cylindrique (sauf à la partie supérieure où la section est carrée) fermée aux deux bouts par des fonds boulonnés. Sur le fond inférieur est fixé un cylindre concentrique au premier, largement ouvert à sa partie supérieure par un évasement cylindro-conique. A l'intérieur de ce cylindre est un groupe de serpents formés par des tubes de cuivre.

Ces tubes débouchent dans deux sortes de chambres communes mé-

nagées dans l'intérieur des fonds. C'est à l'intérieur de ces tubes que circule la vapeur.

L'eau de condensation débouche dans la partie basse dans l'intervalle compris entre les deux cylindres. Elle y remonte jusqu'au sommet du cylindre intérieur. En ce point, sa température est déjà suffisamment élevée pour que l'air et les matières grasses se dégagent.

Les quelques dépôts qui se sont formés, sont tombés au fond d'où ils sont expulsés par un tuyau de vidange. L'air et les matières grasses sont continuellement expulsés par un petit tube placé à la partie supérieure. L'eau ainsi épurée descend dans l'intérieur du cylindre en tôle où elle est énergiquement chauffée au contact des serpentins. Elle se rend aux chaudières par un tuyau placé au centre du fond inférieur.

La planche 42 donne les dimensions principales d'un réchauffeur de 440 millimètres de diamètre.

La maison « *Fraser et Chalmers* » exposait aussi un certain nombre de réchauffeurs à surface, soit du type tubulaire vertical ordinaire, soit avec serpentins en tubes de cuivre ou de laiton, pour le chauffage des eaux d'alimentation des chaudières ou pour les usages industriels. Nous donnons ci-dessous les dimensions principales de ses types tubulaires.

FORCE en chevaux	DIAMÈTRE	NOMBRE de TUBES	DIAMÈTRE des TUBES	LONGUEUR des TUBES	ÉPAISSEUR du CYLINDRE	ÉPAISSEUR des plaques tubulaires	LONGUEUR TOTALE	POIDS
60	508 ^m / _m	21	51 ^m / _m	1 ^m ,220	5 ^m / _m	9,5 ^m / _m	1 ^m 830	550 ^k
120	610	21	64	2,134	5	9,5	2 454	550
225	762	32	64	2,134	6	9,5	2 743	1.270
350	914	44	64	2,134	6	9,5	3 048	2.000

APPAREILS D'ALIMENTATION

Pompes d'alimentation

Ainsi qu'on a pu le voir dans la description des chaudières en service au Palais des Machines de l'Exposition, les unes étaient alimentées par des pompes à vapeur, les autres par des injecteurs.

Mais, outre ces appareils d'alimentation en marche, un grand nombre d'autres figuraient à l'état inerte dans les expositions spéciales aux divers constructeurs.

Pour la description détaillée des pompes, ainsi que pour les planches, nous prions les lecteurs de se reporter au chapitre « *Mécanique* », où il est traité des pompes à liquides.

Nous nous contenterons donc ici d'indiquer les principaux types employés spécialement pour l'alimentation des chaudières à vapeur.

New Style Marsh steam pump

PAR LA SCOTT VALVE C^o, CHICAGO, ILL.

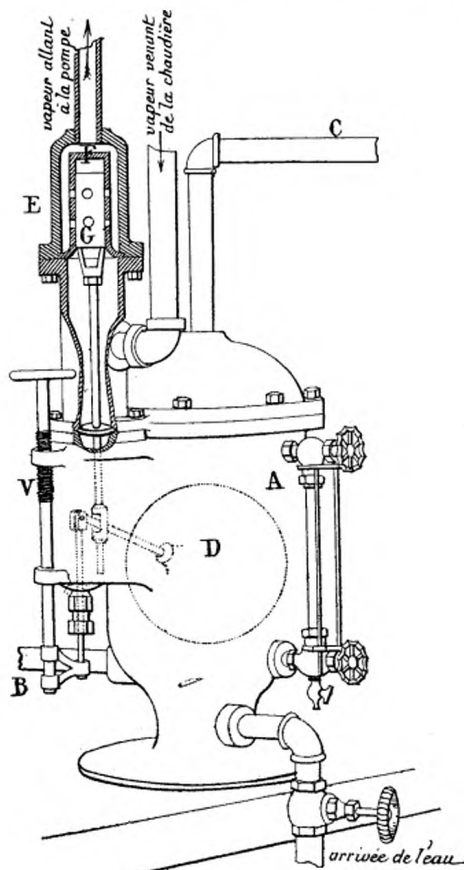
Cette pompe est analogue à la pompe Tangye, mais le mécanisme a été simplifié. La construction en est très robuste et très ramassée : l'appareil occupe donc peu de place. Elle est très économique, renvoyant à la chaudière toute la vapeur qu'elle emploie, et élevant un peu la température de l'eau d'alimentation. Deux de ces pompes alimentaient les chaudières « Heine ».

Régulateur d'eau d'Alimentation "Terre-Haute boiler governor"

La « Scott Valve C^o » exposait avec ses pompes un régulateur pour l'alimentation des chaudières.

La figure suivante indique la construction de l'appareil.

Un réservoir cylindrique A, rempli d'eau au même niveau que la chaudière, communique en bas, en B, avec l'eau de cette chaudière, en haut en C, avec sa vapeur. Dans ce réservoir, est un flotteur D, formé d'une sphère creuse en cuivre. Sur le côté de l'appareil, et un peu au-dessus,



Régulateur d'eau d'alimentation.
Terre Haute Boiler Governor.

est une tubulure E. Dans l'intérieur, se trouve un petit cylindre F fermé au fond, et percé sous son pourtour de huit ouvertures, et dans lequel se meut un petit piston creux G, percé lui-même de huit ouvertures correspondant aux précédentes, et ouvert à ses deux extrémités.

Ce piston est relié au flotteur par un système de leviers. On voit, qu'en réglant convenablement la position relative du piston et du flotteur par

la vis de réglage à volant V, toute variation du niveau de l'eau sera transmise au piston. La vapeur se rendant de la chaudière à la pompe, qui est obligée de traverser ce piston, aura donc son passage réduit ou augmenté suivant les besoins.

L'action du régulateur est tellement sensible que la hauteur de l'eau dans la chaudière ne varie pas d'une façon notable.

L'appareil est muni d'un niveau d'eau.

La Scott Valve C°, construit 3 types suivant l'importance des chaudières.

Le n° 1 pour tuyaux de vapeur de 7 à 13 millimètres ;

— n° 2 — 13 à 25 —

— n° 3 — 25 à 38 —

Il suffit d'un seul appareil par pompe, quelque soit le nombre des chaudières, pourvu que celles-ci soient accouplées ensemble.

Pompes Blakeslee

PAR LA BLAKESLEE M.F.G. C°, DU QUOIN, ILL., ET ST.-LOUIS, MO.

Cette Société a, dans ces dernières années, perfectionné, d'une manière notable, les pompes à vapeur.

Le tiroir de distribution est surtout très bien étudié : il en résulte un fonctionnement très doux, évitant tout choc des soupapes sur leurs sièges.

Ces pompes sont très employées aux États-Unis, et donnent de très bons résultats. Deux étaient employées pour l'alimentation des chaudières Climax à l'Exposition.

La Compagnie fabrique des pompes simples « single direct-acting steam pump, » ainsi que des pompes « duplex. » Ces pompes sont particulièrement destinées à l'alimentation des chaudières, mais peuvent être utilisées aussi pour l'alimentation des réservoirs ou autres usages.

Pompes de la Société « Fairbanks, Morse and C°, Chicago Ill ».

Le type de pompe spécialement construit par cette maison pour l'alimentation des chaudières et une pompe duplex à cylindres d'eau amovibles. Les deux parties de la pompe sont absolument semblables et inter-

changeables, réduisant ainsi au minimum les pièces de rechange. Les soupapes sont en bronze, sièges en bronze, et le rappel est fait par ressort.

Ces soupapes sont munies d'une tige d'acier qui vient buter contre un arrêt dont la position est réglable à volonté au moyen d'une vis.

Nous citerons encore :

Les pompes Worthington par *Henry R. Worthington, (New-York)*: Une pompe de ce type servait pour les chaudières « Zell ».

Les pompes de la « Laidlaw and Dunn C^o Cincinnati, Ohio : Les chaudières « Zell » employaient aussi une de ces pompes.

Les pompes Goulds construites par la « *Goulds Manufacturing C^o Seneca Falls (New-York)*. Parmi elles, le type le plus remarquable est le type « triplex ». Cette disposition de 3 cylindres dont les pistons sont toujours espacés d'un tiers de la course donne un mouvement de l'eau très-régulier et presque sans choc sur les organes. Cette maison en construit un grand nombre pour tous usages. L'une d'elle alimentait les chaudières « Stirling » exposées.

Les pompes *Deane* par la *Deane Steam Pump C^o, Holyoke, Mass.*, affectées au service des chaudières « Abendroth et Root ».

La maison *Fraser et Chalmers, Chicago (Ill.)*, présentait une belle collection de pompes *Knowles*, dont une série spéciale pour l'alimentation des chaudières. Deux pompes *Knowles* alimentaient les chaudières « Heine ».

Enfin, la « *Oil Well Supply C^o, Pittsburgh, Pa.*, exposait des pompes du type *Cameron* (une de ce type était employée aux chaudières *Zell*), et surtout une grande variété de pompes *Snow*. Trois pompes *Snow* étaient affectées à l'alimentation des chaudières « Babcock et Wilcox ».

INJECTEURS

Les injecteurs sont d'un emploi très répandu en Amérique, tant pour les chaudières fixes que pour les locomotives. Nombre de celles-ci notamment, n'ont d'autres appareils d'alimentation que deux injecteurs. Dans ces dernières années du reste, ce mouvement a été suivi en Europe, comme nous le verrons.

Les injecteurs dérivent tous du même principe que le Giffard. Mais on trouve l'emploi assez fréquent des injecteurs doubles ou des injecteurs simples dits « à double jet » dans lesquels la mise en marche se fait en deux temps; dans le premier, l'on n'ouvre qu'un très faible passage à la vapeur dans le but d'amorcer l'appareil.

Injecteurs Hayden and Derby, M^fg. C^o.

BRIDGEPORT, CONN.

Cette maison, dont les injecteurs étaient employes à l'alimentation des chaudières « National » en service au Palais des Machines, exposait trois types principaux d'appareils.

INJECTEUR AUTOMATIQUE « MÉTROPOLITAN ».

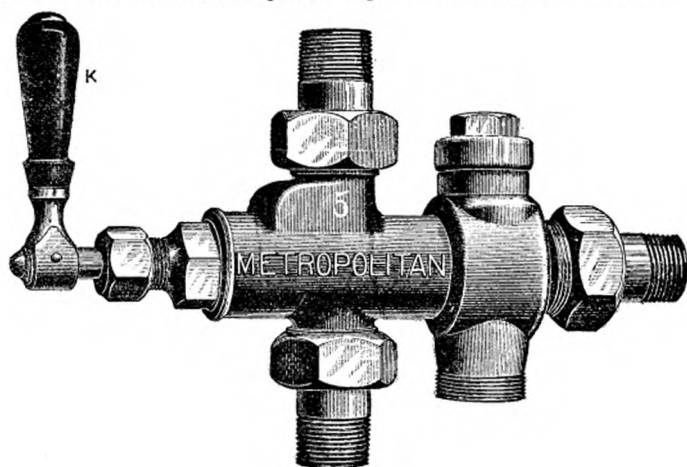
Cet appareil est représenté page 146, et planche 43, par une vue extérieure et une coupe longitudinale.

On voit que la manœuvre se fait en tournant le levier F qui fait écarter de son siège la soupape G : pour les pressions inférieures à 5 kil., 6, il suffit de faire faire un demi-tour; pour les pressions supérieures, on ouvre en grand la soupape. Le tuyau de purge est fermé par une soupape P placée à la partie au-dessus des cônes. Elle est recouverte par un chapeau H qui permet une visite facile. Toutes les parties de l'appareil sont d'ailleurs démontables et accessibles.

L'appareil ne porte point de clapet de retenue; il faudra donc en placer un sur le tuyau de refoulement à la chaudière.

Dans le cas où l'appareil fonctionne en charge, il faut aussi une valve pour le tuyau de refoulement à la chaudière.

Lorsque la hauteur d'aspiration n'est que de 0^m,600 à 1 mètre, l'appareil fonctionne avec de la vapeur à la pression de 1 kil. 80 seulement.



Injecteur automatique Metropolitan.

A mesure que la hauteur d'aspiration augmente, la pression doit aussi augmenter. Pour une hauteur de 3 mètres, il faut environ 2 kil. 3; pour 4^m,50 : 3 kil. 20.

Les plus hautes pressions auxquelles l'appareil peut fonctionner dépendent de la température de l'eau d'alimentation; elles sont d'autant plus basses, que cette température est plus élevée.

Avec de l'eau froide, l'injecteur Metropolitan peut fonctionner jusqu'à la pression de 9 kil. 80, pourvu que l'aspiration ne soit pas supérieure à 1 mètre; pour 3 mètres, il faut réduire la pression à 8 kil. 3, environ; pour 4^m,50, à 7 kilogrammes seulement.

Pour ces mêmes hauteurs d'aspiration inférieures à 1 mètre, si l'eau d'alimentation est à la température d'environ 38°, il faut réduire la pression à 7 kilogrammes, et à 4 kil. 3, avec une température de 50° c. Si on élevait encore la température, il faudrait réduire aussi la pression.

Mais il est toujours impossible d'alimenter avec de l'eau très chaude.

La « Hayden and Derby M^{fg} C^o » construit 14 types différents d'injecteurs Metropolitan simples dont nous donnons ci-contre les conditions principales d'établissement.

Nos	DIAMÈTRE des amorces des tuyaux en millimètres	DÉBIT A L'HEURE en litres	PUISSANCE DU GÉNÉRATEUR en chevaux
2	10 m/m	270 lit.	De 4 à 6
3	10	365	6 à 8
3 bis	13	555	8 à 15
4	13	750	15 à 20
5	19	1.135	20 à 30
6	19	1.590	30 à 45
7	25	2.270	45 à 65
8	25	2.725	65 à 80
9	32	3.635	80 à 100
10	32	4.540	100 à 130
11	38	5.900	130 à 170
12	38	7.950	170 à 230
13	51	10.450	230 à 300
14	51	12.950	300 à 375

INJECTEUR METROPOLITAN DOUBLE-TUBE

Cet appareil (figure page 148 et planche 43), se compose en réalité de 2 injecteurs. Celui placé à la partie inférieure sert à élever l'eau jusqu'à l'appareil, et quand elle sort par le tuyau de purge, le 2^e appareil entre en fonction, continue d'aspirer l'eau, en même temps que l'autre, et la refoule à la chaudière.

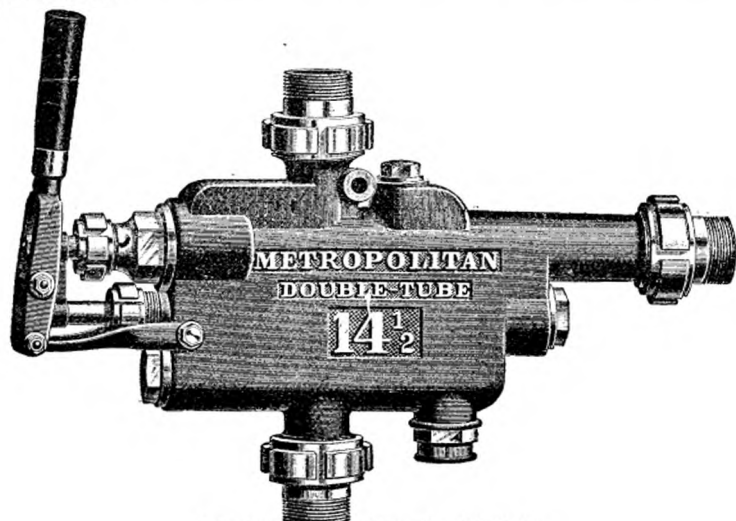
Le fonctionnement est produit en tirant légèrement le levier A (pl. 43.) Ce levier est articulé en C avec la pièce B, et à son extrémité I à la pièce J ayant son point d'attache en D. On continue le mouvement jusqu'à ce que la soupape G, dégagée de son siège, vienne rencontrer l'écrou L.

La vapeur passe alors en petite quantité par les orifices ménagés dans la soupape M, puis par les orifices H, et se rend au cône N, où elle produit aspiration de l'eau par le tuyau O. L'eau est refoulée, soulève le clapet P et passe par Q au tuyau de purge R. A ce moment, on tire à fond le levier A. Ce mouvement agit sur les 2 tiges E et F, et en même temps qu'il ferme la soupape S écarte la soupape de vapeur M, et donne

libre passage à la vapeur par le cône T qui refoule à la chaudière en ouvrant le clapet U.

Ce clapet U dispense d'en mettre un sur le tuyau de refoulement.

Comme le précédent, cet appareil est bien accessible et démontable : toutes les parties susceptibles de nettoyages ou de réparations pouvant se dévisser.



Injecteur Metropolitan Double-Tube

Il est plus puissant que le précédent; capable de fonctionner avec des hauteurs d'aspiration plus grandes, et surtout, avec de l'eau plus chaude et des pressions de vapeur plus élevées; ou avec des pressions un peu plus faibles pour les basses températures de l'eau.

Ainsi, l'appareil étant disposé pour recevoir l'eau en charge, ou n'ayant pas une hauteur d'aspiration de plus de 1 mètre à 1^m,20, peut commencer à fonctionner à la pression de 1 kilogramme. Pour une aspiration de 3 mètres, il suffit de 1 kilog. 8 environ; pour 4^m,50, 2 kilogrammes, et pour 6 mètres, 2 kil. 8.

Les limites supérieures des pressions pour un fonctionnement convenable sont 15 k.,5 pour des hauteurs faibles; et 10 k.,5 pour 6 mètres.

Les chiffres que nous venons de donner sont pour une eau d'alimentation froide.

Cependant, et c'est un point important du « Metropolitan Double-tube », on peut alimenter avec de l'eau à haute température.

Pour de faibles hauteurs d'aspiration, ou en charge, on peut employer de l'eau à 63°-65° cent. avec une pression de vapeur de 7 kilogrammes ; si la température est de 60°, la pression ira jusqu'à 8 kilogrammes ; pour 50° on peut aller jusqu'à 12 kil. 6.

Comme précédemment, il faudrait réduire ces pressions à mesure qu'augmenterait la hauteur d'aspiration.

*Dimensions principales des Injecteurs Metropolitan Double-Tube
construits par la Hayden and Derby M^fg. C^o.*

NUMÉROS	DIAMÈTRE des amorces des tuyaux de connexion en millimètres	DÉBIT A L'HEURE en litres	PUISSANCE du GÉNÉRATEUR en chevaux
2½	13	555	8 à 15
4½	13	750	15 à 20
5½	19	1.135	20 à 30
6½	19	1.590	30 à 45
7½	25	2.270	45 à 65
8½	25	2.725	65 à 80
9½	32	3.635	80 à 100
10½	32	4.540	100 à 130
11½	38	5.900	130 à 170
12½	38	7.950	170 à 230
13½	51	10.450	230 à 300
14½	51	12.950	300 à 375
15½	63	15.900	375 à 500

ÉJECTEUR-ÉLÉVATEUR

La Société Hayden and Derby M^fg C^o exposait aussi une collection d'éjecteurs, destinés simplement à élever l'eau et autres liquides d'un niveau à un autre pour divers usages industriels, et spécialement pour vider l'eau des cales des bateaux à vapeur.

Ces appareils sont formés de séries de cônes indépendants qu'on peut démonter pour les nettoyer ou les remplacer très facilement.

Avec l'éjecteur H.-D. on peut élever le liquide jusqu'à 7 mètres. S'il est nécessaire d'élever à une plus grande hauteur, on place l'éjecteur

près du liquide et on le refoule. Avec une pression de 4 kil., on peut élever l'eau à 15 ou 18 mètres, avec une pression de 7 kilogrammes, on peut l'élever à 20 ou 24 mètres.



Éjecteur-élevateur Hayden and Derby.

Ces éjecteurs se font de neuf grandeurs différentes. Les cinq premiers types sont en laiton, les autres en fonte.

NUMÉROS	DIAMÈTRE DES TUYAUX en millimètres		DÉBIT A L'HEURE en litres
	de vapeur	d'eau	
1	9	13	1.140
2	13	19	2.270
3	19	25	4.360
4	25	32	5.900
5	32	38	9.090
6	32	51	18.170
7	38	63	36.350
8	51	76	50.000
9	63	102	68.200

Enfin, cette Société construit aussi le « *Métropolitan Double Tube Locomotive Injector* » modification du « Double-Tube » décrit; et qui est employé par un certain nombre de chemins de fer en Amérique.

Aspirateurs Hancock

PAR LA HANCOCK INSPIRATOR CO, BOSTON, MASS.

(Planche 45).

Cette Compagnie commença la construction des aspirateurs dès 1876, alors qu'il existait une certaine méfiance contre les injecteurs en général, et que l'on ne considérait pas ces appareils comme présentant assez de sécurité dans leur fonctionnement pour les placer sur les chaudières sans avoir un autre appareil auxiliaire. Ce fut la première, en Amérique, qui équipa une locomotive avec deux injecteurs sans aucune pompe d'alimentation. Et le succès justifia ses espérances.

ASPIRATEUR HANCOCK POUR LOCOMOTIVES

La planche 43 représente le dernier modèle d'aspirateur Hancock pour locomotives. On voit que son principe est analogue à celui du Métropolitain Double Tube.

Au moyen de la poignée O, on retire d'abord la soupape C de son siège : la vapeur pénètre par les orifices latéraux tels que B, passe dans la pièce D qui est creuse, et par ses ouvertures latérales se rend en E. Elle aspire l'eau en R, la refoule par le cône double F. L'eau soulève la soupape G et se rend par l'orifice H jusqu'en I où elle s'écoule au dehors.

Dès que l'eau arrive en I, on retire la poignée O à fond : la soupape J est détachée de son siège et donne un large passage à la vapeur. Celle-ci passe en K et entraîne l'eau qui entoure le cône K jusqu'en L. Cette soupape est soulevée et l'eau refoulée par M à la chaudière. Le même mouvement, par la combinaison des leviers T, Q, V, ferme la soupape de purge qui s'applique sur son siège en H et empêche l'eau de s'écouler par I.

Cet appareil présente une grande souplesse. Il peut fonctionner avec des pressions de vapeur variant de 2 à 14 kilogrammes. A cette pression il peut encore alimenter avec de l'eau à 50° c.

Enfin, le débit peut varier dans des limites très étendues en modifiant la section de passage de l'arrivée de vapeur.

ASPIRATEUR HANCOCK POUR CHAUDIÈRES FIXES

L'appareil est représenté figure 1 avec sa valve de trop plein ; la figure 2 est une coupe où cette valve n'est pas figurée.

L'appareil est toujours basé sur le même principe des injecteurs doubles. Mais ici nous n'avons plus la manœuvre par un seul levier.

Il ne porte ni valve d'introduction de vapeur, ni clapet de retenue pour le refoulement; il faut donc placer ces appareils sur les tuyaux. Mais ceci est sans inconvénient pour une chaudière fixe.

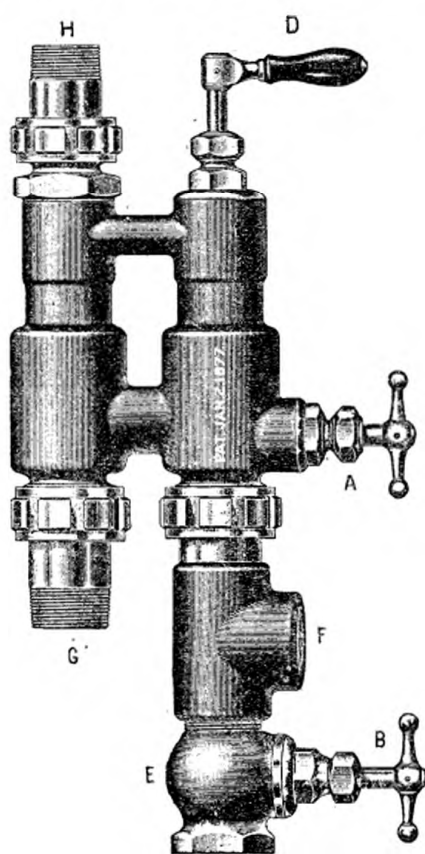


Fig. 1.

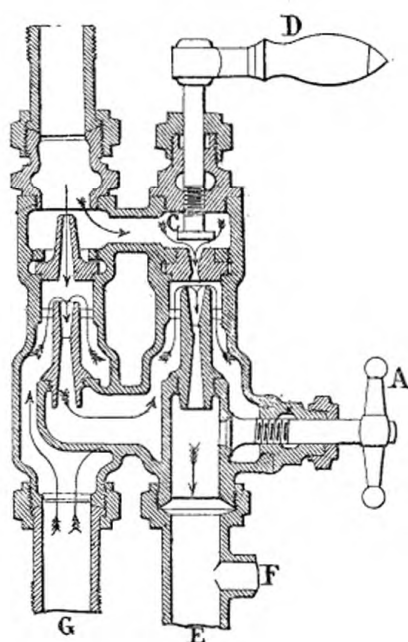


Fig. 2.

- A poignée de manœuvre.
- B clé du robinet de purge.
- C soupape d'arrivée de vapeur.
- D poignée de manœuvre.
- E robinet de purge.
- F refoulement.
- G arrivée d'eau.
- H arrivée de vapeur.

Aspirateur Hancock pour chaudières fixes.

Pour amorcer l'appareil, on ouvre les valves A et B et on admet la vapeur. Quand l'eau s'écoule par B, on ouvre la soupape C en tournant la manette D, la vapeur arrive en grand; on ferme B et A, et l'eau est refoulée aux chaudières.

Cet aspirateur présente les mêmes caractères que le précédent. Si sa manœuvre est un peu moins rapide, par contre, l'appareil est plus simple, plus rustique. La visite en est très simple.

Ces appareils étaient employés au nombre de cinq à l'alimentation des chaudières Babcock et Wilcox en service au Palais des Machines.

Outre la « Hancock Inspirator C^o », un certain nombre de constructeurs fabriquent aussi ces appareils : nous citerons entre autres la *Oil Well Supply C^o, Pittsburg, Pa.*, dont nous avons déjà parlé.

Injecteur du Pennsylvanian Railroad

PAR LA NATHAN MANUFACTURING C^o. — N.-Y.

(Planche 46).

Cet appareil est aussi muni d'un dispositif spécial pour l'amorçage. Mais il a ceci de particulier que cet amorçage est produit par un petit cône C placé précisément à l'entrée du tuyau de purge.

L'eau arrive en O et passe par une clé cylindrique H dans laquelle est ménagée une ouverture. On tourne plus ou moins le levier G pour ouvrir plus ou moins le passage d'arrivée d'eau.

Pour amorcer, on ouvre d'abord la soupape A : la vapeur arrive en P, passe par A et se rend au cône C. L'eau arrivant en o se rend aussi dans la partie q d'où elle refoulée par a dans le tuyau de purge b. Dès que l'amorçage est produit, on ouvre la soupape F, et le refoulement se fait régulièrement dans les conditions ordinaires.

Cet injecteur peut se démonter en deux parties pour les nettoyages.

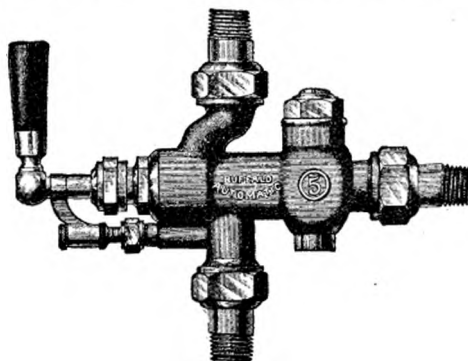
Injecteur Buffalo

(Planche 46).

Cet injecteur est remarquable par sa simplicité de construction, et surtout sa facilité de manœuvre.

La figure suivante et la planche 46 montrent la vue extérieure et la coupe verticale de l'appareil. On voit que la soupape d'admission de vapeur A et celle d'arrivée d'eau B sont montées sur deux tiges passant dans la même pièce D. La tige E est prolongée et munie d'une poignée

Si on tourne cette poignée dans le sens voulu, la vis de la tige E fait ouvrir en même temps les deux soupapes d'arrivée d'eau et de vapeur. Le mouvement inverse les referme simultanément. Les orifices de ces soupapes ont été établis de façon qu'à chaque point, la quantité



Injecteur Buffalo.

d'eau arrivant à l'injecteur soit précisément celle qu'il faut avec la quantité de vapeur correspondante pour avoir le meilleur rendement.

Il suffit donc de tourner plus ou moins la poignée pour fournir à la chaudière l'eau exactement nécessaire. Un clapet de retenue devra être placé sur le tuyau de refoulement à la chaudière. Mais dans le cas où l'appareil fonctionnerait en charge, on voit qu'il est inutile de placer une valve sur le tuyau d'arrivée d'eau.

Dans cet injecteur, sauf le clapet de trop plein ou de purge G, il n'y a aucun autre clapet susceptible de se déranger.

Tous les joints de l'appareil sont facilement accessibles en dévissant seulement quelques écrous. Il est cependant à regretter qu'il n'y ait pas de réglage des positions relatives des deux soupapes. Car il peut se produire qu'après usure elles ne se ferment pas toutes les deux complètement.

Les constructeurs prétendent que cet injecteur fonctionne à la pression de 1 kil.,5, pourvu qu'il soit placé à une très faible hauteur au-dessus du niveau de l'eau. A la pression de 3 kilogrammes, il peut élever l'eau à 4^m,50. La pression la plus avantageuse pour un bon fonctionnement est celle de 10 kilogrammes.

Injecteur automatique à cônes ajustables

DE HOLDEN AND BROKE, SALFORD.

Le principe des injecteurs à cônes ajustables est de pouvoir régler l'intervalle entre les cônes suivant les besoins, sans qu'il soit nécessaire de démonter l'appareil, par simple manœuvre d'un levier. Dans la plupart des injecteurs, les positions relatives des différents cônes, une fois fixées au montage, doivent rester les mêmes quelles que soient la pression de la vapeur et la température de l'eau d'alimentation.

Il y a au contraire pour chaque appareil une position correspondant à chacune de ces données susceptibles de fournir le maximum de rendement.

MM. Holden et Brooke ont réalisé ce désiratum dans leurs derniers modèles d'injecteurs.

a. — *Injecteur modèle 1890, pour chaudière fixes.*

(Planche 43).

Les figures 1 et 2 représentent l'ensemble de l'appareil en élévation et coupe ; les figures 3, 4, 5, donnent les détails du mécanisme de réglage.

Dans la position de la figure 3, l'appareil est fermé, la vapeur ne peut passer ; la soupape Y s'appuyant sur son siège D. Si on tourne la poignée A dans le sens voulu, la tige filetée B étant maintenue par son collet C, produira l'avancement de la pièce D guidée par la pièce K qui coulisse dans une rainure. La soupape est dégagée de son siège et livre passage à la vapeur qui passera par le cône N, et refoulera l'eau en P vers la chaudière. Ce cône N fait partie lui-même de la pièce D et le mouvement de celle-ci produit son avancement à travers le presse-étoupe E vers le cône P. On peut donc en tournant plus ou moins la poignée A faire varier l'écart de ces deux cônes, de la position figure 3 à la position figure 5.

La manœuvre est donc très simple, tous les mouvements s'obtenant par un seul levier. Il est à remarquer en outre que la soupape Y porte une pointe en prolongement, qui pénètre à l'entrée du cône N. A mesure que l'intervalle entre les cônes N et P se resserre, cette pointe se dégage

de l'entrée du cône N. Donc il y a simultanément réduction du passage de l'eau, et accroissement du passage de vapeur.

L'appareil peut fonctionner à des pressions de vapeur variant de 1 kilogramme à 14 kilogrammes. Aux plus basses correspondent la plus faible section d'arrivée d'eau et le maximum d'ouverture du passage de la vapeur : les cônes sont très rapprochés, la pointe de la soupape dégagee du cône N entièrement. C'est l'inverse pour les très hautes pressions.

La poignée A porte en prolongement une pointe indicatrice F qui se déplace devant un cercle gradué G, indiquant la position pour chaque pression de la vapeur.

b. — *Injecteur modèle 1892, pour locomotives.*

(Planche 44).

Cet injecteur est, comme le précédent, à cônes ajustables. C'est une modification du modèle 1890, ayant pour but de supprimer la plus grande partie de la tuyauterie si encombrante sur les locomotives. Il ne reste plus en effet que le tuyau d'amenée de l'eau du tender, et le tuyau de purge, qu'on peut même dans bien des cas supprimer et remplacer par un simple robinet, suivant la position de l'injecteur.

L'appareil présente une grande bride dans laquelle débouchent, assez rapprochés, les deux orifices de prise de vapeur et de refoulement d'eau. On l'applique sur une partie de la chaudière, directement s'il s'agit d'une face plane, ou avec une contre-plaque quand il s'agit d'une surface cylindrique.

En face des deux orifices de la bride sont percés dans la chaudière deux trous où sont placés deux tubes, l'un remontant au-dessus du niveau de l'eau pour la prise de vapeur ; l'autre recourbé vers le bas pour le refoulement. La bride est serrée par des prisonniers contre les collets des tubes.

On peut craindre cependant avec ce dispositif que si les précautions voulues n'ont pas été prises, le joint se fasse plutôt au pourtour de la bride et qu'il y ait communication entre les deux tubes sous cette bride. Nous n'avons pas connaissance que ce fait se soit produit, mais il serait en tous cas facile d'y remédier, en faisant deux brides très voisines mais séparées.

L'injecteur porte lui-même le clapet de retenue K. Quand l'appareil

ne fonctionne pas, on tourne la tige filetée A, ce qui fixe la soupape L sur son siège et intercepte la communication à la chaudière. Si on a soin de fermer en même temps l'arrivée de vapeur, on peut enlever le bouchon F et visiter le clapet K, la locomotive étant en pression : on peut dans les mêmes conditions enlever le cône double.

Comme le précédent, cet injecteur fonctionne sous des pressions variant de 1 à 14 kilogrammes, et peut alimenter avec de l'eau à température élevée.

Ses avantages ont été appréciés par un certain nombre de Compagnies de chemins de fer qui l'ont adopté.

Et à l'Exposition Colombienne, deux de ces appareils étaient montés sur la locomotive-express exposée par *Westwood and Winby*, de Londres.

Injecteur double, système Heinrich

TYPE DU CHEMIN DE FER DE CEINTURE DE BERLIN
ET DES CHEMINS DE FER DE L'ÉLAT PRUSSIE (SECTION DE BERLIN).
(Planche 45).

Quoique les injecteurs doubles, dont l'emploi est si répandu en Amérique, soient encore peu usités en Europe, l'Allemagne nous en montre une heureuse application dans l'injecteur Heinrich. La planche 45 représente une coupe longitudinale de l'appareil. Il est d'une très grande simplicité, construit en fonte, avec têtes rapportées en bronze. Le nombre de cônes est réduit au minimum. La figure 2 montre la vue en côté d'une sorte d'étrier terminant le double cône de l'injecteur inférieur qui porte une tige filetée pour le serrage de l'épaulement de ce double cône sur son logement.

La manœuvre se fait, comme dans les appareils déjà vus, en soulevant légèrement le levier A pour permettre à la vapeur de passer à travers le trou percé dans l'extrémité de la tige C. Aussitôt l'amorçage fait, on relève complètement ce levier pour soulever la grande soupape D de son siège et admettre la vapeur au grand injecteur.

COMBUSTIBLE LIQUIDE

Ainsi que nous l'avons indiqué, un des caractères les plus remarquables de l'Installation des chaudières à l'Exposition Colombienne était le chauffage exclusif des foyers par le pétrole.

Il ne faut pas voir dans ce choix seulement la recherche de certains avantages pour le service de l'Exposition, mais aussi l'expression de la tendance qui se manifeste aux Etats-Unis vers l'emploi du combustible liquide.

De même que la Russie, les Etats-Unis développent chaque jour les applications de ce système de chauffage dans toutes les branches de l'industrie ; non-seulement pour les locomotives et les chaudières marines, mais aussi pour les chaudières fixes, les locomobiles, les forges, les fours métallurgiques et autres, tels que les fours à briques.

Et avec le développement que prennent les exploitations des sources de pétrole en Amérique ; il est probable que son emploi se substituera au charbon presque partout, en raison des grands avantages qu'il présente.

Les gisements de pétrole y sont, en effet, très nombreux. Aux Etats Unis, on compte actuellement plus de 20 000 puits répartis sur les territoires de la Pensylvanie, de l'Ohio, du Kentucky, et aussi près de Pittsburg, de Washington ; — Enfin, en Californie ; au Canada.

Nous n'entrerons pas ici dans les détails de l'exploitation du pétrole dans ces contrées, de son transport, de son traitement pour la fabrication des huiles d'éclairage et de graissage. Il en sera parlé dans une autre partie de la Revue.

En traitant une tonne de pétrole de Pensylvanie, on obtient les produits suivants :

Essence de pétrole.	147 ^{kgs} à	152 ^{kgs}
Kérosène.	410 à	395
Huile pour le graissage.	243 à	237
Combustible liquide	151 à	147
Parrafine.	20 à	30
Résidu charbonneux	21 à	27
Perte.	8 à	12
Total.	1 000 ^{kgs}	1.000 ^{kgs}

Le pétrole Américain est donc plus riche en Kérosène que celui du Caucase, qui n'en donne guère que 270 kilogrammes par tonne.

Son poids varie de 757 à 875 kilogrammes le mètre cube,

Celui du Canada est, en moyenne, un peu plus lourd : 848 à 875 kilogrammes.

Les premiers puits furent creusés vers 1830, mais ce n'est qu'en 1845-1860 que commença vraiment l'exploitation en grand de cette richesse du sol, qui a été depuis, sans cesse, se développant.

Vers 1860 furent faites les premières tentatives pour utiliser le pétrole comme combustible, notamment pour la production de la force motrice nécessaire au forage des puits et pour la distillation de l'huile.

En 1866 et 1867, on l'employa à Boston pour la mise en pression des chaudières, des pompes à incendie, puis sur la corvette *Palos* de 426 chevaux indiqués. Ces essais donnèrent des résultats satisfaisants.

De la même époque datent les premières locomotives chauffées au pétrole sur les lignes traversant les contrées où se trouvaient les gisements.

Aujourd'hui, comme nous l'avons dit, il n'est pas d'industrie où son emploi n'ait pénétré.

Emploi du Combustible liquide.

PULVÉRISEURS.

Les pulvérisateurs forment l'élément principal des appareils employés pour la combustion du pétrole. Le principe est toujours le même.

On peut les classer en deux catégories principales.

Les pulvérisateurs du type à boîte sont composés d'un réservoir de forme quelconque, mais le plus ordinairement cylindrique, dont une paroi est percée d'ouvertures généralement rectangulaires, longues et très étroites, placées l'une au-dessus de l'autre. Le réservoir est divisé en deux compartiments, la cloison étant placée au niveau de l'intervalle entre les deux orifices.

Tels sont les types des brûleurs Russes principalement.

Lenz (fig. 1), Kauffmann (fig. 2), Karapetoff (fig. 3), Brandt (fig. 4), Wedenieff (fig. 5), etc.

Les pulvérisateurs du type injecteur présentent, en général, une grande analogie avec les injecteurs simples ordinaires : 2 tubes concentriques,

dont l'extrémité est légèrement conique ou rétrécie, par lesquels s'échappent le pétrole et la vapeur ou l'air sous pression.

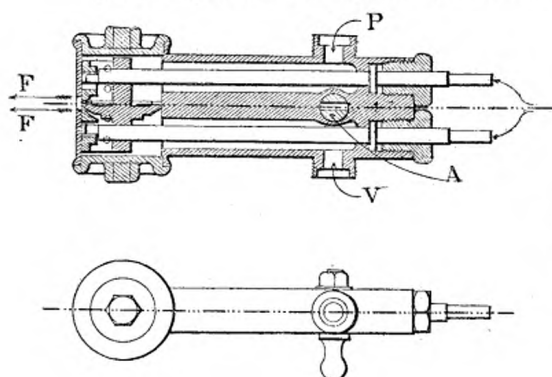


Fig. 1. — Brûleur Lentz.

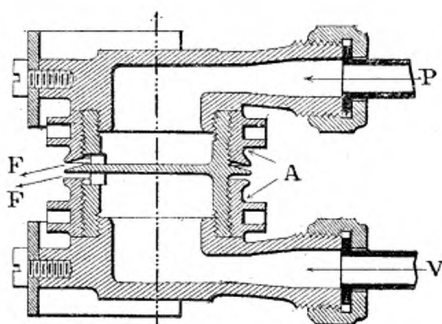


Fig. 2. — Brûleur Kauffmann. (Type à boîte.)

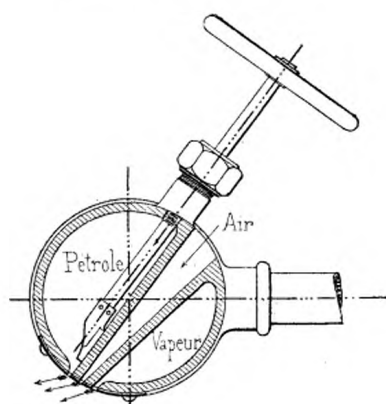


Fig. 3. — Brûleur Karapetoff.

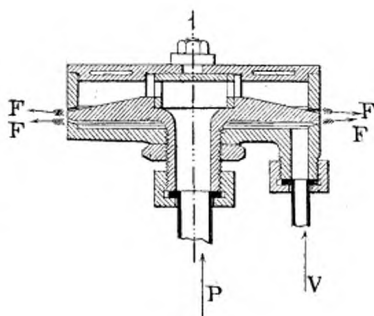


Fig. 4. — Brûleur Brandt.

Dans la plupart, le pétrole débouche par le tube central; type Dunder (fig. 6); dans quelques autres, c'est la vapeur; type Kauffmann (fig. 7).

Quelques-uns, enfin, présentent des dispositions particulières telles que trois tubes concentriques : type Anderson avec injection d'air et de vapeur, (fig. 8), ou des systèmes tout spéciaux : (Hydro Carbon Burner).

Dans tous, le jet de vapeur ou d'air sous pression, non seulement pulvérise le combustible liquide, mais entraîne l'air extérieur qui doit aider à la combustion. Quelques-uns sont même construits spécialement pour activer le courant d'air et l'amener à se mélanger intimement au combustible pulvérisé (brûleur Columbia).

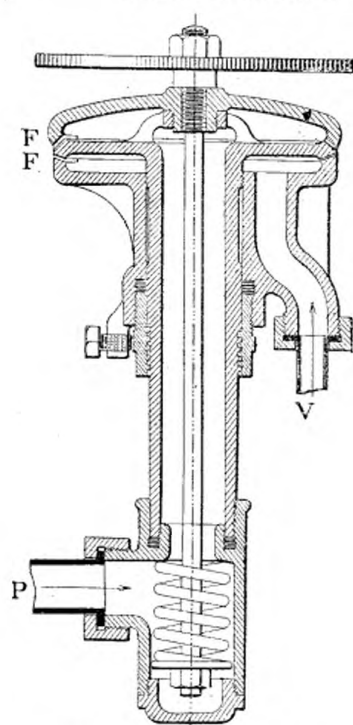


Fig. 5. — Brûleur Wedenief.

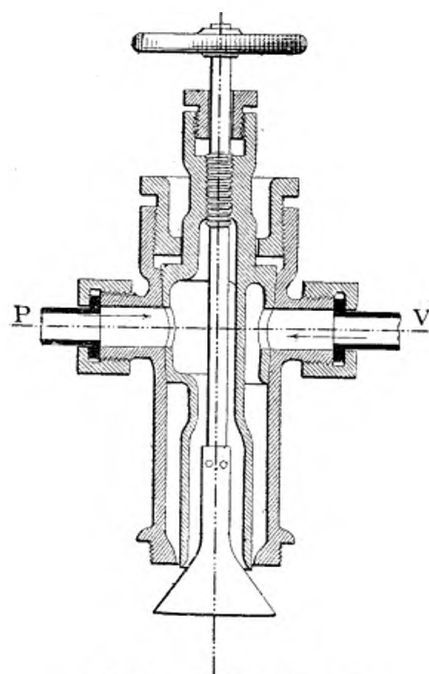


Fig. 6. — Brûleur Dunder.

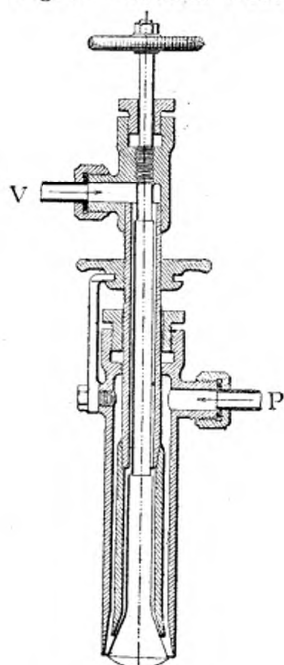
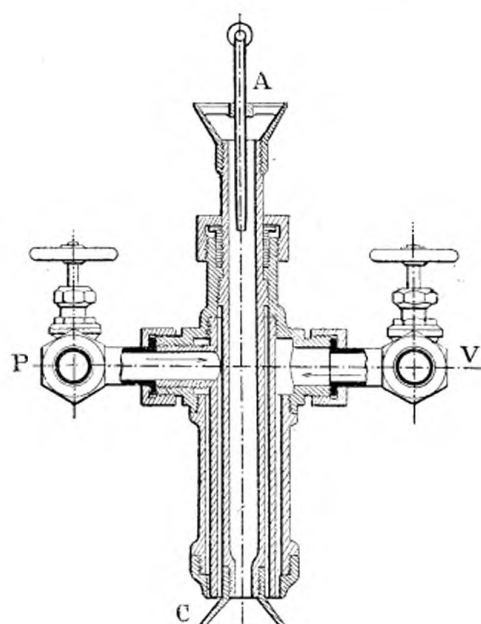
Fig. 7 Brûleur Kauffmann.
Type injecteur.

Fig. 8.— Brûleur Anderson.

Les brûleurs avec orifices ronds sont en général préférés, car ils présentent moins de chances d'engorgement, surtout pour le pétrole, qui peut contenir des impuretés ou se dessécher sous l'action du feu.

Les mêmes raisons peuvent faire préférer le passage du pétrole par le tube central dans le cas des pulvérisateurs du type injecteur.

Mais l'inconvénient disparaît si on arrête le tube extérieur à quelque distance en arrière. Le tube extérieur présente alors à la sortie une section, non plus annulaire, mais circulaire, et si la vapeur est projetée par le centre, elle empêchera toute obstruction. Tel est le brûleur d'Urquhart employé sur les locomotives du Central Pacific Railway (fig. 9).

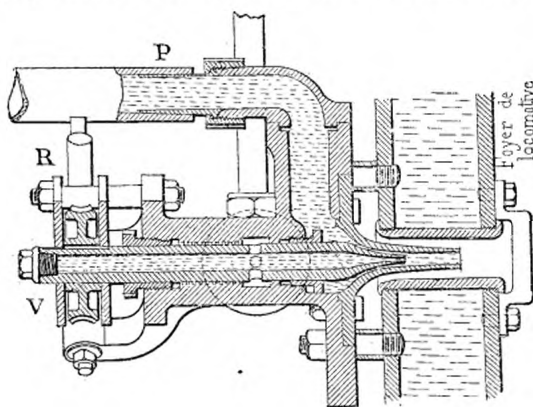


Fig. 9. — Brûleur Urquhart.

L'air peut être employé comme la vapeur à la pulvérisation du pétrole et donne de bons résultats. Cependant, l'emploi de la vapeur présente l'avantage d'éviter les réservoirs d'air, les compresseurs et accessoires qui consomment aussi une quantité de vapeur, demandent plus de surveillance et sont susceptibles d'éprouver un accident quelconque pouvant arrêter le fonctionnement des brûleurs. En outre, la vapeur lancée sur les briques du foyer portées au rouge, subit une décomposition partielle et la combustion de ses éléments active encore le feu.

Aussi, l'emploi de l'air sera-t-il adopté de préférence sur les bateaux, où l'on évitera ainsi la perte de l'eau douce en condensant la vapeur ayant servi à actionner les compresseurs.

Disposition des foyers

L'effet utile des brûleurs à pétrole varie d'autre part essentiellement suivant la construction du foyer. A l'origine on se contentait de conserver la grille ordinaire à travers laquelle passait l'air nécessaire à la combustion, qui se chauffait ainsi au contact des barreaux portés à haute température. Mais avec les grilles en métal qui sont bons conducteurs de chaleur, la température suivait trop les variations du feu. De plus elles se détérioraient rapidement.

Les barreaux de la grille doivent être remplacés par des briques à plat formant chicanes au travers desquelles passe l'air. En outre, un mur vertical en briques également disposées en quinconces est placé à une petite distance en face des brûleurs.

Ces chicanes en briques sont portées au rouge blanc, vaporisent les globules d'huile qui ne sont pas parfaitement pulvérisés et réduisent ainsi la dépense de vapeur. En outre, elles remplissent la fonction non moins importante de régulateur de chaleur, empêchent l'arrivée d'air froid sur les tubes ou les tôles de la chaudière, ainsi que la production de fumée.

Les planches n^{os} 18-19-22-23 montrent la construction du foyer des chaudières Stirling en service au Palais des Machines.

Dans les locomotives, la disposition est un peu modifiée pour la construction des briquetages. En principe, le mur vertical placé devant les brûleurs dans les chaudières fixes est ici prolongé en retour sur les côtés et forme aussi une cloison inclinée à la partie supérieure de façon à protéger toutes les tôles de l'arrivée de l'air froid. Dans les détails, les dispositions varient : il sera d'ailleurs parlé de la construction de ces foyers de locomotives dans le Chapitre des Chemins de Fer.

Sur les bateaux, les appareils pour le chauffage avec combustible liquide dépendent un peu du type de chaudière employé et des conditions spéciales des bâtiments. Ils se rapprochent d'ailleurs, soit de la disposition usitée pour les chaudières fixes avec écran vertical en briques, soit de la disposition des chaudières locomotives.

Alimentation du Pétrole pour le chauffage des chaudières du Palais des Machines.

Le pétrole nécessaire au chauffage des chaudières en service à l'Exposition était fourni par la « Standard Oil Co », de Lima, O. — De ses gisements, le pétrole était amené par une canalisation de 320 kilomètres à une station de pompes de relai, d'où il était refoulé sur une longueur de 63 kilomètres jusqu'aux terrains de l'Exposition : soit une distance totale de 383 kilomètres des sources aux réservoirs d'approvisionnement.

L'installation (Pl. 47 et 48) comprend 12 réservoirs cylindriques en tôle de fer de 5 millimètres d'épaisseur, de 2^m,438 de diamètre et de 7^m,620 de longueur formant une capacité totale de 425 mètres cubes. Ils sont placés dans une sorte de cave en briques de 22^m,73 de long, sur 20^m,53 de large et 3^m,66 de profondeur. Les murs extérieurs, en briques, ont 0^m,80 à la partie inférieure et 0^m,43 à la partie supérieure. Des cloisons en briques de 0^m,48 d'épaisseur divisent cette cave en 6 compartiments. Les briques sont hourdées et rejointoyées soigneusement en ciment de Portland. Le fond a un radier en béton avec chape en ciment. Il est disposé de façon à permettre l'écoulement soit d'eau soit de vapeur par un puisard allant à un tuyau de vidange.

La cave est recouverte d'un plancher formé de poutrelles d'acier **I** avec arcs en briques et béton de ciment par dessus. Le tout est recouvert de 0^m,30 de terre fortement tassée, descendant en talus sur les côtés.

La capacité de chaque compartiment est plus du double de celle des deux réservoirs qu'il contient. De la sorte, si une explosion, un incendie ou un accident quelconque se produisait en un point, malgré l'augmentation de volume que prend le pétrole sous l'action de la chaleur, le danger pourrait être circonscrit en un seul compartiment.

Les pompes et appareils envoyant le pétrole aux chaudières de l'Exposition étaient placées dans une petite construction très voisine des réservoirs.

Avec elles se trouvaient deux chaudières verticales d'une puissance de 40 chevaux, ayant un diamètre de 1^m,067 et une hauteur de 2^m,438, chauffées au pétrole; une petite pompe d'alimentation d'eau pour ces

chaudières, un réchauffeur d'eau, et une dynamo Jenney pour l'éclairage électrique de la station.

Les pompes à pétrole étaient au nombre de deux, du type duplex « Snow » d'une puissance de débit de 1 800 litres par minute chacune : les dimensions intérieures des cylindres, de $203 \times 216 \times 254$.

Toute l'installation de ces appareils a été exécutée par la National Supply Co, de Chicago, connue pour sa haute compétence en matière d'alimentation de pétrole comme combustible.

Des 12 réservoirs d'approvisionnement, le pétrole est refoulé dans une colonne d'alimentation formée de 7 viroles en tôle d'acier de 5 millimètres, de 1^m,524 de haut, ce qui porte la hauteur totale à 10^m,668; le diamètre est de 0^m,762. Elle contient 5 mètres cubes. Sa grande hauteur avait pour but de donner au pétrole à son arrivée aux brûleurs des chaudières la pression constante de 0^k,42 qui avait été adoptée.

A la partie supérieure était un tuyau de trop-plein de 0^m,229 de diamètre.

Chaque pompe était munie d'une valve lui permettant d'aspirer dans les réservoirs d'approvisionnement ou dans des wagons-citernes, à volonté, s'il eut été nécessaire; et aussi d'une autre valve lui permettant de refouler indifféremment soit à la colonne d'alimentation, soit aux réservoirs. De sorte que chaque pompe pouvait séparément envoyer le pétrole des réservoirs aux chaudières ou des wagons-citernes aux chaudières.

Car, au cas où la canalisation amenant le pétrole de Lima serait venu à manquer, il pourrait être amené alors par des wagons-citernes à la station des pompes, pour être refoulé soit aux réservoirs, soit directement à la colonne d'alimentation.

De plus un tuyau permettait de faire l'aspiration en un certain point de la conduite, entre la colonne et les chaudières, pour qu'en cas d'accident sérieux à la Salle des Chaudières, le pétrole de cette conduite peut être renvoyé aux réservoirs d'approvisionnement.

La disposition des conduites et des valves était faite en vue de pouvoir utiliser chaque pompe à l'un quelconque de ces usages à un moment donné.

Enfin, il y avait une communication établie entre le tuyau de refoulement à son entrée à la colonne d'alimentation, et le tuyau de trop-plein allant aux réservoirs. La communication était ordinairement fermée par une valve à gros débit, mais en cas d'accident à la colonne, il aurait suffi

de l'ouvrir pour écouler immédiatement le contenu de celle-ci aux réservoirs.

Tous ces appareils étaient munis de valves électriques automatiques fournies par la National Electric Valve Co, de Cleveland, O.— Appliquées aux pompes à pétrole, elles réglaient le niveau du pétrole dans la colonne d'alimentation ; aux appareils d'alimentation des chaudières de l'Exposition, elles y réglaient également le niveau de l'eau ; enfin, aux prises de vapeur des chaudières de la station des pompes, elles modéraient la pression de la vapeur. Par ce dispositif, toute variation dans le débit du pétrole, nécessitée par le fonctionnement des chaudières de l'Exposition, était obtenue automatiquement à la station des pompes à pétrole.

La conduite reliant la colonne d'alimentation à l'Exposition (longueur 900 mètres), était logée dans un caniveau à section rectangulaire, en bois dur de 0^m,03 d'épaisseur, placé sous terre. Elle était formée d'un tube en fer étiré de 127 millimètres de diamètre. En arrivant à l'Exposition, elle se divisait en deux conduites également de 127 millimètres, l'une pour la Salle principale, l'autre pour l'Annexe, Elle était toujours placée dans un caniveau en bois, mais recouvert de plaques de fonte amovibles. C'est sur cette conduite qu'étaient branchés les tuyaux alimentant chaque batterie de 2 chaudières.

Tout le long de cette conduite, dans le même caniveau, régnait un tuyau de vapeur de 51 millimètres, muni d'un raccord à chaque extrémité, pour être alimenté de vapeur, à volonté, soit par les chaudières de l'Exposition, soit par celle de la station des pompes.

L'emploi de ce tuyau était nécessaire pour le cas où un abaissement dans la température de l'atmosphère aurait rendu le pétrole épais et visqueux : la vapeur aurait empêché son refroidissement.

Dans le même but, dans chaque réservoir d'approvisionnement était placé un petit serpentin de 28 millimètres alimenté par la vapeur des chaudières de la station des pompes.

Ainsi toutes les précautions étaient prises pour assurer l'alimentation du pétrole aux chaudières.

Les réservoirs étaient remplis tous les jours une fois par un agent de la « Standard Oil Co », qui avait soin de noter exactement chaque fois la hauteur du pétrole avant le remplissage ; et leur contenance étant exactement connue, on avait ainsi la mesure exacte du pétrole fourni par cette Compagnie.

Pour fournir la vapeur aux brûleurs, une conduite principale de 31 millimètres régnait au-dessus de toutes les chaudières. Elle pouvait recevoir la vapeur de chacune des batteries par un tuyau indépendant de la prise de vapeur principale et la distribuer aux brûleurs.

De sorte, qu'une chaudière quelconque pouvait avoir ses brûleurs à pétrole alimentés en vapeur par une autre chaudière quelconque de l'installation.

Comme il en restait toujours quelqu'une en pression pouvant fournir de la vapeur, l'allumage ne présentait donc aucune difficulté.

Lorsque l'on ne dispose pas de ce moyen, l'allumage peut se faire en chauffant d'abord avec un feu d'étoupes imbibées de pétrole ou avec un feu de bois la chaudière elle-même ; ou mieux, une petite chaudière auxiliaire.

Un procédé employé aussi est d'avoir une chaudière à serpentin où la vaporisation est presque instantanée ; on la chauffe elle-même avec un brûleur à pétrole à injection d'air refoulé par une pompe à bras.

Avec le combustible liquide, la conduite des feux est très-simple : la seule chose importante est de régler les valves des pulvérisateurs et les registres de passage d'air des foyers de façon à obtenir une flamme blanche brillante dans tout le foyer, sans stries rouges, jaunes ni bleuâtres.

On assure ainsi une combustion complète sans fumée.

La production de fumée est un signe très caractéristique d'un feu mal conduit.

Au Palais des Machines de l'Exposition, toutes les cheminées de la Salle des Chaudières et de l'Annexe étaient sous la surveillance d'un homme placé à une certaine distance au-dehors. Dès qu'il apercevait quelque fumée s'élever de l'une d'elles, il prévenait immédiatement au moyen d'un signal électrique, le chauffeur d'avoir à régler son feu.

Les feux une fois bien réglés, les chauffeurs n'avaient plus rien à faire, tous les appareils d'alimentation étant à fonctionnement automatique.

En réalité, un seul homme peut avec le combustible liquide surveiller un grand nombre de chaudières.

En outre, il faut considérer la grande régularité du feu ; sa souplesse permettant de grandes variations dans la production de vapeur.

Enfin, son pouvoir calorifique que l'on sait être théoriquement d'environ

1,40 à 1,45 de celle du charbon, assure au pétrole une grande puissance vaporisatrice. En pratique, cette puissance est encore augmentée de ce fait que non seulement la combustion dans l'ensemble est plus régulière et plus parfaite qu'avec le charbon, mais à cause de l'état de division très grande du combustible et du mélange complet produit par l'action mécanique du jet de vapeur, la quantité d'air exigée par le combustible est moindre.

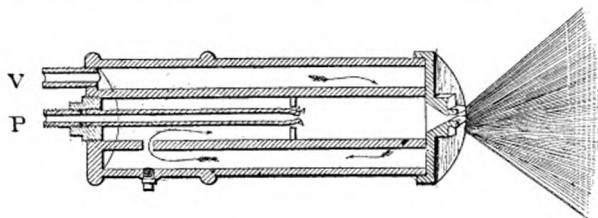
Les brûleurs peuvent occuper diverses positions dans les foyers des chaudières. Ils sont généralement placés sur le devant des chaudières, soit dans les portes des foyers, soit dans les châssis de ces portes, soit sur les côtés.

Quand ils sont adaptés aux portes, ils sont cintrés de manière à permettre l'ouverture des portes sans les déplacer; d'autres fois, ils sont articulés.

Des brûleurs fixes, placés à côté des portes, sont plus simples. C'était le dispositif des chaudières Stirling, Babcock et Wilcox, etc. D'autres fois, les brûleurs sont placés en dedans des portes du foyer, la tuyauterie en arrière des devantures des chaudières, de sorte que, quand les portes sont fermées, rien n'est visible à l'extérieur. Telle était la disposition employée pour les chaudières National et Gill au Palais des Machines.

Brûleur Larkin.

Le brûleur employé au chauffage des chaudières « Climax » est représenté par la figure ci-après. Il est du type injecteur, l'huile arrivant par



Brûleur Larkin.

un tuyau central autour duquel passe le jet de vapeur. Ce tuyau s'arrête à une certaine distance de l'orifice commun, par lequel sort le mélange :

cet orifice présente la forme d'une fente longue et étroite avec les bords disposés suivant deux plans inclinés, convergents d'abord, puis divergents, de façon à produire l'épanouissement du jet combustible. En outre, la vapeur avant de pénétrer dans l'injecteur proprement dit, circule autour dans une sorte de cylindre, formant ainsi enveloppe, et empêche le refroidissement du jet par l'air extérieur.

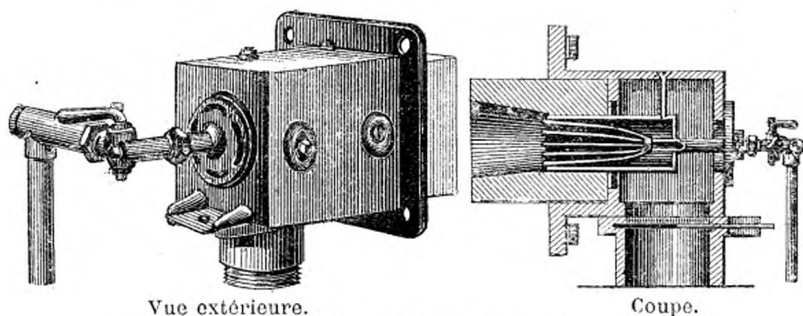
Le réglage se fait en ouvrant plus ou moins les robinets placés sur les tuyaux d'arrivée de vapeur et de pétrole.

Brûleur « Hydro Carbon Burner »

(MEYER'S PATENT)

PAR LA OIL FUEL BURNER CO. — FORT PLAIN, N.-Y.

Ce brûleur est destiné à fonctionner, non pas avec de la vapeur, mais avec de l'air comme agent pulvérisant; et sa construction spéciale a permis d'employer cet air sous des pressions relativement faibles, grâce au mélange très intime qui se produit.



Vue extérieure.

Coupe.

Brûleur Hydro Carbon Burner.

Les deux figures ci-dessus montrent la construction de l'appareil.

Il se compose d'une sorte de caisse, à la partie inférieure de laquelle arrive l'air par une tubulure verticale munie d'un registre de réglage. Le pétrole arrive, soit en charge d'un réservoir placé à un niveau supérieur, soit refoulé par une pompe d'un réservoir placé plus bas, au moyen d'un tuyau qui se replie pour pénétrer horizontalement dans la caisse à air. L'arrivée du pétrole est réglée par un robinet placé à son

entrée dans la caisse. Ce tuyau, de petit diamètre, est percé d'un orifice au sommet d'un faisceau de fils métalliques qui va en s'épanouissant. Il est entouré d'un cylindre en métal qui l'enveloppe ainsi que le faisceau de fils métalliques. L'air passe autour, et est ramené vers le centre par un écran; il se produit ainsi un brassage énergique et un mélange parfait. Le tout est placé dans une gaine réfractaire dans laquelle le faisceau métallique se trouve porté à haute température par la combustion du mélange d'air et de pétrole pulvérisé.

L'appareil est muni d'une bride qui permet de le fixer sur n'importe quel foyer.

Ainsi que nous l'avons dit, l'avantage principal de ce brûleur réside dans le mélange très parfait que l'on obtient entre l'air et le pétrole. On peut ainsi faire fonctionner l'appareil sous des pressions de 200 à 250 millimètres de hauteur d'eau. Il en résulte une économie sensible de force motrice, et même de frais d'installation, puisque l'on n'a pas besoin de compresseurs proprement dits. Ce type de brûleur est déjà très répandu en Amérique pour toutes sortes d'industries : forges, fours métallurgiques, chauffage des liquides : il a donné complète satisfaction.

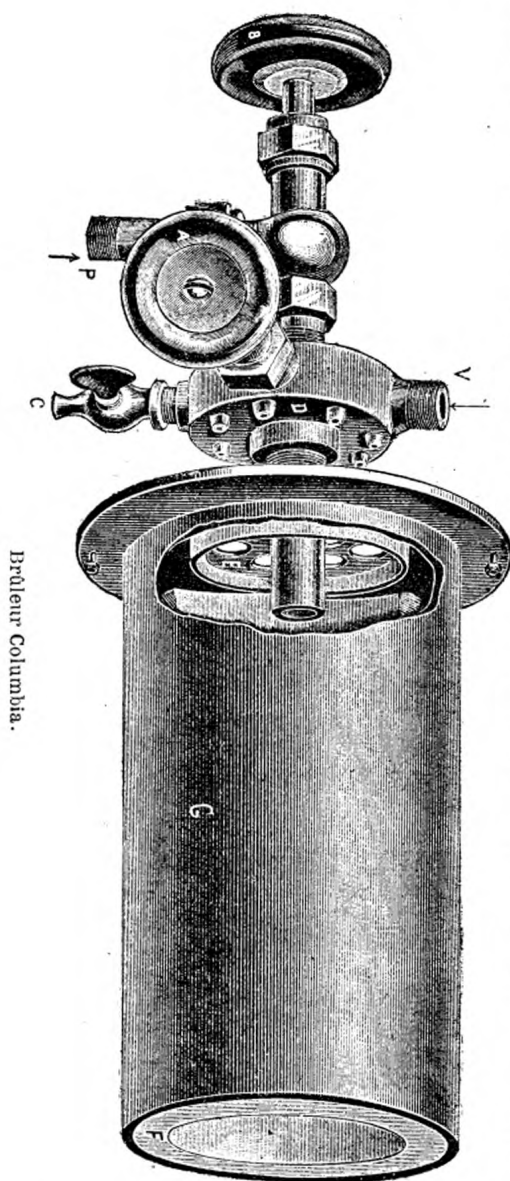
Brûleur « Columbia »

PAR LA « SHIPMAN ENGINE M. F. G. CO. », ROCHESTER, N.-Y.

Cette Société présentait un type de brûleur à pétrole très intéressant avec injection d'air et de vapeur. La figure ci-dessous en montre la vue extérieure.

La chambre de pulvérisation a la forme d'un cylindre creux G, ouvert à son extrémité à côté du foyer, fermé de l'autre par une tôle. Ce cylindre est formé d'une enveloppe métallique avec revêtement intérieur en ciment réfractaire F. Dans la tôle arrière pénètre l'extrémité de l'injecteur à pétrole proprement dit au centre, et tout autour sont percés des orifices circulaires.

L'injecteur est formé comme dans les brûleurs ordinaires d'un tube intérieur terminé par une partie conique, avec aiguille à tige filetée manœuvrée par un volant B, pour le réglage du débit. La vapeur arrive en V; une partie passe dans un tube entourant le tube à pétrole, le pulvérise à sa sortie, et le lance dans la chambre de combustion G: Une autre partie de la vapeur se répand dans une sorte de réservoir D. La



Brûleur Columbia.

face de ce réservoir du côté du foyer est munie de mamelons, dans lesquels sont percés des trous coniques, ayant leurs axes parallèles à l'axe central, précisément en face et à peu de distance des orifices E ménagés dans le fond arrière de la chambre de pulvérisation G. Le volant A règle le débit de la vapeur. Celle-ci lancée avec force par les petits cônes, dans les orifices E, produit l'entraînement de l'air qui se trouve aussi lancé pour se mêler au pétrole pulvérisé. On est ainsi assuré du mélange complet de tous les éléments formant un gaz combustible, capable de développer une très haute température.

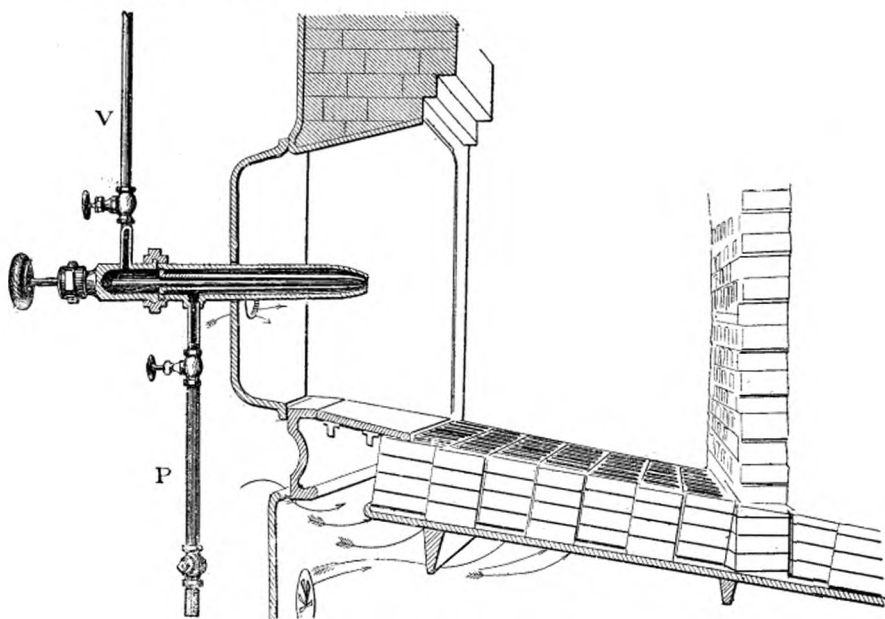
Comme tous les brûleurs, le brûleur Columbia pourrait fonctionner avec de l'air sous pression au lieu de vapeur : Mais l'emploi de cette dernière est préférable.

Les diverses applications faites de ce brûleur ont montré un fonction-

nement très économique, une combustion très complète du combustible liquide et production d'une température très élevée.

Brûleur Burton

Nous citerons encore le brûleur Burton dont la figure ci-contre donne une coupe ainsi que son montage dans un foyer de chaudière à vapeur. Il est du type injecteur très simple.



Brûleur Burton. — Vue extérieure et montage sur un foyer.

On remarquera que la plaque en fonte dans laquelle il est placé est percée d'orifices pour le passage de l'air nécessaire à la combustion. Une aiguille avec vis et volant règle le débit de pétrole.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur la description des brûleurs; la plupart se rapportent au type injecteur ou au type à boîte dont nous avons donné les caractères ou du moins s'en écartent fort peu par des détails de construction.

Outre les accessoires des chaudières que nous avons examinés, l'Exposition Colombienne présentait encore de fort belles collections d'appareils pour générateurs de vapeur. Tels sont les soupapes, les valves, les robinets, les réducteurs de pression etc.; grilles spéciales pour les foyers, appareils d'injection d'air pour foyers fumivores, dont l'intérêt s'accroît de jour en jour.

La revue détaillée de tous ces produits nous entrainerait en dehors du cadre de l'ouvrage.

Nous devons nous contenter de citer parmi celles présentant plus intéressantes expositions les maisons suivantes.

Les ateliers « The American Well Works », Aurora, Ill., pour leurs valves, soupapes robinets, régulateurs de pression niveaux d'eau.

La « Oil Well Supply Co., » Pittsburg, Pa., pour les mêmes appareils, et aussi pour ses soupapes de sûreté dont elle présentait une très belle collection, ses manomètres graisseurs, robinets de jauge, appareils de nettoyage des chaudières brûleurs.

— Nathan Mfg Co. — N.-Y.

— Chapman Valve Mfg Co. — Chicago.

— Chicago Gas and Crude Oil Burner Mfg. Co. — Chicago.

— National Supply Co. — Chicago, — qui fit l'installation de l'alimentation du pétrole pour le chauffage des chaudières.

— Reliance Gauge Co. — Cleveland, Ohio.

Et dans la Section Anglaise.

Cady and Co, Ltd. — Nottingham.

Économic Smokeless Fire Co. — Bradford. — pour ses appareils fumivores.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
CHAUDIÈRES FIXES.	
Considérations générales.	1
Chaudières en service au Palais des Machines.	
Importance et description générale de l'installation de la salle des chaudières et de l'annexe	3
Chaudières de la « National Water Tube Boiler Company »	6
» » « Safety Gill's Water Tube Steam Boilers »	13
Tableau des dimensions principales des chaudières Gill.	15
Chaudières Zell, par les Ateliers Campbell et Zell	18
Chaudières Heine	24
Tableau des dimensions principales des chaudières Heine.	32-33
Chaudières Stirling	35
Cahier des charges pour la fourniture des chaudières système Stirling à l'Exposition Colombienne	41
Essai d'une chaudière Stirling à « L'Etna Iron and Steel Company »	43
» » » à la Société Electrique Edison « Grand Rapids »	45
Essai d'une chaudière Stirling à la « Brush Electric Co » avec chauffage au pétrole.	46
Chaudières Climax, de T.-F. Morrin.	48
» Babcock et Wilcox.	51
Installation de chaudières Babcock et Wilcox à la Station de l'Intramural Elevator Railway	53
Chaudières Root. — Chaudières Root avec foyer à enveloppe d'eau
CHAUDIÈRES DIVERSES.	
Chaudières de la « Stirling Co »	57
Exposition de la « Oil Well Supply Co »	59
Chaudière Battin.	60
» des ateliers « Atlas Eugène Works »	62
Nouvelles chaudières Hornsby and Sons	63
Exposition des ateliers Fraser et Chalmers. — Chaudière démontable Hazelton	66
Chaudières des ateliers « American Well Works »	68
» Chapman	70
Chaudières spéciales à l'Agriculture.	
Chaudières de la « Westinghouse Co »	72
» Gaar, Scott and Co, avec foyer à brûler de la paille.	74
» de la « Huber Mfg Co »	75
» « Peerless » de la « Geiser Mfg Co »	77
» de A.W. Stevens and Sons.	79
CHAUDIÈRES MARINES.	
Considérations générales	81
Chaudières à foyers intérieurs.	
Chaudières du croiseur protégé <i>Cincinnati</i>	82
» » <i>Olympia</i>	83
» des steamers <i>Luciana</i> et <i>Campania</i>	83
Foyers ondulés	84
Types « Adamson, Fox, Farnley Iron Co »	85
Foyers Holmes et Purves, exposés par S. John Brown and Co	86
» à suspension Maison	87
Comparaison des divers types.	88
Précautions prises pour les joints des tubes	89
Dispositif Humphry, Tennand and Co	90
Virole Peck — Virole à chapeau de l'Amirante.	91
Dispositif proposé par M. H. Benbow	92
Tubes Serve	94
Chaudières tubulées.	
Emploi des chaudières tubulées dans la marine	95
Nouvelle chaudière Thornycroft et chaudière à un seul foyer.	97
Chaudière Yarrow.	101

Comparaison avec les types Normand et du Temple	103
Chaudière Marine Babcock et Wilcox,	105
Chaudière Ward. — Essais sur le Cushing et le Montesev	107
Dimensions principales des chaudières Ward.	110 et 111
RÉCHAUFFAGE ET ÉPURATION DES EAUX D'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES.	
Exposé de la question	113
<i>Réchauffeurs à injection.</i>	
Réchauffeur — Epurateur « Webster'n Vacuum Water heater and purifier »	115
Réchauffeur Henry R. Worthington	119
Installation du réchauffeur Worthington à bord d'un bateau.	121
Réchauffeur Weir — Description et installation à bord	122
<i>Réchauffeurs à surface.</i>	
Réchauffeurs W. Baragwanath and son.	124
Réchauffeur Baragwanath à enveloppe de vapeur — type vertical	126
» » » type vertical renversé	128
» » » type horizontal.	128
Surchauffeur — Epurateur Baragwanath à vapeur vive	130
Epurateur des eaux de chaudières, système Baragwanath	129
Condenseur Baragwanath à enveloppe d'eau.	131
Réchauffeur « American Feed-Water Heater »	133
» » « National »	135
Réchauffeur — Epurateur E. G. T. Colles	136
Filtre E. G. T. Colles.	138
Réchauffeur-Epurateur « Pape, Henneberg and Co »	138
Réchauffeurs Fraser et Chalmers.	
APPAREILS D'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES.	
Pompes d'alimentation.	
New Style Marsh Steam pump.	141
Régulateur d'eau d'alimentation « Terre-Haute boiler governor »	141
Pompes Blakeslee; — Fairbanks Morse and Co,	143
Pompes Worthington; — Laidlaw and Duun; — Goulds; — Deane; — Knowles Snoh	144
Injecteurs.	
Injecteur « Automatique Metropolitan » par la Hayden and Derby Co.	145
» « Metropolitan Double Tube »	147
Ejecteur-Élévateur de la Hayden and Derby Co	149
Aspirateurs Hancock: — pour locomotives; pour chaudières fixes	151
Injecteur du Pennsylvanian Railroad par la Nathan Mfg Co	153
Injecteur Buffalo	153
Injecteur à cônes réglables de Holden and Brooke — modèle 1890 pour chaudières fixes.	156
Injecteur à cônes réglables de Holden and Brooke, modèle 1892 pour locomotives.	156
Injecteur double système Heinrich — Type de chemins de fer de ceinture de Berlin	157
COMBUSTIBLE LIQUIDE.	
Considérations sur le pétrole en Amérique	159
<i>Emploi du combustible liquide.</i>	160
Pulvérisateurs — Comparaison des divers types — Types à boîte, types Lentz, Kauffmann, Brand, Wedenieff, etc	161
Pulvérisateurs du type injecteur — Types Kauffman, Dunder	162
Types spéciaux: Anderson	162
Brûleur système Urquhart du Central Pacific Railway	163
Disposition des foyers.	164
Alimentation du pétrole pour le chauffage des chaudières en service au Palais des Machines	165
Allumage des brûleurs — Conduite des feux.	166
Montage des brûleurs sur les foyers.	167
Brûleur Larkin	169
Brûleur « Hydro Carbon Burner »	170
Brûleur « Columbia »	171
Brûleur « Burton »	173
Appareils accessoires de chaudières exposés par divers constructeurs	174

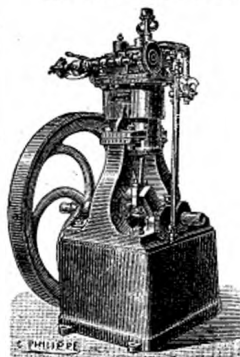
MOTEURS AUXILIAIRES

à Hydrocarbures

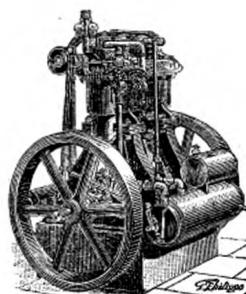
SYSTÈME

F. FOREST & G. GALLICE

Breveté S.G.D.G. en France et à l'Etranger



Moteur à Gaz pour toutes industries.



Machine marine.

F. FOREST

Constructeur-Mécanicien

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA MARINE

ATELIERS :

76, QUAI DE LA RAPÉE, PARIS

CHEMINS DE FER DE L'OUEST

Abonnements sur tout le réseau

La Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest fait délivrer, sur tout son réseau, des cartes d'abonnement nominatives et personnelles, en 1^{re}, 2^e et 3^e classes.

Ces cartes donnent droit à l'abonné de s'arrêter à toutes les stations comprises dans le parcours indiqué sur sa carte et de prendre tous les trains comportant des voitures de la classe pour laquelle l'abonnement a été souscrit.

Les prix sont calculés d'après la distance kilométrique parcourue.

La durée de ces abonnements est de trois mois, de six mois ou d'une année.

Ces abonnements partent du 1^{er} et du 15 de chaque mois.

SERVICES QUOTIDIENS APIDES

ENTRE PARIS ET LONDRES

par Dieppe et Newhaven

Les importants travaux exécutés récemment dans les ports de DIEPPE et de NEWHAVEN, en donnant la facilité d'organiser, dans ces deux ports, des départs à heures fixes, *quelle que soit l'heure de la marée*, ont permis aux Compagnies de l'Ouest et de Brighton de réduire considérablement la durée du trajet entre PARIS et LONDRES et de créer des services rapides qui fonctionnent tous les jours, sauf le cas de force majeure, aux heures indiquées ci-dessous :

De Paris à Londres :

	Jour 1-2-3 cl.	Nuit 1-2-3 cl.
Départ de Paris-S ^t -Lazare	9 h. matin.	8 h. 50 soir.
Départ de Dieppe.....	midi 45	1 h. du matin
Arrivée à		
Londres	Gare de Lon- don-Bridge. 7 h. soir	7 h. 40 matin
	Gare Victoria 7 h. soir	7 h. 50 matin

De Londres à Paris

Départ de	Gare Victoria 9 h. matin.	8 h. 50 soir.
Londres	Gare de Lon- don-Bridge. 9 h. matin.	9 h. du soir.
Départ de Newhaven....	10 h. 35 soir.	11 h. du soir.
Arrivée à Paris-S ^t -Lazare	6 h. 45 soir.	8 h. du matin.

PRIX DES BILLETS.

Billets simples, valables pendant 7 jours :

1^{re} cl. **41 fr. 25**. — 2^e cl. **30 fr.** — 3^e cl. **21 fr. 25**
plus 2 francs par billet, pour droits de port
à Dieppe et à Newhaven.

Billets d'aller et retour, valables pendant un mois

1^{re} cl. **68 fr. 75** — 2^e cl. **48 fr. 75** — 3^e cl. **37 fr. 50**
plus 4 francs par billet, pour droits de port
à Dieppe et à Newhaven

Ces billets donnent le droit de s'arrêter à *Rouen, Dieppe, Newhaven et Brighton.*

Abonnements d'un mois

La Compagnie de l'Ouest, en présence du succès obtenu par ses abonnements circulaires de 3 mois, 6 mois et un an, créés récemment sur les lignes de Saint-Cloud, Versailles (rive droite et rive gauche), Saint-Germain et Marly, vient de prendre une nouvelle mesure qui favorisera certainement le séjour à la campagne des personnes appelées constamment à Paris par leurs occupations, en créant sur ces mêmes parcours des abonnements d'un mois, délivrés pendant toute la saison d'été, du 1^{er} mai au 1^{er} octobre.

Ces nouveaux abonnements sont d'autant plus avantageux qu'on peut les obtenir à une date quelconque ; il suffit de les demander cinq jours à l'avance.

EXCURSIONS

DE PARIS A VERSAILLES & A SAINT-GERMAIN (par la Forêt de Marly)

*tous les jeudis, du 2 juin au 29 septembre 1892 inclus
(à l'exception du jeudi 14 juillet 1892)*

La Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest organisera tous les Jeudis, à partir du 2 juin et jusqu'au 29 septembre inclus (à l'exception du jeudi 14 juillet 1892), des Excursions au départ de Paris sur Versailles et Saint-Germain, aux prix et conditions ci-après indiquées :

Excursions à Versailles

Prix par place } 1^{re} classe 5 fr.
 } 2^e classe 4 fr.

Par suite d'une combinaison avec une Société de voyage, ces prix comprennent :

1^o Le transport en *chemin de fer* de Paris-Saint-Lazare à Versailles (R. D.) et retour, par les trains ci-après désignés :

Aller : Départ de Paris-Saint-Lazare 11 h. 20 et midi 20.

Retour : Départ de Versailles (R.D.) par tous les trains de la soirée à partir de 4 h. 10 soir.

2^o Le trajet aller et retour, en *voitures spéciales*, entre la gare de Versailles (R. D.) le Château et les Trians.

3^o La *visite* des Musées, Châteaux et Jardins, sous la direction des guides de l'Agence des Voyages.

Excursions à Saint-Germain

Prix par place } 1^{re} classe 5 fr.
 } 2^e classe 4 fr. 50

Par suite d'une combinaison avec une Société de voyages, ces prix comprennent :

1^o Le transport en *chemin de fer* de Paris-Saint-Lazare à Pont-de-Saint-Cloud et de Saint-Germain à Paris-Saint-Lazare, par les trains ci-après désignés :

Aller : Départ de Paris-Saint-Lazare à midi 50.

Retour : Départ de Saint-Germain par tous les trains de la soirée, à partir de 4 h. 18 soir.

2^o Le trajet en *voitures spéciales* de Saint-Cloud à Saint-Germain par Vaucresson, Rocquencourt et la forêt de Marly.

3^o La *visite* du Château de Saint-Cloud et du Musée de Saint-Germain, sous la direction des guides de l'Agence des Voyages.

TOURISTES

qui roulez sur les mauvais chemins ou sur les pavés n'hésitez pas, prenez le

PNEUMATIQUE

MICHELIN

« à tringles »

Sa *jante* est d'une rigidité telle qu'elle ne se voile pas même avec 5 rayons cassés. Sa *chambre à air* « interrompue » permet de réparer sans démonter la roue. Ses *gros boudins* d'air le rendent le plus doux de tous les pneumatiques. Ses *chambres increvables* le mettent à l'abri des clous. Ses *mille pattes* le rendent inglissable dans la boue.

Paris. — 84, rue Oberkampf. — Paris

Châînes Galle et Vaucanson



POUR
TOUS TYPES



E. BENOIT

Successeur

DE LA MAISON

VAUTER - GUYOT

Ancienne Maison GALLE

USINE A VAPEUR
PARIS



SOCIÉTÉ ANONYME DES GÉNÉRATEURS INEXPLOSIBLES

SYSTÈME : A. COLLET et C^{ie}

PARIS — 24, Rue des Ardennes, 24 — PARIS

Adresse télégraphique : GÉNÉRATEUR-PARIS

Les plus hautes récompenses aux Expositions : Médaille d'or,
Diplôme d'honneur, hors concours.

Types spéciaux : Grandes Industries, Maisons habitées,
Marine (Militaire, Commerce, Plaisance).

MI-FIXES ET LOCOMOBILES

Economie de combustible et d'entretien.

Principaux avantages : Vapeur sèche. — Grandes facilités
de montage et de conduite.

FOURNISSEUR

des Grandes Industries, de l'État : Ministères de la Guerre, des Postes et Télégraphes, de l'Intérieur, des Travaux publics, de l'Instruction publique, de la Marine et des Colonies, des Compagnies de Chemins de fer, de la Ville de Paris, de l'Administration de l'Assistance publique, de la Marine, de Commerce, des Gouvernements étrangers, des Villes, des Stations centrales d'Electricité, etc.

Toujours en fabrication, des Types de 100 à 3000 kilos de vapeur, à l'heure, pouvant être livrés rapidement.

CHEMINS DE FER DU NORD

PARIS — LONDRES

Cinq services rapides quotidiens dans chaque sens.

Trajet en 7 h. 1/2. — Traversée en 1 h. 1/4.

Tous les trains, sauf le Club-Train, comportent des 2^mes classes.

Départs de Paris

Vià Calais-Douvres : 8 h. 22 — 11 h. 30 du matin — 3 h. 15 (Club-Train) et 8 h. 23 du soir,

Vià Boulogne-Folkestone : 10 h. 10 du matin.

Départs de Londres

Vià Douvres-Calais : 8 h. 20 — 11 h. du matin — 3 h. (Club-Train) et 8 h. 15 du soir.

Vià Folkestone-Boulogne : 10 h. du matin.

Les voyageurs munis de billets de 1^{re} classe sont admis *sans supplément* dans la voiture de 1^{re} classe ajoutée au Club-Train entre Paris et Calais.

De Calais à Londres supplément de **12 fr. 50.**

Un service de nuit accéléré à prix très réduits et à heures fixes vià Calais, en 10 heures.

Départ de Paris à 6 h. 10 du soir. — Départ de Londres à 7 heures du soir.

Un service de nuit à prix très réduits et à heures variables, vià Boulogne-Folkestone.

Services directs entre Paris et Bruxelles

Trajet en 5 heures.

Départs de Paris à 8 h. 15 du matin, midi 40, 3 h. 50, 6 h. 20 et 11 heures du soir.

Départs de Bruxelles à 7 h. 30 du matin, 1 h. 15, 6 h. 20 du soir et minuit.

Wagon-salon et wagon-restaurant aux trains partant de Paris à 6 h. 20 du soir et de Bruxelles à 7 h. 30 du matin.

Wagon-restaurant aux trains partant de Paris à 8 h. 15 du matin et de Bruxelles à 6 h. 20 du soir.

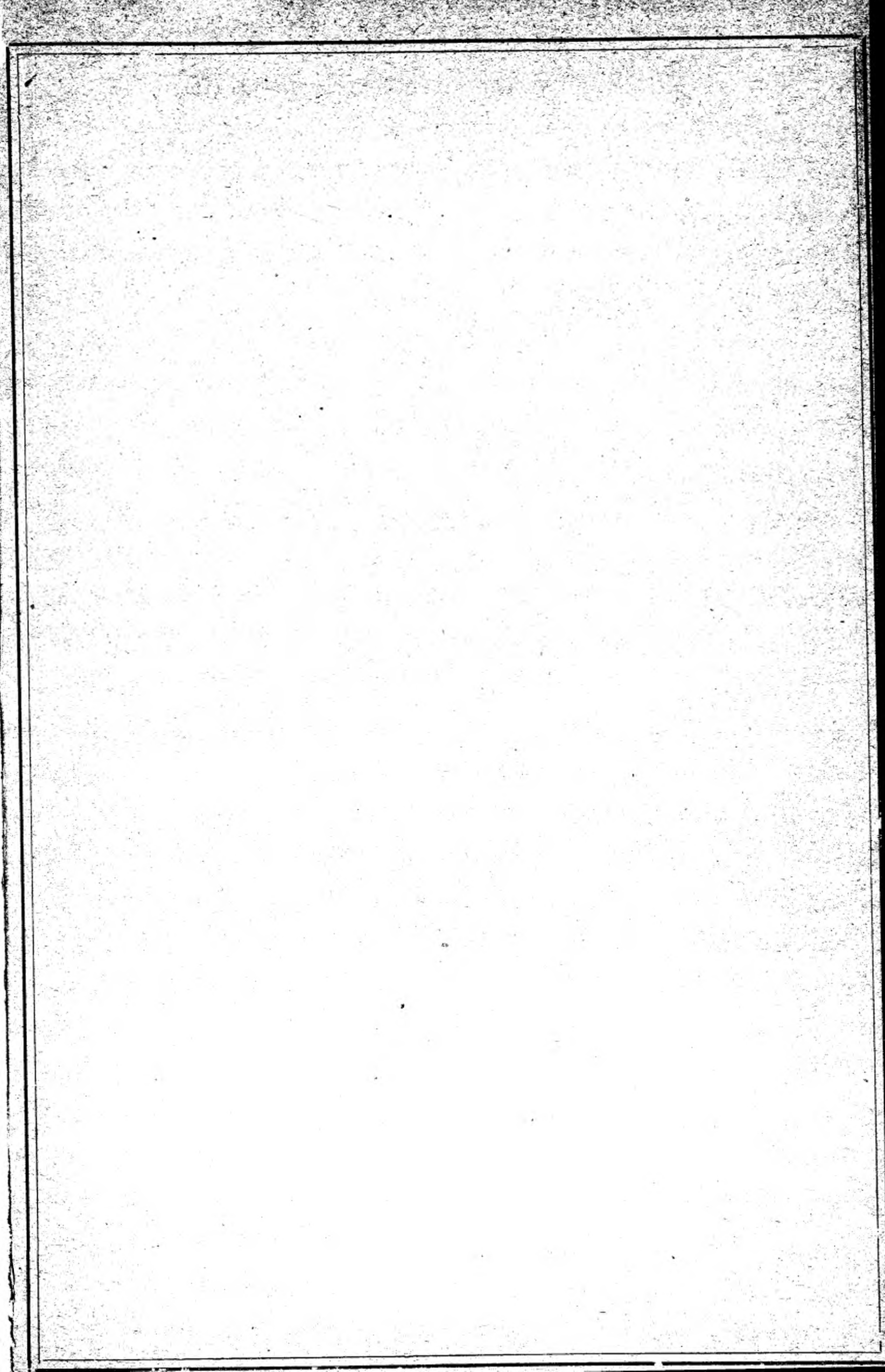
Services directs entre Paris et la Hollande

Trajet en 10 h. 1/2.

Départs de Paris à 8 h. 15 du matin, midi 40 et 11 heures du soir.

Départs d'Amsterdam à 7 h. 30 du matin, midi 55 et 5 h. 55 du soir.

Départs d'Utrecht à 8 h. 16 du matin, 1 h. 37 et 6 h. 37 du soir.



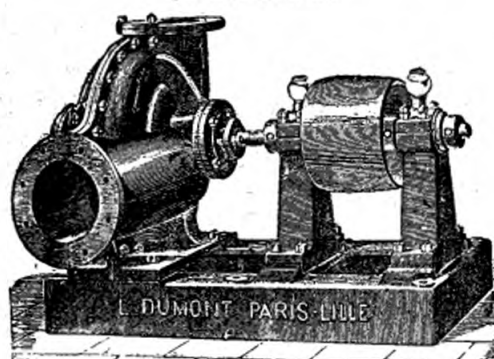
POMPES CENTRIFUGES

L. DUMONT

PARIS, 36, RUE SEDAINE || 100, RUE D'ISLY, LILLE

Exposition Universelle, Paris 1889

Médaille d'Or



Manufactures. — Travaux d'épuisement
Irrigations. — Dessèchement

Supériorité justifiée par 8500 applications

LOCATION DE MATÉRIEL

Envoi franco du Catalogue

ACCESSOIRES POUR

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Usine à vapeur: 16, rue Montgolfier. Paris

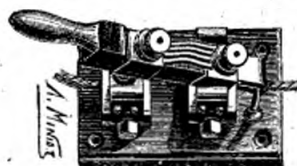
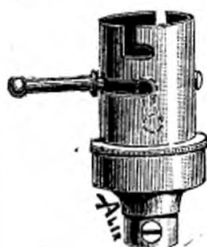
SAGE & GRILLET

Ing. E. C. P.

Ancienne Maison C. GRIVOLAS

SUPPORTS POUR LAMPES À INCANDESCENCE (Douille à clé, brevetée s. g. d. g.) — COUPE-CIRCUITS de tous systèmes et notamment C-C à barrette mobile, brevetée s. g. d. g.

COMMUTATEURS-INTERRUPTEURS
unipolaires et bipolaires, rupture rapide pour toutes intensités



Rhéostats-Griffes, Appliques

Spécialité d'articles montés sur porcelaine

EXÉCUTION DE TOUS APPAREILS SUIVANT DESSIN

Stock considérable en magasin. 300 modèles

CONDITIONS SPÉCIALES AUX INSTALLATEURS

Envoi franco des catalogues sur demande. — TÉLÉPHONE

EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS 1889. MÉDAILLE D'OR

Membre des Comités et des Jurys, Hors Concours et Diplômes d'honneur:

LONDRES, VIENNE, BARCELONE, MOSCOU, CHICAGO

CARRÉ FILS AÎNÉ & C^{IE}

Ingénieurs-Constructeurs de l'Etat — Ville de Paris — Chemins de Fer, etc.

PARIS. — 127, Quai d'Orsay. — PARIS

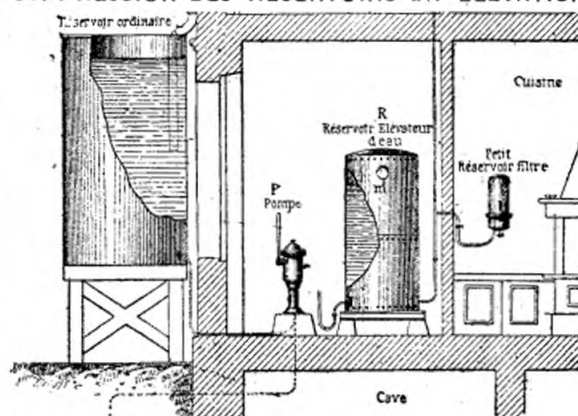
ÉLEVATIONS & DISTRIBUTIONS D'EAU

par l'air comprimé (Invention française syst. Carré, brev. s. g. d. g.)

pour distribuer en pression l'Eau Pluviale,
l'Eau des Puits, Citernes, Sources, etc.

à la Ville et à la Campagne

SUPPRESSION DES RÉSERVOIRS EN ÉLEVATION



FILTRAGE & STÉRILISATION DES EAUX

Systèmes Carré breveté s. g. d. g.

Les filtres Carré donnent l'eau pure et aérée.

Ils sont imputrescibles et se nettoient seuls par une chasse d'eau filtrée

Le Réservoir élévateur

(Brevet Carré s. g. d. g.)

S'installe en cave ou sur le sol.

Évite gelée, chaleur, contaminations, débordements et surcharges.

Donne l'eau en pression à tous les étages pour postes d'eau, ascenseurs, incendie, tout à l'égout, etc.

ET POUR

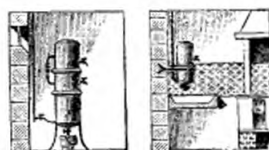
Arrosage en pression des

parcs et jardins, dimensions variables suivant les cas.

L'eau d'un puits ou d'une citerne

est distribuée à tous les étages

par l'appareil Carré.



TRAVAUX EN CIMENT

avec ou sans ossature



MARCHE À BRAS, à MANÈGE ou MOTEUR QUELCONQUE

NOMBREUSES APPLICATIONS

faites pour Maisons de Campagne, Châteaux, Communautés, Hospices, à la Bibliothèque Nationale de Paris le Crédit Lyonnais, la Maison de Nanterre, École Centrale, etc.

ENVOI FRANCO DEVIS ET ALBUMS SUR DEMANDE

