

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](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 possible 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 BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Auteur(s)	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Titre	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Adresse	Paris : E. Bernard et Cie, 1893
Collation	16 vol. ; in-8
Nombre de volumes	21
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 353
Sujet(s)	Exposition universelle (1889 ; Paris)
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE353
LISTE DES VOLUMES	
	1. Première partie. L'architecture
	2. Deuxième partie. La construction
	3. Troisième partie. Les travaux publics
	4. Quatrième partie. Mines et métallurgie
	5. Quatrième partie. La minéralogie, la minéralurgie et la géologie
	6. Cinquième partie. Les chemins de fer
	7. Sixième partie. [Tome I] Chaudières à vapeur et machines thermiques
	8. Sixième partie. Tome II. Chaudières à vapeur et machines thermiques
	9. Septième partie. Mécanique générale. Machins outils. Hydraulique générale. Travail du bois. Travail des métaux. Machineries industrielles
	10. Septième partie. Tome II. Les machines outils
	11. Huitième partie. Électricité et applications
	12. neuvième partie. Marine et arts militaires
	13. Dixième partie. Arts industriels
	14. Onzième partie. Industries chimiques
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
	15. Onzième partie. Tome II. Industries chimiques
	16. Première partie. Comptes-rendus des séances générales. Procès verbaux des séances de section. Listes des membres, etc
	Atlas des 1re, 2e et 3e parties comprenant : Architecture, La construction, Travaux publics
	Atlas des 4e et 5e parties comprenant : Mines et métallurgie, Chemins de fer (Signaux), Chemins de fer (Voie et matériel roulant)
	Atlas de la 6e partie comprenant : Chaudières à vapeur, Machines à vapeur
	Atlas des 7e et 8e parties comprenant : Hydraulique, Machines-outils, Electricité
	Atlas des 9e, 10e, 11e parties comprenant Marine et Arts militaire, Arts industriels, Industries chimiques

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Titre	Revue technique de l'exposition universelle de 1889
Volume	15. Onzième partie. Tome II. Industries chimiques
Adresse	Paris : E. Bernard et Cie, 1893
Collation	1 vol. (484 p.) : ill. en noir et blanc ; 24 cm
Nombre de vues	445
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 353 (15)

Sujet(s)	Exposition universelle (1889 ; Paris) Industrie pétrolière Distillation -- Appareils et matériel Tanneries
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/106718908
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE353.15

738

REVUE TECHNIQUE

DE

L'EXPOSITION UNIVERSELLE

DE 1889

PAR UN COMITÉ D'INGÉNIEURS, DE PROFESSEURS
D'ARCHITECTES ET DE CONSTRUCTEURS

CH. VIGREUX, FILS &

Ingénieur des Arts et Manufactures
Inspecteur du Service mécanique et électrique à l'Exposition Universelle de 1889
Secrétaire de la Rédaction

ORGANE OFFICIEL
DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Tenu à Paris du 16 au 21 Septembre 1889



PARIS

E. BERNARD et Cie, IMPRIMEURS-ÉDITEURS
53^{ter}, Quai des Grands-Augustins, 53^{ter}

1893

ONZIÈME PARTIE

TOME II

INDUSTRIES CHIMIQUES

ONZIÈME PARTIE

INDUSTRIES CHIMIQUES

L'INDUSTRIE DU GAZ

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. Auguste Lévy

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

AVANT-PROPOS

L'industrie du gaz était représentée de deux façons à l'Exposition.

La classe 27 et son annexe spécialement réservée à l'éclairage et au chauffage par le gaz ; la classe 51 (matériel des arts chimiques) ; la classe 52 avec les nombreux moteurs à gaz (¹) ; la classe 64 avec les applications du gaz à l'hygiène, formaient, d'une part, les expositions isolées et particulières des fabricants, constructeurs, inventeurs, etc.

D'autre part, les Compagnies et les Propriétaires d'usines à gaz des principales villes de France, groupés autour de la Compagnie Parisienne d'Eclairage et de chauffage par le Gaz avaient réuni dans un Pavillon spécial toutes les applications du gaz, en laissant de côté la partie technique, déjà connue par l'Exposition de la Compagnie Parisienne en 1878, et que l'on retrouve, partiell-

1. Il ne sera pas question des moteurs à gaz, décrits d'une façon claire et remarquable par M. le docteur Witz, dans la 6^e partie de la *Revue Technique*.

lement au moins, dans les expositions isolées. Ils n'ont pas voulu remettre sous les yeux du Public, les procédés de fabrication à l'usine, de distribution dans les villes ; ils se sont contenté de lui montrer quelques uns des innombrables dérivés de la houille. Nous décrirons à son tour cette Exposition spéciale et très intéressante.

Outre ces deux modes divers d'exposition proprement dite, le gaz a joué un rôle considérable à l'Exposition de 1889.

A la Tour Eiffel, plus de 4 000 becs de gaz ont été installés, dessinant les arêtes des plates-formes et aussi celles des immenses arceaux les supportant.

Le gaz alimentait les nombreux appareils de chauffage des cuisines, la machine de l'imprimerie, etc.

Au dôme central, le gaz était représenté par plus de 38 000 becs.

Au Palais du Trocadéro 59 600 becs de gaz brûlaient les soirs d'illumination.

Le gaz était encore employé par de nombreux moteurs à gaz représentant 500 chevaux de force motrice au total.

Enfin il était presque exclusivement utilisé dans les cuisines des nombreux restaurants.

Voici quelques chiffres fixant l'importance de l'industrie du gaz en France dans ces dernières années, et donnés par M. Cornuault, Président en 1889 de la Société technique du gaz.

En 1872 on ne comptait que 550 villes françaises éclairées au gaz. La population de ces villes était de 8 757 600 habitants consommant ensemble 262 000 000 de mètres cubes.

En 1878, le nombre des villes éclairées au gaz était de 687, représentant une population de 9 943 000 habitants consommant 382 000 000 de mètres cubes. Ce dernier chiffre correspond, en tenant compte de la valeur des fuites, à une production de 430 000 000 de mètres cubes environ.

Depuis lors, la statistique de la production totale du gaz en France a donné les chiffres suivants :

En 1878	430.700.000 m ³
1879	467.500.000
1880	507.800.000
1881	536.200.000
1882	560.000.000
1883	575.000.000
1884	576.000.000
1885	589.100.000
1886	600.700.000
1887	610.000.000
1888	628.000.000

En 1888, nous trouvons 1 001 villes françaises éclairées au gaz, avec une population de 12 680 000 habitants.

A Paris, la consommation de gaz par tête d'habitant est la suivante :

67 ^{m³}	790 en 1872
79 .	910 en 1876
99 .	180 en 1881
107 .	200 en 1886

Elle est actuellement supérieure à 115 mètres cubes. Voici d'autre part quelques chiffres relatifs à l'industrie du gaz en Angleterre.

En 1889, le capital engagé dans les Compagnies de gaz anglaises se montait à 1 500 000 000 de francs. La quantité de houille carbonisée s'est élevée à 9 663 000 tonnes, et la production de gaz à 2 942 438 490 mètres cubes.

Le nombre des abonnés servis en 1889 s'est élevé à 2 244 105 et la consommation moyenne par abonné était de 1 111 mètres cubes 440 litres. (Ce chiffre n'est pas comparable à ceux que j'ai indiqués plus haut et qui avaient trait, non pas à la moyenne par abonné, mais par tête d'habitant).

En 1882, le capital engagé était de 1 256 550 000 francs ; la quantité de houille carbonisée de 7 280 757 tonnes, et la consommation de gaz de 2 177 500 300 m. cubes. Le nombre des abonnés était de 1 971 971 et la consommation moyenne par abonné, de 932 mètres cubes.

On voit donc que pendant ces sept années, il y a eu une augmentation du capital engagé égale à 19,13 %, une augmentation de houille consommée égale à 32,72 %, une augmentation de production égale à 35,13 % et une augmentation du nombre total d'abonnés égale à 13,8 %. Enfin, l'augmentation de la consommation par abonné est, on le voit, égale à 19,18 %.

Il sera maintenant intéressant de nous rendre compte du rapport existant entre cette augmentation de la consommation de gaz et de la population. La population du Royaume-Uni en 1882, était évaluée à 35 297 114 habitants, et en 1889 à 37 823 249. En comparant ces chiffres avec le nombre des consommateurs, on voit qu'en 1882 une personne environ sur 18 brûlait du gaz, et qu'en 1889 l'augmentation proportionnelle était plus considérable, puisqu'il y avait un abonné sur 17 habitants. Ce fait, rapproché de l'augmentation moyenne de la consommation par abonné, qui a été comme je l'ai dit, de 19,18 %, constitue une situation très satisfaisante.

Prenons l'exemple de Londres à lui seul et remontons de 10 ans jusqu'en 1880. Voici quelle était alors la situation des trois Compagnies établies dans cette ville en 1880 : le capital réalisé était de 327 861 625 francs, la quantité de houille carbonisée de 1 918 233 tonnes, la production de gaz de 588 094 770 mètres cubes. Il a été vendu aux abonnés 513 948 750 mètres cubes. Le nombre de consommateurs était de 263 922 et la quantité de gaz vendue à chaque abonné a été de 1 947 360 mètres cubes,

Dans le courant des dix années suivantes, voici dans quelle proportion ces chiffres ont augmenté : le capital réalisé est monté à 378 045 025 francs soit une augmentation de 15,31 %, la houille carbonisée, à 2 801 557 tonnes, soit une augmentation de 46,05 %, la production du gaz à 849 735 030 mètres cubes, soit une augmentation de 44,49 %. La vente du gaz aux abonnés à 747 590 430 mètres cubes, soit une augmentation de 45,45 %. Le gaz vendu pour l'éclairage public à 45 416 760 mètres cubes, soit une augmentation de 32,8 %, ce qui donne un total de 793 007 190 mètres cubes et une augmentation de 44,67 %. Le nombre d'abonnés s'est élevé à 309 541, soit une augmentation de 17,29 % et le gaz vendu à chaque abonné à 2 415 mètres cubes 410 litres, ce qui correspond à 24,2 % d'augmentation.

Si on veut rapporter la consommation de gaz au nombre total des habitants de Londres, on trouve pour l'année 1889, 178 mètres cubes par habitant et par an (au lieu de 115 mètres cubes environ pour Paris).

La cause principale de cette différence, réside dans la nécessité d'avoir à Londres un éclairage de plus longue durée qu'à Paris, à cause de l'obscurité d'un certain nombre d'heures de la journée.

Quoiqu'il en soit, on peut dire d'une façon générale que l'emploi du gaz aux usages autres que l'éclairage ne remonte vraiment qu'à peu d'années, et qu'il y a, dans le chauffage, la cuisine, la force motrice au gaz, une consommation importante à prévoir pour l'avenir, et que les Compagnies de gaz dirigent actuellement avec raison leurs efforts dans cette voie de nouvelles et importantes applications domestiques et industrielles.

CHAPITRE PREMIER

FABRICATION DU GAZ

On trouvait dans la classe 51 :

- Un four à cornues inclinées de M. Coze de Reims ;
- Un condensateur Pelouze et Audouin modifié ;
- Plusieurs séries de produits réfractaires ;
- Une machine à faire les cornues mécaniquement, de M. Morane, jeune ;
- Un bâillet avec cribleur de M. Alavoine ;
- Un condenseur-laveur et un scrubber de M. Chevalet ;
- Plusieurs compteurs et appareils divers.

Nous allons décrire successivement chacun de ces appareils, sauf cependant les compteurs, auxquels est consacré un chapitre spécial, et nous dirons quelques

mot des diverses études de M. Lencachez sur les fours récupérateurs et gazo-gènes, études qui étaient indiquées au Pavillon des forges de la Buire.

Fours à cornues inclinées de M. Coze

C'est en 1886 que M. Coze, Ingénieur, Directeur de l'usine à gaz de Reims, fit connaître pour la première fois à la Société technique du gaz la disposition qu'il voulait essayer pour les cornues à gaz, et il annonçait qu'un four à 9 cornues chauffé au gaz, venait d'être construit à l'usine de Reims.

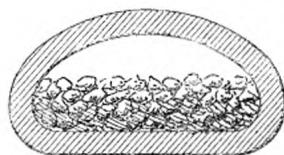


Fig. 1

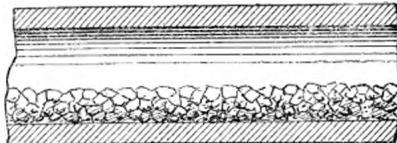


Fig. 2

L'inclinaison recherchée par M. Coze était celle qui, sur une pente déterminée, avec celle des chevrons yx , $y'x'$ (fig. 3) permet un talus régulier (fig. 2) laissant un vide pour le dégagement du gaz, comme dans une cornue horizontale (fig. 1). C'est ce que l'expérience a parfaitement démontré; aussi, le cône d'éboulement est-il le même (30°), que la houille soit tout venant ou menue, sèche ou mouillée, ce fait est prouvé par une pratique de 4 années.

Les cornues système A. Coze renferment une charge de $\frac{1}{3}$ supérieure à celle des cornues ordinaires, d'où il suit qu'un four Coze produit plus qu'un four ordinaire ayant le même nombre de cornues: dans la pratique, deux fours Coze à 9 cornues remplacent trois fours ordinaires à 9 cornues également, c'est dire que 18 cornues Coze valent 27 cornues ordinaires.

Le gaz gagnerait en pouvoir éclairant et la quantité de goudron serait un peu diminuée, vu que les gaz et vapeurs de goudron à haute température ont une tendance à s'élever au bout des cornues, mais sont obligés, par la pression, de descendre vers le bas pour trouver la pipe d'évacuation.

Quant à la manœuvre, elle se réduit à un mouvement de wagons comme pour les fours à coke, aussi, quoiqu'un four Coze coûte plus cher qu'un four ordinaire, il arriverait cependant à produire un peu à meilleur marché que ceux-ci. Mais

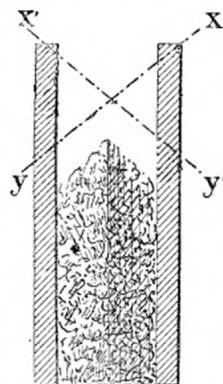


Fig. 3

sa grande qualité aux yeux des gaziers, c'est de ne pas réclamer d'ouvriers spéciaux, ayant fait un long apprentissage et tous les manœuvres peuvent convenir à son service.

Les fours à cornues inclinées de l'usine de Reims ont été étudiés par M. Lencauzet pour le chauffage par le gaz; leurs récupérateurs sont les premiers de son nouveau type; ils répondent aux exigences auxquelles doivent satisfaire en bonne pratique les récupérateurs, savoir:

- 1^o Offrir une grande surface de chauffe sous un petit volume;
- 2^o Avoir des parois d'une faible épaisseur;
- 3^o Être sans fuites appréciables;
- 4^o Résister aux chocs, grattages et nettoyages;
- 5^o Ne pas se vitrifier à haute température et
- 6^o Chauffer l'air avant la combustion à 1200° en échappant des fumées à 400° environ.

Les gazogènes de Reims sont à portes, à grilles arrosées et à barrage, ils sont soufflés facultativement. Quand ils marchent au coke tout-venant, l'air passe par une vanne de réglage au cendrier, et quand ils consomment des escarbilles, des grésillons, des briquettes de poussier de coke ou de poussier de coke additionné de poussier de houille et de goudron, il faut souffler avec une soufflerie à jet de vapeur sous pression de 6 à 9 millimètres d'eau au plus. Pour ce faire, on ferme la vanne à air libre, et on ouvre le robinet d'injection de vapeur; en moins d'une minute et sans arrêt, on passe de la marche à l'air libre à la marche soufflée et inversement.

Le but du soufflage, ici, n'est pas d'avoir du gaz sous pression, mais seulement de vaincre la résistance que présentent les combustibles menus qui se tassent dans les gazogènes, aussi quelle que soit la pression du vent sous la grille, celle du gaz, dans les fours, ne dépasse jamais 1 millimètre d'eau.

Un ventilateur ou toute autre soufflerie pourrait remplacer celle à jet de vapeur, mais, comme cette dernière est la plus simple pour souffler individuellement les appareils séparément, on lui donne généralement la préférence.

La soufflerie, dans ces conditions, est un moyen de vendre le beau coke en consommant des combustibles résidus à bas prix.

Le système Coze, plus ou moins modifié, est actuellement en voie d'application assez étendue.

Selon les usines, on a varié l'inclinaison et la longueur des cornues, ainsi que le chargement.

A l'usine de Kensal-Green, à Londres, on a monté 68 fours à 7 cornues avec le système Coze, de Reims.

A Beckton, à Londres également, on a employé le système modifié par M. Trewby. Ce dernier consiste à porter l'inclinaison de la cornue à 38° sur l'horizon, et à introduire automatiquement et parallèlement à la sole de cette

SYSTÈMES	AUTEURS des RENSEIGNEMENTS	CORNUES INCLINÉES				CHARBON		MAIN D'ŒUVRE	
		NOMBRE de cornues installées	INCLINAISON	LONGURUR	CHARGE par cornue	Tonnage distillé par journée de travail		Salaire par tonne distillée dans les cornues inclinées	Économie réalisée pour %/ du salaire dans le système horizontal
						Cornues horizontales	Cornues inclinées		
M. Coze (Fours de Reims).									
Communication au Congrès de juin 1887 .	M. Coze.	9	30°	3 ^m ,500	208	2,352	4,240	»	30 %
Rapport de M. Bérard à la Société d'Encouragement en mai 1889	M. Coze.	»	»	»	200	»	4,320	»	50
Déposition devant la Commission quinquennale en septembre 1890.	M. Coze.	»	»	»	200	2,340	4,320	»	50
CONGRÈS DES INGÉNIEURS GAZIERS D'ANGLETERRE (mai 1891)									
GAS LIGHT and COKE C° :									
Usine de Kensal Green.	M. Mac Minn . . .	476	29°5	3,812	»	3,655	6,161	1,08	41,6
— Beckton	M. T. Goulden . .	144	38°	4,577	»	3,655	9,750	0,61	67,0
— Mine Elms	M. J. Methven . .	»	»	»	»	»	»	1,35	»
SOUTH METROPOLITAN GAS C° :									
Usine de Greenwich	M. Mac Minn . . .	56	36°	4,577	»	»	»	»	50
— Rochdale.	M. T. Goulden . .	35	»	4,577	»	»	»	»	50
— Southall.		»	»	»	»	»	»	2,054	120
— Birmingham.	M. Ch. Hunt. . .	126	29°	6,329	450	»	»	»	»
CONGRÈS DE L'ASSOCIATION DU GAZ DE L'OUEST DES ÉTATS-UNIS :									
Usine de Saint-Louis (mai 1889).	M. Walsh	»	»	»	»	»	»	»	50
								Moyenne.	56 %

cornue, une plaque d'acier laissant un espace libre de 0^m,127 entre elle et la cornue. Dans un autre système, celui de MM. Morin et Van Verstraut les cornues sont terminées à l'arrière et à l'avant; et les massifs sont adossés laissant entre eux un espace libre. Au dessus de cet espace est établie une plate-forme élevée, sur laquelle circule le wagonnet chargeur, muni d'un ajutage télescopique de chargement, et d'un coude inférieur pénétrant dans la tête de cornue; ce coude est muni, dans la partie courbe, d'une plaque dont on peut varier l'inclinaison selon la nature des charbons.

Le tableau précédent (page 9), établi par M. Salanson, Président de la Société technique du Gaz, indique le nombre des cornues système Coze, actuellement en service, avec plusieurs renseignements intéressants et notamment une évaluation de l'économie de main d'œuvre.

Cette dernière considération, diminution de la main-d'œuvre, nous a été indiquée en Angleterre, comme étant une des principales causes d'emploi du système des fours à cornues inclinées. Nous n'avons pas à rechercher ici si cette économie est ou n'est pas rachetée par l'augmentation des frais d'amortissement.

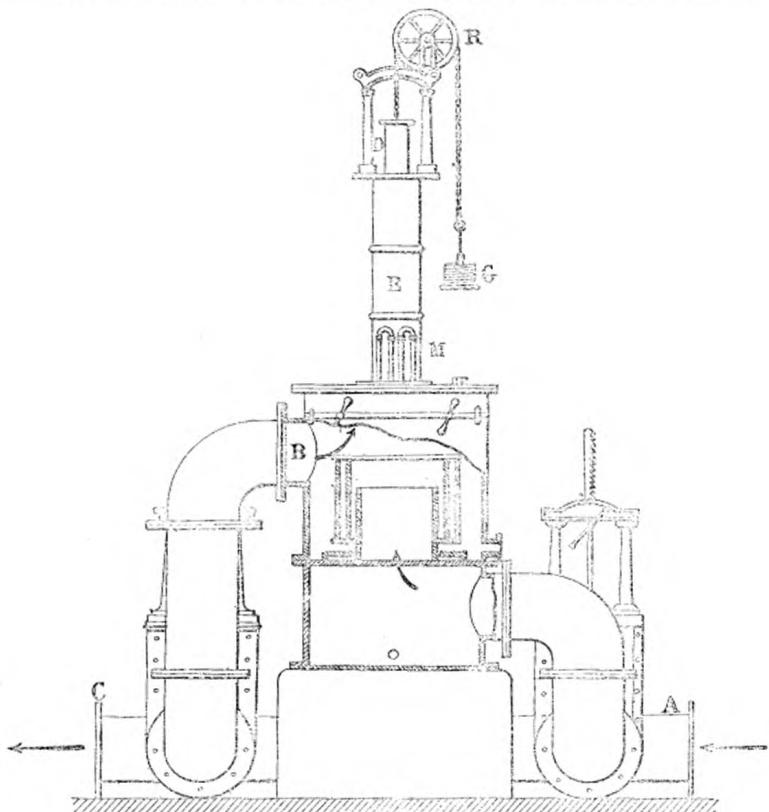


Fig. 4

Condensateur Pelouze et Audouin

Le condensateur Pelouze et Audouin modifié, rentre dans la catégorie des condensateurs à choc. Cet appareil se compose essentiellement de deux feuilles métalliques perforées et assemblées de telle façon que les trous de l'une correspondent aux pleins de l'autre ; elles sont écartées de $1^m/m,5$. Cet appareil fonctionne automatiquement, c'est-à-dire que les feuilles perforées sont disposées en forme de cloche emboitant le tuyau d'arrivée du gaz ; cette cloche est suspendue à une tige verticale portant un flotteur, le tout équilibré par un contrepoids.

Le gaz arrive dans l'appareil par le tuyau inférieur A (fig. 4 et 5) et se répand

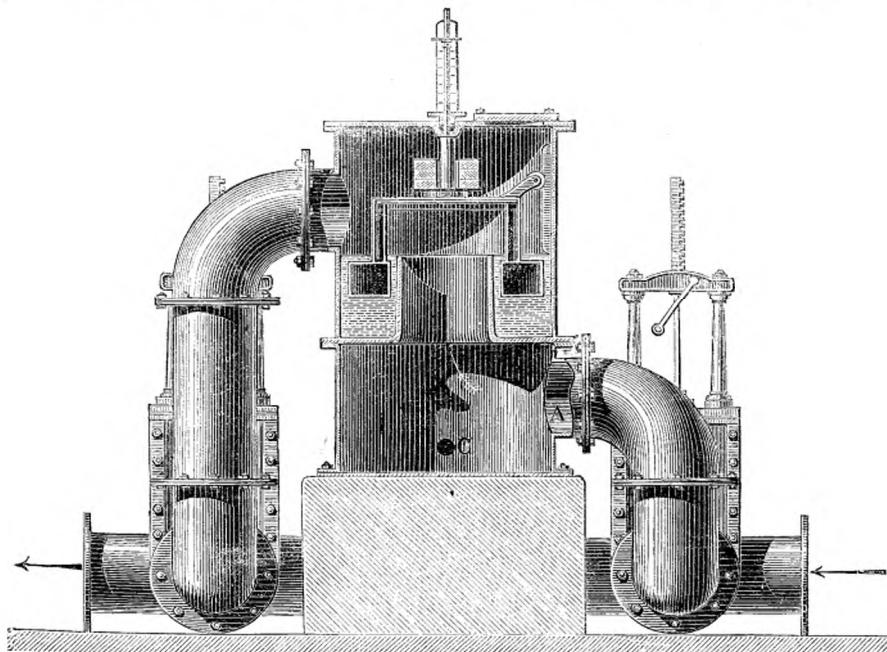


Fig. 5

dans une caisse, surmontée d'un tuyau vertical débouchant sous la cloche qui baigne en partie dans le goudron ; il traverse les deux couples de cylindres perforés, et la section de passage qui lui est offerte varie évidemment avec le nombre de trous mis à découvert par l'émersion de la cloche, puis il quitte l'appareil par le tuyau supérieur B.

Le goudron et l'eau ammoniacale abandonnés par le gaz, ruissentent le long de la cloche et tombent dans le bain dans lequel elle plonge ; l'excès tombe dans la

caisse et s'écoule au dehors par la tubulure C, à laquelle s'adapte un siphon.

La cloche est suspendue par une tige clavetée à une deuxième cloche D d'un diamètre beaucoup moindre.

Cette dernière plonge dans un godet hydraulique ménagé dans la cloche E, qui surmonte l'appareil, et empêche le gaz de s'échapper par l'ouverture nécessaire au passage de la tige, elle est reliée à un contrepoids G variable à volonté, qui sert à régler la perte de pression que doit subir le gaz par son passage dans l'appareil. Un manomètre M communiquant par l'une des branches avec l'entrée, par l'autre avec la sortie de l'appareil, indique cette perte de pression.

Si nous examinons les conditions d'équilibre de cet appareil, en désignant par :

- P la pression d'entrée en kilogrammes par mètre carré ;
- p la pression de sortie en kilogrammes par mètre carré ;
- S la section de la cloche condensatrice en mètres carrés ;
- s la section de la petite cloche supérieure en mètres carrés ;
- π le poids de la cloche condensatrice en kilogrammes ;
- π' le poids de la petite cloche et de la tige en kilogrammes ;
- c le contrepoids.

On a pour équation d'équilibre :

$$(P - p) S + ps = \pi + \pi' - c = C \text{ (constante).}$$

L'équation devient :

$$\begin{aligned} & (P - p) S + ps = C \\ \text{d'où on tire : } & PS - pS + ps = C \\ \text{et } & PS - p(S - s) = C \end{aligned}$$

Pour que la pression absorbée $P - p$ par l'appareil soit constante, il faut que $S = (S - s)$ ou $s = 0$, c'est-à-dire qu'il faut supprimer la petite cloche supérieure.

Dès lors, on aurait :

$$(P - p) S = C$$

S ne variant pas, l'absorption de pression $P - p$ sera constante.

Se basant sur ces considérations, M. Rouget a été conduit à supprimer toute la partie comprenant le fourreau E, la cloche D et le renvoi R et à mettre à la partie inférieure du panier un flotteur, calculé de façon à ce que la cloche flotte sous une pression de 0^m,3 par exemple. En surchargeant le panier avec des poids, on fait peser à cette cloche le poids que l'on veut, 6, 7, 8 centimètres d'eau. Les surfaces, sur lesquelles s'opèrent les pressions P et p étant égales, l'appareil, réglé une fois pour toutes, fonctionnera toujours sous la même différence de pression : $P - p$.

Le panier est guidé par des galets, comme cela se fait pour les régulateurs des cloches d'émission. Si l'on tenait à connaître la position du panier dans l'appareil, il suffirait de placer sur le haut une tige de faible diamètre traversant un presse-étoupes et munie d'une flèche à son extrémité.

La suppression du fourreau E et du mécanisme supérieur permettent de faire servir le plateau supérieur de l'appareil comme porte d'accès pour opérer le changement du panier.

Pour assurer de plus le fonctionnement régulier de l'appareil, M. Rouget a été conduit à diminuer assez rapidement, par rang, à partir de la demi-hauteur du panier, le nombre de trous perforés dans la tôle, de façon à produire à l'immersion du panier (fig. 6) une diminution très sensible de la section de débit pour une course de quelques centimètres.

La suppression de la colonne E et de la cloche D supprime en même temps les chances de rentrées d'air par le joint hydraulique que forme la cloche D.

Le panier du condensateur de M. Rouget se compose de deux cloches en tôle, concentriques, perforées, s'emboitant l'une dans l'autre et fixées par quatre boulons. Le démontage et le nettoyage de l'appareil sont ainsi simplifiés.

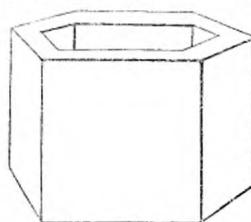


Fig. 6

Machines à faire les cornues mécaniquement de M. Morane jeune

Deux points essentiels sont à considérer dans la question de fabrication mécanique des cornues, le prix de revient et la qualité.

Dans la fabrication mécanique, la pression est un grand facteur, et à ce point de vue, les accumulateurs hydrauliques qui peuvent donner jusqu'à 50 et 100 atmosphères paraissent spécialement indiqués. Les deux qualités essentielles d'une cornue à gaz, la solidité et l'imperméabilité, paraissent être à peu près également remplies par les cornues faites à la main ou à la machine.

Un point plus particulier peut militer en faveur de ce dernier mode de fabrication, c'est leur moindre épaisseur (qui est de 6 à 7 centimètres dans les cornues faites à la main).

En effet, grâce à la faible conductibilité de la terre réfractaire, la température à l'extérieur de la cornue est de 100 à 150° plus élevée qu'à l'intérieur. Or, aux températures des fours, il n'est pas négligeable de gagner 50 % si cela est possible; et, si cela pouvait être obtenu par les cornues d'épaisseur réduite, fabri-

quées à la presse et offrant néanmoins les mêmes qualités de résistance et de durée, il y aurait lieu d'adopter ces dernières.

Voici en quoi consiste la presse de M. Morane, au moyen de laquelle se font d'un seul coup les têtes et les fonds des cornues.

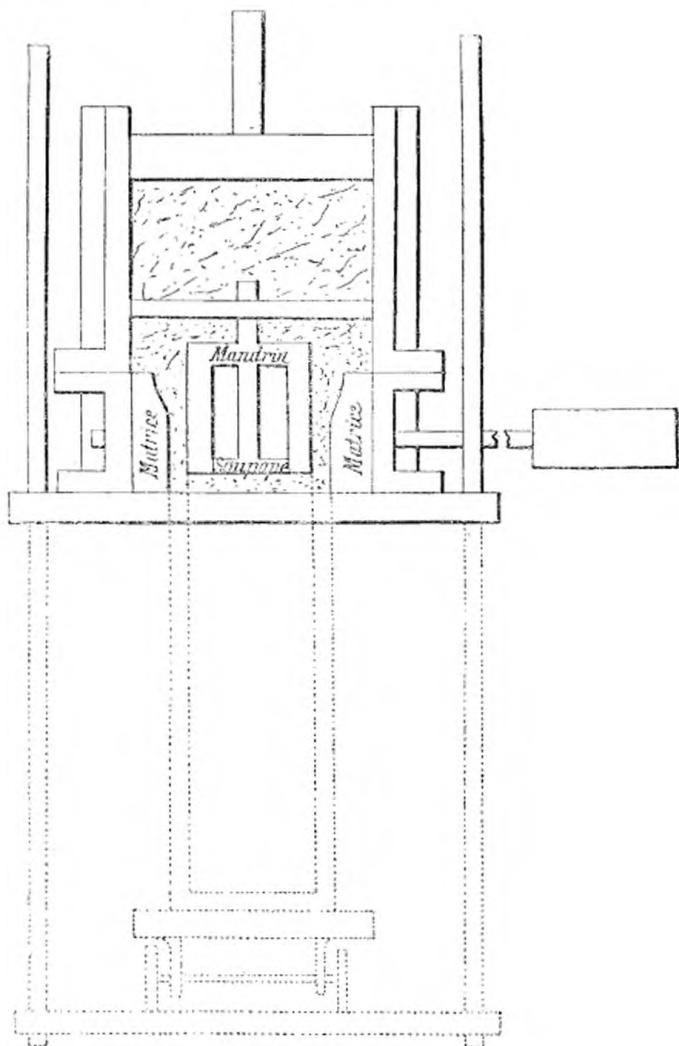


Fig. 7

A la partie supérieure, se trouve un cylindre vertical en fonte épaisse, avec des nervures extérieures. C'est dans ce cylindre que se fait la compression. A ce cylindre, on fixe un autre cylindre en fonte qui peut se séparer en deux.

C'est dans ce cylindre qu'on établit la matrice, qui a la forme extérieure de la cornue, avec le renforcement de la tête; la partie intérieure de la cornue est

formée par un mandrin en fonte, fixé au cylindre supérieur. Ce mandrin est terminé à sa partie inférieure par une partie bombée, un peu mobile, appelée soupape, il peut être mis en communication intérieurement avec l'atmosphère.

L'appareil comprend deux pistons hydrauliques; un gros pour la compression, un autre moindre pour les manœuvres.

Un plateau métallique peut venir s'appliquer hermétiquement sous le cylindre inférieur; ce plateau est mû, soit par le premier piston, soit par le second, au moyen de transmissions.

La première opération consiste à faire le fond. Le plateau est appliqué contre le cylindre inférieur; le gros piston comprime la terre qui passe entre la matrice et le mandrin et vient remplir l'espace entre le plateau et la soupape; quand l'opération est terminée, on voit sortir la terre d'un petit orifice pratiqué dans le plateau.

Avant de laisser descendre le plateau, on met le mandrin en communication avec l'atmosphère, la pression atmosphérique s'établit sous le fond, on peut alors laisser descendre le plateau, la pression atmosphérique agit de même sur les deux faces du fond.

Le plateau descendu, on fait arriver sur lui un chariot à fond plat sur lequel on a jeté un peu de sable; le plateau le remonte à hauteur du fond, on fait mouvoir le gros piston qui comprime la tête et moule la cornue en même temps que le chariot descend.

Quand la cornue a la longueur voulue, on enlève les boulons qui tiennent les deux parties du cylindre inférieur; un piston horizontal enlève les deux parties, et la tête de cornue apparaît; il ne reste plus qu'à la détacher avec un fil de cuivre.

On peut faire 12 cornues par jour avec six hommes. Quand les cornues sont faites à la main, un homme peut faire une cornue par jour; on économise donc 50 % de la main d'œuvre.

Machine à dresser les tampons de cornues

La fabrication des têtes de cornues sans lut, exige l'emploi d'un lapidaire horizontal sur lequel les tampons subissent un travail de rodage après le dégrosissage à la meule.

A cet effet, deux ouvriers placent le tampon sur le lapidaire et le rodent en l'animant d'un double mouvement de va-et-vient et de rotation. Ce travail est pénible et lent, aussi a-t-on cherché aux ateliers des Travaux mécaniques de la Compagnie Parisienne du Gaz, le moyen de le faire mécaniquement.

La machine représentée figure 8 remplit ce but.

Un arbre vertical double reçoit le mouvement de la transmission au moyen d'un engrenage conique. Cet arbre est composé de deux pièces concentriques A et B tournant l'une dans l'autre.

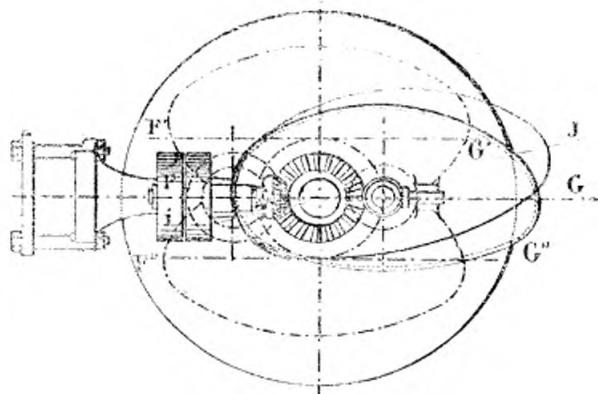
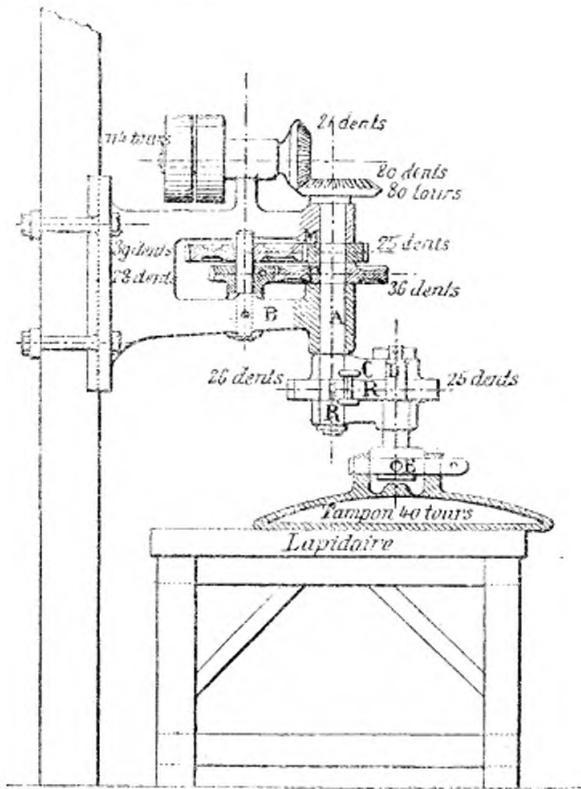


Fig. 8

La pièce centrale A porte dans le haut une roue dentée M qui transmet le mouvement à l'arbre extérieur B par le moyen des roues N, O et P, P étant clavetée sur l'arbre B.

Ces 4 roues forment un rapport de $\frac{25 \times 28}{40 \times 35} = \frac{1}{2}$, l'arbre B ne fait donc qu'un tour pendant que l'arbre A en fait deux.

Dans l'exécution, ce rapport $\frac{1}{2}$ est légèrement modifié pour que la somme des dents de chaque paire de roues soit la même.

A la partie inférieure de l'arbre A, est claveté un engrenage R en relation avec un deuxième R' supposé de même diamètre. R' est porté par un bras C fixé sur l'arbre B, et dans son mouvement il entraîne un axe D auquel est attaché le tampon à roder.

Si les deux roues R et R' avaient leurs axes fixes, pour deux tours de R, R' ferait également deux tours et en sens inverse.

Mais le bras C exécutant une révolution autour de A pendant que celui-ci et la roue R en exécutent deux dans le même sens il s'en suit que, de retour au point de départ, la roue R' n'aura plus fait qu'un tour sur elle-même.

Or, le bras C tournant d'un côté, la roue R à l'inverse, tous deux ayant accompli une révolution dans le même temps, il en résulte qu'un axe donné de la roue R' ou du tampon qu'elle porte se sera déplacé parallèlement à lui-même. Le diamètre FG aura pris successivement les positions F' G' F'' G'' indiquées sur le plan, sans avoir tourné.

Dans ces conditions, le tampon passerait à chaque nouveau tour par les mêmes positions qu'au tour précédent. Il userait donc le lapidaire toujours au même point.

Pour obvier à cet inconvénient, il suffira de mettre à la roue R une dent de plus qu'à la roue R' et après chaque révolution, cette dernière aura pris une avance d'une dent sur R. Aussi, au lieu de revenir en FG au deuxième tour, le tampon se placera en IJ suivant le tracé, et il lui faudra 25 tours pour se retrouver au point de départ.

Le lapidaire s'use ainsi régulièrement.

La démonstration du mouvement de translation parallèle du tampon peut se faire géométriquement de la manière suivante :

Etant donné que l'engrenage R (voir fig. 9) fait deux tours pendant que le bras C n'en fait qu'un dans le même sens, prenons deux points *a* et *b* à égale distance angulaire du point *m*.

Ces deux points se rencontreront sur la ligne des centres, la roue R' aura tourné de l'angle ω et le point *b* se trouvera alors sur l'axe du bras C ainsi que le point *a*.

Or, le bras C ayant une vitesse moitié de la roue R, pour que *a* vienne sur l'axe du bras, il faudra qu'il parcoure le double du chemin qui les sépare, c'est-à-dire un angle α $A\alpha = 2\alpha Am$.

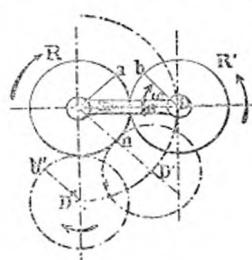


Fig. 9

Dans cette situation, le bras C sera en AD', $m A n$ étant égal à $a A n$ et le rayon bD en nD' . Mais nD' est parallèle à bD . On voit donc que le rayon bD se sera déplacé parallèlement à lui-même. Il en serait de même pour tout autre déplacement angulaire du point choisi. Par conséquent, la roue R tout en tournant autour de A ne fait aucun mouvement autour de son axe par rapport à un point fixe extérieur.

Ce n'est pas indifféremment qu'un mouvement analogue à celui donné au tampon par la main de l'ouvrier a été choisi de préférence à tout autre ; c'est parce que, dans ce mouvement, tous les points de la surface à dresser sont animés de la même vitesse et par suite se rodent également.

Laveur-condensateur Chevalet

Le principe de cet appareil (représenté par les fig. 10 et 11), est le suivant : Si sur une plaque de métal, perforée de trous de 1 à 3 millimètres de diamètre, placée bien horizontalement, on fait couler de l'eau, puis, que l'on fasse arriver un courant gazeux sous la plaque, le liquide ne traversera pas les trous de cette plaque, il sera soutenu par le gaz qui vient en sens inverse, pour peu que le gaz ait une pression suffisante, il traversera l'eau en barbotant, et il sera d'autant plus divisé que les trous seront plus nombreux et plus petits.

Le gaz, en traversant la couche de liquide, s'y débarrasse du goudron et des poussières charbonneuses qu'il entraîne toujours avec lui ; en même temps l'ammoniaque qu'il contient se dissoudra dans l'eau et d'autant mieux que le gaz et l'eau seront à une plus faible température.

L'appareil remplit donc deux buts : un effet mécanique arrêtant les parties solides, et un effet chimique, qui est l'arrêt des parties solubles comme l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique.

Le premier résultat est obtenu dès que le gaz a traversé les deux premiers plateaux, le troisième plateau donne le résultat chimique. Chaque plateau peut être plus ou moins découvert au moyen de registres qui règlent l'appareil suivant le volume de gaz qui doit le traverser.

L'usage de cet appareil a toujours donné des résultats satisfaisants, qu'il soit monté après des réfrigérants insuffisants, ou avant les réfrigérants, et même dans ces conditions les plaques perforées ne se sont pas bouchées une seule fois si on avait soin d'alimenter l'appareil avec de l'eau ammoniacale au lieu d'eau ordinaire, renfermant toujours une certaine quantité de calcaire. Le laveur con-

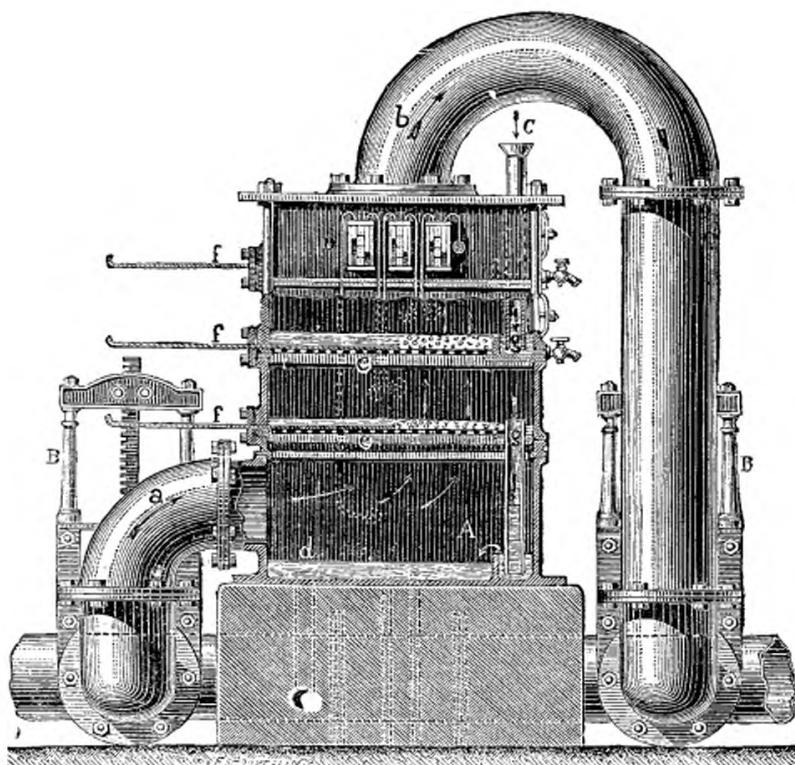


Fig. 10

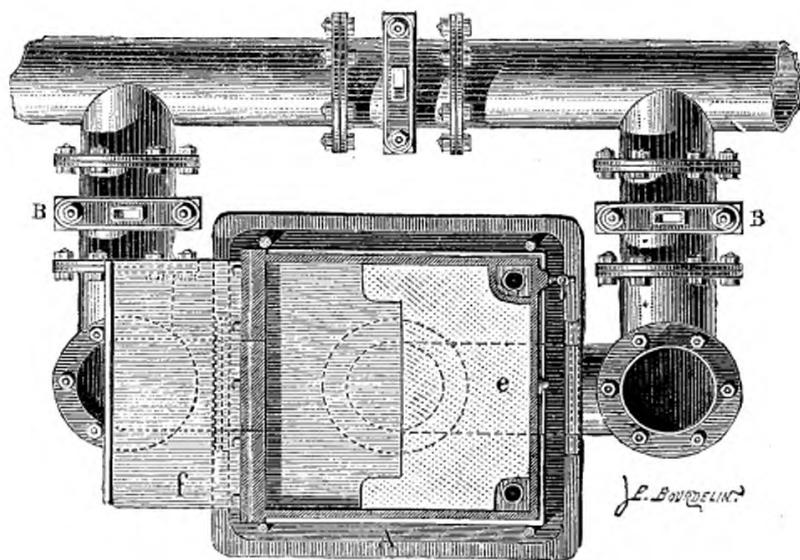


Fig. 11

A Laveur-Condenseur. — B B Vannes d'arrêt. — D Manomètres différentiels. — a Entrée du gaz. — b Sortie. — c Entrée de l'eau. — d Sortie. — ee Plaques perforées. — f Régistre pour régler le passage du gaz. — g Trop-pleins éoulant l'eau d'un plateau sur l'autre.

densateur doit toujours être placé avant les colonnes à coke ou scrubbers et un peu plus bas que ces derniers appareils, afin de permettre à l'eau d'arrosage du scrubber de passer directement dans le laveur-condensateur.

Scrubber Chevalet

Le système de scrubber dit « rationnel » de M. Chevalet est construit spécialement pour les usines de moyenne et de petite importance. Ces appareils sont destinés à enlever du gaz la totalité de l'ammoniaque et autres principes solubles; ce sont des colonnes renfermant du coke ou des copeaux toujours humides ; mais, pour que les effets en soient constants, il est essentiel que les scrubbers soient toujours arrosés.

C'est pour cette dernière raison qu'en Angleterre, presque toutes les usines possèdent des pompes à eaux ammoniacales déversant dans les scrubbers ; mais il n'est pas nécessaire, pour avoir un arrosage continu, d'avoir recours à ces moyens mécaniques. Un filet d'eau pure, coulant par le haut, suffit pour obtenir en bas, si les matériaux sont bien disposés, de l'eau ammoniacale pesant 6 à 7 et même jusqu'à 11° Beaumé.

Dans la plupart des usines, il arrive que la quantité de gaz envoyée dans le scrubber est trop grande pour la quantité d'eau qui coule, et le gaz est mal lavé, ou alors c'est l'eau qui est en trop grande quantité et les résidus sont trop pauvres pour être traités avantageusement.

Il est très difficile de régler les quantités d'eau et de gaz qui peuvent donner le résultat cherché, parce que l'eau reste en contact très peu de temps avec les gaz.

Le problème consiste donc à mettre le plus longtemps possible en présence du gaz, l'eau ou tout autre liquide offrant au gaz la plus grande surface de contact.

La solution de ce problème est donnée par le scrubber dit « rationnel » de M. Chevalet. Cet appareil, représenté par la figure 12, se compose d'un cylindre ou colonne creuse en tôle, en fonte ou en poterie, selon la nature du gaz à laver. Dans cette colonne, se trouvent des cuvettes en fonte ou en poterie B espacées les unes des autres de 0^m,20 par exemple. Toutes ces cuvettes sont percées d'un grand nombre de trous ou cheminées *d.d.d.d.* ayant à peu près la même hauteur que les bords des cuvettes, mais cependant légèrement moins hautes. Ces cuvettes sont toutes montées bien horizontalement et se supportent les unes les autres par différents moyens.

Les matières placées entre les cuvettes peuvent être des copeaux de bois, si le gaz à laver n'est pas acide, du coke ou de la pierre ponce si le gaz est acide.

Au dessus du scrubber se trouve un siphon D, muni d'un entonnoir par lequel coule l'eau de lavage.

Le nettoyage du scrubber et le remplacement des matières se font en soulevant toutes les cuvettes au moyen d'un palan fixé à l'anneau de la tige de fer C portant, comme on peut le voir sur la figure, une plaque d'arrêt b.

Avec cet appareil, lorsqu'on arrête l'arrivée de l'eau tout en laissant le gaz arriver dans l'appareil, l'eau monte par capillarité dans les matières déposées sur les cuvettes, et le gaz, en s'élevant, rencontrera des parois humides sur lesquelles ses principes solubles pourront se dissoudre.

Les effets seront donc les mêmes que si on faisait couler constamment de l'eau dans le scrubber.

Pour remplacer l'eau saturée d'ammoniaque recueillie dans le bas, il suffit d'en faire couler par l'entonnoir du siphon, cette eau remplacera l'eau des cuvettes assez lentement pour qu'il n'y ait pas mélange, et l'eau des cuvettes gagnera le bas du scrubber.

Les quantités d'eau à verser se calculent d'après la quantité de gaz fabriquée chaque jour, et le degré qu'on désire leur donner.

La tige C, traversant le presse-étoupe E, est destinée à permettre la vidange

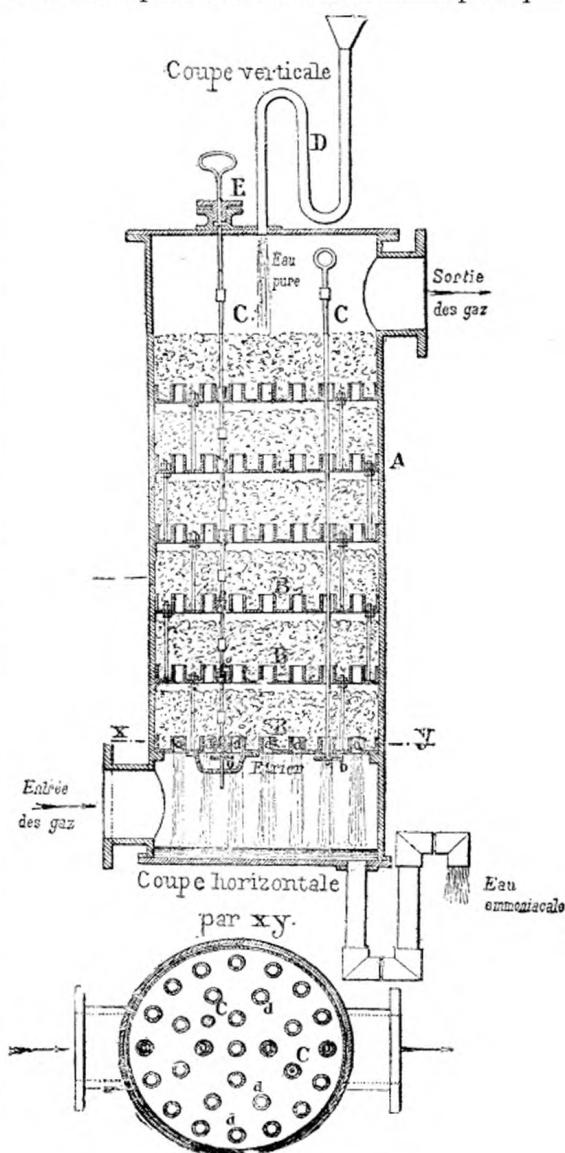


Fig. 12.

des cuvettes lorsque le gaz, amené dans l'appareil, renferme encore des goudrons qui se déposent sur les matières. A cet effet, cette tige *c* porte autant de bouchons en temps ordinaire, fermant les trous de vidange des cuvettes. Quand on soulève la tige, tous les bouchons se trouvent enlevés.

Le scrubber rationnel ne peut nuire au pouvoir éclairant du gaz, comme le fait un lavage à l'eau trop abondant, attendu que l'on obtient des caux plus concentrées qu'avec les appareils ordinaires, tout en diminuant la quantité d'eau de lavage.

D'autre part, on sait qu'en enlevant tout l'ammoniaque au gaz, à basse température, on enlève une quantité correspondante d'acide carbonique, qui est, avec le scrubber, de $\frac{1}{2}\%$ environ.

Produits réfractaires.

Les produits réfractaires étaient répartis dans les classes 20, 48 et 51.

Nous allons énumérer succinctement les exposants et les produits principaux de leur fabrication.

CLASSE 20.

Schneider et Cie. — Usine de Perreuil (Creusot). — Pièces spéciales en usage dans les aciéries Martin, produits en silice pour la plupart.

Parant fils et Lefrançois, à Saumont-la-Poterie (Seine-Inférieure). — Briquettes, briques, carreaux réfractaires.

Briquetterie de Draguignan (Var). — Pièces réfractaires extra-alumineuses à base de bauxite blanche.

Société des usines de Séon-Saint-André (Marseille). — Produits rouge fin, poterie pour bâtiment, ornement.

Delaherche-Godin, à La Chapelle-aux-Pots (Oise). — Pièces en grès, touries, tuyaux, grandes cuves.

Pillard-Soulain, à Breteuil (Eure). — Exploitation de terre et kaolin.

Lanquetteau-Huteau, à Saint-Aubin, près La Chapelle-aux-Pots (Oise). — Carreaux noirs et rouges.

CLASSE 48.

Vallabrègue, Ingénieur, à Bollène (Vaucluse). — Cette usine fabrique des cornues, des pièces de fours et des briques réfractaires.

Sourdille, à Saint-Sébastien-les-Nantes (Loire-Inférieure). — Brique siliceuse jaune.

Desmarquet-Leblond, à Sanson, par Formerie (Oise). — Creusets rétrécis dans le haut avec bourrelet sur le bord supérieur.

Piat, 85, 87 et 94 rue Saint-Maur, Paris. — Fours portatifs oscillants pour fusion des métaux en petites quantités avec garniture inférieure réfractaire.

Henri de la Gardette, à Bollène (Vaucluse). — Tuyaux émaillés pour conduites d'eau et de gaz.

CLASSE 51.

Gteiral, Ingénieur à Bollène (Vaucluse). — Briques réfractaires en bauxite, en silice.

Devoir et Mauger, 6, rue Saint-Louis, Paris. — Creusets, fourneaux, poêlons mouffles, fours à reverberé bien soignés.

Ilvet et Beudon, 172, avenue de Choisy, Paris. — Cornues et terres réfractaires ; comme pièce difficile à réussir comme régularité et cuisson, on trouve une couronne de 1 mètre de diamètre, 0^m,30 de hauteur et 0^m,03 d'épaisseur.

Etablissements Lachomette, à Lyon-Vaise. — Cette fabrique, connue depuis de longues années, expose 6 cornues de différents modèles, plus une cornue ayant fonctionné 18 mois sous une température de 14 à 1600°. Cette dernière ne présente aucune trace de fusion ni de corrosion par les cendres, et la cornue pourrait passer pour neuve.

Quelques briques en silice ou magnésie ayant subi 1700° de chaleur sont exposées à côté d'autres neuves.

Comme curiosité, citons un grand mouffle de 2^m,30 de longueur sur 1^m,50 de largeur et 1^m,50 de hauteur, épaisseur 0^m,075.

Société française pour la fabrication mécanique des cornues à gaz (Ivry). — Quatre cornues, deux voussoirs et quelques autres pièces.

Pollard, 59, rue du Poteau, Paris. — Fournisseur de la manufacture de Sévres pour fours, creusets, mouffles.

Etablissements céramiques d'Ivry-Port. — A. Leclerc, 48 à 52, route Nationale. — Deux cornues cuites et quelques autres pièces de foyers. Le type

de voussoir exposé porte à la partie supérieure un bourrelet entrant dans une

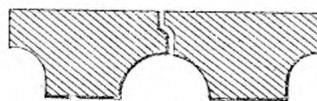


Fig. 13

nervure ronde, de façon à éviter le vide qui s'ouvre parfois au sommet des voûtes de foyer (fig. 13).

M. Augard-Perrou, à Roanne (Loire). — Exposition d'objets en grès de fabrication soignée, robinets pour acides, tuyaux et raccords, grande cuve de 1^m,20 de diamètre, 1^m,50 de hauteur.

M. Regnault, route de la Révolte, 126, Saint-Denis. — Coupe de fours d' verrerie.

Ferrari, constructeur. — Four de verrerie grandeur d'exécution.

Cuaau, Ducret et Saint-Mars. — Fours, coupelles, creusets, supports, etc.

Tuilerie de Choisy-le-Roi, Braul, 18, rue Sébastopol, à Choisy-le-Roi. — Pavillon spécial.

Tuilleries mécaniques de MM. Perrusson et Marius Desfontaines, Ecusse (Saône-et-Loire).

Nous parlerons ici des appareils de M. Lencauchez.

En 1865, M. Lencauchez fit breveter un premier récupérateur; cet appareil, d'une surface de 220 mètres carrés fut essayé chez MM. de Wendel, Maîtres de forges, à Hayange (Lorraine). Les résultats qu'il a donnés furent bons, en tant qu'appareil calorifère, mais laissaient à désirer en ce qui concerne l'espace occupé, l'entretien et le nettoyage.

Mais dès 1872, M. Lencauchez, trouvant que l'appareillage de M. Chaussenot pour calorifère en céramique d'appartement était préférable à l'appareillage tubulaire qu'il avait monté chez MM. de Wendel, fit un traité avec MM. Gaillard et Haillot, successeurs de M. Chaussenot, pour transformer ce calorifère en récupérateur, et l'exploiter en commun comme tel sous le nom de Récupérateur Lencauchez, Gaillard et Haillot.

En 1885, M. Lencauchez ayant remarqué que dans l'appareillage Chaussenot, pour le cas de fumées crassantes nécessitant de fréquents nettoyages, il y avait un grave défaut, qui est celui des petites briquettes entretoises, qui se déplacent et se culbutent en donnant lieu à des fuites, fut conduit à faire une nouvelle étude de récupérateur.

Dans cet appareil, la briquette Chaussenot est remplacée par une pièce constituée de telle sorte que la brosse ou écouvillon se trouve toujours entre des grosses pièces qu'elle ne peut ni déranger ni disloquer.

A la même époque de début des essais, en 1865, M. Lencauchez s'est occupé de la production du gaz, avec l'idée de produire partiellement du gaz à l'eau avec l'excédant de calorique développé dans les gazogènes ordinaires.

Le gazogène monté à Hayange donnait, par moments, un gaz très riche ; mais cet appareil n'a jamais pu assurer le service de four d'une façon pratique et industrielle, car il était presque impossible de régler, à tous les moments de la marche, la quantité de vapeur qu'il convient d'injecter dans un gazogène pour une quantité d'air déterminée et pour une quantité de combustible donnée. Aussi a-t-on cherché dans une autre voie que celle des injecteurs à régulateurs automatiques, qui, au début de ces recherches, n'auraient donné que de détestables résultats.

Ayant observé que la température de 750 à 800 degrés est nécessaire à l'échappement des gaz du coke, pour que ces gaz ne renferment pas plus de 1 à 2 % d'acide carbonique, avec une hauteur de charge de coke de 1^m,200 pour la qualité n° 2 (dite de Paris), M. Lencauchez fut amené à construire les gazogènes avec barrage, de façon à les avoir froids aux gueulards, comme les hauts-fourneaux, tout en échappant les gaz en moyenne à 800°.

D'un autre côté, il remarqua que la grille, par son rayonnement, dispersait une grande quantité de calorique, et qu'en fermant son cendrier avec des portes à doubles parois, on pouvait utiliser le $\frac{1}{3}$ du calorique produit dans les gazogènes, de sorte que dans ses nouveaux gazogènes, M. Lencauchez, en transformant en gaz de chauffage, un kilogramme de coke, brûle 500 grammes de ce coke par l'oxygène de l'air et 500 grammes avec l'oxygène de la vapeur d'eau en maintenant au gaz, à son échappement du gazogène, la température de 800°. Mais, chose très remarquable, c'est que le cendrier est un vaporisateur et un surchauffeur ne donnant juste que la quantité de vapeur surchauffée que le gazogène peut utilement décomposer ; en effet, si l'activité est grande et la production de gaz considérable, la grille est claire et chaude. Elle rayonne au maximum, vaporise beaucoup et surchauffe considérablement. Si l'activité diminue, la vaporisation et la surchauffe diminuent aussi, mais en pratique la relation de $\frac{1}{2}$ n'est pas changée d'une façon appréciable, car le gaz ramené à 0 et 760 pos-

sède 1 200 calories au mètre cube, à 10 calories en plus ou en moins au maximum d'écart, tandis que le gaz des gazogènes ordinaires à cendriers ouverts et non arrosés au robinet régulateur, ne donnent que du gaz à 900 calories.

Comme il est facile de le voir, les gazogènes de ce type sont donc les meilleurs producteurs de gaz à l'eau que, pour une bonne pratique industrielle, on puisse désirer.

Les fours construits à l'usine de Béziers, en 1876, sont à 8 cornues, adossées, mais indépendants, à un gazogène par four ou par 8 cornues. Ils sont représentés planche 1, figure 1.

Le manque de profondeur a forcé de donner peu de hauteur aux récupérateurs et aux gazogènes, et comme l'unité de 16 cornues eut été trop forte pour une ville comme Béziers, on a dû la réduire à 8 cornues, de sorte que, si les fours sont adossés, ils sont cependant indépendants les uns des autres.

La dépense de combustible coke à 50 % de poussier ne dépasse pas 16 %, soit 160 kilogrammes de ce mélange de combustible par tonne de houille distillée.

Les fours de Béziers font voir qu'il n'est pas nécessaire de descendre à une grande profondeur pour installer le chauffage par le gaz des gazogènes, et qu'avec des gazogènes d'une surface de grille double on peut brûler 50 % de poussier, soit, dans certains cas, tout le poussier produit par l'usine.

Les fours de Lorient, construits en 1881, sont à 6 cornues adossées avec gazogène et récupérateur. Ils ont été perfectionnés, en ce qui concerne les gazogènes, qui sont à portes et à barrages; aussi leur dépense n'est-elle que de 150 kilogrammes de coke par tonne de houille distillée, et cependant ces fours ne sont pas adossés. La profondeur indispensable a été réduite à 2^m, 940 et, malgré cela, l'installation ne laisse rien à désirer.

Les fours de Bordeaux (usine de la Bastide) étaient construits autrefois avec des gazogènes, type allemand, sans grille et avec récupérateur à tuyaux verticaux comme à l'usine de Marseille. Les résultats donnés par ces fours n'étant que très médiocres, ils furent transformés dans les deux usines de la Bastide et de la rue Judaïque, entre 1879 et 1882. Les gazogènes furent disposés comme ceux de Lorient, portes, arrosage, etc., et les récupérateurs, qui étaient peu solides, furent remplacés par des récupérateurs Lencanchez, Gaillard et Haillot, autrement dit par l'appareil Chaussenot dont il a été question plus haut.

Une batterie de 6 fours adossés, à 9 cornues l'un, furent construits en 1882 à l'usine de la rue Judaïque. Ces fours se font remarquer par leur disposition de gazogène logé entre deux récupérateurs ou mieux dans un récupérateur séparé en deux parties. Cette disposition, au point de vue de la réduction du volume du cube total, est bien certainement la plus économique; mais le gazo-

gène ne pouvant avoir que 1 mètre de largeur de grille, ne peut bien marcher qu'avec du coke n° 2 sans poussier.

La dépense des nouveaux fours de Bordeaux à 9 cornues adossées et à gazogènes indépendants avec portes, arrosage, etc., est une des plus faibles qui aient été obtenues jusqu'ici; elle n'est que de 115 à 120 kilogrammes au maximum de coke n° 2 par tonne de houille distillée.

A Saint-Etienne, une batterie de 4 fours à 9 cornues (fig. 14) a été construite en 1883. La disposition est la même qu'à Bordeaux, seulement les arcades sont plus larges afin d'avoir une longueur de gazogène de 1^m,60. Ces gazogènes étant construits en vue de marcher à la houille, aux poussiers gras et à leurs mélanges divers, ils sont à plan incliné et à quatre gueulards.

Comme à Saint-Etienne, le coke se vend bien, et qu'à prix très faible on a de mauvaises houilles résidus, dites mourre, fines schisteuses et schistes à 40 % d'eau et de cendre, on a intérêt à remplacer par 260 kilogrammes de ces résidus 130 kilogrammes de bon coke, ce qui donne une économie notable sur le coke vendu, plutôt que brûlé dans l'usine.

FOUR DE SAINT-ÉTIENNE

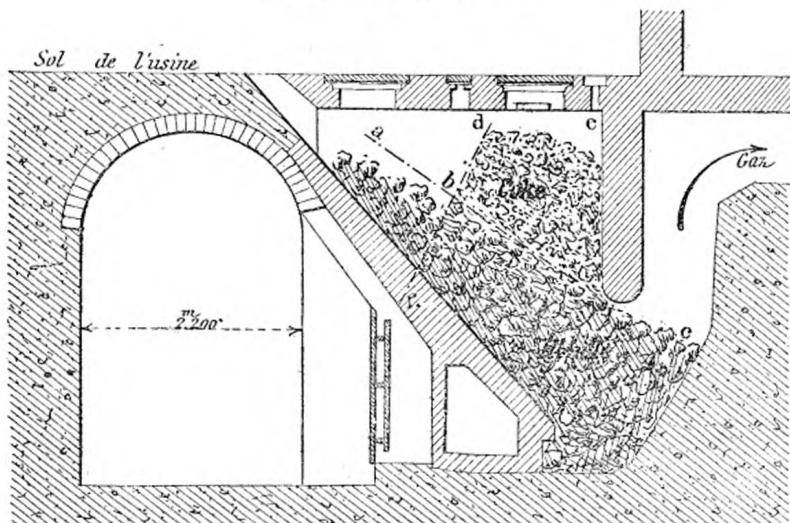


Fig. 14

Toutes les usines qui peuvent vendre leur coke ont aussi intérêt à faire des mélanges de houille grasse en poussier pour le mélanger au poussier de coke, souvent invendable; le mélange de ces deux poussiers donne dans le gazogène,

comme le montre le croquis ci-dessus, un coke léger en *a b* et quand le coke est bien formé on le pousse en *b c* où il est transformé en gaz. Dans ce cas, les charges se font exclusivement par les gueulards d'arrière. Quand on veut brûler une certaine quantité de coke, on charge celui-ci par les gueulards d'avant, et quand on veut marcher au coke exclusivement on ne charge que par lesdits gueulards d'avant, et la charge prend la forme *d e c*, comme pour la marche au coke à barrage couvert ainsi qu'on peut le voir pour tous les gazogènes.

Enfin, en 1889, la Compagnie Parisienne a fait construire à son usine du Landy, douze fours à 9 cornues du système Lencachez, soit une batterie de 6 fours doubles à 18 cornues, ce qui fait un groupe, en un seul massif, de

$$18^{\circ} \times 6^{\circ} = 108 \text{ cornues}$$

Chaque four double a son gazogène, donc la batterie a 6 gazogènes. De même, chaque four double a son récupérateur qui, quoique divisé en deux appareils, ne forme qu'un tout unique comme récupérateur.

Ce qui caractérise l'installation du Landy, c'est le groupement en batterie indépendante de celle des fours, des 6 gazogènes la composant.

Pyrosopes et lunettes pyrométriques

La température intérieure des cornues à gaz, pendant la distillation, a une très grande influence sur la marche de l'opération et sur son résultat final. Il est donc très intéressant de pouvoir déterminer cette température et, partant des résultats trouvés, modifier l'épaisseur des cornues ou transformer la maçonnerie des fours.

Pour observer les températures intérieures et en même temps suivre les phases de la distillation, on peut employer des boîtes de chamotte d'environ 0",10 de diamètre dans les compartiments desquelles on place différents pyrosopes. Ces boîtes sont disposées dans les cornues aux points où on veut mesurer la température, et retirées au moment voulu. On peut également s'en servir pour déterminer la température des fours.

M. le docteur Heintz, dans une communication reproduite par le *Journal des Usines à gaz*, donne une étude très détaillée des pyrosopes du Docteur Seger, Directeur de la station d'essai céramique à la manufacture royale de porcelaines à Berlin.

Les pyroscopes sont des alliages fusibles dont la température de fusion est connue et indépendante de la nature de réduction ou d'oxydation de la flamme. Pour des températures comprises entre les points de fusion de l'argent et de l'or, on emploie des alliages en proportions déterminées de ces deux métaux et on a remarqué que chaque 20 % d'or en plus doit produire une augmentation de 23° du point de fusion.

On obtiendra ainsi :

Pour les températures supérieures, les pyroscopes sont des alliages d'or et de platine. On a une élévation de température de 34° c. par chaque teneur de 5 % en platine. Ce dernier métal ne peut être toutefois en quantité supérieure à 20 % car autrement, l'alliage n'est plus homogène sous le rapport de la fusion. En tenant compte de cette observation, on obtient environ :

1.100° c.	correspondant à	95 %	d'or et	5 %	de platine.
1.143	--	90	--	10	--
1.177	--	85	--	15	--
1.211	--	80	--	20	--

Au-delà de 1200°, on se sert des pyroscopes de Séger. Pour les établir, M. Séger a pris du kaolin, du marbre blanc et du feldspath, les matières brutes de la glaçure de la porcelaine de Berlin.

Ces pyrosopes sont numérotés de 1 à 20, et le numéro 4, base de la série, a la composition suivante :

54 parties de quartz,
25,90 de kaolin,
35 de marbre,
85,55 de feldspath.

Les numéros supérieurs furent obtenus par l'élévation de la teneur en argile et en acide silicique.

M. Heintz a fait des expériences dans les fours de l'usine à gaz de Saarau au moyen de pyroscopes de Séger, placés dans les boîtes de chamotte, et décrit l'opération comme se faisant très simplement.

Les pyrosopes donnent l'échelle de température suivante :

N° ^s	1	environ	1.250° c.	N° ^s	11	environ	1.439° c.
2	—	—	1.179	12	—	—	1.468
3	—	—	1.208	13	—	—	1.497
4	—	—	1.237	14	—	—	1.526
5	—	—	1.266	15	—	—	1.555
6	—	—	1.295	16	—	—	1.584
7	—	—	1.323	17	—	—	1.613
8	—	—	1.352	18	—	—	1.642
9	—	—	1.381	19	—	—	1.671
10	—	—	1.410	20	—	—	1.700

On conçoit qu'on puisse obtenir avec ces pyroscopes une approximation suffisante de la température.

Les pyroscopes sont souvent remplacés par des appareils basés sur un autre principe et désignés sous le nom de lunettes pyrométriques. On sait en effet, qu'à mesure que la température s'élève, la couleur des corps incandescents passe du rouge sombre au rouge vif pour atteindre peu à peu les nuances jaune, rouge, orange, paille et enfin arriver au blanc plus ou moins éblouissant.

L'échelle de Pouillet donne les températures correspondantes aux nuances, mais l'insuffisance des observations directes a fait avoir recours à des instruments donnant la valeur exacte de la nuance.

M. Mesuré, dans une communication faite à la Société de l'Industrie minérale, expose comme suit le principe de la lunette pyrométrique de MM. Mesuré et Nouel en usage aux usines de Saint-Jacques.

« Si chaque nuance lumineuse était constituée par une lumière homogène elle serait définie par sa longueur d'onde, et cette dernière pourrait avoir pour mesure la rotation imprimée au plan de polarisation par une lame de quartz perpendiculaire à l'axe.

« Il suffirait donc de faire traverser au rayon considéré un système composé d'un polariseur, d'un quartz et d'un analyseur, et la nuance lumineuse serait définie par l'angle sous lequel l'analyseur déterminerait l'extinction du rayon émergent.

« Mais la lumière émise par les corps incandescents n'est pas homogène. Son spectre ne contient pour la température du rouge naissant que les rayons les moins réfrangibles jusqu'à ce que toutes les couleurs du spectre de la lumière blanche y soient représentées.

« Appliqué à une lumière composée, le système précédent ne peut déterminer l'extinction du faisceau émergent pour aucune position de l'analyseur, mais la rotation de l'analyseur fait apparaître une série de teintes de couleur et d'intensité variables.

« Dans le cas de la lumière blanche, une des teintes ainsi observée est particulièrement remarquable, c'est celle dite teinte sensible. Comme on le sait, elle

est violacée et vire au bleu ou au rouge pour une très faible rotation de l'analyseur dans un sens ou dans l'autre.

« La lumière des corps incandescents donne de même une teinte sensible, et l'angle de rotation qui la fait apparaître varie avec la composition de la lumière, et par suite avec la température du corps. Il est d'autant moindre que la température est moins élevée.

« La mesure de cet angle peut, par suite, servir à déterminer la température, et c'est ce que réalise la lunette pyrométrique. »

Elle se compose (voir fig. 15) d'un prisme de Nicol polariseur P, d'une pla-

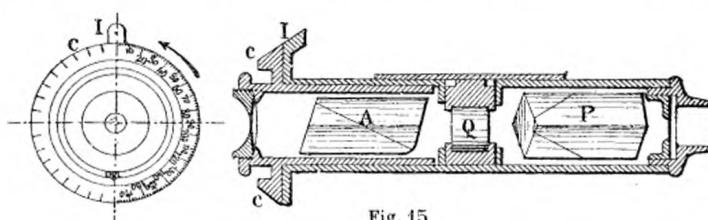


Fig. 15

que de quartz Q taillée perpendiculairement à l'axe et d'un prisme de Nicol analyseur A.

Le polariseur est fixe par rapport au corps de la lunette.

L'analyseur peut recevoir un mouvement de rotation et entraîne un cercle C divisé en degrés, qui se meut devant un index fixe I.

L'appareil est réglé pour marquer le zéro de la graduation lorsque, le quartz étant ôté, l'analyseur est amené à l'extinction.

Pour les températures extrêmement élevées, la teinte sensible est d'un gris violacé, elle vire du rouge au bleu. Pour les températures moins élevées, elle passe du rouge au vert et sa couleur est d'un gris particulier. Enfin, pour des températures encore moindres, elle passe au jaune verdâtre.

Les températures correspondant aux teintes observées dans la lunette sont les suivantes :

Rouge cerise naissant	800°
Rouge cerise.	900
Rouge cerise clair.	1.000
Jaune orange.	1.100
Jaune.	1.200
Jaune clair.	1.300
Blanc soudant.	1.400
Blanc éblouissant	1.500° 1.600° 1.700

Quelques perfectionnements ont été apportés à cet appareil, et certains dispositifs ont été introduits pour faciliter les observations des températures inférieures à 900°.

La lunette pyrométrique est surtout destinée à suivre les diverses températures d'un corps ou d'un foyer plutôt qu'à déterminer les températures.

Elle est construite à Paris par la Maison Ducretet.

M. Le Chatelier a fait de remarquables études sur le *pyromètre thermoelectrique* dont le principe est basé sur l'échauffement d'une soudure, donnant lieu à une intensité de courant dépendant uniquement de la température.

Le couple composé de platine pur et de platine additionné de 10 % de rhodium a été reconnu par M. Le Chatelier comme donnant des indications toujours comparables entre elles; ce couple fait avec des fils de $\frac{1}{2}$ millimètre, présente une résistance de 2 ohms par mètre courant de couple, c'est-à-dire de fil double.

M. Le Chatelier emploie un galvanomètre d'au moins 200 ohms de résistance, du système à cadre mobile de MM. Duprez et d'Arsonval, disposé dans une boîte mobile.

Ce pyromètre permet de faire sans difficulté des mesures de températures concordantes à moins de 10° près. Il est actuellement très employé dans les usines de la Compagnie Parisienne du Gaz, où il permet des études et des recherches très intéressantes sur les températures des fours.

CHAPITRE II

CANALISATIONS

Les nombreux becs de gaz et rampes d'illumination que l'on pouvait admirer à l'Exposition tant au Trocadéro qu'au Champ de Mars nécessitaient des canalisations relativement faibles en comparaison du résultat obtenu.

La longueur totale de la canalisation de gaz dans le Champ de Mars s'élevait 5.247^m,35 se décomposant comme suit :

Canalisation de 0 ^m 216 de diamètre	316 ^m 90
» 0,162 »	2202,75
» 0,108 »	2158,45
» 0,081 »	406,05
» 0,054 »	163,20
Total	5247 ^m 35
Auxquels il faut ajouter	1069 ^m 85
de conduite de 0 ^m 162 posée dans la galerie des machines pour l'alimentation des moteurs à gaz,	
ce qui donne au total	6317 ^m 20

Deux canalisations principales de 0^m,162 de diamètre et soulagées par deux lignes de tuyaux de 0^m,108 parallèles mais situées plus à l'intérieur du jardin, étaient branchées sur la canalisation de 0^m,500 du pont d'Iéna et se reliaient aux canalisations de l'avenue de Suffren et de l'avenue de la Bourdonnais.

La canalisation la plus rapprochée de la Tour Eiffel pouvait donner facilement 800 mètres cubes à l'heure. Celle de la Galerie des Machines pouvait fournir 300 mètres cubes à l'heure.

Il a été fait en tout 279 branchements répartis comme suit :

DIAMÈTRES des conduites	CHAMP de Mars	GALERIE des machines	TOTAL
0 ^m 162	4	»	4
0,108	11	1	12
0,081	16	5	21
0,054	17	6	23
0,041	15	5	20
0,034	22	16	38
0,027	128	33	161
	213	66	279

Les tuyaux les plus employés pour les canalisations de gaz sont les tuyaux en tôle bitumée système Chameroy pour les canalisations de gros diamètre, et des tuyaux en fonte pour les canalisations de petit ou moyen diamètre.

Différents essais ont été faits avec des tuyaux en terre cuite (Doulton), en bois, en verre, en papier ou en toile goudronnée, en ciment.

Ces essais n'ont pas donné de bons résultats, les tuyaux en bois se pourrissent, les tuyaux en grès, en terre cuite n'offrent pas l'élasticité nécessaire pour permettre l'exécution de bons joints et, de plus, résister aux chocs.

Les tuyaux en fonte sont d'un meilleur emploi, mais ils ne répondent pas encore à tous les *desiderata* émis pour les canalisations de gaz. Leur dimensions habituelles sont en diamètre 0^m,04 à 0^m,600. Leur poids par mètre courant varie de 12 à 250 kilogrammes. Ces tuyaux doivent être fondus debout pour que la matière soit homogène, et de plus la fonte ne doit pas être trop blanche, ni trop dure pour ne pas éclater par les chocs ou par le matage des joints. La disposition verticale du moule, dans lequel le noyau est posé perpendiculairement, a pour but de rendre moins susceptible de variation la position de ce dernier lors de la coulée de la fusion.

Parmi les plus gros tuyaux on peut citer celui de 1^m,80 de diamètre construit par la Société des hauts-fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson.

Les tuyaux de gros diamètres offrent de grands avantages pour les canalisations de gaz. Ils sont relativement bon marché et offrent une grande facilité de pose.

Il y a quelques années, l'essai d'un tronçon de canalisation fut fait par la Compagnie Parisienne avec des tuyaux en fonte de 1^m,30 de diamètre et des tuyaux en tôle de même dimension, dans une des rues de Paris les plus fréquentées.

Cet essai durait depuis deux ans et les résultats étaient satisfaisants, quand il se produisit sur la conduite de fonte un accident qui, du reste, n'eût aucune conséquence grave.

L'un des tuyaux était partiellement rompu. Quand on le releva, on remarqua qu'une fissure d'un mètre environ de longueur, commençant à l'une des extrémités, s'était produite le long de la génératrice de contact avec le sol.

Cette fissure devait être due très probablement à un mauvais remblai. En effet, si l'on suppose que le tuyau ne soit pas bien soutenu à la partie inférieure, il se déformerait en tendant à prendre une forme ovoïde, d'où une rupture.

L'emploi des gros tuyaux de fonte exige que l'on prenne des précautions spéciales, qu'on les fasse reposer sur une couche de sable bien damé, et que l'on continue ce remblai sur une certaine hauteur.

Les joints des tuyaux en fonte sont très divers, et les systèmes proposés et appliqués sont très nombreux. Cependant, depuis quelques années, les joints en caoutchouc tendent à remplacer pour la fonte les anciens joints à la corde et au plomb. Nous avons vu à l'Exposition différents genres de tuyaux et de joints

exposés par la Société de Fumel (Lot-et-Garonne) : tuyaux à emboîtement et cordon, à brides et à joint Sonzée par la maison Chappée (joints à emboîtement et cordon, à rotule avec plomb coulé et maté Chappée, Lavril, Sonzée) joints Triffet à rondelles de caoutchouc, Gibault, joint métallique avec rondelles en cuivre, de Boutay, de Serres, joint universel de Girault.

Les forges et hauts-fourneaux de Pont-à-Mousson exposaient des tuyaux à double manchon, tuyaux Lainé, joint Popp. Le joint Popp se compose de deux tores en caoutchouc maintenus serrés aux deux extrémités d'un manchon court, en fonte (à cheval sur le joint) au moyen de deux brides à oreilles que des boulons permettent de rapprocher.

Les forges de Commentry-Fourchambault faisaient figurer des joints à vrille à emboîtement et cordon.

Enfin MM. Mathelin et Garnier avaient envoyé des tuyaux en fonte à emboîtement et cordon et à joints à brides.

Pour les tuyaux en fonte, lorsqu'on veut faire un joint au moyen de corde goudronnée et de plomb fondu, on applique la tubulure du tuyau mâle dans la tubulure du tuyau femelle, de façon que le cordon, porté par la première, s'appuie bien sur la fonte.

On enroule autour du tuyau une cordelette en chanvre légèrement natée et cuite dans du goudron de bois ; on enfonce cette corde dans l'espace annulaire laissé entre les deux tuyaux, et on la foule avec un matoir spécial. Pour compléter le joint, où coule du plomb par dessus la cordelette de manière à remplir l'espace annulaire, puis on bourre de plomb jusqu'à refus.

Citons encore à propos des tuyaux de fonte les joints en caoutchouc (Monnier, de Lachomette, etc.).

L'essai ou épreuve des tuyaux de fonte se fait en plaçant le tuyau à essayer dans une bâche remplie d'eau après en avoir bouché hermétiquement les extrémités au moyen de tampons en tôle, garnis de caoutchouc et réunis par deux tiges munies d'écrous à manivelles au moyen desquelles on peut opérer un serrage très énergique.

L'un des tampons porte dans son centre un raccord que l'on met en communication avec une pompe à air, qui permet de faire monter la pression dans le tuyau à 1 ou 2 atmosphères.

On remplit d'eau la bâche, dans laquelle est placé le tuyau à essayer, et, s'il existe des fentes ou des fissures, on voit des bulles d'air s'échapper et monter jusqu'à la surface de l'eau.

On essaie de la même manière toutes les pièces de raccord, coudes, tés, doubles tés. On emploie aussi des tuyaux à réduction et des fourches ou calottes lorsqu'il s'agit de bifurquer la canalisation. Toutes ces pièces sont aussi, avant leur emploi, l'objet d'un sérieux examen.

Toutes les pièces d'assemblage des tuyaux Chameroy se font au plomb; on les fixe par des boulons sur les tuyaux en tôle.

Les tuyaux Chameroy sont étamés intérieurement et extérieurement; ils possèdent sur les tuyaux de fonte cet avantage de présenter au passage du gaz une surface lisse, réduisant d'une façon notable la perte dans les conduites. Les tuyaux en tôle avant d'être recouverts de bitume, sont essayés à la pression de 8 atmosphères. Chacun d'eux porte son joint en forme de piston, absolument étanche, et de plus, dilatable.

Chaque tuyau peut se déboîter de plusieurs millimètres sans donner lieu à aucune fuite.

Pour la pose des tuyaux Chameroy, il est nécessaire que le fond des tranchées soit bien damé et que les terres de remblai ne renferment pas de pierres.

La figure ci-dessous (fig. 16) montre la disposition des tuyaux pour exécuter un joint.



Fig. 16

Pour enfoncer la partie A dans la partie B, on se sert d'un tampon en bois placé à l'extrémité du tuyau à emboîter et sur lequel on frappe jusqu'à ce que le collet dudit tuyau serre la garniture.

Toutes les soudures, pour embranchements, se font à l'aide de soudure d'étain et de résine, en évitant de se servir d'esprit de sel, chlorure double de zinc.

Pour les tuyaux Chameroy, il n'existe pas de pièces spéciales, manchons, coudes, etc.

La Compagnie Parisienne du Gaz a établi des raccords en plomb à la tôle dans lesquels une rondelle de caoutchouc introduite sous le collet, entre le plomb et la tôle, assure la durée de l'étanchéité. Ce joint, placé à l'extrémité de conduites exposées à des variations considérables de température, constitue, pour ces canalisations, des boîtes de dilatation dont l'efficacité est certaine.

On ne retrouve pas à l'Exposition de 1889 comme à celle de 1878, les grosses pièces en plomb. La fabrication des pièces de raccord en plomb par la soudure autogène a conservé son importance pour les petits et moyens diamètres, mais pour les grands on a substitué aux tés, aux croix, aux coudes en plomb, des pièces en fonte réunies à la tôle par des courtes tubulures en plomb.

Pour l'emboîtement des tuyaux de grand diamètre, lorsqu'il s'agit de la pose du dernier tuyau, en revenant vers une canalisation déjà existante, on se sert d'une presse qui agit au moyen de vis et d'écrous par l'écartement de deux châssis dont l'un s'applique contre l'extrémité immobile de la canalisation à laquelle on

veut se raccorder, tandis que l'autre repousse le dernier tuyau à poser jusqu'au fond de son emboitement.

On a fait quelquefois aux tuyaux en tôle et bitume le reproche d'être détériorés par l'action oxydante de l'acide carbonique, de l'eau et de l'oxygène. Il se produit d'abord un carbonate d'oxyde de fer avec dégagement d'hydrogène. Ensuite, ce carbonate d'oxyde de fer se décompose en présence de l'eau et de l'oxygène et il se produit de la rouille.

A Paris, où l'on emploie souvent des plâtras et matières organiques pour les remblais, il existe encore une autre cause de détérioration des tuyaux.

En réagissant sur les plâtras les matières organiques donnent naissance à du sulfure de calcium (CaS) qui, avec l'acide carbonique du sol, donne de l'hydrogène sulfuré (H_2S). Dans les boues noires de Paris, on a ainsi du sulfure de fer et on a trouvé du soufre à l'état natif (¹).

Les pièces de fer sont rapidement rongées, le sulfure étant enlevé par la solubilité dans l'eau ou par transformation en sulfate de fer. C'est pourquoi on protège les pièces de fer par du bitume.

Les tuyaux Chameroy sont généralement protégés suffisamment contre les actions chimiques indiquées ci-dessus, par la couche de plomb qui les recouvre et leur enveloppe extérieure en bitume.

Les canalisations de gaz sont posées dans des tranchées de 0^m,90 à 1 mètre de profondeur minimum. Lorsqu'une certaine longueur de tuyau a été placée, on ferme les extrémités avec des tampons et l'on refoule de l'air à une pression de 20 à 30 centimètres de mercure. Les fuites sont signalées par le sifflement de l'air qui s'échappe.

Les siphons sont des boîtes cylindriques en fonte portant deux tubulures latérales et destinées à recueillir l'eau et les produits volatils condensés. On les place aux points bas de la canalisation, avec laquelle on les relie au moyen de brides et de boulons. Ces boîtes sont fermées à la partie supérieure par un couvercle, traversé par un tuyau qui plonge jusqu'au fond et dépasse le couvercle de 0^m,80 à 1 mètre. Il est fermé par un bouchon à vis.

Les fuites peuvent provenir de plusieurs défauts qui se résument comme suit :

Tuyaux rouillés et percés;

Joints défectueux;

Prises de branchements mal faites;

Fuites sur les branchements mêmes.

L'emploi du compteur, pour constater les fuites, consiste à isoler, au moyen de ballons obstruteurs, la conduite que l'on veut essayer.

Ces ballons ont généralement 1 mètre de diamètre.

1. Extrait d'un rapport de la Compagnie parisienne du Gaz.

La fréquence des fuites est un des éléments les plus importants qui doivent guider dans le choix des canalisations. Le diagramme (fig. 17) indique le résultat de vingt-six années d'expériences sur les canalisations en fonte d'une part,

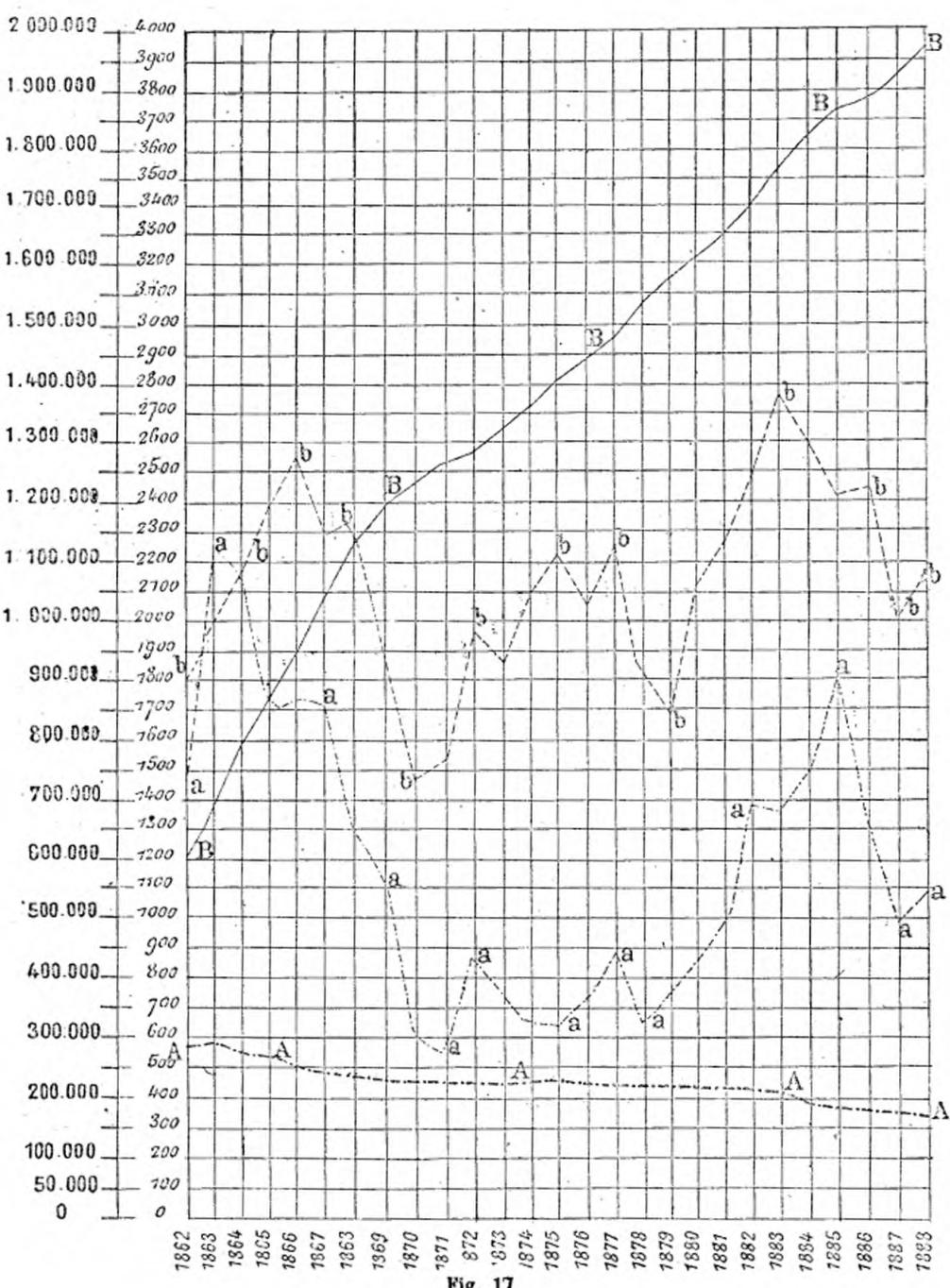


Fig. 17

et en tuyaux Chameroy d'autre part, posées et entretenues par la Compagnie Parisienne du Gaz.

Les années sont portées sur les ordonnées.

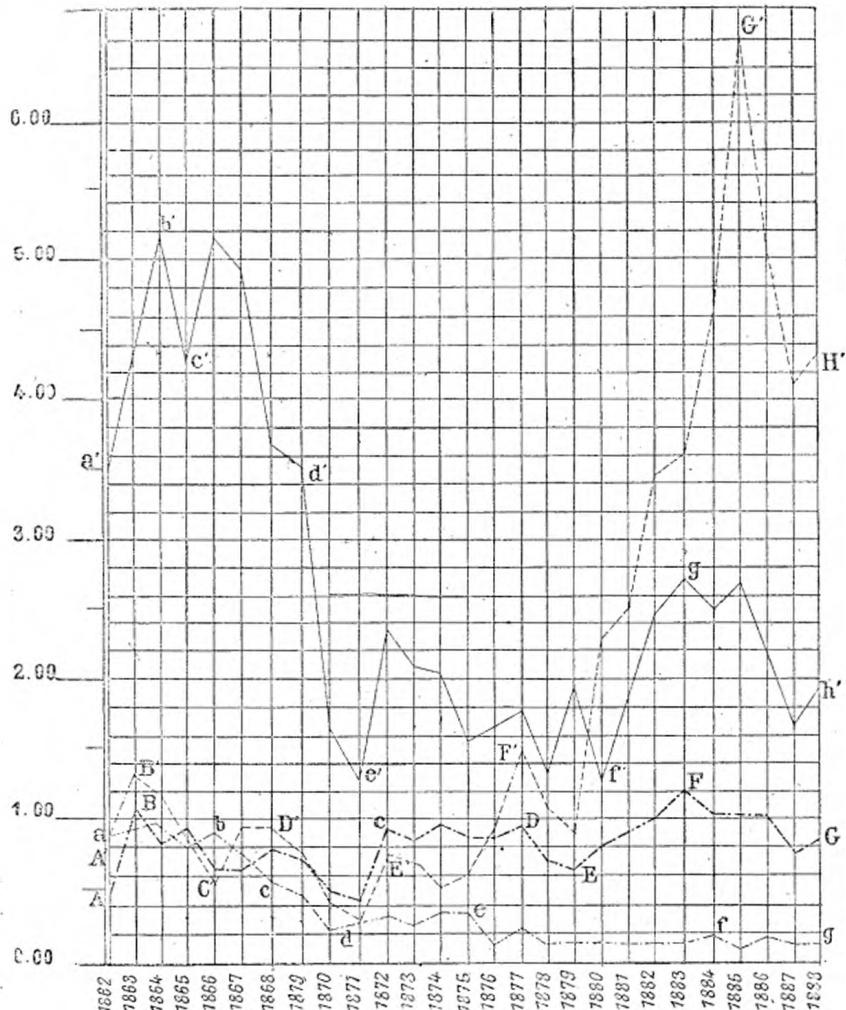


Fig. 18

Les abscisses représentent les longueurs de canalisation correspondantes à chacune des années et les nombres de fuites sur chaque longueur de canalisation.

La courbe A. A. A. A. représente, en mètres, les longueurs de canalisation en fonte, et la courbe $a. a. a.$ le nombre de fuites constatées sur ces longueurs.

La courbe B. B. B. représente, en mètres, les longueurs de canalisation en tuyaux tôle et bitume et la courbe *b. b. b... b.*, les nombres de fuites constatées sur ces longueurs.

Mais ces renseignements sont complétés par le diagramme de la page 39 (fig. 18). Nous avons vu précédemment que les fuites pouvaient provenir de causes diverses dont les principales sont : l'usure et les joints ou soudures. Il pouvait être donc intéressant de connaître par quelles causes étaient produites les fuites sur chacune des canalisations en fonte ou tôle et bitume.

C'est ce qu'indique le diagramme (fig. 18). Ce diagramme donne les nombres annuels de fuites :

1^o Par usure ;

2^o Par soudures rompues et joints, d'une part pour les tuyaux en fonte, et d'autre part pour les tuyaux tôle et bitume, pour mille mètres de canalisation.

Les nombres de fuites, pour 1000 mètres sont portés sur les abscisses.

Les courbes A' B' C' D' E' F' G' H'... *a' b' c' d' e' f' g' h'* sont relatives aux canalisations en fonte. La première donne le nombre de fuites par usure, la seconde le nombre de fuites par joints.

Les courbes A. B. C. D. E. F. G. et *a. b. c. d. e. f. g.* ont trait aux canalisations en tuyaux Chameroy ; la première indique le nombre de fuites par usure, et la seconde représente le nombre de fuites par les soudures rompues.

Nous laissons à ces graphiques toute leur éloquence, regrettant toutefois de ne pouvoir relater dans ce travail les causes qui ont motivé les divers sommets de chaque courbe.

La multiplicité des emplois industriels du gaz nécessite souvent son emmagasinage et son transport à haute pression. On a tout intérêt, dans ce cas, à renfermer le plus de gaz possible dans le récipient de volume moindre, ce qui exige des réservoirs très résistants.

Depuis quelques années, l'oxygène et l'acide carbonique sont distribués, à domicile, dans des sortes de bouteilles ou tubes en acier étiré, capables de supporter les plus hautes pressions.

Ces tubes constituent donc, dans le cas d'emploi du gaz, de véritables canalisations portatives sur lesquelles nous croyons devoir dire quelques mots. Hâtons-nous de dire que le problème de la compression du gaz d'éclairage est jourd'hui résolu, et que certains industriels arriveraient même à le comprimer à 200 atmosphères.

Les tubes employés pour cet usage sont en acier, sans soudure ; ils sont d'invention récente, et le procédé le plus intéressant pour leur fabrication est celui

imaginé par M. Manesmann. Il existe actuellement quatre usines de fabrication des tubes Manesmann, l'usine mère à Reinscheid, une à Bons près Sarrebrück, une à Komotau en Autriche, et une à Landore au pays de Galles.

La description du procédé de fabrication est du ressort de la métallurgie, sur le domaine de laquelle nous ne voulons pas empiéter. Disons seulement que ces tubes sont fabriqués en passant un lingot plein au laminoir, c'est-à-dire un procédé tout différent de ceux les plus communément répandus.

Dans une conférence faite à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, M. Gustave Richard expose la fabrication des tubes Manesmann d'une façon très simple en les considérant comme constitués par une suite de viroles, adhérentes entre elles, et s'actionnant l'une l'autre pendant le laminage. En supposant le nombre des viroles multiplié à l'infini et leur adhérence remplacée par la résistance de l'acier à l'écoulement, on conçoit que les molécules du métal prennent une disposition que l'on peut comparer à celle de fibres superposées en forme d'hélice dans l'épaisseur des parois du tube, avec un pas plus incliné pour les couches intérieures que pour les couches extérieures : de sorte que les fibres forment des couches dont les éléments sont croisés les uns sur les autres, d'où une grande résistance.

D'après M. Reulaux, un tube de 37 millimètres de diamètre extérieur et de 30 millimètres de diamètre intérieur a résisté à une pression hydraulique de 1700 atmosphères. Il s'est élargi, mais ne s'est pas rompu.

Les tubes sans soudure se prêtent d'ailleurs très bien aux diverses opérations de courbure, d'aplatissement, d'élargissement et d'étirement que nécessitent leur emploi.

Le mode de fabrication de ces tubes exige l'emploi d'un métal parfaitement homogène ; c'est pourquoi le fer forgé ne peut convenir ; mais le cuivre, le métal Delta, le laiton malléable à chaud, le métal Müntz et l'acier à différents degrés de carburation conviennent parfaitement.

Disons encore que les tubes fermés à leurs extrémités, comme les « bouteilles » employées pour la livraison à domicile de l'oxygène et de l'acide carbonique à haute pression, sont obtenus en faisant passer au laminoir Manesmann un lingot plein, dont les extrémités amincies échappent à l'action du laminoir. Le vide, qui se produit dans le milieu du lingot, renferme d'après Finkener, un mélange gazeux composé d'environ 99 % d'oxygène et un d'azote.

Pouracheverces tubes avant leur livraison au commerce, on perce l'une des calottes dont on taraude l'intérieur, et sur laquelle on visse un tube très résistant comportant le « détendeur » qui est, en somme, un régulateur de pression, plus résistant toutefois que ceux employés pour l'éclairage au gaz et que nous décrirons plus loin.

La Compagnie pour la fabrication de l'oxygène, à Paris, emploie des régulateurs détendeurs que représente la figure 19 et que construit la Société anonyme du Gaz riche de Paris. Ce sont des régulateurs à membrane établis pour une pression de 100 atmosphères environ et sur la description desquels nous reviendrons au chapitre spécial consacré aux régulateurs à gaz.

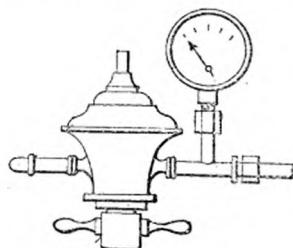


Fig. 19

En terminant, disons que l'emmagasinage du gaz d'éclairage à haute pression, aujourd'hui pratiquement réalisable, a conduit à étudier le chauffage par le gaz de houille des voitures de chemins de fer, avec des récipients beaucoup moins volumineux que ceux employés actuellement pour le gaz d'huile, et que ce progrès est apte à faire faire un grand pas à la traction par moteurs à gaz des tramways et chemins de fer à voie étroite à l'intérieur des villes.

Conduites montantes

Le gaz, amené au-devant des immeubles par les canalisations, est introduit à l'intérieur des maisons au moyen d'un branchement souterrain qui met la conduite principale de la rue en communication avec la conduite montante desservant les différents étages de l'immeuble.

Ces branchements sont proportionnés, comme diamètre, au débit qu'ils doivent donner ou à l'importance de la distribution intérieure.

Les conduites montantes sur lesquelles sont branchées les distributions intérieures de chaque appartement ou local de la maison sont posées gratuitement à Paris, par la Compagnie Parisienne du Gaz à différentes conditions, savoir :

1^o Si le propriétaire de l'immeuble s'engage à établir à ses frais, dans 3 des appartements de sa maison, trois installations de gaz composées chacune de 3 becs au moins et de la plomberie nécessaire pour les alimenter ;

2^o Si dans une même maison un ou plusieurs locataires s'engagent à signer des polices d'abonnement pour faire usage du gaz et à établir dans les appartements qu'ils occupent, des installations d'une importance telle que la Compagnie trouve l'éclairage probable suffisamment productif.

Les conduites montantes sont généralement posées dans un angle de la cage d'escalier de l'immeuble qu'elles desservent ; elles sont enfermées dans un caisson en bois. Chaque distribution différente est commandée par un robinet de barrage spécial enfermé dans une boîte ou coffret en fonte, fermé par une porte à charnières. La planche 1, figures 2, 3, 4, 5, donne la disposition intérieure de ce

robinet et la vue extérieure de la porte encastrée dans la paroi antérieure du caisson en bois.

La porte présente deux ouvertures *a* et *b* (fig. 2, pl. I) l'une *a*, sert à l'introduction d'une clef de manœuvre laissée à l'abonné et qui lui permet d'assurer ou de supprimer l'arrivée du gaz dans son installation.

L'autre ouverture *b*, sert à l'introduction de la clef pour ouvrir ou fermer la porte du coffret, et les agents de la Compagnie en ont seuls besoin pour délivrer ou retirer le gaz à l'abonné. En effet, sur la face intérieure de la porte, se trouve un bouton en cuivre *d* porté par une tige fixée à la porte au moyen d'une vis qui lui laisse néanmoins assez de jeu pour qu'elle puisse tourner à frottement dur autour de cette vis. En cas de retrait du gaz, l'agent ouvre la porte du coffret et amène le bouton en face de l'orifice par lequel pénètre la clef en fer laissé à la disposition de l'abonné, et referme la porte. L'abonné ne peut donc plus ouvrir le robinet de commande. L'opération inverse a lieu pour rendre le gaz.

Le robinet extérieur, ainsi posé, remplit les conditions imposées par la Préfecture de la Seine qui dit :

« Le robinet extérieur de tout branchement sera placé à l'entrée du bâtiment dans l'épaisseur du mur, et renfermé dans un coffret disposé de telle sorte que le gaz qui s'y introduirait ne puisse s'échapper qu'en dehors du bâtiment. Ce coffret sera fermé par une porte en métal, dont les agents du service de l'éclairage et les Compagnies auront seuls la clef. Cette porte sera pourvue d'un appendice disposé de telle sorte que le consommateur ne puisse pas ouvrir le robinet pour faire circuler le gaz sans l'action préalable des Compagnies, mais de manière cependant à ce qu'il lui soit possible d'user du gaz à volonté ou d'en arrêter l'introduction dès qu'il aura été mis à sa disposition par les Compagnies. Celles-ci lui remettront une clef à cet effet.

« Un signe extérieur placé sur le coffret indiquera d'ailleurs si les Compagnies ont livré le gaz venant de leurs conduites.

« Un robinet principal sera établi intérieurement à l'origine de la distribution, pour donner aux consommateurs du gaz la faculté d'intercepter l'introduction du gaz dans les appareils de distribution malgré l'ouverture du robinet extérieur ».

Ces conditions ne sont pas les seules imposées par la Préfecture de la Seine. Les arrêtés préfectoraux des 18 février 1862 et 2 avril 1868 déterminent les différentes conditions auxquelles doivent satisfaire les installations du gaz tant au point de vue des canalisations et distributions intérieures qu'au point de vue de l'emploi du gaz comme agent d'éclairage, de chauffage ou de force motrice.

D'autre part, on trouve dans la Police d'abonnement de la Compagnie Parisienne différents renseignements sur le diamètre à donner aux branchements et aux tuyaux de distribution intérieurs selon le nombre des appareils et la consommation probable de gaz.

Cette police renferme également les prix d'entretien et de location des compteurs, ainsi que la réglementation relative au pouvoir éclairant du gaz, au paiement des quittances, etc.

Le développement du nombre des conduites montantes, nombre que l'on peut considérer comme une expression très rationnelle de la consommation même du gaz, n'a pas toujours été régulier.

Le diagramme ci-après (fig. 20), le montre d'une façon claire et précise. La

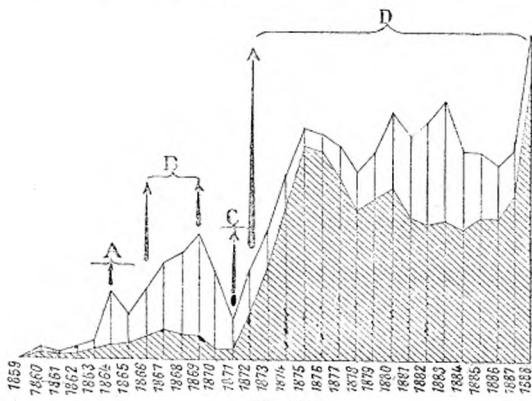


Fig. 20

partie hachurée représente les nombres des conduites montantes installées dans les maisons habitées, et la partie blanche les conduites installées dans les maisons neuves. On voit que pendant les années 1863-64, le nombre des conduites montantes a progressé très rapidement. Cette progression s'explique par la pose de conduites montantes dans les maisons neuves construites par la C^{ie} Immobilière du boulevard Voltaire. En 1865, le nombre des conduites cesse de croître aussi rapidement, mais dès 1866 il reprend sa marche ascendante jusqu'en 1869. Cette époque correspond à celle du percement de nombreuses voies dans Paris ; les constructions nouvelles érigées dans ces rues furent toutes pourvues de conduites montantes. Ainsi s'explique l'accroissement de 504 conduites en 4 années. Sur ces 504 installations, 468 étaient dues aux nouveaux immeubles.

Après les événements de 1870-71, pendant lesquels toutes les constructions furent arrêtées, le développement des conduites montantes reprit sa progression normale. Mais alors, il est à remarquer que c'est principalement aux installations dans les maisons habitées que sont dûs les accroissements successifs du nombre des conduites.

Ce fait trouve son explication par la création des primes accordées, dès cette époque, par la Compagnie du Gaz, aux propriétaires, pour l'établissement de conduites montantes dans leurs immeubles. Ces conditions ont été généralisées depuis.

L'INDUSTRIE DU GAZ A L'EXPOSITION

Le tableau ci-après, dont le diagramme de la page 44 n'est que la traduction donne le nombre des conduites montantes installées chaque année depuis 1859 jusqu'en 1888.

ANNÉES	NOMBRE DES CONDUITES MONTANTES INSTALLÉES DANS LES MAISONS		
	habitées	neuves	total
1859	»	6	6
1860	30	23	53
1861	11	27	38
1862	20	49	69
1863	39	68	107
1864	83	315	398
1865	87	164	251
1866	139	272	411
1867	174	403	577
1868	146	484	630
1869	123	632	755
1870	57	451	508
1871	34	153	187
1872	318	248	566
1873	635	171	806
1874	974	167	1.141
1875	1.274	121	1.395
1876	1.246	113	1.359
1877	1.118	165	1.283
1878	899	227	1.126
1879	978	269	1.247
1880	1.044	458	1.502
1881	855	485	1.340
1882	806	624	1.430
1883	833	732	1.365
1884	789	461	1.250
1885	860	390	1.250
1886	854	311	1.165
1887	1.008	267	1.275
1888	1.817	163	1.980
	17.251	8 419	25.670

On voit, par le tableau ci-dessus que le nombre des conduites montantes installées atteignait 1980 en 1888 et on peut se demander à quelle proportion correspond ce chiffre relativement au nombre des immeubles aptes à recevoir une colonne montante.

La statistique ci-après répond à la question.

Il existait à Paris, en 1888, 73 342 maisons de différente importance savoir :

Série A	{	5.518 n'ayant qu'un rez-de-chaussée.	
	13.465	ayant un étage	Au-dessus
	10.337	— 2 étages	du
Série B	{	8.806 — 3 étages	rez-de-chaussée
	35.216	— 4 étages	

On admet en principe que les maisons de la série A, c'est-à-dire celles qui ne comportent qu'un rez-de-chaussée avec un ou deux étages ne possèdent pas de conduites montantes, mais que toutes les maisons de la série B sont destinées à en être pourvues.

Le tableau ci-dessous donne, à ce point de vue spécial la situation à la fin de 1888.

ARRONDISSEMENTS	NOMBRE DE MAISONS		
	De la Série A (pour mémoire)	De la Série B	Pourvues de conduites montantes
1	81	2 041	1.018
2	130	2.021	1.170
3	100	2.102	1.287
4	156	2.232	793
5	394	2.389	813
6	326	2.418	1.050
7	535	1.809	845
8	440	2.939	2.083
9	392	3.142	2.278
10	540	2.691	1.618
11	1.492	3.016	1.363
12	1.686	1.487	402
13	2.665	1.127	192
14	2.700	1.603	342
15	4.521	1.442	259
16	2.600	2.086	970
17	2.107	3.284	1.539
18	2.572	3.155	829
19	2.003	1.405	263
20	3.862	1.633	195
TOTAUX . . .	29.320	44.022	19.309
			73.342

Les 19 309 maisons pourvues de conduites montantes en ont ensemble 24 536 qui, jointes aux 1 134 conduites installées dans les maisons de la banlieue donnent le nombre de 25 670 conduites au 31 décembre 1888, indiqué sur le premier tableau.

Pour reproduire d'une manière précise et rapide la statistique fin 1888, on a dressé le plan de Paris représenté par la figure 21.

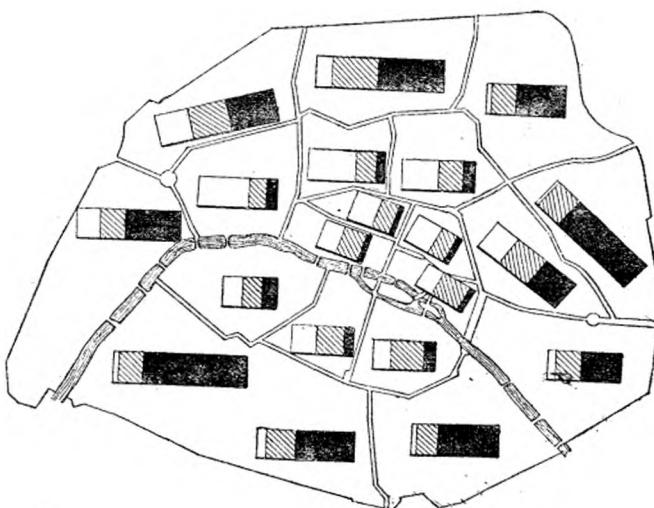


Fig. 21

Dans chaque arrondissement sont tracés des petits rectangles dont la longueur est proportionnée au nombre de maisons existant dans l'arrondissement. L'échelle est, à très peu près, $\frac{1}{3}$ de millimètre par 100 maisons.

Chaque rectangle est divisé en trois parties. La partie noire indique les maisons qui ne comportent pas de conduites montantes tandis que celles de la même série B qui en sont déjà pourvues sont représentées par la partie du rectangle laissée en blanc.

L'installation des conduites montantes a pour but la distribution du gaz dans les différents logements d'un immeuble. Le nombre de logements desservis par une même conduite varie beaucoup, comme aussi le nombre des logements que cette conduite pourrait desservir.

Le tableau ci-après, dressé à la fin de 1888 donne, pour chaque arrondisse-

ment et par unité de conduite montante installée le nombre de logements à desservir ou déjà desservis.

ARRONDISSEMENTS	NOMBRE DE CONDUITES MONTANTES au 31 décembre 1888	NOMBRE MOYEN PAR UNITÉ DE CONDUITE, DE :	
		Logements pouvant être éclairés	Logements étant éclairés
1	1.252	8,05	3,72
2	1.541	8,25	3,62
3	1.790	8,07	3,03
4	992	8,63	2,80
5	937	9,02	2,92
6	1.306	8 »	2,83
7	1.050	8,10	2,90
8	2.490	6,45	4,41
9	3.004	7,90	3,83
10	2.340	9,33	3,41
11	1.763	11,49	2,46
12	482	11 »	2,37
13	220	11,68	2,45
14	398	10,77	2,27
15	285	10,74	2,22
16	1.192	7,91	3,58
17	1.926	9,14	3,28
18	1.009	12,47	2,19
19	318	12,07	2,26
20	239	11,08	1,43
Paris.	24.536	8,82	3,23
Environs	1.184	8,56	1,92
Ensemble. . . .	25.670	8,81	3,17

La figure 22 reproduit graphiquement le tableau. Elle représente le plan de Paris divisé en 20 arrondissements. Dans chaque arrondissement, sont groupés un certain nombre de cercles correspondant au nombre moyen de logements pouvant être éclairés par unité de conduite montante installée. Les cercles ou parties de cercles laissées en blanc représentent les logements éclairés. Les cercles teintés en noir représentent les logements non éclairés.

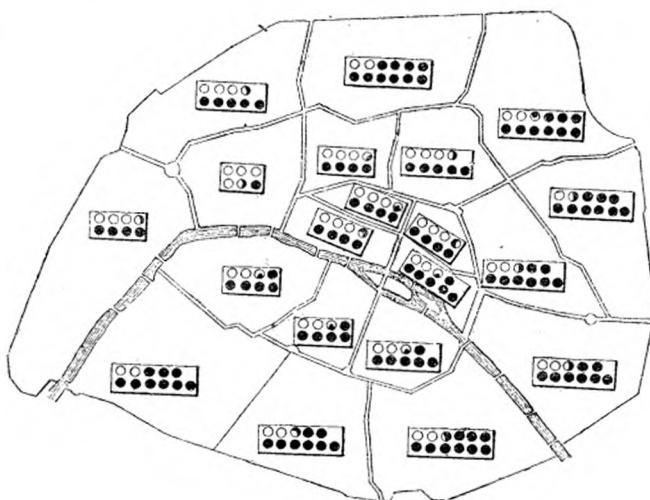


Fig. 22

COMPTEURS

Les compteurs, au point de vue de leur utilisation, se divisent en deux classes distinctes ; les compteurs de fabrication et les compteurs d'abonnés.

COMPTEURS DE FABRICATION

Les compteurs de fabrication ou d'usine enregistrent la quantité de gaz fabriquée et, de plus, renseignent, au moyen d'un appareil spécial appelé rapporteur, sur les variations et les irrégularités qui peuvent se produire pendant la distillation. Ces irrégularités peuvent, d'ailleurs, provenir de causes diverses, la qualité de la houille employée, le chauffage anormal des cornues, l'irrégularité du service des fours, etc.

D'autre part, les compteurs de fabrication indiquant les différences entre le gaz vendu et le gaz fabriqué permettent de reconnaître la présence des fuites dans la canalisation et aussi la quantité de gaz consommée pour l'éclairage public.

Les compteurs de fabrication sont basés sur le même principe que les compteurs ordinaires, dont la description est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la rappeler ici. Ils en diffèrent par le volume et par quelques dispositifs spéciaux, conséquence directe de leur application à la mesure des grandes quantités et des indications qu'ils doivent fournir.

Ces dispositifs sont :

L'horloge avec le rapporteur de fabrication, l'alimentation constante du niveau de l'eau, les tubes indicateurs du niveau, le jeu de valves formant by-pass et enfin les trous d'hommes ménagés sur le cylindre et sur les plateaux pour permettre le nettoyage de l'appareil.

Les derniers perfectionnements apportés aux compteurs de fabrication ont porté sur le rapporteur.

Pour bien faire comprendre l'importance de ces perfectionnements nous donnons (fig. 23) l'ancien dispositif. Sur un disque, mis en mouvement au moyen

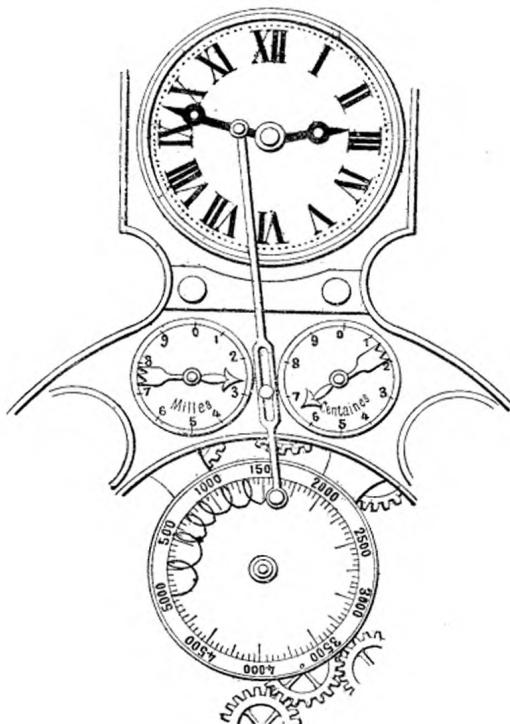


Fig. 23

d'une série d'engrenages, commandée par le mouvement enregistreur même, se trouve une feuille divisée en un certain nombre de parties égales. On donne au disque une vitesse relative correspondant à un certain volume écoulé au comp-
teur.

Un crayon, mis en mouvement par une bielle actionnée par la grande aiguille de l'horloge, trace sur la feuille divisée du disque des courbes représentées pl. I,

fig. 3. Les distances entre les points de tangence de ces courbes à la circonference représentent le nombre de mètres cubes fabriqués; et d'autre part, la forme et le nombre des courbes donnent, dans une certaine mesure, le régime de la fabrication.

Mais les courbes étant d'autant plus rapprochées que la fabrication est plus faible, il en résulte qu'elles peuvent arriver à se recouvrir et de plus, l'appareil ne donne pas l'heure exacte à laquelle chaque courbe a été tracée.

Les rapporteurs construits actuellement par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz obviennent à ces inconvénients. Ils sont connus sous le nom de rapporteurs à came.

Le disque est mis à la place du cadran de la pendule, il est établi pour faire un tour complet en 24 heures.

La feuille appliquée sur le disque (pl. I, fig. 5) est divisée en 24 parties égales représentant par suite les heures réelles d'observation et chaque partie est subdivisée en quatre, correspondant aux quarts d'heure.

Les divisions concentriques de la feuille correspondent aux dizaines de mètres cubes, d'où il suit que le passage du crayon du cercle extérieur au cercle intérieur indique 50 mètres cubes de gaz écoulé. On peut remarquer que, dans ce diagramme, les volumes se mesurent suivant les rayons, tandis que dans le diagramme ordinaire ils se mesurent sur la circonference.

Le crayon est guidé par une came dite « en cœur » qui reçoit son mouvement directement et sans amplification de la roue des dizaines du cadran.

Le tracé de cette came étant une spirale d'Archimède dont les rayons vecteurs croissent proportionnellement aux angles décrits, il s'en suit que cette came élève ou abaisse verticalement le crayon proportionnellement au chemin parcouru par l'aiguille des dizaines.

En conséquence, pour un tour de la roue des dizaines, le crayon aura accompli une ascension et une descente, et il aura tracé une courbe qui sera l'expression graphique exacte du mouvement de la roue des dizaines. Il est facile de voir qu'avec cette disposition, on peut suivre instant par instant le régime de la fabrication; de plus, les courbes ne se coupent jamais et, contrairement à ce qui se passe dans l'autre genre de diagrammes, elles sont d'autant plus éloignées que la production est plus faible et d'autant plus rapprochées que la production est plus active.

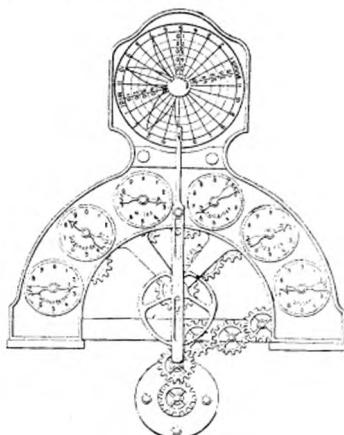


Fig. 24

Il est toujours facile de limiter l'écart qu'elles peuvent offrir en se basant sur le débit maximum du compteur et en choisissant pour roue d'origine celle des dizaines, des centaines ou des mille du cadran enregistreur.

Toutefois, lorsqu'il s'agit de compteurs de grandes dimensions, à partir du type de 10 000 mètres cubes, le disque est supprimé et remplacé par un cylindre vertical mis en mouvement par l'horloge et sur lequel est enroulée la feuille

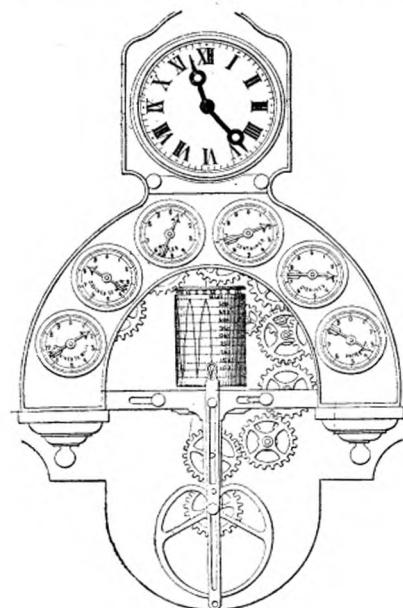


Fig. 25

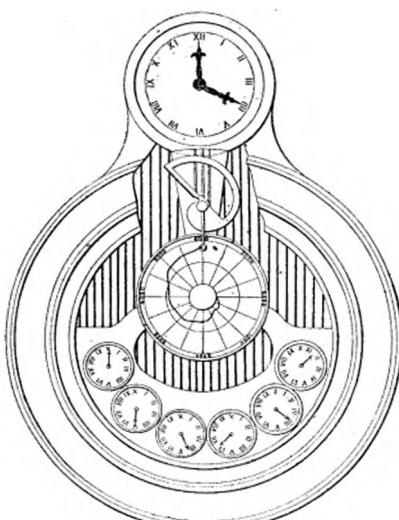


Fig. 26

divisée. Dans le cas d'une marche normale, les courbes tracées par le crayon sont des hélices qui se transforment en lignes droites quand on déroule le papier. La figure 25 représente ce dispositif spécial.

Enfin le crayon, dont l'usure peut altérer l'exactitude des indications, est remplacé par un tire-lignes à encre glycérinée.

L'enregistreur graphique à came construit par la Compagnie Anonyme Continentale pour la fabrication des compteurs se compose d'un disque analogue à celui du rapporteur ordinaire mis en mouvement par le volant. Sur ce disque s'appuie, par son propre poids, un crayon ou un tire-lignes déplacé verticalement par une came actionnée par un mouvement d'horlogerie et qui fait un tour en 24 heures. Le disque fait une révolution complète pour le maximum de débit du compteur en 24 heures. Si la fabrication est régulière, le crayon décrit une hélice, mais il en est rarement ainsi et les variations dans la fabrication

sont suffisamment indiquées ainsi que l'on peut s'en rendre compte sur le dessin (fig. 26) qui représente l'appareil enregistreur d'un compteur de 36 000 mètres cubes par 24 heures.

Citons encore comme un des plus récents perfectionnements la disposition du mouvement du rapporteur au-dessus du centre, évitant ainsi l'écoulement de l'eau dans la boîte en cas de fuite au presse-étoupes, et le déplacement autrefois inévitable du mouvement et de l'horloge en cas d'une fuite même légère.

COMPTEURS D'ABONNÉS

L'exactitude du mesurage des compteurs est le point principal sur lequel ont porté les recherches des fabricants. Cette exactitude est, comme on le sait, liée d'une manière absolue au maintien du niveau normal de l'eau dans l'appareil et l'on connaît l'influence considérable de la variation de ce niveau sur les indications du compteur.

Les constructeurs ont donc cherché à rendre ce niveau constant ou mieux encore à rendre la mesure indépendante du niveau de l'eau.

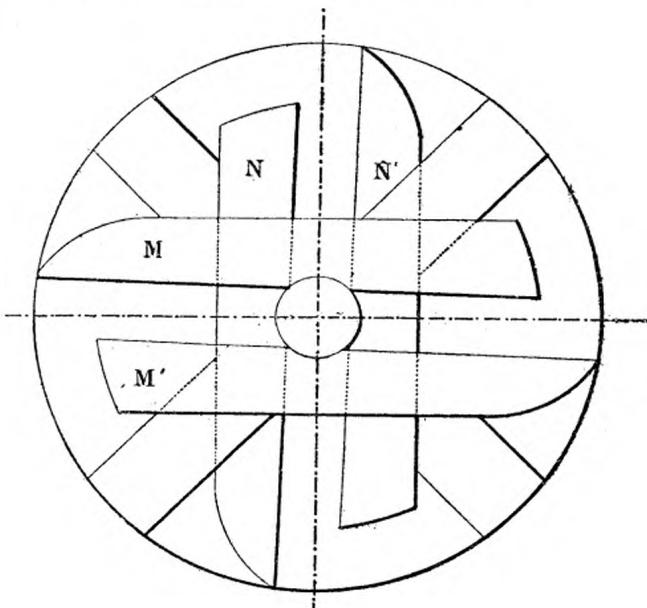


Fig. 27

La cause la plus commune de l'abaissement du niveau de l'eau est l'évaporation due au passage du courant gazeux. Le gaz, en effet, est ordinairement à la

température de 12° dans les conduites de Paris et n'est nullement saturé de vapeur d'eau. S'il entre dans un compteur dont l'eau est à la même température ou à une température plus élevée, il est évident qu'il emportera une certaine quantité de vapeur d'eau. D'autre part, le compteur impose sa température au gaz qui le traverse, ce qui tend à prouver qu'il y a toujours évaporation et que cette évaporation croît avec la température du compteur et le volume débité.

Pour supprimer l'évaporation de l'eau du compteur, M. P. Rouget a imaginé de placer, sous le devant carré de l'appareil, une bâche saturatrice contenant des chicanes et remplie d'eau jusqu'à une certaine hauteur.

Le gaz traverse cette bâche avant de pénétrer dans le compteur et y prend la vapeur d'eau nécessaire à sa saturation.

Il faut avoir soin de remplir assez souvent la bâche, puisque c'est dans ce réservoir que se produit toute l'évaporation.

Le compteur à bâche préalable d'évaporation est très simple et c'est là un de ses principaux avantages.

Dans un autre ordre d'idées, le compteur Siry Lizars et C^{ie} est un des plus exacts, le mesurage étant indépendant du niveau de l'eau.

Le volant de ce compteur (fig. 27) est un volant ordinaire dans l'intérieur duquel sont fixés 4 canaux renversés ou cuillers parallèles 2 à 2, 2 sur le devant M, M' et 2 sur le fond N, N'. Nous ne donnerons pas ici en détail le fonctionnement de ce compteur. Disons seulement que les canaux ou cuillers compensatrices retiennent d'un compartiment pour l'envoyer dans le suivant, un volume de gaz d'autant plus grand que le niveau de l'eau est plus bas et compensent ainsi les erreurs dues à ce niveau. Pour que la compensation soit absolue, il faut et il suffit que la section de la cuiller M soit égale à la somme des surfaces sur lesquelles se produit l'abaissement de l'eau dans le compartiment mesureur.

La Compagnie Anonyme Continentale pour la fabrication des compteurs a ajouté aux compteurs à mesure invariable un dispositif qui évite le siphonnement et supprime ainsi les précautions multiples à prendre pour le remplissage. La figure 28 représente ce dispositif et permet d'en suivre le fonctionnement. Quand l'eau s'écoule du devant carré D dans la bâche B qu'elle remplit, le niveau de l'eau dans la bâche B s'élève jusqu'au moment où, atteignant la partie inférieure du tube A, une certaine quantité est emprisonnée dans la partie supérieure de cette bâche B. Le niveau tendant toujours à s'élèver, l'air sera comprimé et tendra d'une part à activer l'écoulement de l'eau de la bâche par l'orifice S, et, d'autre part, à ralentir le déversement de l'eau du carré D dans la bâche B.

A un moment donné, il s'établit un équilibre pour lequel la quantité d'eau admise dans la bâche du siphon est égale à la quantité d'eau qui s'écoule par l'orifice S. Cet équilibre étant établi pour une pression inférieure à H, l'eau ne

montera pas assez dans le tube A pour fermer la communication du devant carré avec la caisse C du volant et le compteur ne siphonnera pas. Le niveau s'établira donc toujours sans qu'il soit besoin de prendre aucune précaution.

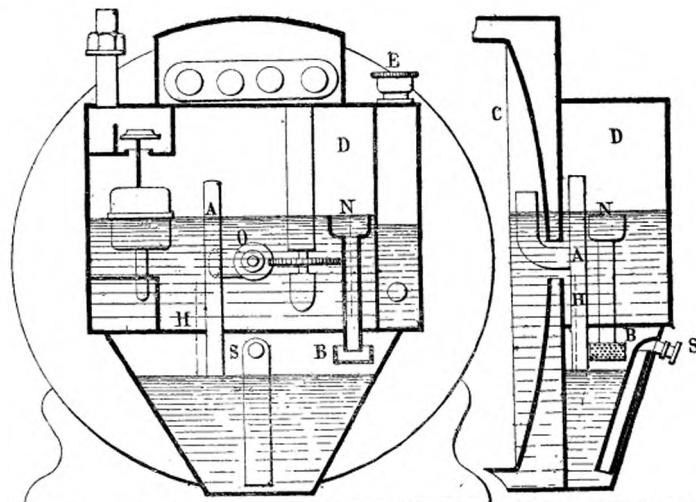


Fig. 28

Cette compression d'air dans la bâche B offre encore l'avantage de couper net l'écoulement de l'eau par l'orifice S, dès que le niveau normal est établi, et de laisser dans la bâche B un espace libre assez grand pour recueillir la condensation qui pourrait se produire.

Le compteur à mesure invariable non siphonnable résout donc le problème du mesurage exact, de la facilité et de la rapidité du nivelingement.

Régulateurs de pression

Dans tout réseau de distribution, la pression initiale P est supérieure à la pression de sortie p . La différence $P - p$ représente la perte de charge. Cette perte de charge est fonction de la vitesse du gaz s'écoulant dans le réseau, et par suite du volume débité.

Le but des régulateurs est de donner à cette différence $P - p$ la valeur qui convient pour assurer le déplacement d'un volume de gaz dans un tuyau donné.

Plusieurs cas peuvent se présenter :

Si le volume écoulé doit être tantôt très considérable, tantôt très faible, les

différentes valeurs de $P - p$ doivent être obtenues en faisant varier P seulement. C'est ce but que remplissent les régulateurs d'émission.

Si on limite le volume à ce que peut débiter le tuyau initial en supposant au gaz une vitesse de 2^m,5 par seconde, il suffit de rendre P constant parce que la valeur $P - p$ est négligeable. C'est le cas des régulateurs d'abonnés.

Enfin si le volume doit rester constant il faut rendre $P - p$ constant et on emploie alors un rhéomètre.

Nous sommes donc conduit à distinguer trois sortes de régulateurs :

Les régulateurs d'émission ;

Les régulateurs d'abonnés ;

Et les rhéomètres.

Nous allons examiner successivement quelques types de chacun de ces appareils.

Régulateurs d'émission

Le régulateur d'émission a pour but de maintenir automatiquement à la sortie de l'usine une pression constante du gaz écoulé quelles que soient les variations de pression à l'intérieur de l'usine et celles extérieures résultant de l'allumage ou de l'extinction des brûleurs sur le réseau de la canalisation.

Il sert également à maintenir constante la pression en un point déterminé du réseau par l'intermédiaire d'un tuyau de retour.

Nous dirons seulement que la pression du gaz à la sortie de l'appareil ne dépend que du poids de la cloche et de sa section.

Si en effet on appelle P le poids de la cloche dans sa position d'équilibre et p la pression du gaz sous la cloche, S la section horizontale de la cloche, la condition d'équilibre est

$$P = pS$$

d'où

$$p = \frac{P}{S}$$

Nous citerons le régulateur à double cône et le régulateur à pression compensée système Siry-Lizars, ce dernier réglant mieux que le premier les faibles débits. Ce système est en fonction dans les salles d'émission des usines de la Compagnie Parisienne et se prête très bien à l'adjonction d'un tuyau de retour dans le cas de l'emploi en un point quelconque d'un réseau.

Le régulateur représenté par les figures 29 et 30 est le type construit par la maison Giroud pour les conduits de 300 millimètres. Ce régulateur diffère du type Clegg en ce sens que le gaz qui le traverse ne le fait mouvoir que si le tuyau de retour est fermé et que l'intérieur de la cloche communique à l'air

libre, le gaz peut continuer à s'écouler sans fuite, mais le régulateur reste immobile dans la position qu'on lui donne. D'autre part, les siphons D D placés à l'intérieur ou à l'extérieur corrigent les effets produits par l'immersion sur le

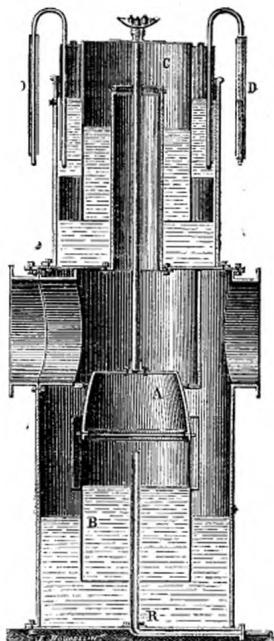


Fig. 29

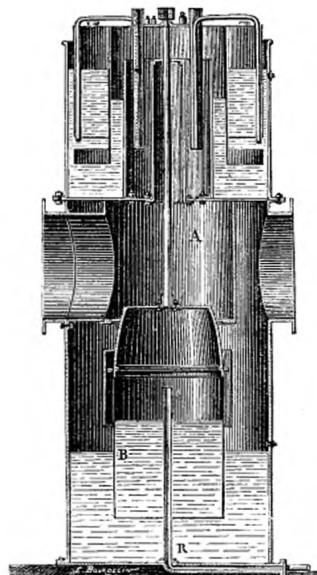


Fig. 30

poids propre de l'ensemble mobile. Enfin les poids placés une fois pour toutes sur la cloche équilibrivent la pression du réseau ou de retour et non pas celle du gaz à la sortie de l'usine.

Il arrive parfois que la grande distance entre l'usine et le point du réseau où l'on veut maintenir la pression constante rende très dispendieuse ou très difficile la pose d'un tuyau de retour. Dans ce cas on se borne à un court tronçon branché sur le distributeur et se rendant à un manomètre à contacts électriques d'où partent deux fils allant à l'usine. Ce manomètre est construit par la maison Giroud, il est représenté par les figures 31 et 32.

La figure 31 représente un appareil automoteur et la figure 32 un appareil avertisseur.

Dans l'appareil automoteur le courant ramené de l'usine par l'un des fils du manomètre traverse un rouage qui ouvre ou ferme la valve d'émission selon le sens du courant. La vitesse du rouage est suffisante pour empêcher la pression de varier de plus de 2 ou 3 millimètres. Si la variation atteignait une valeur

plus grande, le courant serait reporté sur le second fil aboutissant à un galvanomètre et à une sonnerie. Le déplacement du courant arrête le rouage et avertit le surveillant à qui l'aiguille du galvanomètre indique le sens dans lequel doit être manœuvrée la valve.

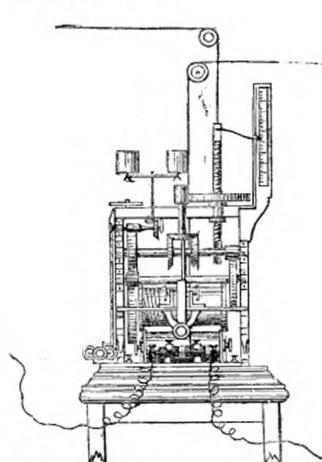


Fig. 31

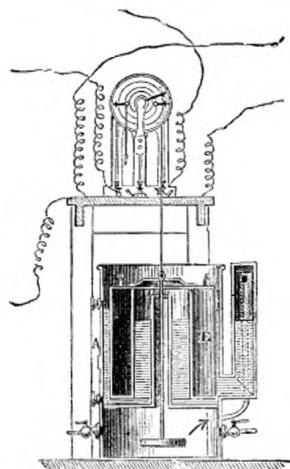


Fig. 32

Dans l'appareil avertisseur il suffit d'un seul fil pour relier le manomètre à une sonnerie et un galvanomètre posés dans la salle des valves de départ à l'usine.

L'installation des fils coûte environ 180 francs par kilomètre tout compris.

M. Coindet, dans une récente communication à la Société technique de l'industrie du gaz, a décrit une installation faite à Rouen depuis 1888 et basée sur le même principe que celle de M. Giroud.

L'appareil avertisseur a été modifié de façon à ce que ses indications soient plus certaines et aussi à permettre de pouvoir modifier automatiquement la pression en ville à certaines heures.

En outre, l'installation comprend un nouvel appareil très simple pour les changements automatiques de la pression à l'usine.

La description complète de ce système est faite dans le *Journal de l'éclairage au gaz* auquel nous empruntons les renseignements suivants :

L'installation comprend :

1° Un poste avertisseur de ville.

Dans chacun des réseaux de distribution se trouve un poste placé dans une armoire scellée dans un mur et ouvrant sur la rue afin que l'accès en soit toujours facile.

Ce poste comprend une cloche Giroud, un appareil transmetteur à change-

ments automatiques, un enregistreur de la pression, un téléphone avec sonnerie, un parafoudre et un bec de gaz pour éclairer et aussi chauffer le poste en cas de gelée. Les produits de combustion sont évacués au dehors par un tuyau en tôle et la chaleur produite suffit pour préserver l'appareil contre les plus fortes gelées.

2^e Un poste récepteur d'usine.

Chaque régulateur d'émission porte un galvanomètre qui indique clairement suivant la position de l'aiguille inclinée à droite ou à gauche s'il faut ajouter de la pression ou en retirer; tous les galvanomètres sont reliés à une sonnerie commune qui se fait entendre pendant tout le temps qu'un poste avertisseur réclame et jusqu'à ce que l'aiguille revienne à zéro, c'est-à-dire à la position verticale. Il y a aussi dans la salle d'émission un téléphone pour communiquer avec l'un quelconque des postes de ville. Pour utiliser le téléphone, il faut isoler l'appareil transmetteur de pression au moyen du commutateur. Le poste de ville, par un bouton de sonnerie, fait un appel convenu qui agit sur la sonnerie de l'usine et en même temps sur le galvanomètre correspondant. On isole alors le galvanomètre par un mouvement du commutateur, et on peut communiquer par téléphone avec le poste de ville.

Sur l'un des régulateurs d'émission a été installé un appareil automatique pour augmenter ou diminuer la pression suivant les appels envoyés par le poste de ville.

Avec l'installation telle qu'elle vient d'être exposée, on peut régler la pression de ville à moins de 2 millimètres.

Les appareils transmetteurs et récepteurs ont été imaginés et construits par M. Hayes, horloger à Rouen.

Pour terminer ce chapitre relatif aux régulateurs d'émission, et à la régularisation de la pression dans les conduites, nous donnons figure 33, la disposition

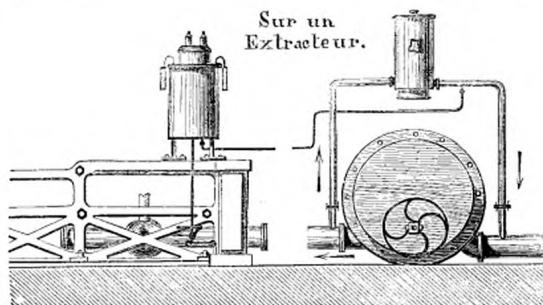


Fig. 33

d'un régulateur d'émission sur un extracteur d'usine. La construction de ce régulateur ne diffère que par ce seul point que le flotteur est en tôle et non en

cuivre, parce que ce dernier métal serait attaqué par les produits renfermés dans le gaz non épuré.

Lorsque l'extracteur est mû par une machine, il suffit, pour régler la vitesse

du moteur d'après la production du gaz, de relier le papillon de la machine à un flotteur mis en mouvement par le gaz pris à l'amont de l'extracteur.

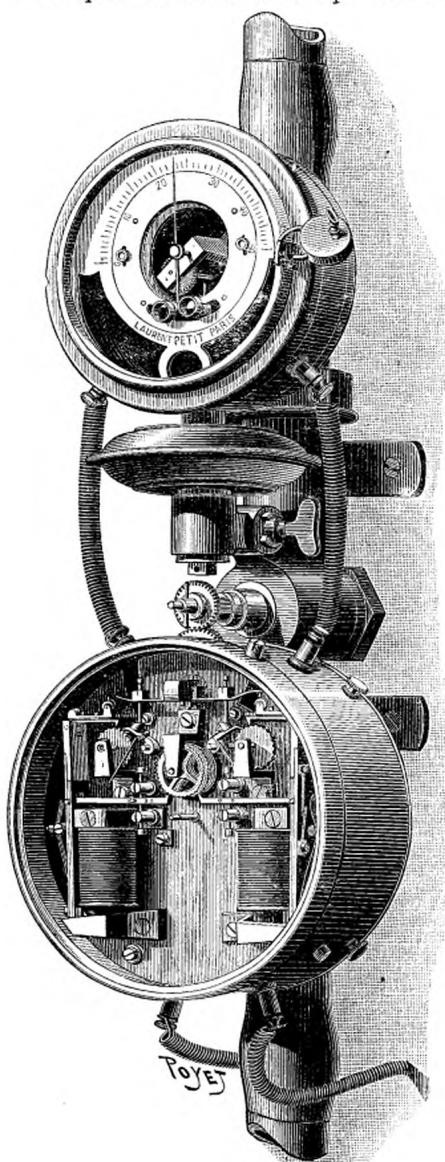


Fig. 34

Régulateurs d'abonnés

Les régulateurs d'abonnés, ainsi qu'il a été dit au commencement de ce chapitre ont pour but de maintenir constante la pression dans un réseau lorsque le volume à écouler est limité au débit du tuyau initial, le gaz s'écoulant avec une vitesse de 2^m,5 par seconde.

Les appareils construits par la « Maison Giroud », la « Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz ; la Compagnie Anonyme Centrale pour la fabrication des compteurs à gaz et autres appareils » sont basés sur le principe du régulateur de Clegg et comportent tous des perfectionnements qui annulent les « coups de pression » et donnent à l'appareil une très grande sensibilité, nous ne décrirons pas ici ces appareils qui sont presque identiques aux régulateurs d'émission.

Il existe d'autres régulateurs d'abonnés fonctionnant d'après un autre principe et de création plus récente.

Nous citerons d'abord le robinet détendeur de M. Laurent Petit. Cet appareil a fonctionné au Pavillon du Gaz pendant toute la durée de l'Exposition, il est représenté par la figure 34.

Cet appareil se pose sur le branchement initial d'un réseau de distribution. Il se compose de deux organes distincts : à la partie supérieure un manomètre métallique, à la partie inférieure un mécanisme électrique commandant le robinet d'admission du gaz dans le réseau.

L'aiguille du manomètre est montée sur un axe qui reçoit le mouvement d'une tige verticale fixée à une membrane soumise à l'action directe du gaz.

Cette membrane est enfermée dans la boîte elliptique que l'on peut voir sur la figure en-dessous du manomètre. Une des extrémités de l'aiguille se déplace devant un cadran donnant la pression du gaz en millimètres. L'autre extrémité oscille entre deux contacts faisant saillie et reliés électriquement au mécanisme moteur.

Ce mécanisme se compose de deux électro-aimants absolument identiques, dont l'un actionne le robinet dans le sens de la fermeture, et l'autre dans le sens de l'ouverture.

Le fonctionnement de l'appareil est des plus simples.

Au repos, l'extrémité inférieure de l'aiguille du manomètre se trouve à égale distance de deux contacts, et l'autre extrémité indique sur le cadran la pression du gaz en millimètres.

Si la pression vient à augmenter, l'extrémité inférieure de l'aiguille vient appuyer sur le contact de gauche et l'électro qui actionne le robinet dans le sens de la fermeture se met en marche. Il s'arrête lorsque la pression initiale est rétablie, attendu qu'à ce moment l'aiguille a abandonné le contact.

Si au contraire la pression baisse, c'est le contact de droite qui ferme le circuit de l'électro-aimant actionnant le robinet dans le sens de l'ouverture jusqu'à ce que la pression initiale soit rétablie.

Le courant électrique, nécessaire au fonctionnement de l'appareil, est fourni par une pile de six éléments Leclanché.

Avec ce système de régulateur, on peut faire fonctionner l'éclairage à telle pression voulue, en tournant à la main le cadran divisé portant les contacts.

Cet appareil est très sensible.

L'ouverture d'un seul robinet d'un brûleur est immédiatement signalée par le bruit du mécanisme qui se met en marche, et, à ce point de vue, l'appareil peut encore être utilisé comme indicateur de fuites dans la distribution.

Il a été décrit, d'une façon très complète, dans le *Journal des Usines à gaz*, du 20 mai 1890, dans lequel on trouvera tous les détails du mécanisme et du fonctionnement.

La Compagnie Wenham exploite, depuis quelque temps, un régulateur repré-

senté par la figure 35, et composé d'une boîte en fonte renfermant une cloche reposant sur un bain de mercure. Le sommet de la cloche porte une tige verticale sur laquelle repose un levier compensateur muni d'un contrepoids qu'on déplace à volonté. La cloche, en se soulevant, fait remonter un cône qui ferme plus ou moins l'arrivée du gaz.

Cet appareil est très robuste, et ne présente aucun organe nécessitant un entretien quelconque. Pour le régler, on allume un certain nombre de becs, et on essaye la pression en vissant à fond le curseur près du compensateur.

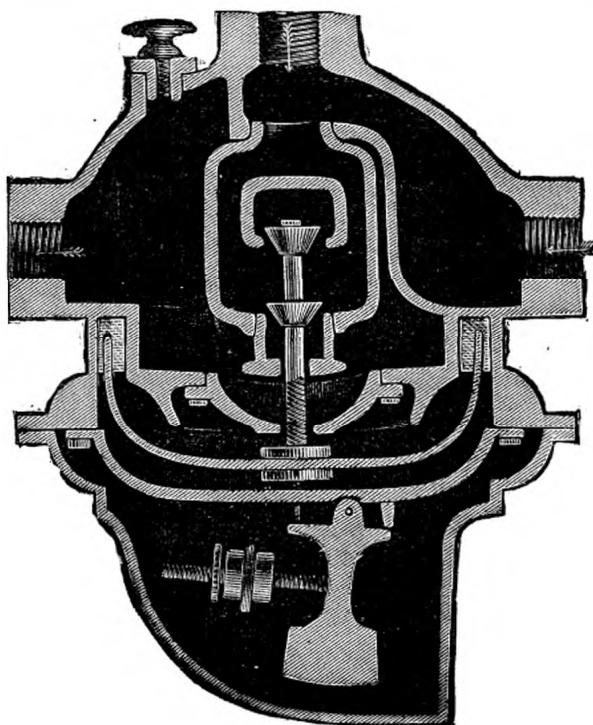


Fig. 35

Si la pression est insuffisante, on dévisse le curseur jusqu'au moment où les brûleurs donnent une lumière satisfaisante. Si on désire moins de pression, on enlève le curseur totalement.

L'appareil est disposé de façon à ce que l'entrée puisse se faire latéralement ou en dessous. Le fonctionnement est absolument le même dans les deux cas.

Les régulateurs Wenham se font couramment sur six modèles, dont le débit varie entre 1 500 et 17 000 litres.

Citons encore un type de régulateur à membrane dont nous avons eu déjà l'occasion de dire quelques mots, page 39, à propos du transport des gaz comprimés. Ce régulateur, représenté par la figure 36, est construit par la Société anonyme du Gaz Riche de Paris. Il renferme une membrane flexible très

résistante, que l'on tend plus ou moins en tournant la vis située à la partie supérieure. L'arrivée du gaz se fait par le raccord inférieur, et la sortie par la tubulure latérale. La construction intérieure de ces appareils diffère de celle des régulateurs pour les hautes pressions par la composition de la membrane, qui a nécessairement besoin d'offrir une très grande résistance lorsqu'elle doit maintenir de très fortes pressions.

Ces régulateurs à gaz se placent à la sortie du compteur, sur la canalisation principale. La facilité de leur réglage et leur sensibilité en sont les qualités principales, en même temps que la simplicité de leur construction, dont aucun organe n'est détruit par le contact prolongé du gaz plus ou moins épuré.

Ces régulateurs se font sur sept modèles dont le débit varie de 500 à 21 000 litres.

Il existe encore plusieurs autres types de régulateurs à membrane. Dans quelques-uns, la vis de réglage est remplacée par un compensateur avec un contre-poids mobile, ou encore par une tige sur laquelle on pose des poids en nombre variable. Nous retrouverons ces systèmes à propos du rhéomètre et aussi des régulateurs de courant ou antifluctuateurs.

Citons enfin le régulateur Busch's, à bain de mercure ; le régulateur Warmé, le Piézostat (système J. Morin, construit par E. Roger), etc., etc.



Fig. 36

Rhéomètres

Une des principales conditions du bon fonctionnement d'un appareil d'éclairage, au gaz, quelconque, est de brûler le gaz à une pression très faible.

D'après cela, de deux brûleurs, consommant la même quantité de gaz, le meilleur serait celui qui présenterait l'orifice le plus large. Mais les plus minimes variations de la pression auraient des conséquences excessives sur le fonctionnement de ce bec, et la dépense pourrait devenir tout d'un coup beaucoup trop forte.

Il faut donc chercher à obtenir dans un brûleur tous les avantages d'une bonne combustion, tout en maintenant constante la pression d'arrivée du gaz.

Le changement de pression se manifeste sur une flamme de gaz sous trois aspects distincts :

- 1^o Changement de forme;
- 2^o Variation de la dépense;
- 3^o Variation du pouvoir éclairant.

Ces variations sont plus ou moins sensibles selon la nature du bec, et elles le sont en général d'autant plus que le bec présente un orifice de combustion plus grand, relativement à la consommation du gaz, et que les conditions de la combustion sont les meilleures.

C'est ainsi que, dans les lampes à gaz à récupération de chaleur, les canaux d'évacuation des produits de combustion et d'arrivée d'air froid, ayant des sections équilibrées entre elles, de façon à permettre la combustion parfaite et complète d'un volume de gaz déterminé, lorsque la pression et par suite la dépense de gaz vient à changer, l'appareil ne fonctionne plus.

Si la pression augmente, la quantité d'air arrivant au brûleur n'est plus suffisante pour assurer la combustion du gaz; il se produit du noir de fumée qui se dépose sur le brûleur même, et sur les parois des canaux d'évacuation, bientôt obstrués, la flamme devient rouge, fumeuse, et répand de mauvaises odeurs dans la pièce. Il faut éteindre la lampe.

Si, au contraire, la pression diminue, la dépense devient plus faible, l'air arrive au brûleur en excès, le pouvoir éclairant diminue beaucoup plus vite que la dépense, la flamme est bleuâtre et n'éclaire plus.

Aussi est-il nécessaire, pour qu'un bec fonctionne bien, qu'il soit muni d'un régulateur ou rhéomètre, de façon à ce que le volume de gaz qui lui est fourni soit exactement celui qu'il doit consommer.

Les régulateurs de volume ou rhéomètres réalisent la constance de l'écoulement d'un volume donné de gaz, indépendamment des changements de brûleur et des variations de la pression initiale.

Le courant fluide se présente à un orifice constant, et le traverse sous une pression égale à la différence entre la pression d'amont et celle d'aval. Cette différence est d'ailleurs constante, puisqu'elle est représentée par le poids du diaphragme qui est constant.

Nous parlerons, en premier lieu, des rhéomètres Giroud.

Ces rhéomètres sont secs ou humides. Les deux types de rhéomètres humides construits par la maison Giroud, sont représentés par les figures 37 et 38. Le rhéomètre représenté figure 37 s'emploie pour les becs à dépense invariable. Au contraire, lorsqu'on a besoin d'avoir des dépenses différentes, on emploie le rhéomètre représenté figure 38, dont on ouvre plus ou moins le passage latéral au moyen de la vis E.

Le liquide employé est l'huile d'amandes douces si le bassin n'est pas étamé, ou la glycérine pure quand le bassin est en alliage ou en cuivre étamé.

Les numéros inscrits sur la capsule et sur le bassin sont destinés à indiquer la dépense réelle en gaz du rhéomètre, mais il est à remarquer qu'il s'agit de gaz réglementaire de Paris, à la densité 0,38.

Avec un gaz de densité différente, ils ne peuvent être plus considérés que comme numéros de séries.

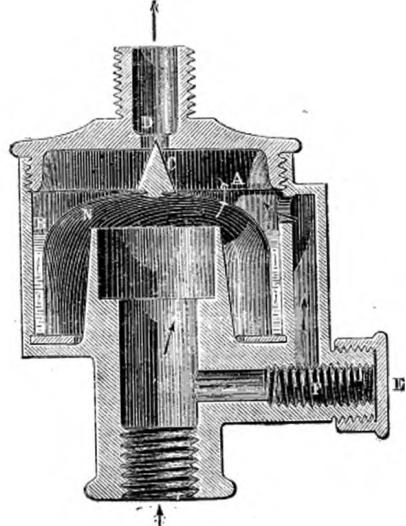


Fig. 38

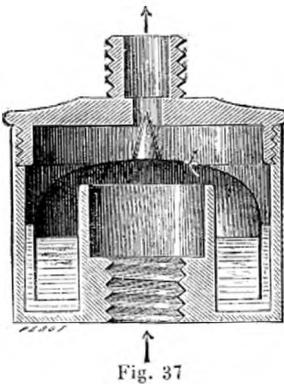


Fig. 37

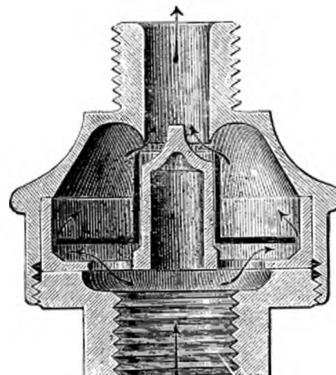


Fig. 39

Les rhéomètres secs produisent les mêmes effets que les rhéomètres humides. La figure 39 représente un type de ces appareils grandeure d'exécution. Ils se construisent sur deux modèles :

L'un peut débiter de 400 à 1 800 litres à l'heure, l'autre peut fournir depuis 100, et même 80 litres jusqu'à 300 litres.

Ces appareils s'établissent pour des dépenses allant jusqu'à 25 mètres cubes; leur diamètre est alors de 0^m,16.

Les rhéomètres secs diffèrent, comme on le voit, des rhéomètres humides en ce que le passage rhéométrique s'effectue par un orifice percé sur une capsule ; de là résulte l'infériorité de ces rhéomètres secs sur les rhéomètres humides, car il est difficile d'obtenir en fabrication, et sans tâtonnements, des vides annulaires ayant rigoureusement la section propre à effectuer exactement au débit voulu.

De plus, dans les petits rhéomètres, l'espace annulaire étant très petit, la moindre impureté du gaz peut compromettre la liberté du disque.

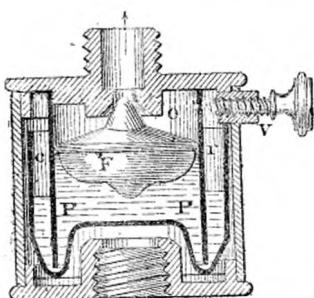


Fig. 40

Le régulateur Parcy-Derval (fig. 40) est un régulateur humide dans lequel le gaz exerce sa pression sur un bain d'huile renfermé dans deux vases communiquants C, P concentriques. Le vase intérieur contient un flotteur F sur lequel agit également la pression du gaz qu'on laisse pénétrer dans ce vase en donnant plus ou moins d'ouverture à l'orifice latéral O par lequel il pénètre.

Le gaz s'échappe donc à la pression constante représentée par la différence du niveau du liquide dans les deux vases.

La Compagnie anonyme continentale construit un régulateur pour becs de lanternes publiques, composé d'une boîte en métal, divisée en deux parties par une membrane horizontale flexible à laquelle est suspendu un petit cône jouant dans l'ouverture d'arrivée du gaz. Si la pression augmente, la membrane, soulevée, entraîne le cône et ferme partiellement l'orifice. Si elle redescend, l'effet inverse se produit. La consommation du bec, dont la section est constante, sera donc réglée par le poids qu'on placera sur la membrane.

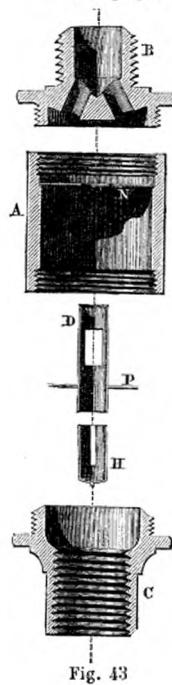


Fig. 43

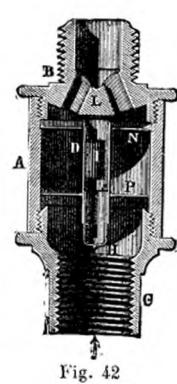


Fig. 42

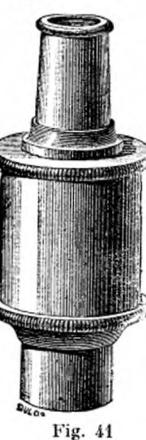


Fig. 41

Le régulateur Bablon représenté par les figures 41, 42 et 43, est construit tout en laiton et recouvert, après sa fabrication d'une couche galvanoplastique d'étain.

La figure 41 représente le régulateur pour bec à air libre ; la figure 42 donne la coupe du même régulateur portant un couvercle avec pas extérieur B ; la figure 43 montre

l'appareil démonté et les pièces séparées. Le réglage de l'appareil, pour un débit déterminé, est établi par l'enfoncement convenable de la capsule de réglage H dans le bas du tube D, et, si c'est nécessaire, par un orifice additionnel percé dans le piston P. Plus on enfonce la capsule H, plus on diminue le débit.

Le bon fonctionnement de l'appareil demande qu'on y adapte un bec en stéatite et non en fer, ce dernier transmettant trop facilement la chaleur du bec au régulateur. Il résulte de cet échauffement une dilatation du gaz nuisible à la régularité du débit.

Pour les lampes à récupération, dont l'alimentation a presque toujours lieu par le haut, le courant gazeux arrive du haut en bas, contrairement à ce qui a lieu pour les autres genres de becs.

Les régulateurs ordinaires ne sont donc pas applicables dans ce cas, à moins d'employer des dispositifs spéciaux consistant à faire descendre le gaz pour le faire remonter ensuite et redescendre enfin à la lampe. On dispose alors le régulateur sur la colonne ascendante.

Mais ces dispositifs sont une complication ; aussi a-t-on cherché des régulateurs pouvant être utilisés sur une colonne descendante. Le régulateur Bablon renversé, dont le principe est d'ailleurs le même que celui du régulateur ordinaire, remplit ce but. La figure 44 ci-contre donne la coupe verticale d'un régulateur Bablon, grandeur d'exécution pour un débit de 200 litres à l'heure.

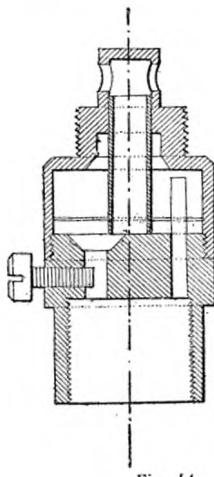


Fig. 44



Fig. 45

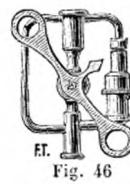


Fig. 46



Fig. 47

Le fonctionnement de cet appareil est suffisamment expliqué par cette figure ; il est le même que celui du régulateur Bablon ordinaire.

La vis latérale sert au réglage.

Les dispositifs employés par la Compagnie Venham, pour les lampes suspendues, obviennent à cet inconvénient, quelquefois reproché aux régulateurs renversés que leurs pas de vis ne sont pas assez résistants pour supporter le poids de la lampe.

Le robinet obturateur (fig. 45) s'emploie toutes les fois que les lampes sont desservies par une canalisation déjà réglée par un régulateur. Au-dessous du robinet se trouve une vis obturatrice avec laquelle on règle, une fois pour toutes, le débit du gaz.

La sauterelle (fig. 46) permet l'emploi d'un régulateur ordinaire. Le robinet étant ouvert, le gaz passe dans la partie de droite, traverse le régulateur, et redescend par la partie de gauche pour revenir dans le tube central.

La lyre carrée, représentée par la figure 47 est construite sur le même principe. Elle comporte une boule à rodage permettant à l'appareil d'osciller

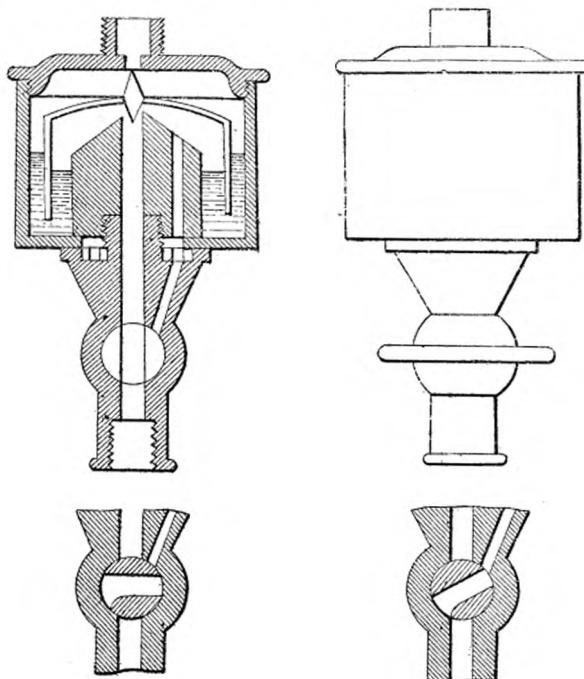


Fig. 48

Fig. 49

dans tous les sens. Elle se fait sur deux modèles : celui que nous représentons s'emploie partout où la hauteur du plafond est faible, et ne permet pas l'emploi de l'autre modèle dont la hauteur est double de celle de celui-ci.

Le rhéomètre à fermeture automatique, système Serment, construit à Paris,

par la Société Anonyme pour la fabrication des Compteurs, se compose d'un rhéomètre ordinaire à glycérine et d'un robinet spécial.

Il est représenté en coupe et en élévation par les figures 48 et 49.

On voit que la capsule porte une « goutte de suif » qui vient boucher l'orifice d'arrivée du gaz, dès que celui-ci venant à manquer, la cloche retombe. Mais lorsque le gaz reviendra, la surface de la goutte de suif étant la seule sur laquelle il puisse agir, il en résultera que la cloche ne bougera pas et qu'il n'y aura pas de gaz au brûleur. Pour l'y faire arriver, il faut fermer puis ouvrir le robinet. Lorsqu'il sera dans la position représentée figure 49, le gaz arrivera par le conduit latéral jusque sous la cloche et la soulèvera.

Il nous reste à parler d'un autre genre de régulateurs construits spécialement pour atténuer et supprimer les fluctuations produites par les moteurs à gaz dans les canalisations qui les alimentent.

RÉGULATEURS DE COURANT

Ces appareils agissent concurremment avec les poches en caoutchouc, déjà employées dans ce but, et qui ne le remplissent qu'imparfaitement.

Un des premiers antifluctuateurs est celui imaginé par M. Schrabetz, Ingénieur à Vienne (Autriche). Il se compose d'une cloche suspendue dans un réservoir d'eau sous laquelle se fait l'aspiration. La pression du gaz fait monter ou descendre la cloche qui, au moyen d'un dispositif spécial commande le robinet d'arrivée du gaz. Le fonctionnement de cet appareil n'était pas satisfaisant et il fut abandonné.

On emploie actuellement comme régulateurs de courant trois types principaux d'appareils qui se disposent sur la canalisation un peu avant les poches en caoutchouc. Nous allons donner la description succincte de ces appareils.

La soupape de poche, construite par la Maison Bizot et Akar, est un robinet spécial commandé par les mouvements de la poche. La figure 50 donne la vue de cet appareil.

Le papillon du robinet est commandé par une roue dentée A fixée sur son axe et actionnée par une crémaillère B mise en mouvement par un levier articulé C à deux branches D, D'.

Les deux branches D D' du levier sont réunies sur un pivot E et l'extrémité de chacune d'elles est engagée dans la bague F d'une agrafe C attachée de chaque côté de la poche.

Les deux branches suivent les mouvements de la poche dans son gonflement et son dégonflement. Elles font manœuvrer alternativement le papillon pour ne donner au gaz qu'un passage suffisant. D'autre part, les extrémités des branches du levier ont assez de jeu dans les agrafes pour laisser à la poche la palpitation nécessaire. Dans un autre ordre d'idées, cet appareil est basé sur le même prin-

cipe que l'antifluctuateur Schrabetz dont nous venons de dire quelques mots, seulement, ici, c'est la poche qui commande directement l'arrivée du gaz.

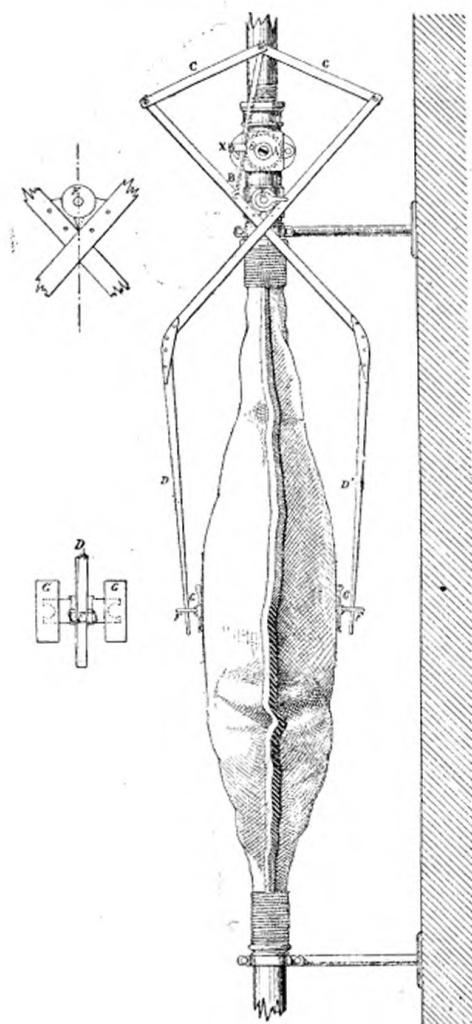


Fig. 50

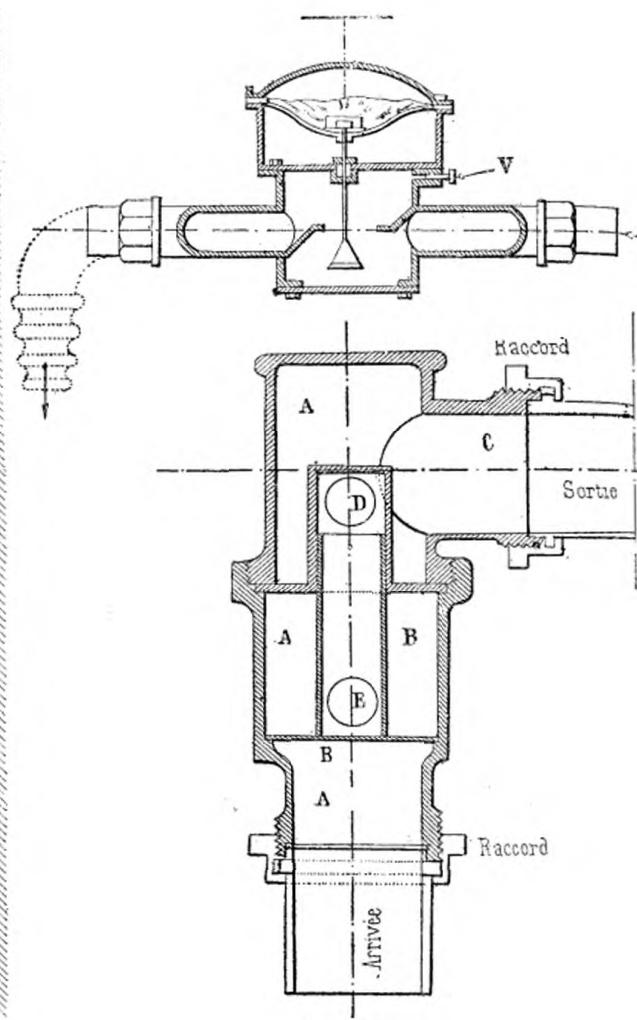


Fig. 51-52

La soupape de poche se fait sur cinq modèles, correspondant aux forces de moteurs suivantes :

1/2 cheval à 2 chevaux ;

3 à 5 chevaux ;

6 à 8 chevaux ;

10 à 12 chevaux ;

14 à 20 chevaux.

La Compagnie Anonyme Continentale pour la Fabrication des Compteurs à gaz construit deux modèles de régulateurs de courants, l'un se disposant dans la poche même et l'autre en dehors de la poche.

Le premier modèle se compose :

D'une poche en caoutchouc et d'un régulateur à cône fonctionnant comme un régulateur d'émission, le tout est enfermé dans une boîte en tôle plombée.

Le cône est suspendu, dans un tube traversant la poche dans toute sa hauteur, à une membrane qui suit les variations de la pression du gaz, et que l'on charge à volonté pour régler l'appareil.

Le fonctionnement est d'ailleurs très simple à saisir par l'inspection de la figure 51 qui donne la coupe du modèle de régulateur destiné à utiliser les poches existantes. On conçoit que par le seul fait du régulateur, les variations brusques de pression seront empêchées et que les variations ne se feront sentir que dans la poche.

La membrane est logée dans une chambre qui ne communique avec la sortie que par un orifice pouvant être réduit à volonté au moyen de la vis micrométrique V. Cette disposition a pour effet de diminuer sur la membrane les effets des variations de pression.

Chacun de ces deux types de régulateurs se fait sur cinq grandeurs correspondant aux moteurs de 1, 2, 4, 6, 8 chevaux.

La Compagnie Parisienne du Gaz, emploie aussi un régulateur de courant construit dans ses ateliers.

Il se compose, comme le montre la figure 52, d'une boîte cylindrique creuse A avec une tubulure latérale C à la partie supérieure. La boîte est en deux parties vissées l'une sur l'autre. La partie inférieure renferme une soupape mobile très légère B, composée d'une plaque horizontale surmontée d'un tube B. Ce tube présente un évidemment circulaire.

Le gaz, pénétrant dans l'appareil par sa base, agit sur la soupape, qui subit ainsi toutes les variations de la pression traduites par l'ascension ou la descente de la soupape dans la boîte.

Le tube vertical pénètre dans un autre tube fermé, fixé à la cloison séparative des deux parties de la boîte, et présentant également un ou plusieurs orifices circulaires D.

Le gaz, pénétrant par l'orifice E dans le tube B, monte dans ce tube et s'échappe par les vides D dans la tubulure de sortie C.

Les mouvements de la soupape ont pour effet de fermer plus ou moins les orifices de sortie D, et la section de ces orifices est d'autant plus réduite que la pression est plus forte. En d'autres termes, les sections sont inversement proportionnelles aux pressions.

L'appareil se place sur le tuyau d'arrivée du gaz, l'installation en est très simple et il ne demande aucun entretien ni réglage.

Il se construit sur plusieurs modèles correspondant aux forces suivantes :
En dessous de 1 cheval;

- 1 et 2 chevaux;
- 4 chevaux;
- 6 et 8 chevaux;
- 12, 16 à 30 chevaux,

mais il peut facilement être établi pour les forces supérieures.

CHAPITRE III.

ECLAIRAGE

L'éclairage, en général, est un besoin très caractéristique de l'époque actuelle, et un de ceux qui deviennent des plus exigeants à satisfaire; on demande la quantité et la qualité, on les souhaite abondantes, hygiéniques et économiques.

Voici quelques chiffres établis par M. Hippolyte Fontaine concernant les quantités de lumière consommées par an et par habitant, évaluées en bougies décimales-heures, c'est-à-dire en 1/10 de carcel-heure pour les années 1855 et 1889, à Paris.

ANNÉES	BOUGIES et CHANDELLES	HUILES		GAZ	Électricité	Quantités totales
		végétales	minérales			
1855.	220	1.174	»	2.371	»	3.765
1889.	290	517	1.995	6.470	2.130	11.302
p. 100 pour 1889.	1,6 p. 100	4,5 p. 100	17,7 p. 100	57,3 p. 100	18,9 p. 100	100 p. 100

Comme on le voit, Paris possède actuellement un éclairage artificiel correspondant à une lumière de 11 300 bougies-heure par habitant et par an, ou 30 bougies-heure par habitant et par jour. Cet éclairage est, par habitant, trois fois plus intense qu'il y a trente-quatre ans.

Il reste encore énormément à faire dans les industries d'éclairage pour donner satisfaction aux besoins de lumière artificielle. Comme l'a très bien fait remarquer M. Mascart, ces besoins continueront à se manifester jusqu'à ce que l'ensemble des éclairages du soir arrive à égaler la clarté du jour.

D'après les calculs de M. Hippolyte Fontaine, l'éclairement moyen du jour sur les 78 kilomètres carrés de Paris, rapporté à l'habitant, correspondrait à 116 millions de bougies-heure par an, c'est-à-dire 10 000 fois autant que l'éclairage artificiel total actuel. Le champ est donc pour ainsi dire illimité, et les progrès d'un système ne font que surexciter la demande et servent au développement de tous les éclairages réellement pratiques.

Le gaz est d'un emploi de plus en plus répandu pour la cuisine, le chauffage, la force motrice; mais, sur le terrain de l'éclairage, sa situation est très bonne, tant par les droits acquis dûs à son ancieneté, que par les progrès considérables que l'industrie gazière a accomplis depuis une dizaine d'années.

Les appareils perfectionnés appartiennent, pour la plupart, à la catégorie des bacs à récupération; on peut cependant diviser les nombreuses lampes actuellement en service en trois classes :

1^o Bacs dans lesquels la température de combustion est augmentée en chauffant l'air d'alimentation, par sa circulation en sens inverse des produits de combustion, dans un appareil appelé récupérateur de chaleur;

2^o Bacs dans lesquels le gaz porte à l'incandescence une matière donnant une intensité lumineuse supérieure à celle du carbone incandescent en suspension dans la flamme;

3^o Bacs dans lesquels le pouvoir éclairant du gaz est augmenté par l'addition d'hydrocarbures riches.

Bacs à récupération. — La théorie des flammes, d'après Davy, rapporte au carbone incandescent la production de la lumière; on en conclut qu'une flamme sera d'autant plus éclairante qu'elle sera plus étendue, tout en restant modérément épaisse. Les gaz riches en hydrocarbures sont donc favorables à la production de la lumière.

La quantité de lumière émise par un corps incandescent augmente très rapidement avec sa température; c'est de cette façon que, pour prendre les deux extrêmes, on sait que le rouge naissant correspond à 500° environ et le blanc éblouissant à 1 500°.

La relation qui relie les températures aux intensités lumineuses, malgré de nombreuses recherches, n'est pas encore présentable sous une forme bien nette et simple, mais le fait en lui-même est indéniable.

On a pu se demander s'il n'y avait pas intérêt à chauffer préalablement le gaz pour améliorer les conditions de la combustion; mais, un volume de gaz exigeant six volumes d'air pour se brûler, on voit que l'intérêt de ce chauffage est médiocre, sans compter plusieurs inconvénients qu'offrirait ce chauffage.

Le premier bac à récupération date de 1836; il est dû à un français, Chausseenot.

M. Chaussenot expliquait comme suit le principe de son appareil :

« ... En adoptant le principe de la radiation pour chauffer l'air, je savais qu'il était possible de l'échauffer aussi par voie directe, c'est-à-dire en lui faisant absorber le calorique de l'air brûlé qui aurait servi à la combustion; mais ce système aurait exigé à la partie supérieure du foyer un appareil métallique plus ou moins volumineux où l'air froid, en entrant dans certaines capacités, aurait absorbé la chaleur transmise par leurs surfaces pour être amené au foyer de combustion. J'ai construit un appareil d'après ce principe, et j'ai observé qu'in-dépendamment de la construction, beaucoup plus compliquée, plus dispendieuse et moins élégante, ces effets étaient inférieurs à ceux produits par l'appareil à radiation..... »

On peut donc dire que Chaussenot avait pressenti la récupération directe de la chaleur de combustion, bien avant l'apparition du premier bec réalisant ce principe.

Ces idées remarquables sur la récupération ne furent mises en pratique par Chaussenot qu'avec l'appareil à radiation dont voici la description succincte :

Le bec se composait de deux cheminées concentriques; la cheminée extérieure était fermée par le bas; l'air extérieur n'arrivait ainsi à la flamme qu'en passant par la partie supérieure entre les deux cheminées, où sa température s'elevait notablement. Cet appareil obtint une récompense de la Société d'Encouragement, et les savants de cette Société, chargés de l'examiner, reconnurent qu'il réalisait une économie de 1/3 de gaz, toutefois ce bec arrivait avant l'époque où l'on demandait un éclairage plus intense, et il fut abandonné.

Les becs intensifs ne furent recherchés à nouveau que vers 1877-1878 au moment de l'apparition de la bougie Jablochkoff. Le foyer de 1 400 litres étudié à l'époque par les Ingénieurs de la Compagnie Parisienne du Gaz avait l'avantage de consommer en un seul foyer une quantité considérable de gaz, grâce à la conjugaison d'un groupe de becs papillons 6/10, et de produire une lumière relativement importante pour le moment de son apparition, environ 13 carcelles à raison de 105 litres par carcel.

Un appareil établi sur le même principe a été installé pendant l'Exposition de 1889 dans l'allée conduisant de la Tour Eiffel au Pavillon du Gaz.

Sa consommation était de 4 500 litres, et son rendement de 85 litres pour une carcel.

Les becs à récupérateur proprement dits remontent à 1879, date à laquelle Frédéric Siemens étudia un appareil qui a été facilement amélioré depuis comme apparence extérieure, mais non comme rendement lumineux.

Le bec Siemens est un des premiers becs à récupération. Il apparut en 1879, et fut appliqué à Paris en 1881, place du Carrousel, puis en 1882, place du Palais-Royal; et enfin deux becs de 2 200 litres fonctionnèrent jusqu'en 1886 sur l'une des voies du Champ de Mars.

Le bec Siemens est constitué par trois boîtes concentriques A, B, C (voir fig. 53). Le gaz arrive par une tubulure inférieure sur laquelle se trouve un régulateur de pression F, et se répand dans la chambre A, d'où il monte jusqu'au bec par les tubes verticaux *m*. La flamme est aspirée dans la cheminée centrale B, et les produits de combustion redescendent, en échauffant ainsi les parois de la boîte C par laquelle arrive l'air extérieur. Ils s'échappent par une cheminée latérale O.

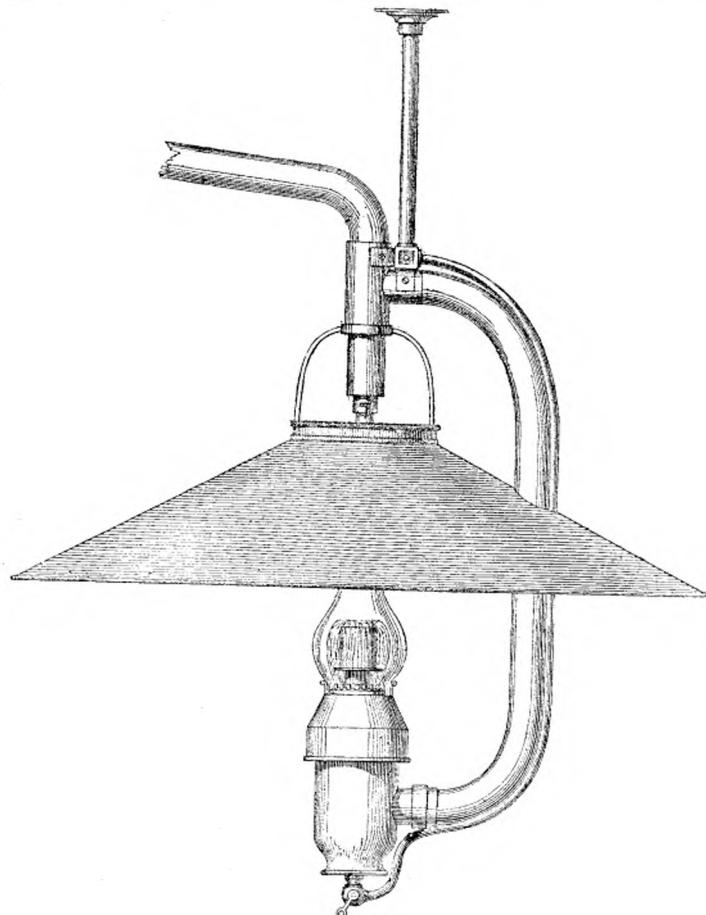


Fig. 54

Il existe cinq modèles de becs Siemens, consommant respectivement :

300 litres	avec 15 brûleurs
600	id. 18 id.
800	id. 24 id.
1600	id. 32 id.
2200	id. 32 id.

La figure 54 représente un bec Siemens complet.

Depuis 1883, il existe un autre type de bec Siemens, dit à flammes plates. Il est représenté en coupe et en plan par les figures 55 et 56.

Le brûleur est un bec à fente en stéatite dont la flamme, disposée horizontalement, s'élargit en forme de coquille sous un réflecteur percé de petits trous et présentant une ouverture circulaire, comme le montre la vue en plan figure 58.

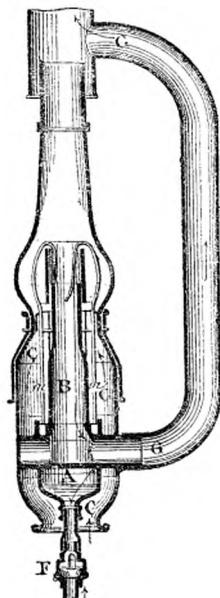


Fig. 53

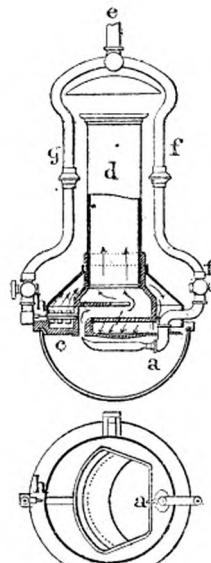


Fig. 55-56

L'air froid arrivant par les orifices, ménagés dans l'enveloppe extérieure circule autour du récupérateur, dont les parois, portées à une température très élevée par les produits de la combustion, s'échauffent considérablement, et arrive au bec en passant par les petits trous percés dans le réflecteur au-dessus de la flamme.

Les produits de la combustion s'échappent par l'orifice circulaire ménagé dans le réflecteur, circulent dans les carnaux du récupérateur et s'échappent par la cheminée *d*.

Le modèle représenté par les figures 55 et 56 ne possède qu'un seul brûleur mais on en construit actuellement à deux et trois brûleurs.

L'alimentation de gaz se fait par deux tubes, l'un *f* pour les brûleurs, l'autre *g* pour une veilleuse servant à l'allumage. La flamme est enfermée dans une verrine de forme aplatie. Ces nouveaux brûleurs Siemens, construits à Paris, par la maison Delafollie, Bastide, Castoul et C^{ie}, sont d'une apparence extérieure très présentable.

Bec Parisien (Ancien *Bec Schulke*)

Le brûleur de ce bec est constitué par un chandelier en cuivre (fig. 57) à l'extrémité duquel sont rangés des becs papillons en stéatite fixés à l'extrémité de petits tubes coudés. Cette disposition est celle du bec de la rue du Quatre-Septembre; elle a pour but de faire conjuguer entre elles les flammes des becs, et d'augmenter ainsi le pouvoir éclairant. Le brûleur est enfermé dans une coupe ou verrine en cristal, comme le montre la figure 57.

La position des becs en stéatite, ou plutôt la direction des fentes, a une importance très grande au point de vue de la lumière.

On peut voir, d'après les figures 58, 59, 60, 61, représentant, en plan, les différentes dispositions des brûleurs, que ces fentes sont plus ou moins inclinées sur l'axe des tubes coudés supportant les becs. Ainsi disposées, les flammes se conjuguent et s'échauffent sans se nuire, et l'ensemble présente, à distance, l'aspect d'un foyer unique bien nourri.

La verrine est surmontée d'un récupérateur. Celui-ci se compose d'un plissé en nickel disposé en forme de cheminée tronconique au-dessus du brûleur. Au centre de cette cheminée, se trouve un obturateur également en nickel G, composé de deux parties, l'une fixe, l'autre mobile, pour être changée à volonté.

Enfin, ce récupérateur est entouré par une enveloppe d'amiante S, destinée à le préserver du refroidissement, et se termine par une cheminée débouchant à la partie supérieure de la lanterne.

Les flèches A (fig. 57) indiquent le parcours de l'air pénétrant par les orifices de la galerie ajourée. Cet air, avant de se rendre au bec, traverse le récupérateur au contact duquel il s'échauffe considérablement. Les produits de la combustion remontent par le centre du récupérateur, où ils rencontrent l'obturateur, qui les force à passer par les ondulations du plissé et s'échappent par la cheminée.

Le courant d'air, pénétrant par les orifices de la galerie ajourée, à la partie supérieure du dôme de la lanterne, se divise en deux courants : l'un, ascendant, augmente le tirage de la cheminée, rappelant ainsi le fonctionnement du Giffard; l'autre, descendant, se rend au bec.

Les cônes D, en tôle plombée, ont pour but de préserver de la pluie le récupérateur et l'intérieur de la lanterne; ils font en même temps office de brise-vent pour éviter une arrivée d'air trop brusque et préjudiciable au bon fonctionnement du système.

Enfin, un réflecteur en porcelaine H est maintenu par des crochets en nickel au plissé du récupérateur, E, est un autre réflecteur en fonte émaillée blanc.

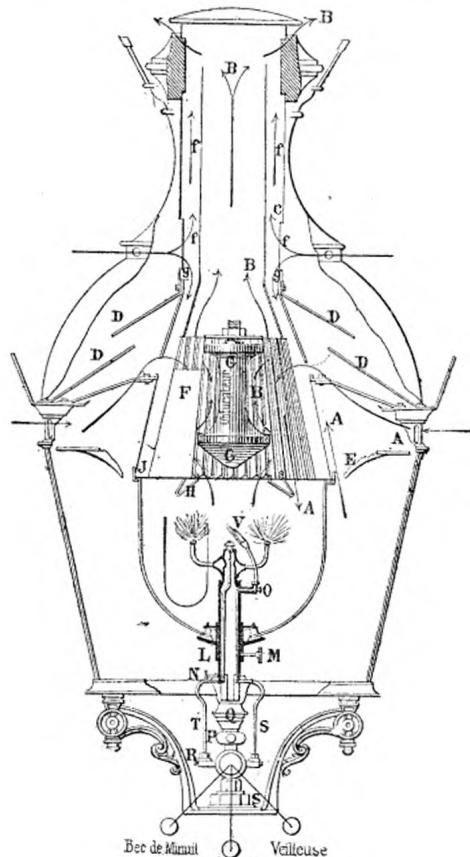


Fig. 57

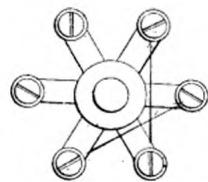


Fig. 58

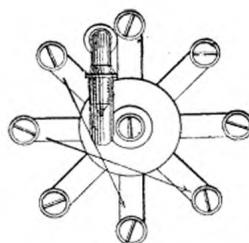


Fig. 59

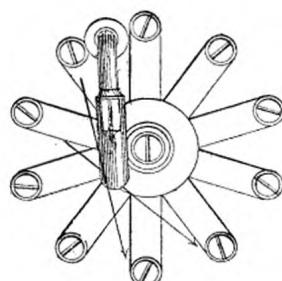


Fig. 60

On a pu voir sur la figure 57, qui représente l'ensemble de l'installation d'un bœuf Parisien dans sa lanterne, différents détails de construction dans le chandelier et aussi dans le brûleur. Ces détails sont relatifs à l'allumage et à l'entretien de l'appareil.

Sur le chandelier même se trouve un bœuf semblable à ceux qui constituent le

brûleur; ce bec est désigné comme « bec de minuit », et son fonctionnement est indépendant du fonctionnement du brûleur, grâce à son alimentation spéciale, destinée à la veilleuse qui sert à l'allumage de l'appareil.

Le robinet R est à trois voies, et les trois positions que peut prendre la bascule donnent lieu successivement à l'allumage du bec de minuit, seul de tout l'appareil, ou de la veilleuse seule.

Cette dernière reste constamment en fonctionnement, et sa dépense est réglée par la vis O qui diminue ou augmente le passage du gaz, selon qu'elle est plus ou moins vissée. La flamme de la veilleuse ne doit jamais dépasser de plus d'un centimètre et demi le cache-veilleuse qui la recouvre.

La disposition que nous venons de décrire pour l'allumage n'est pas la seule employée. Il en existe une autre, qui supprime l'emploi d'une veilleuse.

Du robinet à trois voies partent deux alimentations spéciales, l'une à droite, pour le bec de minuit, l'autre à gauche alimente une rampe qui vient provoquer l'allumage du bec dans la coupe lorsque la bascule du robinet occupe la position « ouvert ».

Dans la position « fermé », toutes les alimentations sont fermées; dans la position « allumage », la rampe d'allumage seule fonctionne; enfin, dans la position « ouvert », tous les brûleurs sont alimentés, mais la rampe est éteinte.

Un robinet spécial commande le bec de minuit. Au moment de l'extinction, on ouvre d'abord le robinet spécial, le bec de minuit s'allume, et on ramène la bascule du robinet à la position « fermé ». Quelquefois, c'est le bec de minuit qui est commandé directement par le robinet principal, et le robinet spécial se trouve sur la rampe d'allumage. C'est là une variante sans grande importance, et qui est laissée au choix du constructeur.

La verrine est supportée par une douille en cuivre, avec écrou à oreilles L qui la maintient entre deux rondelles d'amiante. La coupe ne doit jamais se trouver en contact avec les parties métalliques de la douille ou du récupérateur; de plus, elle ne doit jamais être serrée entre les rondelles, de façon à ce qu'on puisse lui imprimer un mouvement rotatif nécessaire à sa parfaite adhésion contre le joint d'amiante J.

Pour nettoyer la coupe ou l'appareil, on ouvre la lanterne, on dévisse la vis de serrage M, et la coupe descend le long du chandelier.

Si ce dernier doit être sorti de la lanterne, il suffit de dévisser la vis de serrage M qui le maintient dans le cône de la partie fixe.

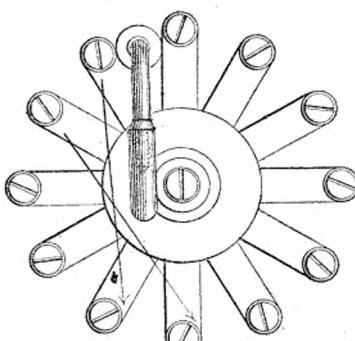


Fig. 61

Immédiatement au-dessus du robinet, se trouve un régulateur Giroud P, pré-servé de l'échauffement (provenant du brûleur et se transmettant par conductibilité) au moyen d'un isolateur.

Enfin, l'écrou S sert à fixer la lanterne sur le raccord du candélabre.

Les becs Parisiens se construisent sur cinq modèles, consommant 200, 350, 550, 750 et 1 000 litres à l'heure. Les figures 53, 59, 60, 61 indiquent le nombre et le numéro des brûleurs de chacun de ces appareils.

Les petits modèles s'emploient comme suspensions, sans lanternes. Leur construction intérieure présente peu de différence avec celle des becs de grosse consommation.

L'allumage de ces suspensions, qui ne comportent ni veilleuse ni bec de minuit, se fait en ouvrant le robinet principal en même temps qu'on présente une mèche enflammée à la partie supérieure de la cheminée, sous le fumivore.

Les premières applications du bec Parisien, à Paris, remontent à 1886, époque à laquelle il fut installé, aux environs de l'Hôtel des Postes et des Halles centrales. En 1889, pendant l'Exposition, on installa 135 de ces appareils sur les candélabres de la rue de la Paix, où ils fonctionnent encore aujourd'hui. Le nombre des becs Parisien, actuellement en service sur la voie publique à Paris, est d'environ 500.

Les becs Parisien concouraient à l'éclairage des abords du Pavillon du gaz à l'Exposition, auquel nous consacrerons un chapitre spécial. Ils sont construits à Paris par la Société des Perfectionnements de l'Éclairage, et à Lyon par M. P. Bardot.

Bec l'Industriel

La figure 62 donne la coupe d'un bec l'Industriel, monté dans une lanterne de ville. Le brûleur de ce bec, analogue au brûleur du Quatre-Septembre, est encore constitué par un chandelier autour duquel sont rangés en couronne des becs papillons en stéatite, fixés à l'extrémité de petits tubes coudés. Il comporte un bec de minuit et une veilleuse.

A la base du chandelier, se trouve un écrou de rappel pour fixer la lanterne sur le raccord du candélabre, puis un régulateur de pression, et enfin un robinet à trois voies qui permet l'allumage ou l'extinction de tout ou partie des brûleurs.

Les brûleurs sont enfermés dans une coupe en cristal presque sphérique, que surmonte le récupérateur construit entièrement en nickel. Il se compose de deux cylindres verticaux concentriques A, B, réunis par des tubes horizontaux C, disposés en quinconces, et dont les emplacements sont alternés de façon à ce qu'ils

forment chicane entre eux. Le cylindre B est terminé à la partie supérieure par un tronc de cône. Enfin, un troisième cylindre L, en cuivre, terminé par une partie tronconique, entoure le cylindre B, avec lequel il est relié par les cylindres M, N. Il est surmonté d'une cheminée d'évacuation. Les trois cylindres A, B, L sont entourés d'une enveloppe de cuivre M.

L'air extérieur, pénétrant par les orifices des deux galeries ajourées de la lanterne, passe entre les deux enveloppes de cuivre, traverse les tubes M, N, arrive dans le cylindre B, et descend jusqu'au bec après avoir circulé tout autour des tubes C au contact desquels il s'échauffe considérablement.

Les produits de combustion remontent dans le cylindre A, passent dans l'intérieur des tubes C, auxquels ils abandonnent une grande partie de leur calorique, arrivent dans le cylindre L, d'où ils s'échappent par la cheminée, après avoir encore échauffé les tubes N, autour desquels ils circulent.

Un réflecteur est suspendu, dans la coupe même, au moyen de deux crochets attachés aux tubes horizontaux du récupérateur, et un autre réflecteur relie la base du récupérateur et de la lanterne.

Enfin, la lanterne comporte des cônes qui font office de brise-vent.

L'allumage de ces lanternes, qui sont munies de veilleuses, se fait très simplement par la manœuvre du robinet, comme nous l'avons vu déjà pour les becs Parisien.

Le nettoyage et l'entretien se font en dévissant la partie inférieure du chandelier.

Le bec l'Industriel se construit sur sept modèles consommant respectivement 350, 425, 550, 750, 1 000, 1 200 et 1 400 litres à l'heure.

Les becs qui ne sont pas destinés à être montés dans une lanterne sont identiques, comme construction intérieure, mais l'alimentation du gaz diffère en ce sens qu'elle part du haut de l'appareil. Un fourreau, qui part du bas de la coupe, l'enveloppe sur toute sa hauteur, et il se produit, autour du tuyau

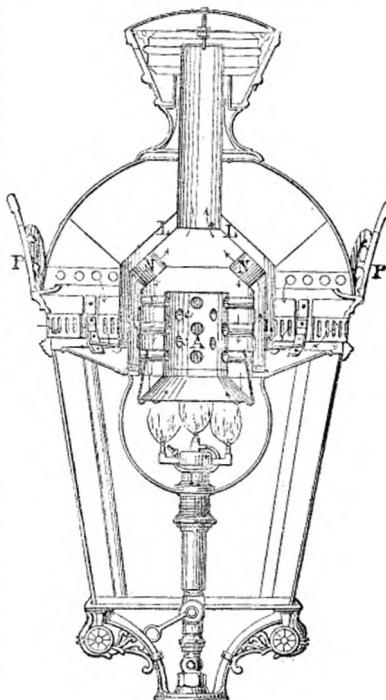


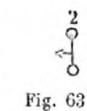
Fig. 62

d'alimentation, un courant d'air de bas en haut qui évite un échauffement trop grand du gaz.

Cette disposition de l'alimentation du gaz offre l'avantage de ne laisser aucun organe en dessous de la coupe.

Le robinet de commande se trouve au-dessus de l'appareil, et le gaz n'y arrive qu'après avoir passé par la batterie de régulateur.

La manœuvre du robinet est presque la même que celle des robinets de becs montés en lanterne (voir fig. 63).



3 1^o lorsque la flèche est inclinée de 45° à gauche, l'appareil est fermé;

2^o lorsqu'elle est verticale, la veilleuse est en fonctionnement;

Fig. 63

Enfin, lorsqu'elle est inclinée de 45° à droite, le brûleur est alimenté en entier, et la veilleuse est éteinte.

L'allumage se fait en mettant la flèche dans la position 2 et en présentant une mèche enflammée à l'orifice du tube enveloppe de l'alimentation de gaz sous la coupe.

La veilleuse s'allume et, en mettant la clef dans la position 3, le bec s'allume à son tour, et la veilleuse s'éteint.

Le bec l'Industriel fut essayé d'abord place des Victoires, boulevard des Italiens et aux environs de l'Hôtel des Postes.

Ces essais furent continués depuis, et il existe environ 500 de ces becs actuellement en service à Paris.

Ce bec fut imaginé par MM. Lacaze et Cordier; il est construit à Paris par la Maison Bengel, 64, avenue Parmentier.

Bec Delmas

Le brûleur du bec Delmas (fig. 64) est un simple bec papillon en stéatite, monté sur un chandelier en cuivre et enfermé dans une coupe ovale C de même forme que la flamme. Cette coupe est fixée au chandelier par un joint fixe et parfaitement étanche, de façon à empêcher toute arrivée d'air par le bas de la coupe. Celle-ci supporte le récupérateur dont la composition est très simple. Il est constitué par une cheminée centrale métallique, d'une forme ovale et aplatie, entourée d'un plissé P dont les ondulations multiplient les surfaces d'échauffement, et qui s'arrête à 15 millimètres de la partie supérieure de cette cheminée. Le plissé est entouré lui-même d'une enveloppe D sur toute sa hauteur, et c'est le bord inférieur de cette enveloppe qui repose sur la coupe, de façon à empêcher

toute la rentrée d'air. Le tout est enveloppé d'un troisième tube ovale C' qui fait saillie autour de la verrine de 1 centimètre environ.

L'air extérieur pénètre par l'espace annulaire entre les enveloppes C', D, arrive au sommet du plissé P à travers les ondulations duquel il redescend, et où il s'échauffe, avant d'arriver dans la coupe. Les produits de la combustion remontent par la cheminée centrale, et la chaleur qu'ils communiquent aux parois de cette cheminée se transmet au plissé et aux enveloppes successives du récupérateur.

Le bec Delmas se construit sur deux modèles, dont les consommations horaires sont de 90 et 140 litres.

Le petit modèle, réglé à la consommation de 85 litres à l'heure, vient d'être adopté récemment par la ville de Toulouse, pour l'éclairage public, qui comprenait autrefois 2 320 becs papillon de 140 litres, et 565 lanternes au pétrole, et qui ne comporte aujourd'hui que des becs Delmas de consommation horaire beaucoup plus faible.

La figure 65 montre un bec Delmas monté dans une lanterne de ville.

Une des plus grosses difficultés de leur application aux lanternes de ville, était l'allumage qu'il fallait pouvoir faire de l'extérieur sans être obligé d'ouvrir la lanterne, tout en renonçant à l'emploi d'une veilleuse, dont la faible consommation et la forme simplifiée du bec ne permettaient pas l'emploi.

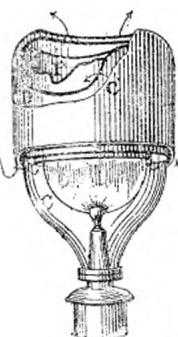


Fig . 64

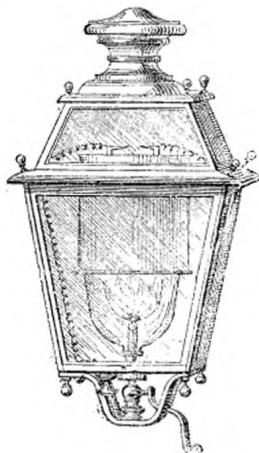


Fig. 65

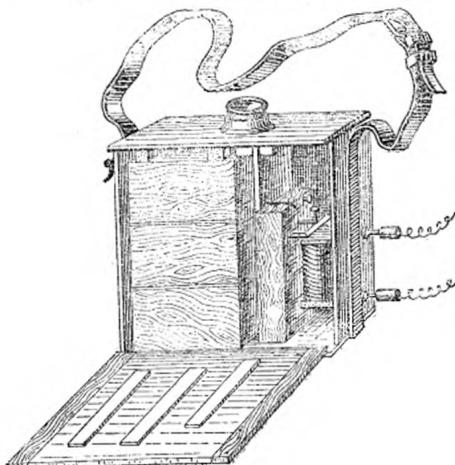


Fig. 66

On essaya d'abord un allumoir à insufflation d'essence enflammée, mais les résultats pratiques de ce système ne permirent pas de l'adopter, et c'est dans

l'allumage, au moyen d'une étincelle électrique, que fut trouvée la solution du problème.

Les piles et la bobine d'induction sont enfermées dans une boîte représentée figure 66, et que l'homme, chargé de l'allumage, porte en sautoir. Les piles, au nombre de trois, sont des piles sèches au cofferdam, système Germain. Sur l'une des faces de la boîte sont fixées deux fiches de prise de courant.



L'homme tient à la main une perche en bambou (fig. 67), à l'intérieur de laquelle passent deux fils conducteurs, qui montent le long des petits bois de la partie vitrée, et viennent aboutir à deux fils de platine montés sur une pièce en bronze au-dessus de la cheminée centrale du bec.

Pour faire l'allumage, on relie d'abord les extrémités inférieures des fils aux fiches de prise de courant; on ouvre, au moyen du crochet transversal de la perche, la bascule du robinet du gaz; on introduit la douille de la perche dans la cloche en porcelaine. En appuyant sur le bouton situé sur la face supérieure de la boîte, le courant s'établit, et l'étincelle qui se produit entre les fils de platine, à la partie supérieure de la cheminée centrale du récupérateur, détermine l'allumage.

Le bec Delmas est fabriqué actuellement à Paris par la Maison Bengel frères, 64, avenue Parmentier.

Bec Guibout-Giroud

Le bec Guibout-Giroud, dit bec Phénix, est un bec du type du Quatre-Sembre, à récupération de chaleur.

Le brûleur, qui comporte cinq ou six branches, est commandé par un robinet à trois voies, permettant le fonctionnement du bec tout entier, du bec de minuit seul ou de la veilleuse.

Le dessin figure 68 représente un bec Phénix d'une consommation de 600 litres à l'heure.

La verrine qui renferme le brûleur est fixée sur le chandelier au moyen d'une douille creuse sur laquelle elle repose, et elle supporte entièrement le poids du récupérateur. De plus, le brûleur est entouré d'un cercle de verre cannelé qui repose sur le fond de la coupe.

Le récupérateur se compose d'une coupe hémisphérique en terre réfractaire, maintenue par une tige en fer au centre d'une cheminée tronconique également en terre réfractaire, terminée par une cheminée métallique.

La cheminée en terre réfractaire est entourée d'une double enveloppe métallique. Le bord inférieur de l'enveloppe intérieure repose sur la coupe.

L'air extérieur pénètre par l'espace annulaire entre les deux enveloppes métalliques, remonte jusqu'à la partie supérieure de l'enveloppe intérieure, traverse une tôle perforée fermant l'espace entre cette enveloppe et la cheminée en terre réfractaire, descend le long des parois extérieures de cette cheminée au contact desquelles il s'échauffe et arrive ainsi dans la coupe.

Pour arriver au bec il passe, comme l'indique la flèche, par les vides laissés par les cannelures du verre sur le fond de la coupe.



Fig. 68

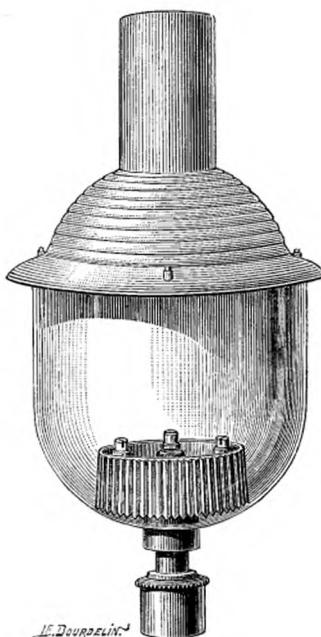


Fig. 69

Le rôle du cercle en verre cannelé est ainsi expliqué, et d'autre part les facettes des cannelures produisent des miroitements de lumière qui contribuent à donner au foyer un aspect agréable à l'œil.

Les produits de combustion remontent par le centre de l'appareil où ils rencontrent la coupe hémisphérique qui les force à passer le long des parois de la cheminée intérieure avant de s'échapper par la cheminée métallique.

Ainsi que nous l'avons dit, la coupe supporte le récupérateur, aussi le mon-

tage du bec Phénix, dans les lanternes de ville, présente un dispositif particulier. Le récupérateur est relié au dôme de la lanterne par des petites chaînettes qui sont flottantes pendant le fonctionnement de l'appareil. Lorsqu'on veut nettoyer la verrine ou l'appareil, on ouvre la douille creuse formée de deux demi-cercles assemblés par une charnière et maintenue par une goupille, la coupe descend, et, avec elle, le récupérateur. Mais celui-ci est bientôt retenu, suspendu par les chainettes et la coupe continue seule à descendre d'une certaine quantité qui permet l'accès à tous les organes de l'appareil.

L'allumage, au moyen du robinet à trois voies ne présente aucune particularité.

Le bec Phénix fut installé pendant l'Exposition sur les candélabres de l'avenue de l'Opéra et il éclaire actuellement la place du Théâtre-Français.

Le bec Phénix se fait sur cinq modèles consommant respectivement 150, 200, 300, 600 et 1 200 litres à l'heure et différant entre eux par le nombre des brûleurs qui varie de deux à six. La figure 69 représente un bec Phénix petit modèle. Il est construit, à Paris, par la Maison Giroud, 22, rue des Petits-Hôtels.

Lampe Cromartie (ancienne)

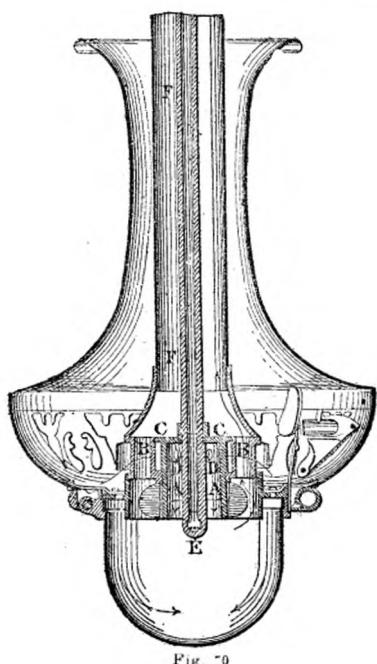


Fig. 70

Le brûleur de la lampe Cromartie (voir fig. 70) est constitué par un bouton en stéatite d'environ 1 millimètre de diamètre moyen. Ce bouton est vissé à l'extrémité d'un tube central F qui traverse la lampe dans toute sa hauteur est par lequel arrive le gaz. Le tube est fixé dans l'axe du récupérateur. Celui-ci se compose d'un cylindre en fonte A percé à sa partie supérieure de dix orifices circulaires latéraux, et autour duquel sont rangés dix tubes verticaux également en fonte B. Au-dessus du récupérateur se trouve une embase surmontée d'une cheminée métallique. Les tubes verticaux sont enclavés à chacune de leurs extrémités entre deux plaques de fonte. La plaque inférieure sert de base à un cylindre vertical C concentrique au cylindre A. Enfin, l'extrémité inférieure du cylindre A est munie d'une rondelle réfractaire. Le cylindre extérieur C est enclavé dans une couronne en fonte

qui est percée de trente-deux trous de 4 millimètres 1/2 de diamètre et qui supporte le porte-verrine avec la charnière et le levier de manœuvre. La coupe est cylindrique et terminée par une demi-sphère.

La rondelle réfractaire, outre qu'elle préserve la partie inférieure du cylindre, assure la répartition des produits de combustion sous les tubes verticaux du récupérateur.

Enfin, l'air pénétrant par les trous de la couronne en fonte descend dans la verrine qu'il rafraîchit et dont il empêche la casse par suite d'une température trop élevée.

L'air extérieur pénètre dans la lampe par les orifices de l'enveloppe métallique extérieure, passe dans les vides laissés entre eux par les cylindres verticaux, et descend dans la chambre centrale A par les orifices de la partie supérieure de cette chambre.

Il arrive ainsi considérablement échauffé au brûleur par son passage au contact des différents organes que les produits de combustion, remontant dans la cheminée en traversant les tubes C, portent à une température très élevée.

Lampe Cromartie nouvelle

Cette lampe diffère de la précédente par le récupérateur composé de deux cloches concentriques A et B (fig. 71), en fonte, réunies par deux simples conduits horizontaux de section presque rectangulaire dans laquelle passe l'air froid arrivant du dehors. Les produits de combustion avant de s'échapper par la cheminée qui surmonte la cloche extérieure, circulent autour des conduits horizontaux qu'ils échauffent, et l'air pénétrant par ces tubes arrive ainsi dans la cloche intérieure à une température très élevée.

C'est là un type de récupérateur des plus simples et des plus robustes. Il est entièrement venu de fonte, ce qui supprime toute espèce d'assemblages intérieurs toujours difficiles quand les pièces doivent être portées à des températures fort élevées.

Le bord inférieur du cylindre intérieur porte une rondelle en terre réfractaire qui, tout en préservant la fonte sur laquelle elle est fixée, répartit les produits de combustion et les dirige dans l'espace annulaire entre les deux cloches.

Le gaz est amené par un tube central G dans l'axe de la cloche intérieure A jusqu'à un brûleur en stéatite E à jets horizontaux.

D'autre part, le cercle supportant la verrine, est percé d'un certain nombre de

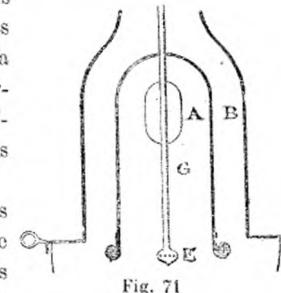


Fig. 71

trous permettant à l'air extérieur de descendre dans la verrine. On évite ainsi un échauffement trop considérable du verre.

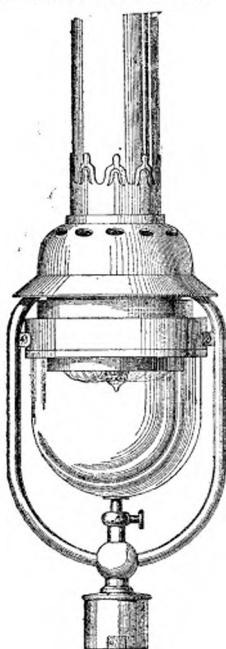


Fig. 72

lampe Cromartie semblable à celle ci-dessus mais sans lyre ni support pour la verrine.

Les lampes Cromartie se prêtent très bien à la disposition particulière nécessaire pour le montage en ventilation. On verra plus loin, à propos de l'éclairage et de la ventilation des locaux, le croquis d'une lampe Cromartie montée en ventilation.

Il existe encore un autre genre de lampes Cromartie représenté par la figure 72 et destiné à être vissé sur un chandelier ou tout autre appareil existant.

A la sortie du régulateur le gaz passe par l'un des bras de la lyre, l'autre bras étant une simple tige pleine, et arrive dans le tube vertical supportant le brûleur au centre même du récupérateur.

La verrine est supportée par une petite tige entrant à frottement dans un tube où elle est fixée à la hauteur voulue par une vis.

Nous citerons encore la lampe dite Moncel, qui n'est autre chose qu'un ancien modèle de lampe à huile à réservoir porté par une tige sur laquelle on le fixe à telle hauteur voulue au moyen d'une vis. Le réservoir contient le régulateur de pression. L'alimentation se fait par un caoutchouc aboutissant à la partie inférieure du réservoir. La lampe proprement dite est une petite

Lampe Wenham

La lampe Wenham présentait de nombreuses applications dans les divers établissements de l'Exposition Universelle, principalement dans les diverses pièces du Pavillon du Gaz, sur lequel nous aurons occasion de revenir.

Le brûleur des lampes Wenham est un brûleur d'Argand à double courant d'air, les trous sont au nombre de 50 et leur diamètre est de 1 millimètre et demi. La figure 73 qui donne la coupe verticale d'une lampe Wenham montre la disposition de ce brûleur A avec la boîte de distribution B de l'air chaud et du gaz. Ce dernier est amené au brûleur par un conduit central D qui sert en même temps de suspension pour les modèles de grosse consommation autres que ceux en forme de lyre.

Les tôles perforées J sont en nickel, elles ont pour but de tamiser l'air et d'assurer son arrivée régulière au brûleur.

Dans la lampe représentée (fig. 73) le gaz arrivant à la boule de distribution descend par le conduit de droite de la lyre sur lequel se trouve le robinet de commande, il se répand dans le conduit contournant la lampe et arrive ainsi en bas du conduit de gauche qu'il remonte entièrement avant de redescendre au brûleur par la tige centrale D. Il passe donc par le régulateur destiné à assurer une pression normale de gaz dans l'appareil. Nous avons décrit ce régulateur dans un chapitre spécial où nous avons examiné quelques-uns de ces appareils. Rappelons cependant ici que la disposition de cet appareil exige que le gaz arrive en dessous ; d'où la nécessité de descendre d'abord, puis remonter et enfin redescendre une seconde fois avant son arrivée au brûleur.

Dans certaines lampes suspendues, la lyre, qui est de forme carrée et de dimensions très réduites se trouve toute entière au-dessus de la lampe, et donne ainsi le dispositif que nous avons examiné à propos des régulateurs de pression.

Le parcours du gaz est le même que dans la lyre de la figure 73 à laquelle nous sommes ainsi ramené.

Le brûleur est enclavé dans le récupérateur C. Celui-ci est constitué par un cylindre en fonte dans lequel viennent déboucher six tubes cylindriques horizontaux disposés en rayons.

L'air extérieur arrive dans les cylindres après avoir traversé la tôle perforée I qui le tamise à son entrée et se répand dans le cylindre A où il se divise en deux courants, l'un descend directement extérieurement au brûleur, l'autre se rend dans la boîte de distribution et arrive au bec par la partie centrale de cette boîte. On voit donc que le gaz brûle entre deux courants d'air comme dans le bec d'Argand. D'autre part, les produits de la combustion passant entre les cylindres C avant de se rendre à la cheminée H qui surmonte le récupérateur échauffent ces tubes, et l'air qui les traverse pour arriver au bec s'échauffe notablement à leur contact.

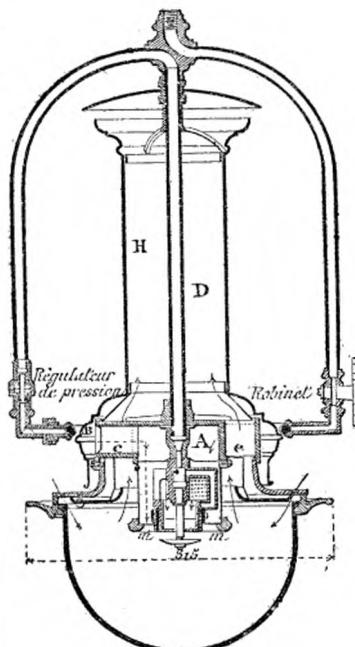


Fig. 73

La bonne direction des courants d'évacuation est assurée au moyen des enveloppes en tôle de nickel J.

La partie inférieure de la boîte B soumise continuellement à la flamme, est protégée par un anneau de porcelaine blanche très dure et très résistante.

Enfin à un centimètre environ au-dessous du brûleur, se trouve fixé à la tige centrale, un petit disque perforé en nickel légèrement bombé et qui a pour but d'épanouir la flamme.

Le récupérateur, qui est tout en fonte, supporte le porte-verrine, et pour assurer l'étanchéité de ce joint ou place entre le verre et la fonte un cordon d'amiante.

Sur le bord extérieur du porte-verrine sont ménagés vingt-deux trous de 3 millimètres de diamètre environ par lesquels arrive l'air extérieur dans la verrine afin de la garantir contre une trop grande élévation de température.

Enfin, un reflecteur en fonte ou en tôle émaillée blanc, est fixé à la base du récupérateur.

L'allumage se fait en ouvrant la verrine et en ouvrant en même temps quelque peu le robinet du gaz. On présente une mèche enflammée sous le brûleur, qui s'allume en veilleuse. On referme le porte-verrine et on ouvre le gaz en grand dès que la flamme, devenue annulaire, indique que les courants d'air chaud sont établis.

Les lampes Wenham construites actuellement sont d'une construction beaucoup plus simple et plus robuste.

Le brûleur est un bouton en stéatite, formé de deux calottes sphériques juxtaposées et dont la couronne est percée d'un certain nombre de trous. Ce brûleur est vissé à l'extrémité de la tige d'arrivée du gaz qui sert en même temps à suspendre l'appareil.

La boîte de distribution du gaz est supprimée et le récupérateur, entièrement venu de fonte, se compose de deux cylindres concentriques A B (fig. 74) réunis par des conduits parallélipipédiques de section presque carrée, inclinés sur l'axe des cylindres (fig. 75). Ces conduits remplacent les tubes cylindriques C qui existaient dans l'ancienne lampe. Le fonctionnement de ce récupérateur est le même que l'ancien, l'air arrive dans le cylindre intérieur par les conduits horizontaux autour desquels circulent les produits de combustion.

Le brûleur est placé dans l'axe du récupérateur un peu en dessous du bord inférieur de cette pièce, et de plus, le cylindre inférieur est fermé par une tôle perforée de façon à assurer une arrivée régulière de l'air chaud.

Il est à remarquer que l'inclinaison des tubes parallélipipédiques du récupérateur présente l'avantage d'augmenter les surfaces de chauffe en même temps que la section des conduits.

Les autres organes de la lampe Wenham actuelle ne présentent pas de grandes différences avec ceux des anciennes lampes, déjà décrits précédemment. Disons

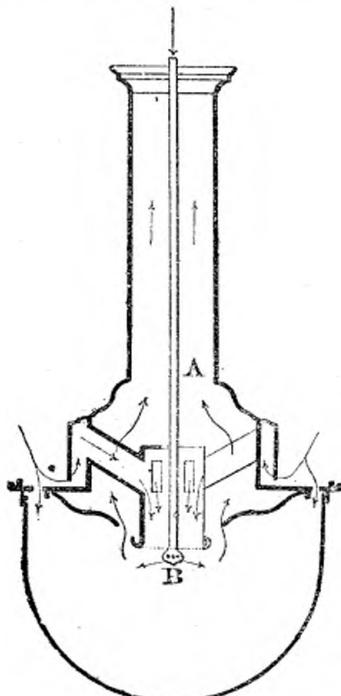


Fig. 74

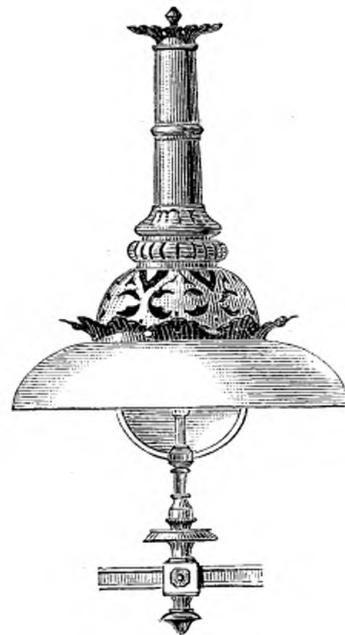


Fig. 76

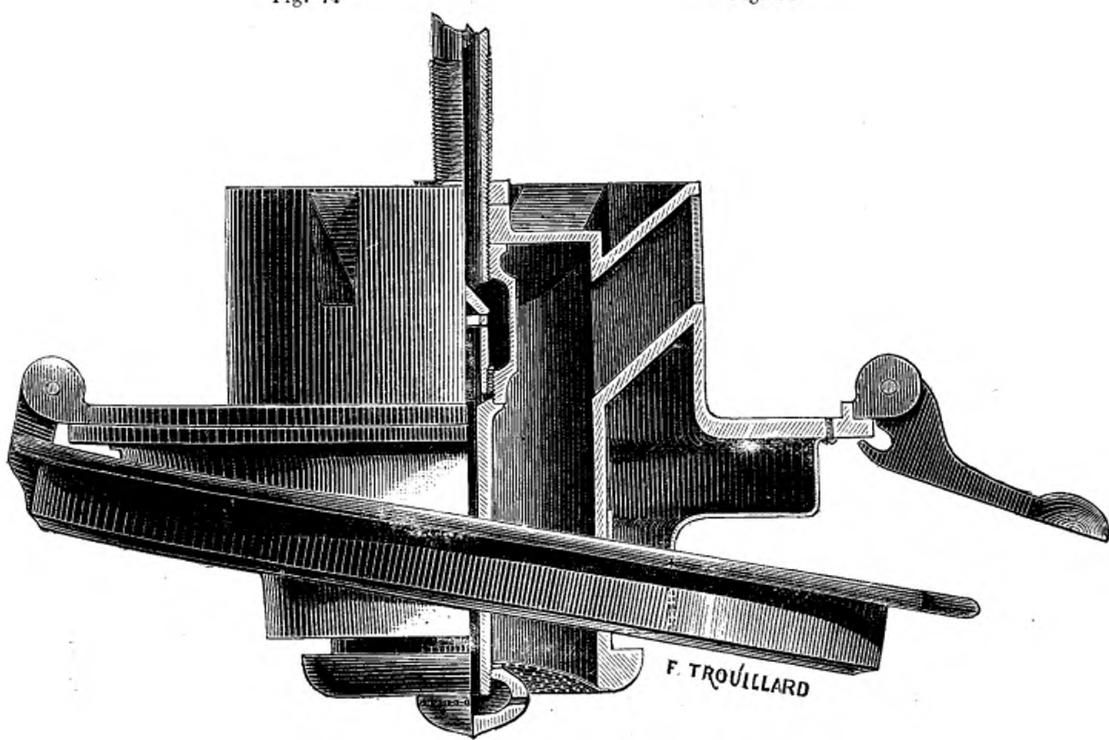


Fig. 75

cependant que l'enveloppe métallique extérieure de la lampe, qui peut être nickelée, bronzée ou dorée est quelquefois recouverte par une enveloppe en poterie ou en céramique se prêtant à tous les genres de décors.

Enfin la Compagnie Wenham construit un genre de petites lampes dites *Étoile*, que représente la figure 76 et destinées à être vissées sur un appareil d'éclairage quelconque.

Dans ces lampes, le brûleur est supporté par un chandelier muni d'un régulateur et du robinet de commande du gaz. Ce chandelier traverse la verrine sur laquelle vient reposer le récupérateur soutenu par un cercle supporté par deux branches arrondies fixées au chandelier.

Le récupérateur est le même que celui des lampes suspendues, et l'allumage se fait en présentant une mèche enflammée au-dessus de la cheminée d'évacuation après avoir ouvert le robinet d'arrivée du gaz.

Lorsque les lampes doivent servir à la ventilation, ainsi qu'on le verra au chapitre spécial consacré à cette étude, la cheminée est entourée d'une enveloppe métallique ajourée disposée vers le bout en forme de tronc de cône.

Lampe Grégoire et Godde

La lampe Grégoire et Godde présente quelques particularités intéressantes que nous allons décrire. Elle est représentée en coupe par la figure 77.

Le brûleur est constitué par un petit cylindre creux en stéatite A, les trous sont percés latéralement au nombre de 36, leur diamètre est de 1 millimètre et demi environ.

Ce brûleur est fixé à l'extrémité d'une tige creuse garnie à l'intérieur d'un cylindre de verre, par lequel arrive le gaz. Cette tige, qui traverse la lampe dans toute sa hauteur sert en même temps de tige de suspension.

Le cylindre de verre a pour effet d'empêcher la production sur la surface intérieure de la tige, lorsqu'elle est échauffée, de pellicules et de poussières tombant dans le gaz et le chargeant d'impuretés qui obstruent les trous du brûleur.

Le régulateur est un régulateur Bablon renversé.

Le récupérateur est entièrement venu de fonte. Il se compose d'un cylindre vertical autour duquel sont rangés dix-huit tubes verticaux, dont la section est, soit un trapèze, soit un cercle.

Le plan de la figure 77, montre la disposition symétrique de ces tubes autour du cylindre intérieur. L'air ar-

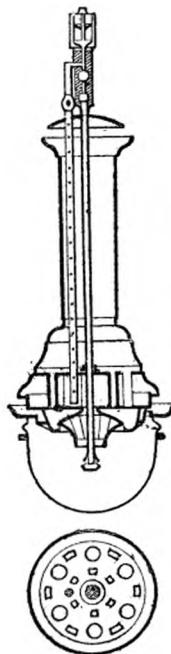


Fig. 77

rive par les interstices laissés entre eux par les tubes verticaux, tandis que les produits de combustion s'échappent au contraire par ces tubes pour arriver à la cheminée qui surmonte le récupérateur C.

De plus, l'air déjà échauffé au contact des tubes verticaux, traverse, avant d'arriver au bec, un second récupérateur à ailettes exposé directement à la chaleur de la flamme.

Le porte-verrine présente une fente circulaire par laquelle passe un courant d'air destiné à rafraîchir l'intérieur de la verrine et éviter ainsi la rupture qu'amènerait une trop grande élévation de température.

Le robinet de la lampe alimente, en même temps que la tige centrale, une petite rampe verticale descendant dans la cheminée jusqu'au bas du récupérateur. Cette rampe porte un petit robinet spécial, dont la bascule est reliée à celle du robinet par une chaînette.

Pour allumer la lampe, on ouvre le robinet dont la bascule, grâce à la chaînette, ouvre légèrement le robinet principal. On enflamme le gaz à la partie supérieure de la rampe et l'allumage se fait de proche en proche jusqu'au bas où a lieu l'inflammation du gaz à la sortie du brûleur.

On ferme alors le robinet G et on ouvre en plein le robinet principal.

Lampe Sée

La disposition intérieure de la lampe Sée est sensiblement la même que celle de la lampe Wenham ancienne, comme le montre la coupe verticale, figure 78.

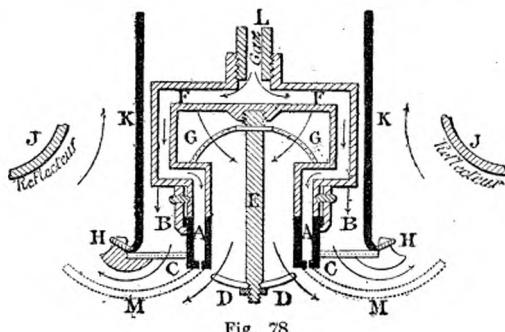


Fig. 78

Le système d'allumage présente seul une particularité intéressante. La verrine est percée à son sommet d'un orifice circulaire fermé par une bille de verre placée dans l'intérieur de la coupe. Pour allumer on introduit l'allumoir par le trou, la boule se déplace et quand l'allumoir est retiré la boule reprend sa place.

Ces lampes sont construites en France par MM. E. et P. Séé à Lille, qui les établissent sur 4 modèles, consommant respectivement 170, 260, 340 et 570 litres, plus un petit modèle ne consommant que 115 litres.

Lampe Ezmos

Le brûleur de la lampe Ezmos est un bouton en stéatite percé de trous latéraux, vissé à l'extrémité de la tige centrale d'arrivée du gaz.

Cette tige présente une disposition particulière que montre la figure 79, représentant la demi-coupe et la demi-élévation de la lampe Ezmos.

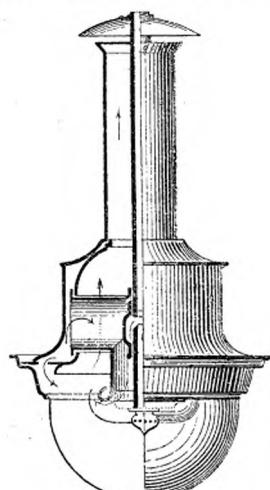


Fig. 79

L'un des tronçons du tube d'arrivée du gaz est taillé en forme de tronc de cône, et l'autre tronçon se termine comme un bec injecteur; ils sont reliés par un manchon qui maintient entre eux une certaine distance. Cette disposition a pour but de retenir les poussières et les eaux de condensation, ces dernières pouvant s'écouler facilement, et leurs bouillonnements ne pouvant atteindre d'ailleurs les orifices latéraux du tronçon inférieur.

Le récupérateur à parois inclinées est tout entier en fonte; il est complété par un cylindre vertical qui fait corps avec lui. Ce récupérateur est surmonté d'une cheminée d'évacuation et recouvert d'une enveloppe métallique percée d'une rangée de petits trous.

L'air extérieur, pénétrant par ces orifices, se divise en deux courants. L'un descend dans la verrine qu'il préserve d'une trop grande élévation de température, l'autre se rend dans le récupérateur et descend par le cylindre intérieur jusqu'au brûleur. Les produits de combustion, avant de s'échapper, circulent autour du récupérateur qu'ils échauffent.

A sa partie inférieure, le tube central est recourbé en forme d'anneau, et, de plus, il est fermé par deux toiles métalliques superposées. De cette façon, l'arrivée de l'air se fait d'une manière très régulière sur toute la surface occupée par la flamme.

Le porte-verrine n'offre pas de particularité remarquable, mais la coupe est fixée à demeure sur l'anneau inférieur de ce porte-verrine.

Dans la lampe Ezmos, l'admission d'air étant très grande, lorsque la consommation de gaz augmente, la lampe ne fume pas parce que l'appel d'air croît proportionnellement avec la quantité de gaz consommé.

La lampe Ezmos, est construite à Bruxelles par la Société Franco-Belge de Robinetterie et Appareils d'éclairage.

Lampe Danischewsky (ancienne)

La lampe Danischewsky (voir fig. 80) est une des premières lampes à récupération de construction française. Elle est caractérisée par l'absence de tout bec. Le brûleur est un tube vertical à l'extrémité duquel le gaz vient déboucher à gueule bée, et où il rencontre une tige L faisant partie du récupérateur, et qui fait épanouir la flamme.

La verrine, que traverse le tube d'arrivée du gaz, est supportée par une petite colonne métallique reposant sur un ressort à boudin entourant le tube vertical, et soutenu par une surépaisseur du chandelier, d'où partent deux tiges cintrées supportant un cercle sur lequel vient poser le récupérateur.

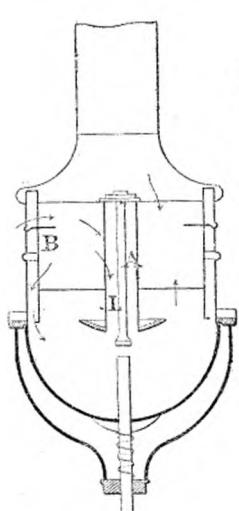


Fig. 80

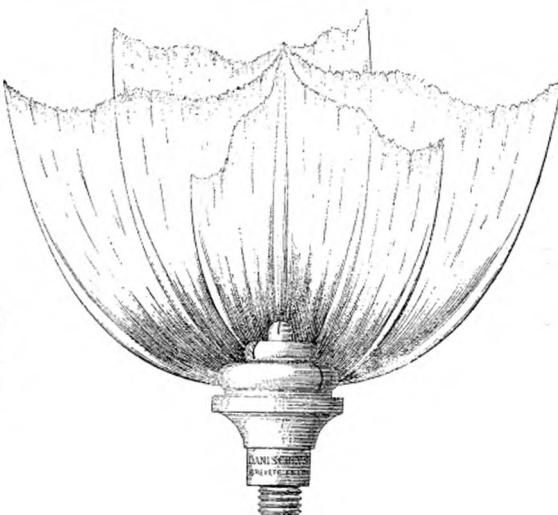


Fig. 81

Celui-ci est constitué par un tube ou chambre centrale A, dans lequel viennent déboucher huit canaux horizontaux B, affectant la forme de caissons parallélipipédiques plats, disposés en rayons. Il est entouré d'une enveloppe extérieure en tôle de cuivre, comme tout le récupérateur, surmontée d'une cheminée en verre.

L'air froid pénétrant par les orifices circulaires, ménagés à la partie supérieure de la boîte extérieure, pénètre dans les conduits B, affectant, comme il

vient d'être dit, la forme de caissons parallépipédiques plats, ouverts sur toute leur hauteur, et se divise en deux courants. L'un descend dans la chambre centrale A, et de là se rend au brûleur; l'autre revient dans l'espace annulaire entre les caissons et l'enveloppe extérieure, et descend dans la coupe, où il se répand sous la flamme. Les produits de la combustion remontent par les secteurs que laissent entre eux les conduits B, autour desquels ils circulent, et qu'ils échauffent considérablement. La coupe en terre réfractaire, fixée à l'extrémité inférieure de la chambre centrale, a pour but de répartir les produits de combustion, et, de plus, la terre réfractaire, rapidement portée au rouge, contribue encore à augmenter le rendement lumineux de la lampe.

La lampe Danischewsky a été tout récemment étudiée pour être placée dans une lanterne de ville, en vue de son application à l'éclairage public.

Elle se composait d'un récupérateur comme celui que nous venons de décrire, posé sur une verrine renfermant un bec radial.

Nous croyons devoir dire ici un mot de ce genre de becs :

Le bec radial Danischewsky (voir fig. 81) possède trois, quatre ou six fentes radiales, inclinées les unes sur les autres, de façon à imprimer au gaz une direction rectiligne avec projection à l'extrémité de chaque fente.

De ces projections, les unes sont divergentes de la partie latérale, et les autres convergent vers le sommet de la tête du bec. Les fentes possèdent une solution de continuité qui les empêche de se relier entre elles au point central du bec. Les flammes sortent radialement, se conjuguent au point central par l'action réciproque, et de cette conjugaison résulte l'augmentation du pouvoir éclairant.

Lampe Danischewsky nouvelle

Cette lampe (fig. 82) est construite entièrement en verre, à l'exception d'un tube central R, dans lequel vient déboucher un conduit horizontal A, amenant l'air extérieur par les orifices O. Ce conduit est échauffé par les produits de combustion qui circulent tout autour avant de se rendre à la cheminée. L'air, qui pénètre par les orifices O', se rend dans la verrine pour la refroidir et donner en même temps à la flamme une forme hémisphérique.

Le conduit central R est terminé par une boîte en terre réfractaire constituée par deux calottes sphériques superposées et soumise à la chaleur de la flamme.

Le chandelier, qui supporte le bec, est recouvert d'une enveloppe cylindrique percée de trous intérieurement et extérieurement à la verrine, ce qui assure une arrivée d'air dans la coupe par le bas.

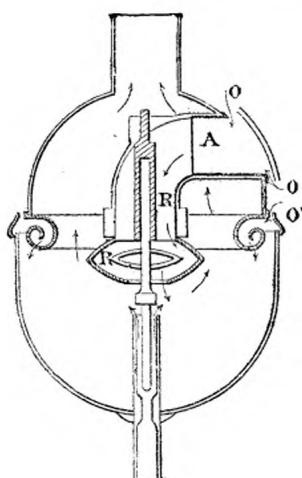


Fig. 82

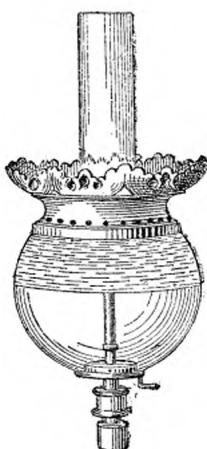


Fig. 83

Lampe Lebrun-Deselle

Le brûleur de la lampe Lebrun-Deselle (fig. 83) est un bouton en stéatite percé de trous latéraux, fixé à l'extrémité d'un chandelier composé comme suit :

Un régulateur sec muni d'une vis formant obturateur destinée à régler l'arrivée du gaz. Ce régulateur est protégé contre la chaleur se transmettant dans le chandelier par conductibilité au moyen d'un morceau de tube en porcelaine au-dessus duquel se trouve le porte-verrine avec le trapillon d'allumage. Le porte-verrine est constitué par une plaque circulaire présentant un évidement en forme de secteur en occupant la majeure partie. Cet évidement est fermé en temps ordinaire par une deuxième plaque circulaire sur laquelle la première est juxtaposée et qui présente comme elle un évidement. Au moyen de la manette de la plaque inférieure, on fait tourner celle-ci de façon à faire correspondre les deux évidements et on a ainsi l'accès au brûleur lorsque la verrine est en place. Celle-ci est presque sphérique et le brûleur B est sensiblement au centre de figure.

Le chandelier est terminé par une tige de cuivre qui vient s'emboîter dans la tige centrale du récupérateur destinée à assurer la position exacte de celui-ci dans l'axe du système.

Le récupérateur, dont les bords extérieurs reposent sur la verrine, est supporté en grande partie par le chandelier même, grâce à la tige centrale.

Ce récupérateur se compose de deux cylindres concentriques verticaux en cuivre ou en fonte, réunis par des tubes cylindriques horizontaux au nombre de six, disposés en rayons et ouverts à leurs extrémités.

Le tout est entouré par une couronne en métal mince estampé et décoré, le plus souvent nickelé.

La partie inférieure du cylindre intérieur est protégée par un anneau en porcelaine, dont la forme est destinée en même temps à épanouir la flamme. Le bord inférieur du cylindre extérieur porte un anneau en fonte fixé par trois vis.

L'air froid pénètre par les tubes horizontaux, et se rend au brûleur par le tube extérieur. Les produits de combustion remontent entre les deux cylindres, circulent autour des tubes horizontaux et s'échappent par la cheminée qui surmonte le tube central.

D'autre part, un courant d'air descend le long des parois intérieures de la verrine, qu'il préserve d'un échauffement trop grand.

Dans certaines lampes Lebrun-Deselle, le trapillon d'allumage est supprimé.

L'allumage se fait par le haut de la cheminée comme celui d'un bec à verre ordinaire.

Cette lampe est construite à Paris par la maison Deselle d'une part et d'autre part par la maison Fougeron.

La maison Deselle construit les lampes sur trois modèles consommant 130, 175 et 275 litres à l'heure plus un modèle, plus petit, dit l'Etincelle, dont le tuyau d'alimentation traverse la lampe dans toute sa hauteur et se recourbe à l'intérieur en col de cygne. Ce petit modèle consomme 100 litres à l'heure.

La maison Fougeron construit quatre modèles, dont les consommations horaires de gaz sont respectivement 180, 215, 350 et 500 litres.

Les lampes Lebrun-Deselle destinées à être placées dans une lanterne, ne diffèrent des autres que par la forme de la verrine, qui est cylindrique et terminée en bas par une calotte sphérique.

Inverseurs-récupérateurs

Les inverseurs récupérateurs de M. Bandsept, ont été étudiés en partant de ce principe, qu'il est nécessaire pour obtenir le maximum de pouvoir éclairant que le gaz sorte avec une très faible vitesse et que la combustion s'opère au repos relatif. Il faut en même temps procéder à un échauffement préalable de l'air avant son introduction dans la flamme.

Dans ce but, on peut renverser les courants d'air d'alimentation et annuler par frottement la poussée de bas en haut inhérente aux appareils en usage.

L'inverseur se compose, en principe, d'un ajutage tronconique A (fig. 84), s'adaptant sur la prise d'air intérieur d'un bec d'Argand par exemple. L'ajutage est recouvert par un chapeau plissé C qui renverse le courant d'air appelé au centre de la flamme et le dirige de haut en bas sur la nappe gazeuse en igni-

tion. Ce courant s'oppose au mouvement ascensionnel du gaz, et les mouvements de l'air et du gaz se faisant en sens inverse, la combustion se fait à la plus basse pression possible. Il suffit de placer le chapeau à la hauteur convenable pour que l'air, en descendant, traverse toute la flamme.

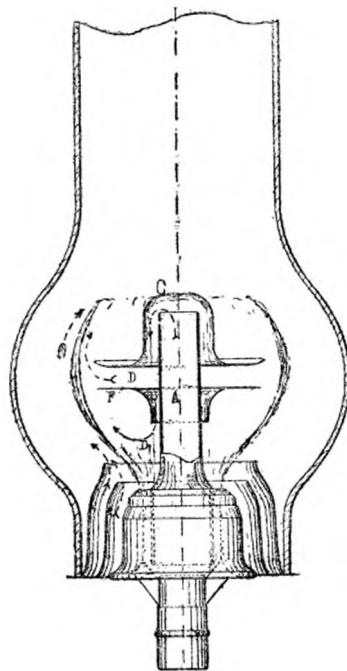


Fig. 84

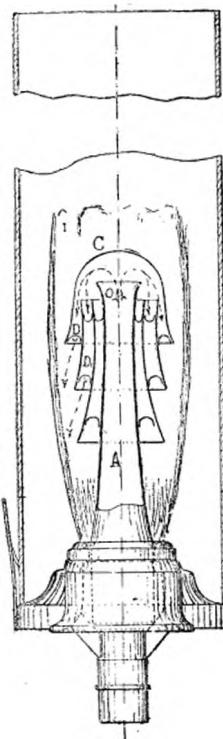


Fig. 85

En dessous du chapeau C se trouvent plusieurs compartiments concentriques formés également par des plissés et par lesquels l'air, débouchant en O, se distribue en quantités déterminées suivant le régime de combustion adopté dans chaque cas et d'après les conditions de maximum de rendement pour les différentes hauteurs. On diminue l'étendue de la zone bleue ou de préparation au profit de la zone éclairante.

La figure 85 montre une disposition d'inverseur appliquée à un bec droit avec flamme en tulipe.

Le chapeau C est à ailes droites E, légèrement relevées à leur extrémité, et

formant avec la douille F un canal annulaire D, par lequel l'air chaud débouche dans la flamme qui l'entraîne à la partie supérieure où la combustion se poursuit en fournissant une lumière très blanche.

Une partie de l'air chaud, dirigé de haut en bas, passe par l'espace D' pour arriver dans la zone de préparation qui se trouve ainsi illuminée sur une certaine étendue.

Lampe Gaso-multiplex

Dans cette lampe, représentée par la figure 86, le rayon d'intensité maximum est relevé à 54° environ vers l'horizon, la flamme est en forme de tulipe. Cette configuration de la flamme est due à la position relative du brûleur, qui est à une distance assez grande de l'orifice de la tubulure centrale amenant l'air extérieur. D'autre part, la toile métallique N émerge fortement de la tuyère centrale.

La disposition du tube d'arrivée de l'air fait que l'air arrive normalement sur la nappe lumineuse, l'infléchit et empêche le filage.

Le récupérateur R est en fonte, d'une seule pièce, et fait corps avec la cheminée C. Le tube d'alimentation du gaz g est enfermé dans une gaïne isolante i et on évite ainsi l'échauffement considérable du gaz.

Le tuteur D, le réflecteur G, sont, l'un serré à chaud et l'autre vissé sur le bord du récupérateur. Le globe v repose librement sur l'assise tournée du cercle H.

L'armature de la lampe est en tôle émaillée.

Les lampes destinées à l'éclairage extérieur sont recouvertes d'un fourreau métallique représenté figure 87.

L'air froid entre par le vide annulaire o entre l'enveloppe B et la capuche H. Les flèches indiquent le chemin parcouru par l'air pour arriver au brûleur. Si la vitesse de l'air est très grande, il suit le chemin des flèches côté gauche de la coupe. Si la vitesse est faible, il suit le tracé des flèches du côté droit.

Les produits de la combustion sortent par les orifices dentelés O' du chapeau D.

La figure 88 représente une lampe Gaso-multiplex à globe suspendu oscillant.

La coupe est suspendue par deux pivots vissés dans le réflecteur bombé et permettant à la coupe de basculer pour s'ouvrir comme le montre la ligne pointillée xx' quand on veut faire l'allumage. Ce mouvement de bascule s'obtient du même coup que l'ouverture du robinet à gaz en tirant sur la chaînette S, qui actionne le bras de levier M et saisit au passage le taquet Q fixé au rebord de la coupe.

Les lampes Gaso-multiplex sont construites à Bruxelles par la Société

Anonyme Franco-Belge de Robinetterie et d'Appareils d'éclairage. Elles se font sur 4 modèles dont les consommations horaires sont 160, 235, 300, 450 et 600 litres.

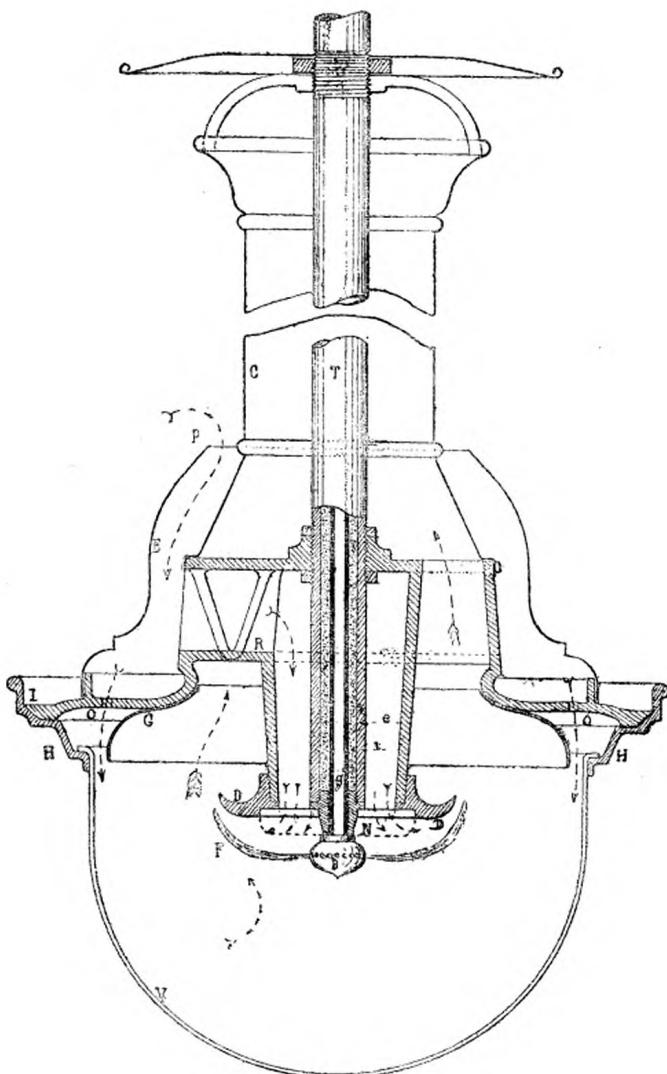


Fig. 86

Le *bec* Gaso-multiplex que construit également cette Société se compose d'un petit brûleur fixé à l'extrémité d'un chandelier G (fig. 89) vissé sur la douille du

porte bec D. La coupe, dont le col s'engage librement dans la douille D est supportée par un rebord d'une couronne métallique H reliée par 3 tiges courbées S à la douille inférieure. Cette couronne métallique supporte le récupérateur

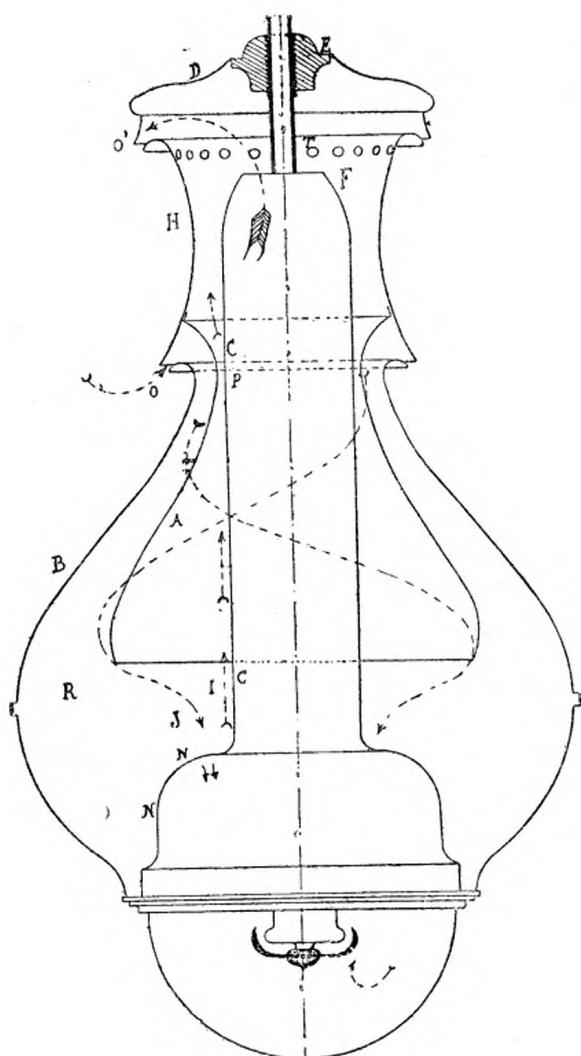


Fig. 87

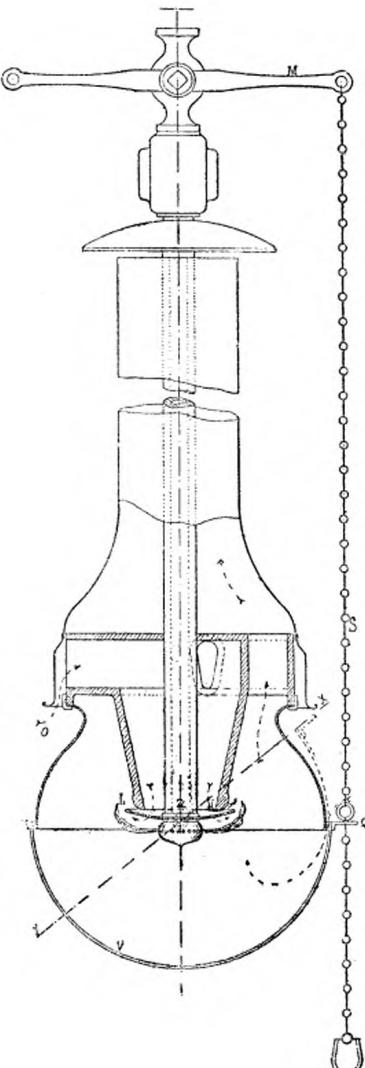


Fig. 88

dont le centre correspond exactement à celui du brûleur. Le récupérateur (voir fig. 90) est constitué par un nombre impair de carnaux R en forme de V qui

aboutissent à un tube central fermé à la base par une grille N sortie sur le bord. L'air suit le tracé indiqué par la flèche.

La figure 91 donne la vue extérieure du brûleur.

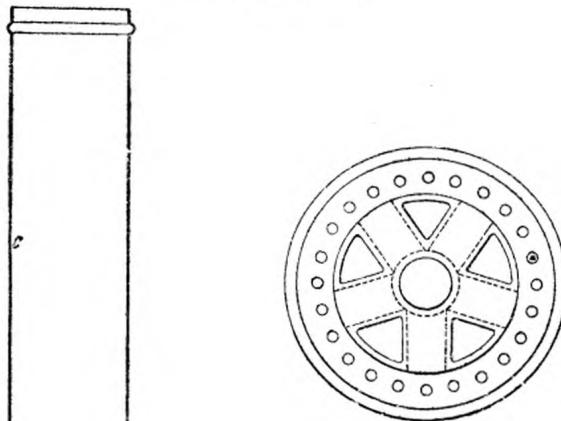


Fig. 90

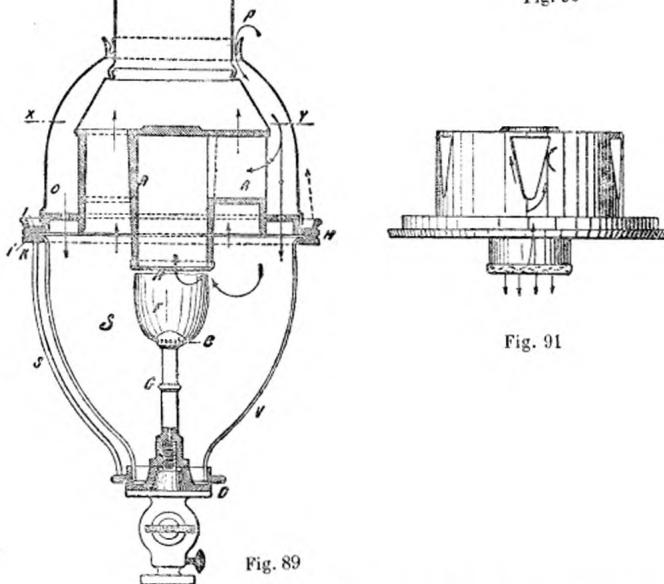


Fig. 91

Fig. 89

Après cet exposé succinct des différents genres de becs à récupération, il nous reste à parler des becs dits à incandescence, dans lesquels le pouvoir éclairant de la flamme est obtenue au moyen d'une matière incombustible portée à l'incandescence par une flamme de gaz. Nous trouvons dans ce genre d'appareils le bec Sellon, le bec Clamond et le bec Auer.

Bec Sellon

Le bec Sellon est constitué par un brûleur de Bunsen portant à l'incandescence une mèche en toile de fils de platine irradié.

Le bon fonctionnement du bec exige que cette mèche soit remplacée toutes les 50 heures, autrement la flamme, d'abord très blanche, devient rougeâtre. De plus, il faut que le mélange d'air et de gaz soit toujours exactement de 1 volume de gaz pour 5,7 d'air.

L'âge de la mèche influe beaucoup sur le rendement lumineux du bec, c'est ainsi qu'avec une mèche neuve, le bec donne la carcel avec 75 litres et qu'il faut 130 litres avec une mèche usée pour produire cette même unité de lumière.

Bec Clamond

L'ancien bec Clamond (fig. 92) se composait d'un bec circulaire à trous et à double courant d'air, dont la flamme portait à l'incandescence un panier P de magnésie filée posé sur le bec.

Cet appareil était enfermé dans un verre formant cheminée, entouré d'une deuxième verrine fermée par le bas. L'air, avant d'arriver au brûleur était forcé de passer entre les deux verrines au contact desquelles il s'échauffait.

Ce genre d'appareils ne se construit plus aujourd'hui. Différents perfectionnements ont été apportés par la Société l'*Énergie* qui exploite les becs Clamond.

Dans les appareils construits actuellement, le bec à double courant d'air est remplacé par une série de petits brûleurs de Bunsen (voir fig. 93) enfermés dans une boîte cylindrique sur laquelle repose la mèche.



Fig. 93

Enfin, la Société l'*Énergie* vient de produire tout récemment un type de becs à récupération de chaleur et à flamme renversée dans lesquels le brûleur est encore une série de tubes de Bunsen alimentés par de l'air ayant traversé le récupérateur de chaleur. La corbeille est suspendue sous le récupérateur et elle brûle dans une verrine analogue à celle des lampes à récupération ordinaires.

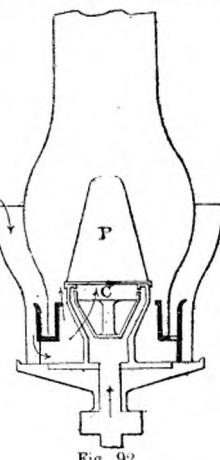


Fig. 92

Bec Auer

Le bec imaginé par le Docteur Auer Von Welsbach se compose d'un bec de Bunsen portant à l'incandescence un manchon composé d'oxydes de zircone, lanthane et autres métaux. Pour obtenir cette mèche, on la construit d'abord en mailles de coton ou en tulle et on la trempe dans une solution des oxydes cités plus haut. Ensuite on y met le feu. Le coton brûle et il reste un manchon de matières incombustibles ayant l'aspect d'une gaze légère. Ce mode de fabrication explique la fragilité des mèches et renseigne suffisamment sur le soin qu'on doit apporter à leur éviter le moindre choc.

Dans le bec Auer, l'air est mélangé au gaz dans la proportion de 50 à 60 %.

Le manchon est suspendu à un anneau fixé à un support métallique au-dessus de la flamme et entouré d'un verre pour produire le tirage nécessaire.

L'appareil ainsi obtenu est représenté par la figure 94.

Le manchon peut brûler de 600 à 1000 heures. On trouvera plus loin, au chapitre de la photométrie quelques résultats d'expériences sur le pouvoir éclairant et la consommation des becs Auer.

La nature et la couleur de la flamme du bec Auer offrent cet avantage de permettre de distinguer les nuances.

Pour terminer ce chapitre relatif aux becs d'éclairage public et privé, nous dirons quelques mots du bec d'Albot carbon, dont la flamme est rendue plus éclairante au moyen d'hydrocarbures riches introduits dans le gaz un peu avant l'arrivée au bec.

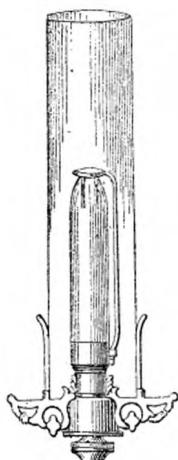


Fig. 94

Bec l'Albo-carbon

Le bec l'Albo-carbon est constitué par un bec à trous dit manchester, brûlant devant une boule métallique (voir fig. 95) à laquelle est relié le tuyau d'alimentation du gaz et qu'on emplit aux 2 tiers environ avec des cristaux de naphtaline épurée désignée sous le nom d'Albo-carbon.

Le gaz, avant d'arriver au bec, traverse la boule et se charge de vapeurs de naphtaline. Le bec échauffe une petite plaque horizontale qui transmet par conductibilité, à la boule, une certaine quantité

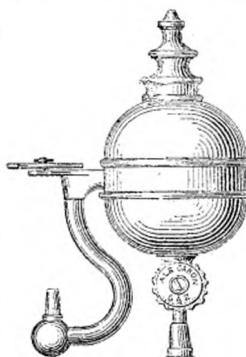


Fig. 95

tité de chaleur destinée à faire fondre la naphtaline (cette matière fond à 80°).

De plus, cette plaque est mobile horizontalement autour d'un axe vertical, ce qui permet d'augmenter ou de diminuer à volonté la surface soumise à l'action de la flamme et par suite la chaleur transmise à la naphtaline.

Il est en effet nécessaire de pouvoir régler la carburation, qui dépend beaucoup de la température de la boule et qui varie avec la température extérieure, le nombre d'heures du fonctionnement du bec, etc.

Les lampes à gaz à récupération sont aujourd'hui très répandues et les systèmes en usage sont très nombreux.

On a pu voir à l'Exposition Universelle, la majeure partie des bars, cafés, restaurants, éclairés au moyen de lampes Wenham.

Nous donnons planche II les plans et coupes de deux installations importantes faites au moyen de lampes, et becs gazo-multiplex.

L'une représente la disposition de l'éclairage des grands Bazars Parisiens du Havre et l'autre celle des grands Bazars Parisiens de Limoges.

Grands bazars parisiens du Havre. — Ces bâtiments forment deux corps principaux à 4 étages couverts par une toiture vitrée.

M. A. Bandsept, donne les renseignements suivants sur cette installation:

La canalisation est divisée en six branchements et rassemblée en un jeu d'orgue sur deux compteurs de 200 becs chacun.

Les deux canalisations principales sont l'une en 50 millimètres et l'autre en 20 millimètres. La distribution secondaire est en 13 millimètres. Une rampe d'éclairage de 24 mètres de longueur est alimentée par une canalisation de 37 millimètres. On peut voir sur le plan que le centre du rez-de-chaussée est à ciel ouvert et terminé par un pourtour à balustrades.

L'éclairage de cette partie est obtenu par 34 lampes à récupération suspendues à des girandoles et distantes de 3 mètres l'une de l'autre.

Le pourtour est éclairé par 30 lampes disposées en quinconce avec les lampes sur les girandoles.

L'une des devantures est éclairée par 7 lampes et l'autre par 4. Pour l'escalier, une lampe au centre et une à chaque pied de rampe assurent l'éclairage.

Entresol. — La canalisation forme un rectangle dont les côtés sont en 37 millimètres à l'exception d'un qui est en 50 millimètres. La distribution est en 10 millimètres.

L'éclairage est constitué par 12 lampes pour le centre et les galeries, et 5 lampes pour les vitrines sur les rues.

Premier étage. — Au premier étage, douze lampes dont 6 montées sur des girandoles à genouillères.

La hauteur des lampes au-dessus du sol est, au rez-de-chaussée, 2^m,40 et 3 mètres pour les girandoles, à l'entresol 2 mètres, au premier étage 3^m,50.

L'installation comprend au total 974 mètres de canalisation en tube de fer, 166 lampes à récupération de différents types, représentant un pouvoir éclairant de 1189 carcels et 43 girandoles. Elle a coûté environ 17 000 francs.

Grands bazars de Limoges. — Ces magasins se composent d'un bâtiment à 3 étages dont le centre rectangulaire est à ciel ouvert. Ils sont placés à l'angle de la place de la République et de la rue Porte-de-Tourny.

Au rez-de-chaussée, la canalisation principale vers la rue, est en 50 millimètres, la distribution principale en 37 millimètres et la distribution secondaire en 10 millimètres.

Les lampes sont au nombre de 13 en avant, 29 sur le second plan, disposées en quinconce et distantes entre elles de 3 mètres.

L'éclairage extérieur est constitué par six lampes alimentées par une canalisation en 32 millimètres.

Vers la Place, il existe deux canalisations principales, l'une en 50 millimètres, l'autre en 37 millimètres. La première alimente 40 lampes, la seconde 12.

A l'étage, l'éclairage comprend 9 lampes et 12 becs « inverseurs ».

La longueur totale de la canalisation est de 585 mètres, le nombre des lampes est de 111, plus 28 becs et 6 pupillons, 13 girandoles, 18 grenouillères et les accessoires. Le prix de l'installation est de 7 500 francs.

L'intensité lumineuse totale est d'environ 800 carcels.

CHAPITRE IV

VENTILATION

La ventilation des locaux par le gaz consommé pour l'éclairage a fait l'objet de nombreuses recherches dont les premières datent de l'origine même du gaz. Cette question préoccupe encore aujourd'hui très vivement l'Industrie gazière, et tout récemment, en 1887, la Société technique de l'Industrie du gaz en France en a fait le sujet d'un concours, lui assurant ainsi une place au nombre des questions vitales du gaz.

Les applications de ce système de ventilation sont encore peu nombreuses en France, mais les récents progrès accomplis dans cette voie permettent d'espérer que le nombre en augmentera très rapidement, surtout lorsque le Public sera bien pénétré de ce principe que le gaz employé à la ventilation est un agent énergique et économique d'hygiène, surtout économique quand c'est précisément le gaz consommé pour l'éclairage qui sert en même temps à l'évacuation de tous les gaz nuisibles et irrespirables contenus dans les locaux où il est installé.

Les quelques spécimens d'installation d'éclairage et de ventilation que nous décrirons succinctement dans ce chapitre prouvent surabondamment ce fait, en même temps qu'ils montrent la possibilité de l'application de la ventilation par le gaz à tous les genres de locaux ou d'édifices.

L'Exposition de 1889 renfermait deux spécimens très intéressants de ce mode de ventilation : d'une part, le Pavillon du Gaz, auquel, ainsi que nous l'avons déjà dit, nous consacrerons un chapitre spécial, et d'autre part, le Restaurant Français (Tourtel), où la Compagnie Wenham avait installé deux rosaces lumineuses d'un effet décoratif très heureux et qui assuraient largement la ventilation du local. En outre, on pouvait voir dans la classe 64 (Hygiène et Assistance publique), un lustre et des appliques à ventilation exposés par la Maison Delafolie, Bastide, Castoul et C^{ie} et enfin un spécimen de lampe à ventilation exposé par la Compagnie Wenham. On trouvera plus loin la description détaillée de ces genres d'appareils.

Nous allons exposer très rapidement les données générales de la question de ventilation des locaux éclairés par le gaz consommé pour l'éclairage, et nous donnerons ensuite la description des applications les plus intéressantes qui en ont été faites tant en France qu'à l'étranger.

Toute ventilation rationnelle doit comprendre :

1^o Une entrée d'air pur venant du dehors ; 2^o Une évacuation de l'air vicié.

L'introduction de l'air pur venant du dehors se fait, soit par les appareils de chauffage, soit par des conduits spéciaux disposés comme ceux des appareils.

Il est entendu, d'ailleurs, que nous ne parlerons pas ici des appareils mécaniques construits dans ce but, cette question étant absolument étrangère à celle du gaz.

Nous ne nous occuperons que de l'évacuation, au moyen du gaz consommé pour l'éclairage, de l'air vicié contenu dans un local, en citant cependant quelques petits appareils ou dispositifs employés dans ce genre de ventilation, et qui, tout en restant étrangers au gaz peuvent trouver place à côté.

L'air ambiant d'un local est vicié par les personnes présentes dans ce local et par les différents éclairages qu'il peut renfermer. Les causes de viciation de l'air sont la production d'acide carbonique, de vapeur d'eau et les calories dégagées.

L'homme dégage, en une heure, vingt litres d'acide carbonique. Cette quantité peut aller jusqu'à quarante litres lorsque l'homme travaille.

La quantité d'acide carbonique contenu dans l'air pur est de 0,0004 à 0,0006 ; cette quantité peut être portée à 0,0022 ou 0,0030 sans inconvénient, elle est gênante à 0,0047 et rend l'atmosphère lourde et insupportable à 0,0087 (expériences Péclat et Leblanc).

On peut donc fixer à 0,0005 le volume limite d'acide carbonique contenu dans l'atmosphère, ce chiffre de 0,0005 se traduit, en poids, par 0 gr. 001, et on voit

ainsi que le cube d'air pur à fournir pour l'homme à l'état normal est de 20 mètres cubes par heure, et pour l'homme à l'état de travail, 40 mètres cubes par heure. Ces chiffres de 20 et 40 mètres cubes sont des minima.

De même, l'homme produit 60 grammes de vapeur d'eau par heure ; mais cette quantité étant répartie sur le cube d'air fourni par la ventilation, elle est négligeable dans la plupart des cas. On admet généralement que l'air doit être à moitié saturé de vapeur d'eau. Cette condition est remplie lorsque à 15°, l'air renferme 6 gr.,5 par mètre cube. Pour arriver à ce résultat, il faut faire varier le cube d'air fourni par heure et par personne entre 20 et 60^m,³ selon que l'air de la pièce est déjà ou non saturé de vapeur d'eau. Disons toute suite que l'éclairage au gaz produit beaucoup plus de vapeur d'eau que les autres systèmes d'éclairage actuellement employés ; et cette production de vapeur d'eau, lorsque la pièce n'est pas ventilée, chargeant l'air ambiant, empêche l'absorption de la vapeur dégagée par les pores de la peau et contribue beaucoup à donner le malaise qu'on éprouve dans une salle éclairée par le gaz et peu ou mal ventilée.

Le cube d'air à fournir par heure et par personne varie avec l'affectation des locaux. Le général Morin donne les cubes suivants, qui sont empruntés au *Journal de l'Éclairage au Gaz*.

	Mètres cubes par tête.
Chambres habitées ordinaires	30 à 40
Pour les hôpitaux :	
Salles pour malades ordinaires.	70
— opérations chirurgicales	80 à 100
— maladies contagieuses.	150
Pour les prisons.	50
Pour les casernes.	30 à 50
Pour les ateliers ordinaires.	60
Pour les ateliers malsains.	100
Pour les théâtres et concerts.	40 à 50
Pour les salles de conférences	60
Pour les écoles d'enfants	15 à 20
Pour les écoles d'adultes.	30 à 35

D'après Péclet, le volume d'air théorique à fournir par heure et par personne est de $\frac{1}{3}$ de mètre cube. La contradiction n'est qu'apparente. Le $\frac{1}{3}$ de mètre cube suffirait s'il était aspiré complètement par la personne, tandis que l'air de ventilation est, en réalité, dilué dans le cube total de la pièce.

Le cube total d'air à fournir dans un local se compose, non seulement du volume d'air nécessaire à la combustion des diverses matières employées à l'éclairage mais encore de l'air nécessaire aux personnes présentes.

Les matières éclairantes ne nécessitent pas toutes le même volume d'air ; et nous allons donner ici quelques indications pour connaître les volumes d'air à

fournir selon la nature de l'éclairage : bougie, huile, gaz d'éclairage, en même temps que la température dégagée par la combustion.

Bougie. — Nous prendrons comme type la bougie de l'Étoile brûlant 15 grammes à l'heure.

Si nous admettons que le kilogramme d'acide stéarique produit 2^k,786 d'acide carbonique, soit en volume $\frac{2786}{2} = 1393$ litres environ, la bougie produira par heure $\frac{1393 \times 11}{1000} = 15$ litres 32 d'acide carbonique en maintenant à 0,0005 le volume limite d'acide carbonique toléré dans l'air, le volume d'air à fournir est donné par l'équation :

$$0,01532 + 0,0005 x = 0,001 x$$

d'où $x = 30^{m^3},64$ soit en chiffre rond 30^{m^3} .

D'autre part, 1 kilogramme d'acide stéarique produit en brûlant 9700 calories environ, les 11 grammes d'acide consommés fourniront donc :

$$\frac{9700 \times 11}{1000} = 106 \text{ calories.}$$

Un mètre cube d'air exigeant environ 0°,310 pour que la température monte de 1°, il suit de là que chaque bougie élèvera la température des 30 mètres cubes nécessaires à sa combustion, de :

$$\frac{106}{30 \times 0,310} = 11^{\circ},4$$

Huile de colza. — La lampe Carcel consommant 42 grammes d'huile à l'heure dégage, en brûlant, 55 litres d'acide carbonique.

La quantité d'air à fournir est donc comme précédemment :

$$0,055 + 0,0005 x = 0,001 x$$

d'où

$$x = 110 \text{ mètres cubes.}$$

D'autre part, le nombre des calories dégagées par les 42 grammes d'huile est de 420. Il suit de là que la température des 110 mètres cubes d'air appelés montera de :

$$\frac{420}{110 \times 0,310} = 12^{\circ},3$$

Gaz d'éclairage. — Le gaz de houille employé pour l'éclairage dégage, en brûlant, environ 800 litres d'acide carbonique par mètre cube.

Dans le cas d'un gaz d'éclairage ordinaire, la quantité d'air à fournir pour maintenir la proportion d'acide carbonique à 0,001 varie avec la nature des appareils employés.

Avec le bec Bengel ordinaire consommant 105 litres par carcel-heure, la quantité d'air à fournir est de :

$$\text{d'où} \quad 0,084 + 0,0005 x = 0,001 x$$

$$x = 169 \text{ mètres cubes.}$$

Le chiffre de 0^{m³},084 représente le nombre de litres d'acide carbonique fourni par 105 litres de gaz, $\frac{105 \times 800}{1000}$

Si on emploie d'autres appareils donnant la carcel avec des nombres de litres différents, le volume d'air à fournir varie avec la consommation de gaz, c'est ainsi qu'on aura :

Pour les bougies de gaz consommant 200 litres à l'heure pour fournir une carcel :

$$\frac{0,200 \times 800}{1.000} + 0,0005 x = 0,001 x$$

d'où $x = 320$ mètres cubes, et pour les becs à verre de forte consommation consommant 90 litres par carcel :

$$x = 140 \text{ mètres cubes}$$

Le volume d'air à fournir peut être considérablement réduit lorsque l'éclairage est produit au moyen de lampes à récupération disposées pour la ventilation. La description de ce genre de lampes sera donnée plus loin, mais disons tout de suite que, dans ce système d'éclairage monté en ventilation, les produits de combustion sont évacués directement par un conduit spécial, soit au dehors soit dans une canalisation aboutissant à une cheminée.

Dès lors, on n'a plus à se préoccuper de l'acide carbonique déversé dans l'air par la combustion du gaz et le volume d'air à fournir est considérablement réduit.

Supposons que l'on veuille ramener la quantité d'acide carbonique contenu dans la verrine de la lampe à 0,003 ; il est facile de déterminer le volume d'air à fournir. Les petites lampes à récupération consomment 50 litres par carcel-heure, qui produisent, en brûlant :

$$\frac{0,050 \times 800}{1.000} = 0,040$$

d'acide carbonique. Le cube d'air x à fournir est donc :

$$x = 16 \text{ mètres cubes.}$$

Avec de grosses lampes à récupération, qui ne consomment que 0,030 mètres cubes par carcel-heure, le volume d'air correspondant à fournir est donné par l'équation :

$$\frac{0,030 \times 800}{1.000} + 0,0005 x = 0,003 x$$

d'où

$$x = 9^{m^3},600.$$

Il y a lieu de tenir compte, dans le fonctionnement des lampes à récupération, de la température à laquelle est portée l'air par le récupérateur. Nous allons donner ci-après quelques indications à ce sujet.

Le pouvoir calorifique du gaz de houille varie beaucoup avec sa composition chimique. Les diverses expériences faites à ce sujet ont fourni les résultats suivants :

9 054	calories par mètres cubes	(Resal).
8 000	—	(Dulong, Schoettler, Richard).
6.390	—	(Kuhlmann).
6.100	—	(Devillez).
6 083	—	(Ayrton).
6.000	—	(Grashot, Tresca).
5.495	—	(Steward).
5.372	—	(Dugald Clerk).
4.875	—	(Naby).

D'après des expériences faites plus récemment par M. Witz, le pouvoir calorifique du gaz varierait entre 4 719 et 5 472 calories, soit 5 200 calories, chiffre le plus communément adopté.

La quantité dont s'élèvera la température de l'air nécessaire à la combustion varie beaucoup avec la nature des becs employés, puisque la quantité d'air est fonction du volume de gaz consommé, volume qui, à beaucoup près, n'est pas le même pour tous les becs.

Il est toujours facile de déterminer le nombre de calories fournies par un bec de gaz d'une consommation donnée n . Ce nombre est donné par la proportion $\frac{n \times 5\,200}{1\,000}$. Connaissant d'ailleurs le volume d'air nécessaire à la combustion des n litres de gaz, on pourra facilement déterminer l'élévation de température de ce volume d'air.

Dans les lampes à récupération, d'autres éléments interviennent, qui sont : la température de l'air dans le récupérateur et les vitesses d'arrivée du gaz et de l'air.

Ces éléments sont liés par ce principe, posé par M. Marché, que la densité de l'air dans le récupérateur doit être égale à celle du gaz pour obtenir une combustion complète.

Quant aux vitesses, elles varient avec la section des conduits, le tirage et aussi la densité du gaz.

Nous ne donnerons pas ici les calculs faits pour la détermination de ces éléments ; mais, nous dirons que la vitesse d'écoulement du gaz et de l'air chaud doit être, d'après les calculs de M. Marché, de $1^{m},46$ par seconde pour qu'il y

ait combustion complète. Le volume d'air nécessaire étant compris d'ailleurs entre 7,5 et 10 fois le volume du gaz brûlé, selon la composition de ce dernier.

La vitesse d'écoulement des gaz étant déterminée par la cheminée, il y a lieu de tenir compte des explications ci-dessus pour l'établissement de cet organe de la ventilation.

Tels sont les divers éléments qu'il est nécessaire de connaître pour établir une évacuation rationnelle de l'air vicié d'une pièce habitée et éclairée.

Lorsqu'on fait servir le gaz consommé pour l'éclairage à l'évacuation de l'air vicié, la ventilation ordinaire ou de bas en haut est plus particulièrement indiquée.

A ce propos, rappelons ici que les expériences de Pettenkofer ont montré que, malgré les différences de densités, les proportions d'acide carbonique contenues dans l'air sont plus grandes à la partie supérieure des pièces qu'à la partie inférieure.

La même remarque pourrait très probablement s'appliquer à l'hydrogène sulfuré.

L'air, dont la composition est la plus altérée, chimiquement parlant, se trouve plutôt dans le haut des pièces car l'air expiré étant plus chaud tend à monter.

L'organe respiratoire des individus se trouve dans une couche d'air relativement pur et quels que soient les orifices d'accès ménagés pour l'air frais venant du dehors, celui-ci se place toujours en bas de la pièce, à moins qu'il ne soit lui-même plus chaud que l'air de la pièce, fait qui se produit très rarement.

L'air ainsi répandu dans la partie inférieure d'un local, s'échauffe graduellement et s'élève à mesure qu'il s'échauffe.

Les phénomènes naturels semblent donc indiquer la ventilation de bas en haut plutôt que l'inverse. D'autre part, un courant d'air de haut en bas a pour effet de ramener vers les personnes présentes l'air vicié des parties supérieures de la pièce. Et enfin, en appliquant la *ventilation renversée* on lutte contre les forces naturelles au lieu de les utiliser, on se crée des difficultés ; d'où un surcroit de dépense que l'adoption de la ventilation ordinaire aurait évité.

On peut donc dire qu'il est possible d'obtenir, avec le gaz d'éclairage, une ventilation rationnelle et conforme aux phénomènes naturels. Nous allons citer quelques exemples d'application de ce procédé.

Dès 1859, le docteur Tavignot s'était préoccupé de l'évacuation des produits de combustion provenant de l'éclairage, et avait imaginé de recueillir les produits de combustion dégagés par un bec de gaz pour les évacuer au dehors par un conduit spécial.

L'appareil du docteur Tavignot se composait d'un pavillon ou entonnoir métallique disposé au-dessus de la flamme du bec, et fixé à l'extrémité d'un conduit horizontal posé au plafond de la pièce et débouchant, soit au dehors, soit dans une cheminée. On trouve encore quelques exemples d'application de ce procédé dans certaines salles d'anciens hôpitaux à Paris.

Cet appareil fit l'objet d'un rapport présenté par M. Babinet à l'Académie des Sciences et les conclusions de ce rapport étaient toutes en faveur de ce nouveau système d'éclairage dont il déclarait la supériorité au point de vue de l'hygiène sur les autres appareils existants.

Certains brûleurs à gaz, les sun-burners, et surtout les lampes à récupération, se prêtent très bien à l'utilisation de l'éclairage comme moyen de ventilation.

La ventilation peut parfaitement, d'ailleurs, être continuée en dehors des heures d'éclairage, soit en mettant en veilleuse un certain nombre de becs, soit par la disposition, à la base de la cheminée d'appel recevant les produits de combustion de tout l'éclairage, d'un brûleur spécial qui pourra d'ailleurs être invisible de l'intérieur du local.

La consommation de gaz nécessaire pour assurer la ventilation de jour peut ne pas dépasser le dixième de la consommation pendant les heures d'allumage.

Cette consommation ne procure pas évidemment une ventilation aussi active que quand tout l'éclairage fonctionne, mais la ventilation qu'elle fournit peut être évaluée aux trois quarts de la ventilation complète du soir.

La création et l'application des sun-burners remonte à plus de trente ans en Angleterre, mais une des plus belles applications qui en fut faite est l'installation très complète de l'éclairage et de la ventilation de la salle de l'Odéon royal de Munich. Elle date de 1886.

Voici, sur cette installation, quelques détails que nous empruntons au journal *l'Eclairage au gaz*.

Il s'agissait de démontrer qu'on peut maintenir une température normale, dans des locaux aussi fréquentés que le sont les salles de théâtres et les concerts en faisant coïncider avec l'éclairage au gaz une ventilation suffisante, et que les résultats atteints sont ainsi plus parfaits et moins coûteux que ceux fournis par l'éclairage électrique, lorsque celui-ci n'est pas lui-même accompagné d'une ventilation simultanée.

La Société du Gaz de Munich n'a pas reculé devant de grands sacrifices pour réaliser cette démonstration.

L'élévation de la température dans la salle de l'Odéon donne, selon le rapport même de l'Institut hygiénique, pour une salle comble, de bas en haut, une moyenne de 4 à 5° pendant que cette élévation atteignait de 7°,4 à 7°,7 au théâtre de la Cour Royale éclairé à l'électricité.

La proportion d'acide carbonique n'atteint à la salle royale de l'Odéon, qu'un maximum de 1,83 pour 1000 volumes, pendant qu'au théâtre de la Cour Royale, elle s'élève à 1,859 pour 1000 volumes.

Rappelons en quelques mots l'historique de l'éclairage de la salle de l'Odéon, construite, en 1825 par M. Léon Kleuze.

L'éclairage, dans la grande salle, était produit par 7 lustres, ayant chacun 20 lampes à l'huile, soit au total 140 lampes.

Ces lustres étaient suspendus à des cordes passant sur des poulies fixées aux solives du toit, de manière à pouvoir être haussés ou baissés. L'orchestre était muni de lampes portatives à l'huile.

En 1856, on inaugura l'éclairage au gaz. Les lustres à huile furent remplacés par 7 lustres avec chacun 40 becs, soit ensemble 280 becs. Ces lustres au gaz se composaient de cercles en fer forgé d'environ 2^m,50 de diamètre, auxquels étaient fixées 40 petites appliques. La carcasse du lustre était recouverte de mousseline blanche ce qui donnait aux appareils l'aspect de lustres vieux vénitien. Ces appareils furent conservés ainsi pendant 20 ans. Enfin en 1876, on les remplaça par 7 autres lustres en zinc, de forme moderne et gracieuse, chacun de 52 becs, plus par 2 candélabres de 30 becs destinés à l'orchestre, soit donc ensemble par 424 becs.

A l'occasion de cette dernière transformation on remarqua que la température montait sensiblement dans la salle.

Les évacuations d'air par le système de ventilation étaient disposées comme suit : sur les deux parties longitudinales de la galerie, il existait trois ouvertures de chaque côté, soit six en tout, et sur la partie nord une seule, munie d'un système mobile pouvant se fermer au besoin. Aussitôt que l'on ouvrait les bouches de ventilation, l'air chaud sortait par les ouvertures supérieures, tandis que l'air froid pénétrait par la partie inférieure dans la salle ; ceci créait un inconvénient pour les spectateurs. On essaya de l'atténuer en munissant les six ouvertures de plaques mobiles, mais bien que ce changement produisit une certaine amélioration, il ne put être maintenu en raison du courant d'air qui régnait dans la salle. Lors de ces modifications, on n'avait songé uniquement qu'à donner un courant d'air pour faire disparaître l'air chaud se trouvant dans la salle, sans se préoccuper de l'état dans lequel entrait l'air du dehors.

Antérieurement, le chauffage de la salle de l'Odéon se faisait au moyen de calorifères souterrains, qu'il était nécessaire d'allumer 17 ou 18 heures environ avant la représentation. Tels étaient les agencements qui restèrent jusqu'en octobre 1886, époque à laquelle eut lieu la transformation générale du système de chauffage, de ventilation et d'éclairage.

Après quelques pourparlers avec la Chambre Bavarroise des Députés qui devait décider de faire installer la lumière électrique, la Compagnie du Gaz de Munich se déclara prête :

1^o A donner un projet détaillé des travaux, à les exécuter et à mettre le tout en bon fonctionnement.

2^o A prouver que pendant une représentation, avec salle comble, la température de la salle de l'Odéon ne dépassera pas celle de la salle royale de la Cour qui est éclairée à l'électricité, et qui ne dépasse pas, d'après M. le Professeur Reutz, de plus de 7°,7 la température extérieure.

3° A exécuter à ses frais toutes les transformations qui entraîneraient à une dépense supérieure au chiffre prévu de 33 750 francs.

Ces propositions furent annulées par suite du refus de la Diète d'accepter le crédit voté par la Chambre Bavarroise pour l'installation de l'électricité.

Dans cette situation, la Société du Gaz de Munich proposa l'exécution du projet complet à ses propres frais, et ne laissait à l'État que les travaux de construction. Dans le projet figurait le devis complet de la maison Grove, de Berlin, comprenant deux chaudières à vapeur verticales, un appareil de chauffage de 435 mètres carrés de surface de chauffe et tous les accessoires, huit appareils d'éclairage, dit sun-burners, avec les cheminées, un moteur à gaz de 4 chevaux et un ventilateur. Les dépenses s'élevaient à 32 500 francs, et les travaux de construction à 12 815 francs. Les travaux, acceptés en juin 1886, devaient être terminés dans un délai de 60 jours.

Les dimensions des conduits d'arrivée et de départ furent calculées de façon à renouveler l'air quatre ou cinq fois, ce qui représente un cube de 40 à 50 000 mètres cubes d'air à déplacer.

La salle est rectangulaire, et mesure 33^m,60 en longueur et 22 mètres de largeur à la partie sud. La séparation de l'orchestre forme un demi-cercle qui mesure 16 mètres de diamètre.

Derrière, règnent deux escaliers tournants qui vont du sol jusqu'au toit. Il reste ainsi une chambre de 2 mètres de largeur derrière l'orchestre, sur toute la longueur ; elle est recouverte par la galerie.

La hauteur du parterre à la galerie est de 8^m,50 environ, et celle de la salle sous le plafond de 15 mètres. Le rez-de-chaussée se trouve à 7 mètres au-dessus du niveau du terrain.

La surface totale des dix-huit ouvertures de ventilation, disposées dans les murs longitudinaux et autour de l'orchestre, est de 9 mètres carrés environ.

Le canal d'aménée ménagé dans le bâtiment, parallèlement au couloir, mesure en largeur, 2 mètres et 5 mètres de hauteur à sa naissance ; à son extrémité, il est réduit à 1^m,5 sur 2 mètres. A l'entrée, on a placé un ventilateur de 1^m,5 de diamètre, actionné par un moteur à gaz de 4 chevaux. Ce ventilateur donne, avec une vitesse de 300 à 700 tours, un volume de 30 à 50 000 mètres cubes d'air.

Le chauffage de l'air, refoulé par le ventilateur, se fait au moyen de tuyaux à ailettes en fonte de fer, au nombre de 152, représentant une surface de 608 mètres carrés, et qui sont disposés en huit groupes, dans lesquels la vapeur, produite par deux chaudières de 21^m²,5 de surface de chauffe chacune, arrive par le haut, tandis que l'eau condensée retourne aux chaudières.

L'éclairage de la salle est obtenu au moyen de huit sun-burners, composés chacun de 115 petites flammes réparties sur un cercle de 0^m,60 de diamètre, et groupées par cinq becs piqués sur de petits culots, distants entre eux de 0^m,05.

Ils descendent à 1^m,50 en contre-bas du plafond. Au-dessus de chaque appareil, se trouve un réflecteur et une cheminée par laquelle s'échappe l'air de la salle appelé par les foyers. Chaque cheminée mesure 1 mètre de diamètre, et sort du toit de 1 mètre environ.

Le chauffage de la salle demande de trois à huit heures, selon la température extérieure.

Les appareils d'éclairage, allumés d'abord en veilleuse, ne sont ouverts en grand qu'à l'arrivée des spectateurs.

Les expériences faites pour déterminer le volume de l'air introduit dans la salle, ont donné les résultats suivants :

A. Sans ventilateur :

Volume d'air introduit dans la salle. . . 14.292^{m³} par heure.

Volume d'air introduit dans la galerie. . . 12.024

Total. . . . 26.316^{m³} par heure.

B. Avec le ventilateur :

Volume d'air introduit dans la salle. . . 18.054^{m³} par heure.

Volume d'air introduit dans la galerie. . . 21.312

Total. . . . 39.816^{m³} par heure.

Le volume d'air peut donc être augmenté de 50 % avec le ventilateur.

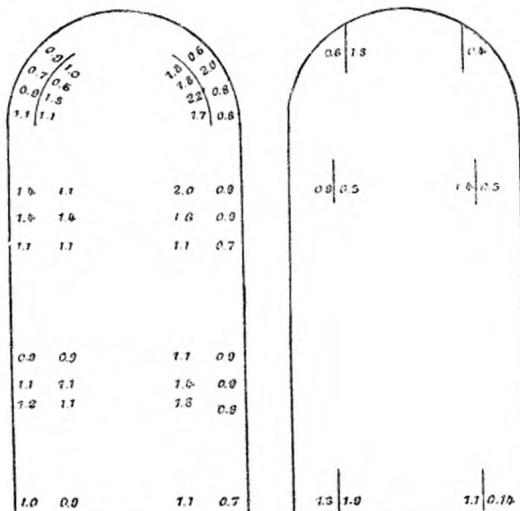


Fig. 96

Les vitesses sont données par les chiffres des croquis ci-dessus (fig. 96), représentant la salle et la galerie.

Les chiffres les plus près du bord sont ceux des vitesses sous la seule action des brûleurs-soleils, et les chiffres intérieurs sont relatifs aux vitesses sous la double action des brûleurs et du ventilateur.

Pour déterminer le volume d'air exactement évacué par les brûleurs, on a mesuré les vitesses aux orifices des cheminées.

Le débit horaire total, avec les brûleurs ouverts à moitié, a été de. $13\ 734 \text{ m}^3$

Les quatre cheminées rectangulaires ont donné 14 828 »

Au total 28 622^{m3}.

Avec les becs ouverts en plein, les quatre cheminées des brûleurs ont donné..... 17 690^{m³}.

et les quatre autres 19 016 »

Soit un débit total horaire de 36 706^{m³}.

On a déduit, des expériences faites, que le volume d'air, entré par les ouvertures, était de 26 316 mètres cubes. Le cube d'air évacué étant de 36 706 mètres cubes, la différence représente le volume d'air entré par les portes, les parois du plancher, etc.

Les chiffres, portés sur les graphiques ci-dessous (fig. 97), donnent les températures marquées par onze thermomètres placés dans la salle renfermant 1 630 personnes.

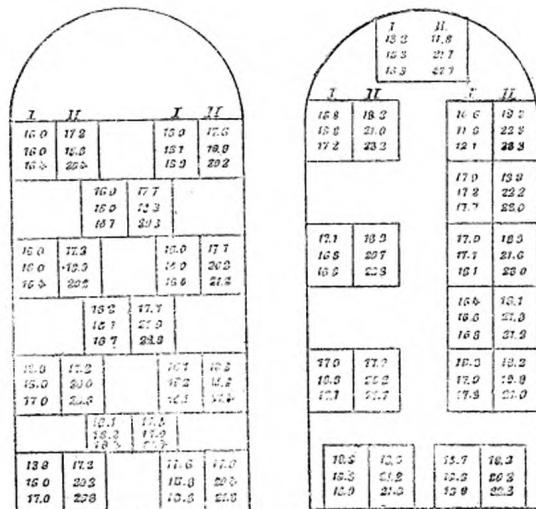


Fig. 97

Les chiffres, à gauche du trait vertical séparant deux groupes de chiffres donnent les relevés de demi-heure en demi-heure, avant l'arrivée des spectateurs, et les chiffres à droite donnent les relevés aux mêmes intervalles de temps, les spectateurs étant entrés.

La température s'éleva, en moyenne, pendant la séance de une heure et demie :

Dans la salle, de	3°,72
Dans la galerie, de	4°,05

On constata, pendant toute la durée de l'expérience, une différence de 1° seulement entre la température de la salle et celle de la galerie.

Les expériences faites, pour doser l'acide carbonique contenu dans l'air, ont donné, après que l'éclairage fonctionnait depuis deux heures dans la salle :

0,78 % dans la salle et 0,66 % dans la galerie.

L'aération n'était produite que par les brûleurs seuls. Après avoir fait tourner le ventilateur pendant une heure, les chiffres trouvés furent :

0,68 % dans la salle et 0,48 % dans la galerie.

On a opéré de même avec la salle comble, et les résultats trouvés sont consignés sur les graphiques ci-dessous (fig. 98). Les premiers chiffres de chaque

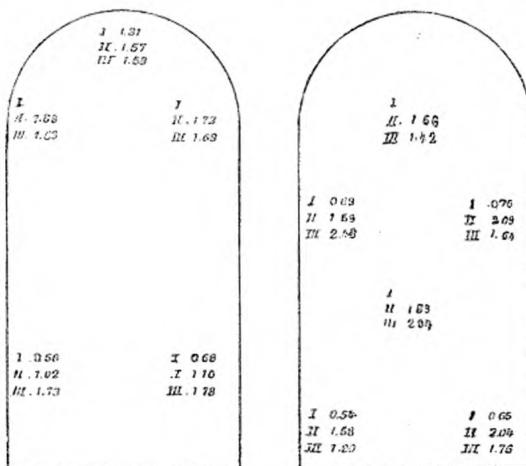


Fig. 98

groupe sont relatifs aux résultats obtenus, la salle étant vide, les deuxièmes et troisièmes, sont ceux obtenus après trois quarts d'heure, et après une heure trois quarts, la salle étant pleine.

La teneur moyenne en acide carbonique était, à quatre heures et demie du soir :

Dans la salle.	0,64 %
Dans la galerie.	0,85 %

A cinq heures et demie, on ouvrit les portes, et il entra 1 630 personnes.
A six heures et demie, la teneur en acide carbonique était :

Dans la salle	1,79 %
Dans la galerie	1,61 %

A sept heures et demie, elle était :

Dans la salle	1,83 %
Dans la galerie	1,63 %

Ces résultats montrent que la teneur de l'atmosphère de la salle en acide carbonique varie entre 1 et 2 %, et que l'accroissement dû à la présence du public est insignifiant.

Il peut être intéressant de les comparer avec ceux obtenus avant la modification de l'installation : en 1883, on avait trouvé une élévation de température de 10°40 dans la galerie, et de 8 à 9° dans la salle.

L'air de la salle renfermait 4,5 d'acide carbonique pour 1 000 d'air, et celui de la galerie 5,5 d'acide carbonique.

Le volume d'air évacué n'était que de 18 468 mètres cubes par heure, tandis qu'actuellement il est de 40 000 mètres cubes.

Le problème de l'éclairage et de la ventilation par le gaz a donc été résolu par l'installation de l'Odéon de Munich.

Une installation plus simple fut faite en 1887 à la salle Pleyel-Woffff à Paris (voir pl. 3, fig. 1)

Cette salle, pouvant contenir 360 spectateurs, ne possédait aucune ventilation d'où une très grande élévation de température pendant les concerts.

Le volume total des 4 salons composant la salle est de 1 025 mètres cubes.

L'éclairage ancien était obtenu par 3 lustres et 21 appliques comprenant ensemble 320 becs-bougie d'une consommation horaire totale de 25^{m³},600 pour une intensité lumineuse de 116 carcelles.

La hauteur des flammes des lustres était, en moyenne de 2^m,95 au-dessus du parquet, celles des flammes des appliques à environ 2 mètres.

Il existait trois cheminées de 1^m,18 de diamètre et 3^m,60 de hauteur, débouchant au-dessus du toit, mais on avait bouché les orifices de ces cheminées, qui nuisaient au décor du plafond.

Un premier essai d'éclairage et de ventilation fut tenté avec des *sun-burners* mais il fallut renoncer à leur emploi par suite de la faible hauteur de plafond de la salle, surtout à l'endroit de l'estrade.

L'éclairage actuel est fourni par trois lustres composés chacun de 4 becs

Wenham de 570 litres, ces lustres sont disposés à la base des cheminées d'appel à la voûte du plafond (voir pl. III, fig. 1). La consommation horaire est de 6^{m³},840 ; et l'intensité lumineuse de 180 carcelz, soit 150 carcelz au minimum en tenant compte de la lumière absorbée par les cristaux garnissant les lustres.

Les combles de la salle étant trop bas pour qu'on puisse faire monter les lustres au-dessus du plafond, on a suspendu chaque lustre à un petit câble en fil d'acier enroulant sur un treuil, et grâce à ce dispositif on peut descendre les appareils jusqu'en bas, dans la salle, pour la visite et le nettoyage.

L'allumage se fait par l'électricité au moyen d'un dispositif placé au jeu d'orgue des robinets à gaz. L'étincelle est fournie par une bobine d'induction alimentée par 8 piles Leclanché. Le courant ne passe, grâce à la disposition particulière des contacts, que lorsque le gaz est ouvert. L'allumage est fait par une étincelle jaillissant entre le bec de la lampe et le fil d'arrivée. Le retour se fait par la masse. On allume en veilleuse un peu avant l'entrée du public, et on n'a plus qu'à tourner les robinets donnant le gaz à chaque lustre, à l'arrivée des spectateurs.

La ventilation produite par les lustres a été déterminée en mesurant la vitesse et la température de l'air sortant.

Dans les cheminées, la vitesse trouvée a été de 1^m,75 par seconde, la section libre à la base étant de 0^{m²},50 environ. Le volume d'air évacué est de

$$1.75 \times 0.5 \times 3600 = 3150 \text{ mètres cubes}$$

soit pour les 3 cheminées

$$3 \times 3150 = 9450 \text{ mètres cubes}$$

dans lesquels sont compris

c'est-à-dire qu'il sort en réalité 9^{me},300 d'air venant de la salle. Ce chiffre correspond, en tenant compte de la température de 70° observée dans les cheminées, à un cube de 7815 mètres à 15°. Tel est le volume d'air entré dans la salle. Il correspond à un renouvellement de l'air de 7,6 fois par heure.

Des expériences ont été faites pour connaître l'élévation de température dans la salle.

L'air qui est répandu dans la salle provient d'une chambre, dite de mélange, située directement au-dessous, où il peut être chauffé au moyen de calorifères.

En ouvrant toutes les communications de l'extérieur dans la chambre de mélange, et en faisant durer l'expérience 4 heures et demie, savoir 2 heures avant l'entrée du Public et 2 heures et demie après l'entrée de 350 à 360 personnes, on a trouvé, en partant d'une température de 16° dans la chambre de mélange, que le gaz des appliques a porté la température à 19° et qu'à la fin des 4 heures

et demie, le gaz et le public avaient porté la température à 23°,7, soit une élévation totale de 7°,7 dont 3°,2 pour le gaz et 4°,5 pour le public.

En fermant, au contraire, les communications de la chambre de mélange, l'air de la salle montait très rapidement de 11°.

On peut donc dire que cette installation satisfait pleinement aux divers *desiderata* émis, savoir : un bon éclairage, une ventilation suffisante, et enfin une dépense relativement faible.

L'un des Magasins d'exposition, ou Bureau de renseignements de la Compagnie Parisienne du Gaz, rue Condorcet n° 8 ('), est destiné aux appareils d'éclairage, de chauffage et de cuisine par le gaz. Ce magasin est occupé par quatre employés, et il est fréquenté par 450 à 700 personnes par mois, suivant la saison ; la moyenne, en 1888, du nombre de visiteurs a été de 550 par mois, soit 6 600 pour l'année.

Nous ne nous occuperons ici que de ce qui concerne l'éclairage utile, et de sa modification complète, exécutée en septembre 1888.

Les planches 1 et 2 donnent les différentes dimensions du magasin, qui mesure :

En surface.	70 ^{m²} ,50
En volume.	244 mètres cubes.

dans la partie accessible au public.

Le plafond n'est qu'à 3^m,50 au-dessus du parquet.

Éclairage ancien. — Le magasin a été installé en 1872. — Jusqu'en septembre 1886, son éclairage comprenait des becs à verre avec régulateurs Griroud, et des becs-papillons, au nombre total de 34, consommant, à l'heure, en gaz 5 480 litres, donnant un éclairage total d'environ 50 carcelles, ce qui correspond par carcel, en gaz, à 109 litres.

En septembre 1886, on substitua aux becs ordinaires des lampes à gaz à récupération, de création récente alors, ce qui donna lieu à une économie de consommation de gaz.

La ventilation n'existant toujours pas, et la température montait fréquemment à 26° et 28° centigrades. Aux deux portes d'accès donnant sur la rue Condorcet, existent des vasistas, dont l'ouverture était loin de suffire ; pour maintenir une température convenable, il fallait ouvrir les portes en grand, ce qui offre des inconvénients sur lesquels il est inutile d'insister, lorsqu'il s'agit d'un magasin fréquenté par le public.

Éclairage actuel (pl. 3, fig. 2). — Depuis septembre 1888, l'éclairage comprend 17 lampes à gaz à récupération disposées comme suit :

1. La Compagnie Parisienne va ouvrir très prochainement un nouveau Magasin d'Exposition, 28, rue du Quatre Septembre. On y trouvera également une installation d'éclairage à ventilation dans un cadre plus luxueux et plus riche que celui du magasin 8, rue Condorcet.

- 6 lampes montées sur rampes, à la devanture ;
 6 lampes isolées dans l'intérieur du magasin ;
 5 lampes groupées en lustre.

Les deux systèmes Wenham et Cromartie, ont été seuls employés, d'abord parce qu'ils sont de création antérieure aux autres systèmes, tout au moins comme application à la ventilation, et parce qu'en adoptant d'autres lampes tout aussi bonnes, d'aileurs (systèmes : becs Parisiens, Industriels, Grégoire et Godde, Lebrun, Deselle, Danichewsky, etc., etc.), l'installation aurait été disparate comme décoration. Nous nous hâtons d'ajouter que l'on a pu se rendre compte à l'Exposition du Palais de l'Industrie, de juillet à décembre 1888, de la possibilité d'utiliser, en vue de la ventilation, n'importe quel système de lampe à récupération ; ce groupement comparatif des différents types a été établi d'une façon encore plus étendue à l'Exposition universelle, au Pavillon du Gaz au Champ de Mars, comme on le verra plus loin.

Chacune des 17 lampes du magasin est munie d'un régulateur de consommation.

Voici quelle est la dépense horaire de gaz, telle que l'ont établie de fréquents relevés faits au compteur :

LAMPES (Fig 2, pl. III)	NOMBRE DES LAMPES SIMILAIRES	CONSOMMATION HORAIRE	
		Par lampe	Total
Lampes <i>a, c, d, f, g, h . . .</i>	6	0m ³ ,150	0m ³ ,900
— <i>i, j, k, l</i>	4	0m ³ ,200	0m ³ ,800
— <i>m</i>	1	0m ³ ,400	0m ³ ,400
— <i>n</i>	1	0m ³ ,560	0m ³ ,560
Lustre <i>o</i>	5	0m ³ ,120	0m ³ ,600
TOTAUX . . .	17		3m ³ ,260

Allumage des lampes. — L'allumage des lampes à récupération, disposées pour la ventilation, se fait d'ordinaire en ouvrant les coupes ou verrines. Pour éviter ce petit ennui, on a installé sur chaque lampe, sur deux bornes spéciales, des fils électriques, aboutissant près du bec proprement dit, c'est-à-dire près de l'arrivée du gaz. L'homme chargé de l'allumage porte en sautoir une petite boîte légère, contenant, avec une pile inversable au bichromate de potasse, une bobine d'induction. Le courant ainsi produit est transmis par deux fils montés le long d'une perche légère en bambou aux deux points fixes et contigus (quoique séparés électriquement), situés sur la lampe ; la perche est terminée à cet effet, dans le haut, par un crochet flexible double.

Dès que le contact a lieu, il suffit, pour allumer la lampe, d'ouvrir, comme à l'ordinaire, le robinet donnant le gaz.

Intensité lumineuse. — On trouvera plus loin, au chapitre *Photométrie* les résultats des essais faits pour connaître l'intensité lumineuse et l'éclairement du magasin.

Ventilation. — La ventilation a pour but d'évacuer d'abord les produits de combustion du gaz des locaux éclairés, et, en outre, de profiter de la chaleur développée par cette combustion pour renouveler l'air. Ces produits de combustion, et cet air, appelé du dehors, circulent dans des conduits spéciaux, dont chacune des lampes à gaz est un point initial.

La figure 2, planche III, donne une idée de ce réseau, ou canalisation générale, accolé au plafond du magasin.

Sur les 17 lampes, nous avons vu que 12 sont isolées, et 5 groupées sur un lustre. Les lampes des rampes sont surmontées d'une cheminée en col de cygne débouchant dans le conduit, et la partie supérieure de la cheminée de chacune d'elles est séparée par un petit intervalle (donnant accès à l'air du local, entraîné par l'élévation de température due aux produits de combustion) d'un pavillon métallique conique à sa base, et dont le dessus est cylindrique et va rejoindre la canalisation générale.

Une disposition, analogue à la précédente, a été adoptée pour les 5 lampes Cromartie groupées en lustre. Les cinq tuyaux surplombant les cheminées se réunissent au chapiteau du lustre, et se groupent en un seul canal allant rejoindre le réseau.

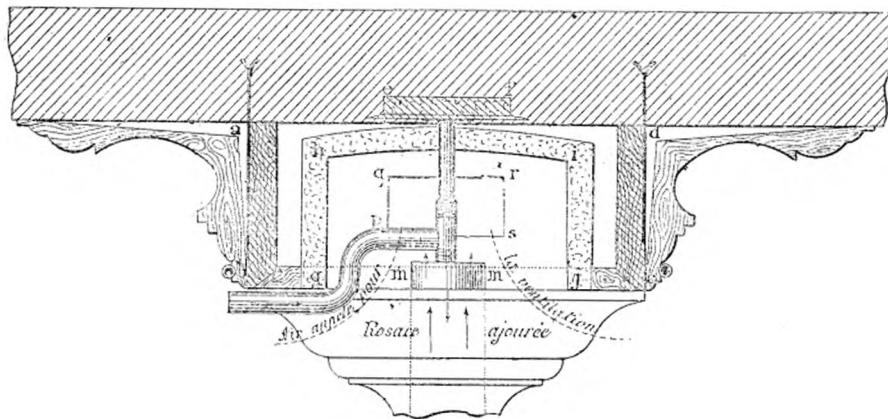


Fig. 99

Les figures 99 et 100 donnent respectivement, pour les lampes Cromartie et Wenham, tous les détails d'installation d'un appareil. La lampe proprement dite est enfermée dans une enveloppe métallique ajourée, qui est agrandie et enjoliée

vée, et qui forme à la partie supérieure une sorte de rosace; les trous percés dans cette pièce la mettent en communication avec le local.

En résumé, dans chaque cas, on voit que les produits de combustion sont entraînés, et que l'air du magasin est appelé, en outre, proportionnellement à l'élévation de température ou à la consommation de chaque lampe.

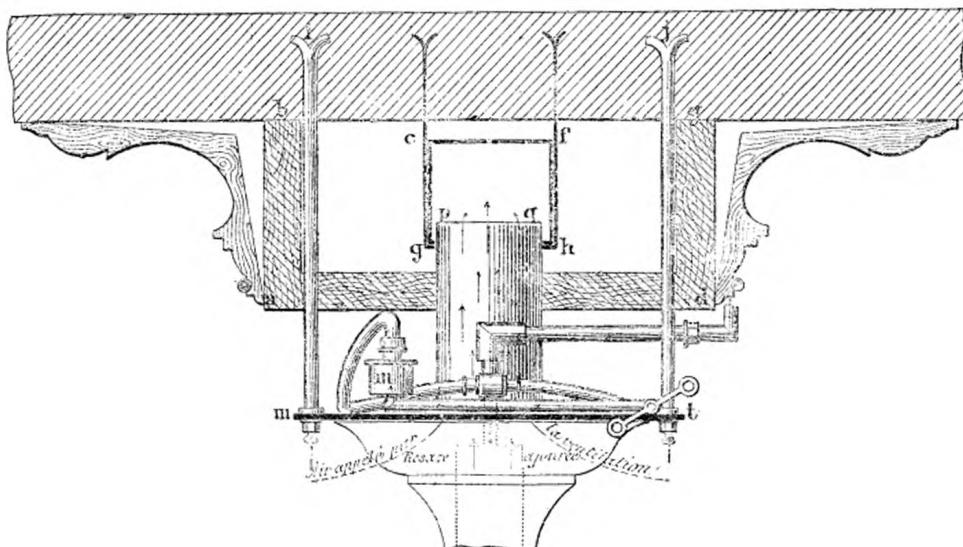


Fig. 400

Réseau ou canalisation générale. — Ce réseau a été établi en tôle galvanisée dans l'intérieur du magasin (!).

Voici quelles sont les longueurs de ces tuyaux et les sections correspondantes :

7 ^m ,10	de tuyaux en tôle galvanisée,	de 0 ^m ,12 × 0 ^m ,10
11 ^m , »	—	0, 14 × 0, 10
4 ^m ,75	—	0, 17 × 0, 10
1 ^m ,50	—	0, 10 rond
28 ^m ,10	—	{ 0, 24 × 0, 11 0, 25 × 0, 11 0, 30 × 0, 115

soit . . . 52^m,45 de longueur totale de canalisation.

Les épaisseurs des tôles, avant la galvanisation, sont :

$\frac{8}{10}$ millimètre pour les tuyaux de 0,12 × 0,10, et 0,14 × 0,10;

1. On verra plus loin qu'on a employé, dans un cas analogue, des tuyaux en poterie. Lorsqu'on se sert de tôle galvanisée ou plombée, il importe de s'assurer de la bonne qualité de l'enduit recouvrant la tôle.

1 millimètre pour les autres dimensions ;
1^{mm},5 pour le récipient en tôle (placé en contre-bas de la cheminée en poterie), et dont il sera parlé plus loin.

Dans l'intérieur du magasin, les tuyaux¹ de tôle sont entourés de boîtes en bois, auxquelles sont accolées des moulures décoratives, comme l'indique le croquis ci-dessus. L'air qui se trouve entre le tuyau et la boîte forme isolant.

La boîte en bois et les moulures ont une section uniforme dans le local, pour l'harmonie du décor, et on a fixé pour la boîte les côtes figurées sur le croquis, de façon que l'intervalle entre le tuyau et les parois de la boîte soit suffisant pour l'isolement, à la fin de la canalisation dans le magasin, c'est-à-dire lorsque la section du tuyau de tôle est la plus grande.

En ce qui concerne le réseau proprement dit, on voit que les sections ont été réglées (fig. 2, pl. III) d'après le nombre de lampes déversant leurs produits. Aux points de croisement de deux tuyaux à angle droit, on a toujours pris la précaution de ne pas couper le tirage. Un des deux tuyaux est toujours amené au point de jonction par une courbe adoucie; de plus, les deux conduits, une fois accolés, sont séparés de 0^m,60 de longueur environ par une cloison qui ne permet le mélange des deux courants gazeux qu'après avoir assuré leur parallélisme.

On voit (fig. 2, pl. III), que tout ce réseau est réuni en un seul conduit de 0^m,25 sur 0^m,30 dans l'arrière-magasin ou laboratoire, et que ce conduit collecteur traverse le mur pour aboutir dans un récipient en tôle, au bas d'une cheminée en poterie. Cette dernière est accolée au mur de l'immeuble : elle a une section de 0^m,20 sur 0^m,30, et une hauteur de 12^m,50; elle est terminée à la partie supérieure par un tuyau en tôle de 4^m,60 de longueur et 0^m,30 de diamètre.

On a donc, au total, 17 mètres de cheminée au-dessus du niveau moyen du réseau ou canalisation générale.

Nous venons de décrire l'ensemble constituant la ventilation, en supposant les lampes à gaz allumées.

Il était intéressant de prévoir également une ventilation de jour, surtout en été.

Dans ce but, a été installé le récipient en tôle qui contient deux brûleurs à gaz, de 700 litres à l'heure chacun; on peut allumer ces brûleurs directement, en ouvrant dans la cour la double porte, ou depuis l'arrière-magasin, par l'électricité.

Un compteur spécial dessert ces deux brûleurs, qui sont munis chacun d'un régulateur de consommation.

Entrée de l'air frais. — Tout ce qui précède a trait, en matière de ventilation, à l'évacuation de l'air appelé du dehors.

Dans une installation nouvelle, ou complètement remaniée, l'air frais doit entrer par des ouvertures spéciales, indépendantes des portes. Il existe bien, dans

des magasins, une arrivée d'air directe, pour l'alimentation de deux cheminées à gaz qui constituent le chauffage du local, mais cet accès de l'air est insuffisant pour la ventilation; aussi maintient-on ouvert, sans aucun inconvénient pour les employés, ni pour le public, un ou deux des vasistas existant au-dessus des portes de la rue Condorcet. La section totale des vasistas est d'environ $0^{m^2},42$, c'est-à-dire six fois plus grande que la section de la cheminée d'évacuation; dans ces conditions, la vitesse de la sortie de l'air, étant au maximum de 2 mètres par seconde, comme on le verra plus loin, la vitesse de l'air à l'entrée sera six fois moindre, c'est-à-dire de $0^{m},30$ par seconde au plus (¹).

Aspect général de l'installation. — La canalisation, dans le magasin, est complètement dissimulée, comme il a été dit, sous la forme apparente extérieure de fausses poutres donnant lieu à un plafond cloisonné (fig. 101).

Les caissons ont été peints en chêne et en sapin, et sont d'un aspect fort acceptable. Il y a lieu toutefois, de faire quelques remarques.

Lorsqu'il s'agit d'un local en construction ou en réfection complète, on peut ménager dans l'épaisseur des murs, ou disposer, sous forme de pilastres, des canaux répétés suivant les besoins, ce qui leur donne de très faibles dimensions. On peut alors donner aux fausses poutres de l'intérieur du local des sections également faibles, puisque chaque canal desservira un très petit nombre de lampes à gaz; on peut même dissimuler plus complètement la canalisation intérieure, en la plaçant dans un faux plafond qu'on puisse visiter au besoin.



Fig. 101

Dans le cas actuel, on se trouvait dans une maison de location, habitée à l'étage immédiatement supérieur; on ne pouvait donc que toucher avec précaution au plafond existant; la solution consistant à créer un faux plafond avait de plus l'inconvénient de réduire uniformément la hauteur libre sous plafond, qui n'est que de $3^{m},50$. Il n'existe pas, en outre, de cheminée ou carneau disponible dans l'épaisseur des murs, à l'intérieur du magasin. On a donc dû con-

1. Si l'ouverture des vasistas était considérée comme gênante, on pourrait la supprimer, et poser simplement sur $0^{m},30$ à $0^{m},50$ de hauteur, dans la partie supérieure du vitrage, des vitres perforées. Ce genre de verres est très recommandé par M. le professeur Trélat.

duire tout le réseau des canaux en tôle, comme cela a été dit précédemment, en dehors du local proprement dit, et, par suite aussi, augmenter les dimensions de la poutre uniforme masquant la canalisation proprement dite.

Il est évident qu'avec une hauteur sous plafond de 4 mètres, ce qui n'a rien d'anormal, l'aspect général de l'installation serait encore plus satisfaisant.

Résultats au point de vue de la température et de la ventilation. — Des expériences thermométriques, anémométriques, et sur la composition de l'air ont été exécutées, à diverses reprises, du 12 novembre 1888 au 17 janvier 1889

A. — Température.

Le croquis ci-dessous (fig. 102) indique la position des huit thermomètres qui ont été placés dans le magasin à 1^m,50 au-dessus du parquet.

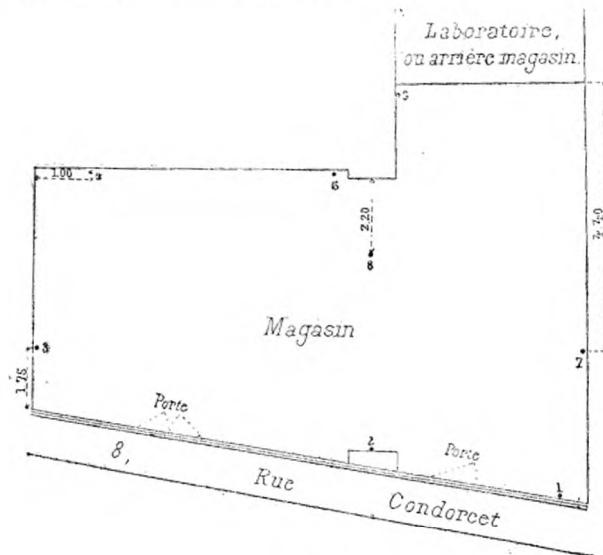


Fig. 102

Un thermomètre à mercure, installé dans le laboratoire, à l'intérieur et à l'extrémité du tuyau commun, collecteur d'ensemble du réseau, sert à noter la température des produits gazeux (gaz brûlés et air de ventilation).

Enfin, un thermomètre, dans la cour, est destiné à noter la température extérieure.

Les relevés de température ont été faits pendant dix-huit jours, sur ces dix thermomètres :

Le premier, à l'allumage des lampes;

Le deuxième, une heure après l'allumage;

Le troisième, deux heures après l'allumage.

Les expériences ont duré parfois bien plus de deux heures après l'allumage; mais, pour les rendre comparables entre elles, il a fallu adopter une durée uniforme. Sur ces dix-huit jours, on a opéré neuf fois en laissant les vasistas fermés, et neuf fois en les ouvrant.

Dans le premier cas, on a trouvé, comme il fallait s'y attendre, une élévation rapide de température, puisque l'air extérieur n'entrait, qu'en très petite quantité, par les interstices des boiseries, des carreaux, etc. On a, en effet, constaté une élévation moyenne de température :

Après une heure d'allumage, de 2° 53 centigrades;

Après deux heures d'allumage, de 4° 24 —

On va voir quelle influence l'accès suffisant de l'air peut avoir sur ces chiffres:

En effet, on a trouvé avec *vasistas ouverts* (*ventilation*):

Température extérieure moyenne	8°,11	centigrades
— initiale dans le magasin, à l'allumage.	17°,86	—
— après 1 heure d'allumage.	19°,01	—
— après 2 heures d'allumage.	20°,09	—
— moyenne, après 2 heures, des produits gazeux.	60°	—

On a donc pour l'élévation moyenne de température :

$$\begin{array}{ll} \text{après 1 heure d'allumage} & 1^{\circ},14 \\ \gg 2 \gg & 2^{\circ},23 \end{array}$$

On voit donc qu'après 2 heures, l'éclairage au gaz et les personnes ayant stationné dans le magasin n'ont fait monter la température que de 2° 23 C. L'expérience a été prolongée pendant 4 heures après l'allumage le 17 janvier, et a donné comme augmentation totale de température 3° C., ce qui est peu de chose, surtout en comparant ce qui précède avec l'ancienne situation du même local.

Rayonnement direct des lampes à gaz.

Outre l'élévation générale de la température, qui vient d'être étudiée, il était intéressant de connaître aussi le rayonnement direct, produit par les lampes à gaz. On sait, en effet, que la récupération de chaleur, qui est la cause de l'augmentation considérable d'intensité lumineuse de ces systèmes de lampes à gaz donne lieu à une température élevée dans la coupe ou verrine contenant la flamme proprement dite. A quelle distance pratique des lampes cet effet est-il insensible ? C'est pour répondre à cette question que l'expérience suivante a été faite pendant sept jours.

Au-dessous du lustre O (fig. 2, pl. III) on a suspendu un thermomètre posé à plat, de façon à ce que la boule de cet appareil soit soumise franchement au rayonnement ; la longueur des fils suspendant le thermomètre a varié progres-

sivement de 0^m,35 à 1^m,70 (distance comptée à partir des flammes des 5 lampes du lustre consommant ensemble 600 litres à l'heure). Dans ces conditions, l'écart de température du thermomètre en expérience et de la température moyenne du local a varié de :

$$\begin{array}{rcl} 36^{\circ}\text{C} & - 20^{\circ}\text{C} & = 16^{\circ}\text{C} \\ \text{à } 23^{\circ}5\text{C} & - 22^{\circ}5\text{C} & = 1^{\circ}\text{C} \end{array}$$

Le tableau ci-après (fig. 103) relate, pour chaque jour, les observations faites.

Pratiquement, on voit que la distance de 1^m,40 ne donne plus lieu qu'à une élévation de température de 1° 8, c'est-à-dire que si l'on a, dans un local, la hauteur sous plafond suivante :

Hauteur du lustre sous plafond.	1 ^m ,00 (jusqu'aux flammes.)
Hauteur d'un homme debout.	1 ^m ,70
Distance.	1 ^m ,40
Soit au total.	4 ^m ,10

L'effet du rayonnement direct est négligeable.

Nous avons choisi à dessein l'appareil d'éclairage installé dans le magasin, ayant la plus grande hauteur propre. Les lampes isolées ont, en effet, leurs flammes à 0^m,75 du plafond (au lieu de 1 mètre) et donnent, par conséquent, lieu à un moindre rayonnement direct que le lustre.

Cette cote de 4 mètres de hauteur, sous le plafond, serait donc parfaite, à ce point de vue, et donnerait lieu également, comme il a été dit précédemment, à un « aspect général de l'installation » plus satisfaisant encore.

Avec la cote de 3^m,50 seulement, il est vrai qu'on aurait pu placer, au lieu du lustre actuel, soit un appareil du même genre, moins haut par lui-même (ce qui aurait remonté les flammes), soit des lampes isolées. Ajoutons que le rayonnement n'a, du reste, rien de gênant, même dans les conditions actuelles.

B. — Ventilation.

Des expériences ont été faites, pour connaître :

- 1^o Le volume d'air renouvelé par heure ;
- 2^o La composition de l'air du local, en ce qui concerne la proportion d'acide carbonique.

1^o Volume d'air.

Les 22, 26, 28 novembre 1888, 14, 15 décembre 1888 et 17 janvier 1889, on a fait de nombreux relevés, au moyen d'un anémomètre, de la vitesse par seconde du courant des produits gazeux, vitesse mesurée dans le conduit collecteur commun, à la fin de la canalisation, en alignement droit.

Chaque expérience durait 2 minutes ; une moyenne comportait un minimum

de 4 expériences, faites dans des conditions identiques ; pendant 2 journées, on a opéré de 8 heures du matin à 6 heures du soir, en allumant les lampes à gaz successivement, et en laissant 2 heures entre chaque allumage et les expériences ayant rapport à cet allumage.

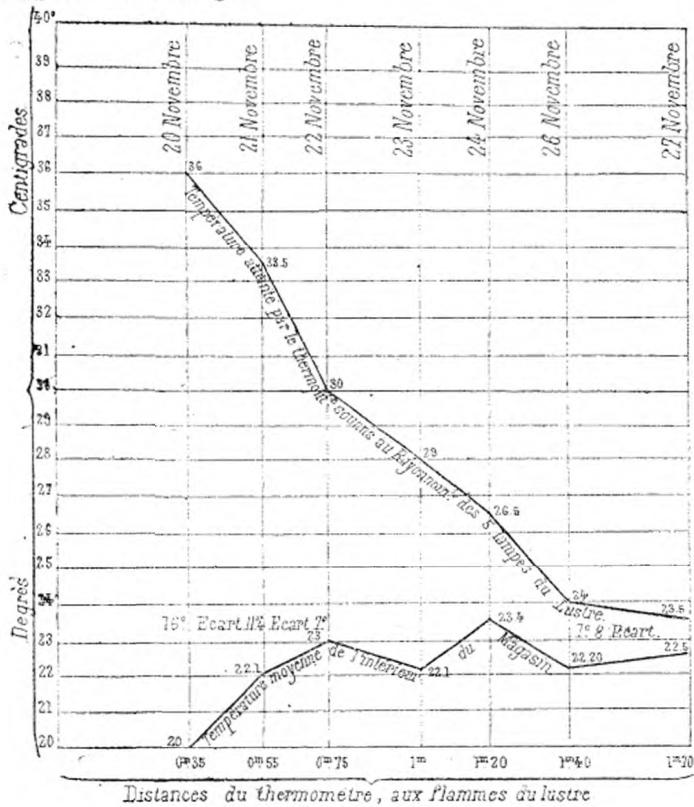


Fig. 103

Voici les résultats moyens :

DÉTAIL DES EXPÉRIENCES	VITESSE par seconde EN MÈTRES
Tirage naturel, avant tout allumage.	0 ^m ,55
Allumage des 6 lampes des rampes des montres : <i>a</i> , <i>c</i> , <i>d</i> , <i>f</i> , <i>g</i> , <i>h</i> : 0 ^{m³} ,900 de gaz.	0 ^m ,90
Allumage des 4 lampes <i>i</i> , <i>j</i> , <i>k</i> , <i>l</i> : 0 ^{m³} ,800 de gaz, soit au total 1 ^{m³} ,700 de gaz.	1 ^m ,13
Allumage des 2 lampes <i>m</i> , <i>n</i> : 0 ^{m³} ,960 de gaz, soit au total 2 ^{m³} ,660.	1 ^m ,57
Allumage des 5 lampes du lustre : 0 ^{m³} ,600 de gaz, soit au total 3 ^{m³} ,260.	2 ^m ,07

L'influence des quantités de gaz successivement entrées en ligne de compte n'est pas proportionnelle au gaz consommé, au point de vue de la vitesse du courant d'air ; cela s'explique par l'éloignement différent des lampes à la cheminée, par le nombre des coude, les sections de conduits, etc.

Le point important à retenir est qu'avec l'ensemble de l'éclairage on arrive à $2^{m^2},07$ de vitesse par seconde.

La section totale du conduit étant de $0^{m^2},07$, on a pour le volume d'air débité par heure :

$$2^{m^2},07 \times 0^{m^2},07 \times 3.600 = 521^{m^3},6.$$

Cet air est à 60°C . (Voir les courbes relevées et figurant dans la partie traitant de la température).

En le ramenant à 20°C ., on aura :

$$521,6 \times \frac{1 + 20 \times 0,00367}{1 + 60 \times 0,00367} = 458 \text{ mètres.}$$

Il y a lieu de déduire de ces 458 mètres cubes :

$3^{m^3},260$ de gaz brûlé dans les lampes et $3\ 260 \times 6^{m^3}$ d'air employé à la combustion de ce gaz, soit :

$$22^{m^3},82 \text{ au total.}$$

Il reste finalement 435 mètres cubes d'air frais, appelés du dehors, par heure, et utilisés exclusivement à la ventilation ou au renouvellement de l'air respirable.

Tel est le résultat trouvé expérimentalement, et que l'on peut vérifier par les formules de ventilation.

Le volume du magasin étant de 244 mètres cubes, on voit que l'air y est renouvelé complètement un peu plus de deux fois par heure, grâce au gaz d'éclairage.

Effet utile du gaz supposé employé à la ventilation.

On peut se demander quel est l'effet utile du gaz consommé, et quel rapport existe entre le cube d'air extrait par heure du magasin et le cube de gaz.

Les $3^{m^3},260$ de gaz dépensés par heure, pour l'éclairage, produisent un nombre de calories de $3^{m^3},260 \times 5\ 600 = 18\ 256$ calories.

D'autre part, 1 mètre cube d'air absorbe 0 cal, 312 lorsque la température s'élève de 1°C .

Il sort du magasin 458 mètres cubes par heure à 70° (car la température de 60° est obtenue à la fin de la canalisation, et, dans l'arrière-magasin, cette canalisation, sur une faible longueur il est vrai, n'est pas entourée de boîte en

bois). Ces 514 mètres cubes ont passé, en moyenne, de 20 à 70°. On a donc, pour le nombre de calories ainsi absorbées :

$$458 \times 0^{\text{cal}}/312 \times 50 = 7.145 \text{ calories.}$$

On peut donc dire que l'utilisation du gaz, considéré non pas comme mode d'éclairage, mais seulement comme moyen de ventilation, est de 40 % environ en chiffres ronds (exactement 38,5 %).

Ce résultat est intéressant par lui-même. Cette proportion de 40 % des 3^{m³} 260 de gaz se trouve réalisée pratiquement par les deux brûleurs à gaz installés au bas de la cheminée d'appel.

2^e Composition de l'air.

La quantité pour cent des impuretés organiques que renferme l'atmosphère d'un local augmente proportionnellement, ou à peu près, à la quantité d'acide carbonique développée ; on peut donc prendre la quantité de ce dernier comme représentant l'état hygiénique de l'atmosphère.

Nous rappellerons à ce propos ce qui a été dit au commencement de ce chapitre sur la composition de l'air et sa teneur en acide carbonique.

Des expériences spéciales ont été faites les 21, 22, 29 décembre au moyen de l'appareil analyseur Orsat. On a opéré d'abord en analysant la proportion d'acide carbonique obtenue après deux heures et demie d'allumage.

21 décembre. Allumage de tout l'éclairage à sept heures du matin. Prise d'air à neuf heures trente.

Les portes sont fermées, de même que les vasistas ; il n'y a dans le magasin que les quatre employés, car jusqu'à neuf heures et demie le public ne vient guère.

Une moyenne de quatre analyses d'air a donné ainsi :

0,001 d'acide carbonique.

Il était utile de faire d'autres essais donnant d'une façon nette la proportion de ce gaz carbonique due à l'éclairage, à la fin de la journée, alors que le chauffage et le public ont déjà augmenté sensiblement la quantité d'acide carbonique existante. C'est ce que donnent les expériences suivantes :

29 décembre. L'allumage est fait à deux heures et demie après-midi, et les prises d'air à deux heures et demie et à quatre heures et demie. On a trouvé :

0,0029 d'acide carbonique à 2 heures et demie.

0,0028 — — à 4 heures et demie.

Ainsi, l'éclairage non seulement n'a pas vicié l'atmosphère, mais il l'a quelque peu améliorée. Ce résultat n'a rien de paradoxal, puisque les produits de combustion du gaz ne sont pas du tout répandus à l'intérieur du local, et que l'éclairage donne lieu à un renouvellement d'air frais qui contribue à l'assainissement de l'air.

Voilà donc une excellente preuve des qualités de l'éclairage au gaz comparé à l'éclairage électrique.

Pour compléter ce genre de recherches, on a fait deux autres essais, ailleurs qu'au magasin qui nous occupe.

1^o Dans une pièce de 58 mètres cubes, on a fait brûler 4 becs de gaz, à l'air libre pendant trois heures. On a ainsi consommé 3^{m³},500 de gaz, sans renouveler l'air de la pièce. La température est ainsi montée à 34°, mais l'atmosphère était très respirable, la proportion d'acide carbonique a été trouvée de 0,004.

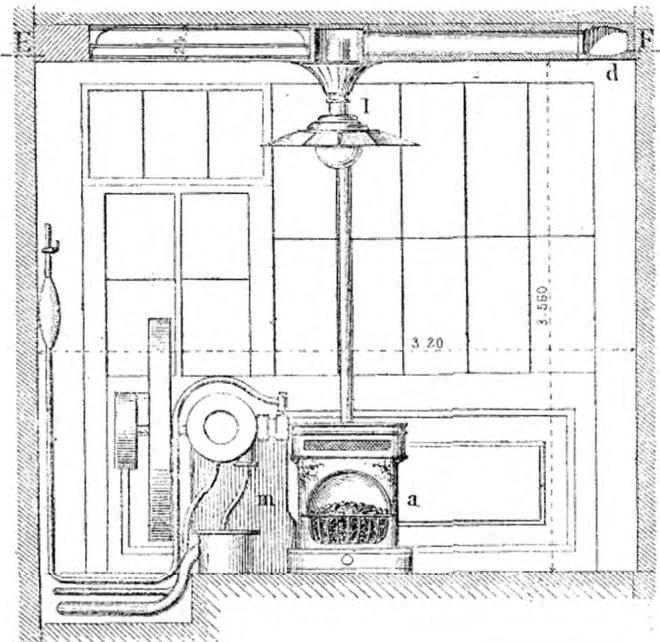


Fig. 104

2^o Dans un local de 62 mètres cubes bien clos, on a brûlé de même 3^{m³},800 de gaz en deux heures et demie. A l'ouverture de la porte, on n'a pu pénétrer de suite dans le local ; dès que le mélange de l'air extérieur à celui de l'intérieur eut rendu la pièce habitable, on a fait la prise d'air. La température était près de 40° C., et la proportion d'acide carbonique avait atteint 0,0096.

Tels sont les résultats des 4 séries d'expériences, qui ont donné :

Dans le magasin :	Précision d'acide carbonique
Après 2 heures d'allumage, 9 h. 30 matin (21 déc.).	0,001
A 2 heures et demie après-midi (29 déc.).	0,0029
Le même jour, à 4 h. 30, soit après 2 heures d'allumage. . . .	0,0028

Dans d'autres locaux non ventilés :

Atmosphère assez bonne.	0,004
Atmosphère lourde, respiration un peu difficile.	0,0096

Près du magasin dont il vient d'être question, s'en trouve une autre, au n° 4 de la rue Condorcet, comprenant :

1^o Sur la rue, un magasin de 3^m,20 sur 4^m,16 dans lequel fonctionne une machine à gaz de la force de deux chevaux ;

2^o Un arrière-magasin, agencé en atelier (pour un ouvrier chargé de divers travaux) de 2^m,45 sur 3^m,20.

L'ancien éclairage comprenait 6 becs de gaz.

Le nouvel éclairage comprend :

1 lampe *l* à récupération, de 560 litres de consommation horaire (v. fig. 105). Et, éventuellement,

1 bec papillon de 140 litres monté sur pied mobile, dans le petit atelier.

En ne comptant que la lampe *l*, on a environ 18 carcels pour :

20 mètres carrés de surface totale.

70 mètres cubes de volume total.

L'éclairage est très brillant dans le magasin, et suffisant comme ensemble dans l'arrière-magasin.

La lampe *l* a été montée à ventilation (comme dans le magasin décrit précédemment), mais ici on a pu profiter d'une cheminée existante *c* ; il a suffi d'établir un conduit *l*, *d*, *f*, prévu, en poterie, et qui a également été prolongé en *d'* par raison de symétrie (voir fig. 104 et 106).

La cheminée *c* sert aussi à l'évacuation des produits de combustion de la cheminée à gaz *a*, et elle est également utilisée pour la hotte située dans l'arrière-magasin.

L'arrivée *a*, *f*, *e*, *c* de la cheminée à gaz est bien distincte du conduit d'évacuation de la lampe, jusque dans la cheminée.

En ce qui concerne la hotte, un ventilateur système Bellot, consistant en principe en une boîte galvanisée à l'ouverture de laquelle se trouve suspendu verticalement un rideau de soie, permet le départ des produits de la combustion provenant de la hotte, tout en empêchant le refoulement des produits gazeux de la cheminée ou de la lampe à gaz.

On voit, en résumé, que dans le cas présent, les frais d'installation se bornent à l'achat de la lampe *l* et à la pose d'une poterie ou tuyau *l*, *d*, *f*, *e*, *c*, la reliant à la cheminée existante ; cette tuyauterie spéciale a 3^m,75 environ de longueur.

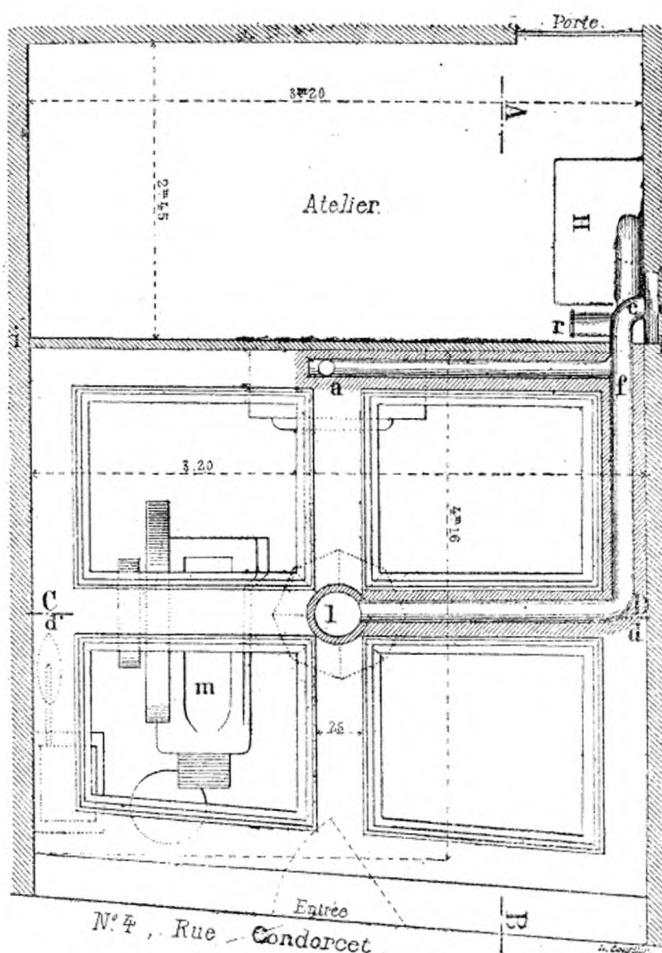


Fig. 105

- l.* — Lampe Wenham (560 litres) à ventilation.
a. — Appareil de chauffage au gaz.
l d e c. — Conduit d'évacuation des produits de combustion de la lampe et de l'air appelé.
a f e c. — Conduit d'évacuation des produits de combustion du calorifère à gaz (Ce conduit, distinct du précédent, lui est superposé dans le parcours *f e c.*).
c. — Cheminée de l'immeuble.
m. — Machine à gaz.
r. — Ventilateur Bellot.
ii. — Cloison, pleine à la partie inférieure, vitrée dans le haut.

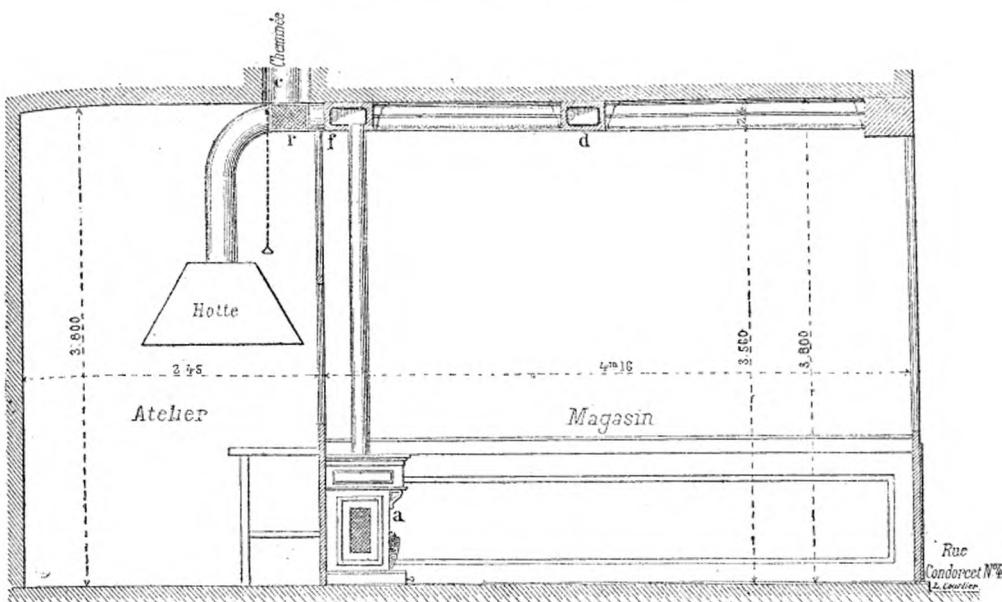


Fig. 106

Nous décrirons rapidement l'installation faite en septembre 1888, dans un bureau de la Compagnie Parisienne du Gaz, 6, rue Condorcet.

Le bureau a

27^m,30 de longueur.

11^m,38 de largeur.

5 mètres environ de hauteur moyenne.

1 500 mètres cubes de volume.

Le nombre des employés séjournant dans ce bureau est de 114.

L'éclairage ancien se composait de 60 becs à verre, d'une consommation d'un peu plus de 200 litres de gaz à l'heure, chacun.

La ventilation ancienne avait été établie au moyen de 4 cheminées, à la base desquelles brûlait du gaz (5 à 600 litres de gaz par chaque brûleur ou par chaque cheminée). Ces cheminées, de hauteur et de section insuffisantes, ne pouvaient débiter que 900 mètres cubes par heure.

L'éclairage nouveau établi à titre d'essai a consisté à remplacer 24 anciens becs, par deux séries de becs à récupération (système Cromartie), disposés pour la ventilation, comme il a été expliqué dans la première installation ; 12 des

anciens becs de 210 litres furent remplacés par 12 lampes à récupération de 170 litres ; les 12 autres anciens becs furent remplacés par 8 lampes à récupération de 200 litres.

On remplaçait ainsi une dépense horaire de gaz de $24 \times 0^{\text{m}^3},210$ ou $5^{\text{m}^3},040$ par une dépense de $12 \times 0,170 + 8 \times 0,200 = 3^{\text{m}^3},640$, c'est-à-dire qu'on réalisait par la transformation une économie de 30 % comme frais courants de consommation de gaz.

L'intensité lumineuse nouvelle était améliorée également par rapport à l'ancien état de choses, quoiqu'on eût relevé de $0^{\text{m}},20$ à $0^{\text{m}},30$ le plan des nouvelles flammes, comparé au plan des flammes des anciens becs.

Ventilation nouvelle

4 cheminées de $3^{\text{m}},50$ de hauteur au-dessus du plafond et d'un diamètre intérieur de $0^{\text{m}},38$, munies à leur base des mêmes brûleurs que les anciennes cheminées, servent à la ventilation.

Deux d'entre elles, servent de départ aux produits de combustion des lampes et à l'air entraîné par ces lampes.

Le croquis ci-dessous (fig. 107), indique la façon dont les tuyaux de ventilation des lampes aboutissent dans chacune des cheminées.

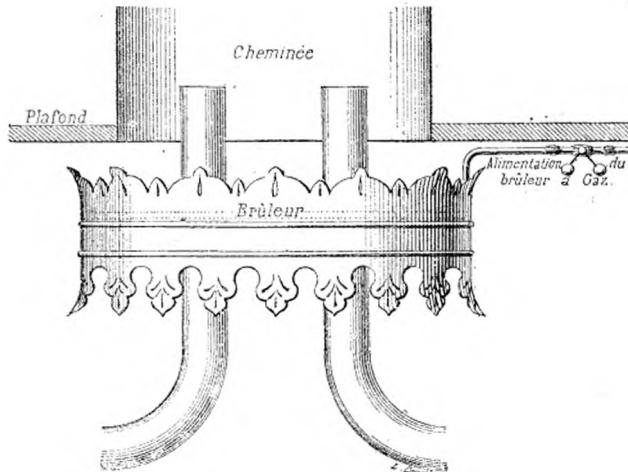


Fig. 107

On a ainsi, pour ces cheminées une section ouverte à l'air du local égale à la section totale de la cheminée diminuée de celle des deux tuyaux de ventilation des lampes.

Des expériences anémométriques ont été faites pour déterminer la vitesse du

courant d'air près de la sortie des cheminées, c'est-à-dire à leur partie supérieure ; on a trouvé peu de différence de vitesse entre les cheminées utilisées pour les lampes d'une part, et les cheminées ordinaires d'autre part, quoique dans ces dernières toute la section inférieure, à la base fut libre, c'est-à-dire bien plus importante que dans les autres.

En résumé, il sort actuellement environ 2 500 mètres cubes de produits gazeux et d'air par heure, c'est-à-dire 1,67 fois le volume total du bureau. La situation est donc bien améliorée au point de vue de la ventilation.

L'entrée d'air frais, ou chauffé, suivant la saison, est assurée par 12 bouches d'une section totale, libre, double de celle de sortie par les quatre cheminées actuelles de ventilation. On est donc, à ce point de vue, dans de très bonnes conditions.

Après un an d'expérimentation de l'installation partielle, le complément de l'éclairage et de la ventilation de ce grand bureau vient d'être fait en septembre 1889, de façon à comprendre au total :

24 lampes à récupération et à ventilation, de 170 litres.	
16 — — —	200 —
8 — — sans ventilation, de 200 —	

Les quatre cheminées évacuent les produits de combustion des 40 lampes montées à ventilation, et on obtient ainsi la suppression complète des quatre brûleurs à gaz (consommant chacun 5 à 600 litres de gaz par heure), à partir du moment de l'allumage des lampes. Comme, d'autre part, l'ancien éclairage consommait par heure $60 \times 0^{m^3},200$ — soit $12^{m^3},600$ — on peut dire finalement que le nouvel éclairage consommant $8^{m^3},880$ à l'heure remplace :

1^e les $12^{m^3},600$ destinés à l'éclairage.
2^e les $2^{m^3},400$ destinés à la ventilation.
Soit au total. . . $15^{m^3},000$

tout en donnant une intensité lumineuse sensiblement supérieure à l'ancienne.

Un éclairage de salles de lycée ou d'école doit être tout d'abord économique ; il doit ensuite être hygiénique. Si, en plus de ces deux conditions, dont la seconde serait remplie, il est vrai, par l'éclairage électrique, l'éclairage cherché contribue à la ventilation du local, il offre toutes les chances d'être accepté.

En juillet 1888, des essais à peu près identiques furent faits à l'école Monge et à une école des sœurs, rue Rocroy.

ÉCOLE MONGE. — A l'école Monge, 145, boulevard Malesherbes, 8 salles

d'élèves occupées par les internes fonctionnent depuis la rentrée des classes (Octobre 1888) de la façon suivante.

Dimensions de chaque salle :

7 mètres sur 8 mètres et 4^m,20 de hauteur, soit 56 mètres carrés de surface, et 235 mètres cubes de volume.

Cette salle est destinée à 30 élèves et à 1 surveillant.

L'éclairage actuel se compose de :

Quatre lampes à récupération (systèmes Wenham, Cromartie ou similaires) de 160 à 170 litres chacune, et d'une lampe de même système de 100 litres.

On a ainsi par heure :

$$\begin{array}{r}
 4 \times 0^{m^3},170 \text{ (maximum).} & 0^{m^3},680 \\
 1 \times 0^{m^3},100. & \dots \dots \dots 0^{m^3},100 \\
 \hline
 \text{Total de la consommation horaire de gaz.} & 0^{m^3},780
 \end{array}$$

Les lampes sont munies de réflecteurs en tôle émaillée.

Avec les systèmes employés, on a pour l'intensité lumineuse, près de 18 carcelles, pour l'ensemble des cinq lampes.

Ce résultat n'a rien d'invoicable, sans même s'occuper d'expériences photométriques, car on peut s'en rendre compte pratiquement, en comparant du dehors deux salles voisines, l'une munie de son nouvel éclairage, l'autre possédant l'*ancien éclairage*, constitué par 6 becs à verre consommant de 900 à 950 litres ; cette consommation de 900 à 950 litres ne donne guère, comme intensité lumineuse, que 10 carcelles, et l'aspect des deux salles contiguës fait sauter aux yeux l'écart énorme de leur éclairement.

Nous dirons même que cette expérience a prouvé que l'on peut diminuer un peu la consommation de gaz des quatre lampes à récupération et à ventilation, en adoptant le type de 140 litres, au lieu de celui de 170 litres.

On aura en effet, avec

$$\left. \begin{array}{l} 4 \text{ lampes de 140 litres} \\ 1 \quad - \quad 100 \quad - \end{array} \right\} \text{munies d'abat-jour.}$$

une consommation horaire totale de 660 litres et une intensité lumineuse totale de 14 carcelles, ce qui est encore une amélioration sensible, puisque nous avons vu que l'*ancien éclairage* ne donne guère que 10 carcelles.

Ventilation. — Les quatre lampes de 170 litres sont montées à ventilation ; la petite lampe de 100 litres a été négligée à ce point de vue, à cause de sa faible consommation horaire.

Chacune de ces quatre lampes est surmontée d'un tuyau de départ des produits de combustion ; ces tuyaux sont réunis en deux collecteurs débouchant dans des coffres ou cheminées de ventilation.

On pourrait très bien n'avoir qu'un seul coffre au lieu de deux, et voici d'ailleurs quelle en serait la section :

Les quatre tuyaux ont 0^m,05 de diamètre intérieur et environ 0^m,08 de diamètre extérieur, isolant compris. (Cet isolant a pour but de conserver jusqu'à la cheminée la température des produits de combustion, aussi bien que possible, pour former tirage et par suite ventilation; il a aussi pour but d'empêcher ces tuyaux de former *calorifère* dans la salle).

Les collecteurs ont 0^m,08 de diamètre intérieur et 0^m,12 extérieurement.

Leur section totale, qui constitue en somme la section du coffre de ventilation supposé unique, est de $2 \times \frac{0,08^2}{4} \times 3,14 = 0^{m^2},01$.

En réalité, il n'y aurait pas intérêt à réduire cette section, même au-dessus des tuyaux collecteurs.

Grâce à l'installation qui vient d'être décrite, les produits de combustion des quatre lampes sont évacués de la salle. L'élévation de température, due à ces lampes, donne lieu à une circulation d'air, ou ventilation, qui est d'environ 80 mètres cubes par heure. Cette ventilation ne correspond, comme cube d'air, qu'à une dizaine d'élèves. Pour un plus grand nombre, 30 par exemple, on doit considérer le renouvellement d'air produit par les lampes à gaz, comme un aide précieux et gratuit à la ventilation générale de l'édifice.

Un projet complet de ventilation de l'église Notre-Dame-des-Victoires a été dressé, comme suit :

L'enlèvement de l'air vicié de l'église serait pratiqué, par son passage à travers un grand nombre de petits trous circulaires de 0^m,12 de diamètre percés dans la voûte. Ces trous seraient recouverts par des hottes en tôle galvanisée formant chacune le point de départ d'un tuyau d'appel placé dans les combles, et complètement invisible depuis l'église. Tous ces tuyaux sont réunis à la base d'une cheminée de 8 mètres de hauteur à partir de la voûte proprement dite, et de 2 mètres de diamètre à la partie supérieure.

Le tirage sera assuré dans cette cheminée unique et, par suite, dans les tuyaux qui en forment les affluents par des brûleurs à gaz d'une consommation totale horaire de 6 à 7 mètres cubes.

Ce projet n'a pas encore été mis à exécution.

On a fait une application en petit, de ce qui précède, aux *salles de catéchisme de cette église*. En voici la description succincte :

La salle en question a comme hauteur 4^m,30 et, en plan, 5^m,44 sur 8^m,60.

C'est donc une salle tout à fait comparable à celles de l'école Monge dont il a été parlé précédemment.

Les réunions des enfants pour le catéchisme n'ont guère lieu que de jour. Il

n'y a donc pas à compter sur la ventilation fournie gratuitement par le gaz des appareils d'éclairage.

L'air vicié par la respiration sort de la salle par une grille dont on ouvre plus ou moins l'espace libre. Cette grille donne dans une cheminée en tôle de 0^m,74 sur 0^m,25 qui s'élève à l'intérieur d'une sorte de placard placé à l'extrémité de la pièce, de 6 mètres au-dessus du plafond.

Dans cette cheminée et à sa base, a été installé un brûleur à gaz auquel on accède par une petite porte ouvrant dans la pièce, et qui est sectionné, de façon à consommer suivant les besoins de la ventilation : 200, 400, 600, 800 litres par heure.

La consommation horaire de 600 litres est suffisante pour assurer une bonne ventilation.

En citant ce cas, fort simple comme installation, nous avons désiré faire voir que, si un édifice scolaire n'est pas pourvu d'une ventilation mécanique, on peut la produire :

1^o Le jour par une consommation de 200 à 600 litres de gaz à l'heure, brûlés directement à la base de la cheminée de ventilation, pour une salle de 30 élèves ;

2^o Le soir par le gaz employé à l'éclairage, en lui donnant exceptionnellement, comme auxiliaire, une dépense horaire de 200 litres de gaz brûlés directement à la base de la cheminée.

En 1888, le théâtre Beaumarchais (boulevard Beaumarchais) a été restauré complètement.

On a saisi cette occasion pour y installer un lustre à gaz d'un modèle original ; la ventilation a également été prévue.

Eclairage. — Le croquis (fig. 108) indique le dispositif du lustre et de la cheminée de ventilation ; le lustre comprend :

- a. Au centre, une couronne de 20 lampes à récupération de 140 litres ;
- b. A la partie inférieure, 5 lampes à récupération de 560 litres ;
- c. A la partie supérieure, 30 becs papillons de 125 litres.

On assure ainsi, en suivant l'ordre qui précède :

- a. L'éclairage latéral ;
- b. L'éclairage par le haut ou zénithal ;
- c. L'éclairage de bas en haut, pour le plafond.

La consommation horaire en gaz, de ce lustre, est de 10 mètres cubes, pour 190 carcelles.

La salle ayant 1 800 mètres cubes de volume, l'éclairement moyen par mètre cube de la salle, le lustre étant placé dans sa position normale, c'est-à-dire à

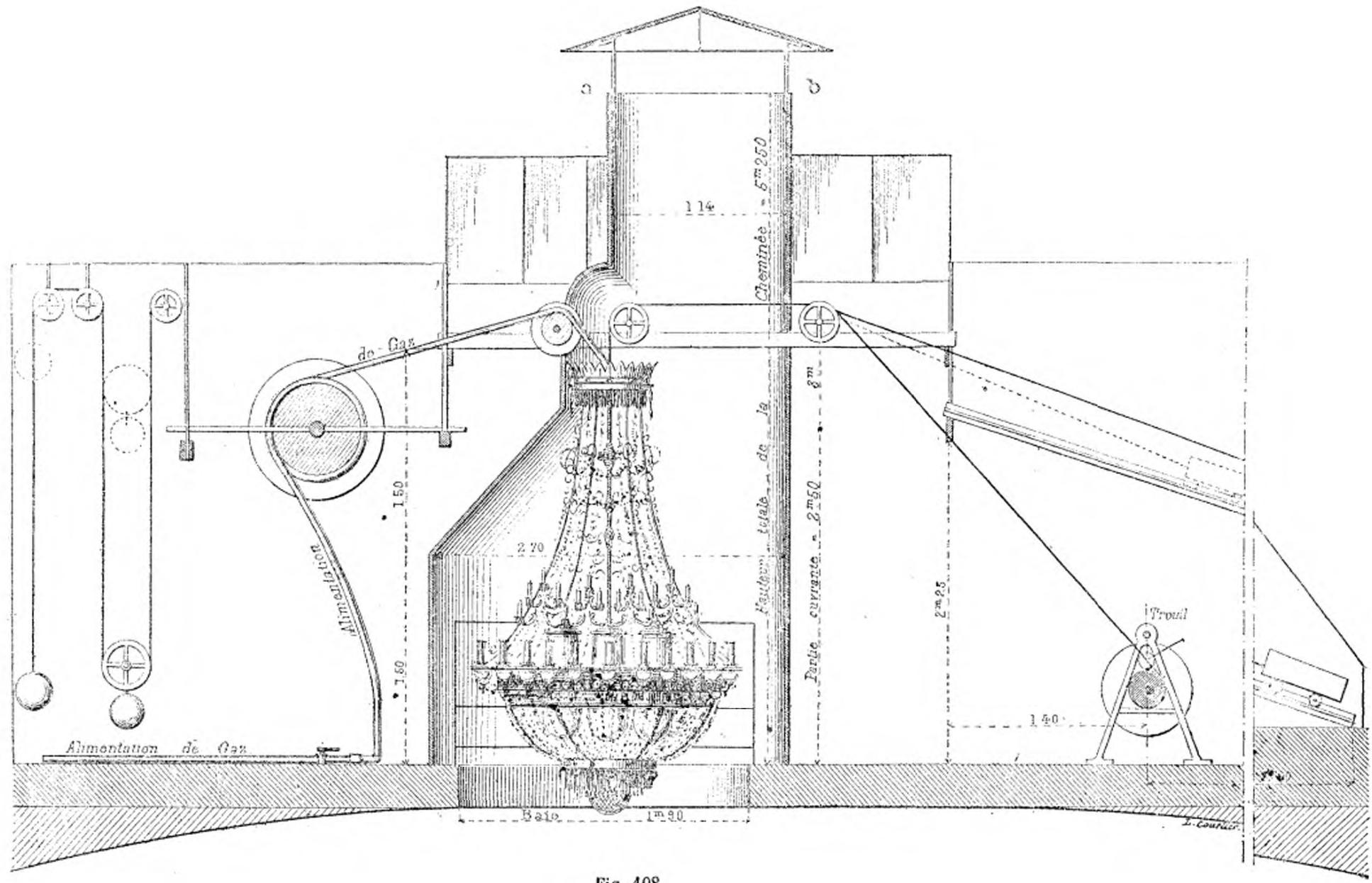


Fig. 108

peu près au centre de la salle (hauteur totale du parquet au centre de l'intrados de la voûte : 12^m,50), est de 1,06 bougie, ce qui est très satisfaisant.

Avec le lustre seul, on peut lire dans tous les points de la salle, et même au fond des loges (¹).

Ventilation. — Le lustre, placé dans l'axe de la cheminée de ventilation, donne lieu, d'après des expériences faites les 7 et 8 février 1889, aux résultats suivants :

1^o Le 7 février, on a opéré, la salle étant vide, et les portes des couloirs du rez-de-chaussée ouvertes. Dans ces conditions, l'accès de l'air extérieur était largement assuré.

A ce sujet, remarquons que, dans un théâtre complètement aménagé en vue de la ventilation, l'air devrait entrer dans la salle par un grand nombre de canaux de façon à être bien divisé ; la section totale de ces canaux devrait être de 1,5 à 2 fois égale à la section de sortie, à la partie supérieure de la cheminée, c'est-à-dire être comprise entre 1^m,95 et 2^m,60.

On a trouvé, après 2 heures d'allumage du lustre descendu à sa position réglementaire, que ce lustre et la cheminée, combinés donnaient lieu à un renouvellement horaire de 13 000 mètres cubes d'air.

2^o Le 8 février, on a opéré pendant une représentation, de 8 heures à 11 heures et demie du soir.

On a trouvé, pour le renouvellement de l'air, en tenant compte de l'écart de température de l'air dans la cheminée et dans la salle, un volume horaire de 10 500 mètres cubes.

Cette différence entre les deux chiffres de 13 000 et 10 500 mètres cubes tient à ce que, dans le deuxième cas, c'est-à-dire lorsqu'il y a représentation, l'air extérieur ou frais n'entre en abondance que pendant les entr'actes et les ouvertures de portes.

Le nombre total des spectateurs ne dépassant pas 1 000, on voit que la ventilation correspond, pour la salle comble, à 10 mètres cubes par personne et par heure.

Dans la soirée du 8 février, le nombre des spectateurs était de 520 (²).

Température. — La température a été relevée en différents points de la salle, d'heure en heure, on a ainsi trouvé les élévations moyennes suivantes :

1°,0 centigrades au rez-de-chaussée ;

1. Ce lustre a été exécuté par la maison Delafollie, Bastide, Castoul et C^{ie}, qui a également été chargée d'en faire une reproduction que les nombreux visiteurs du Pavillon du Gaz, au Champ de Mars, ont pu examiner dans la salle dite des Fêtes.

2. Il est utile d'installer dans la cheminée une trappe ou clef de tirage, de façon à faire varier la section libre, et, par suite, le tube d'air évacué de la salle, en se guidant pour cela sur la température extérieure. On évite ainsi, en hiver, les frais de chauffage que nécessite l'éclairage électrique.

- 1°,5 — aux premières galeries;
 2°,0 — aux deuxièmes galeries;
 2°,6 — aux troisièmes;
 pour une durée d'expériences de 3 heures.

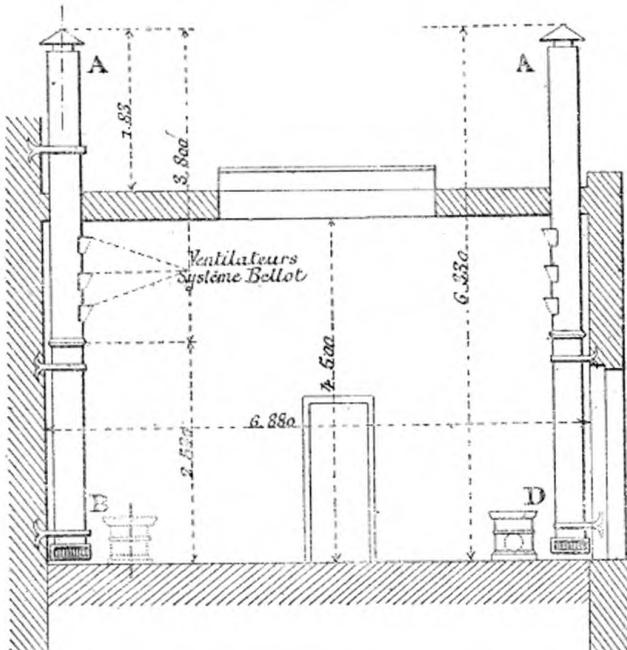


Fig. 109

VENTILATION D'UNE SALLE DE CHIRURGIE RUE JEAN-GOUJON, 4

La ventilation de cette salle présentait certaines particularités par suite du manque d'ouvertures la mettant en rapport direct avec l'air extérieur. La lumière y pénètre par une baie vitrée occupant la partie centrale de la voûte du plafond.

La salle mesure, en longueur	6 ^m ,88
en largeur	4 ^m ,43
en hauteur	4 ^m ,50

Son volume est de 135 mètres cubes environ.

Le nombre des personnes présentes dans la salle au moment d'une opération est ordinairement de 8, mais il y a lieu de tenir compte en outre de la vapeur d'eau et des gaz brûlés répandus dans la pièce par les divers appareils à gaz en

fonctionnement, stérilisateur, étuve chauffe-linge, bouilleurs rapides, etc., pour les besoins du service.

Une évacuation d'air de 400 mètres cubes par heure correspondant à un renouvellement de l'air de la pièce de 3 fois par heure suffit à remplir les conditions d'une bonne ventilation. Pour l'évacuation de l'air, qui est la partie du problème la plus simple à résoudre, on a disposé à chaque extrémité de la pièce, comme l'indique la figure 109, 2 tuyaux verticaux en tôle galvanisée AB, CD, de 0^m,31 de diamètre, débouchant à l'extérieur à 1^m,83 au-dessus du toit et à la base desquels se trouve un brûleur à gaz.

A l'extérieur, ces tuyaux, formant cheminées, sont coiffés d'une tournante.

Sur la partie des tuyaux située dans l'intérieur de la pièce sont posés en saillie 3 ventilateurs ou valves à rideau de soie système Bellot. La surface utile de chacun d'eux est de 0^m,0072 et, par suite, la section totale d'évacuation qu'ils présentent est de :

$$6 \times 0,0072 = 0^m,0432.$$

La vitesse de l'air dans les tuyaux est de 0^m,75 par seconde, elle suffit à assurer le débit de 400 mètres cubes d'air prévu tout d'abord.

L'entrée de l'air frais dans la salle se fait par 2 appareils dits calorifères aspirateurs. Ces appareils remplissent un double et même un triple but. Ils aspirent l'air du dehors, ils le purifient et peuvent enfin servir à le charger de vapeur médicamenteuses, parfums, désinfectants, etc.

Ils se composent d'un tuyau en tôle de 0^m,31 de diamètre coudé à angle droit.

La partie horizontale traverse le mur de la salle et débouche à l'extérieur. Elle est munie à son extrémité d'une toile métallique destinée à divisor l'air.

L'appel de l'air dans l'appareil est assuré au moyen d'une rampe de gaz brûlant sous la partie verticale du tuyau. Les produits de la combustion circulent entre le tuyau vertical et l'enveloppe extérieure et s'échappent par un conduit spécial à l'extérieur de la salle.

Dans l'axe de la partie verticale se trouve suspendu, au moyen d'un croisillon, un panier en toile métallique, rempli de chaux vive destinée à dessécher l'air.

Enfin, l'appareil se termine par une boîte cylindrique de 0^m,43 de diamètre renfermant deux cercles grillagés superposés et fermés par un couvercle ajouré.

Les produits médicamenteux ou les parfums dont on veut charger l'air se disposeront sur ces cercles grillagés.

Chacun de ces appareils peut débiter à l'heure 200 mètres cubes d'air avec une vitesse de 0^m,75 par seconde.

L'entrée de l'air frais dans la salle peut être diminué ou augmenté en fermant plus ou moins les tuyaux d'appel des aspirateurs.

Il est à remarquer qu'étant donné la construction particulière de la salle, la

partie supérieure de la pièce doit, en été, lorsque le soleil donne sur la baie vitrée, être à une température très élevée tandis que la partie inférieure reste froide.

Pour obvier à cet état de choses, les tuyaux AB, CD ont été prolongés jusqu'au bas de la pièce par des tuyaux de 0^m,14 de diamètre avec, à la base, une partie ajourée permettant l'appel d'air.

En été, on condamne les rideaux de soie des ventilateurs Bellot et on allume les brûleurs des cheminées. L'appel d'air se fait de haut en bas et le courant descendant ainsi produit ramène vers le bas les couches d'air chaud de la partie supérieure.

Les tuyaux posés ainsi dans cette salle ne produisent pas, malgré leur diamètre l'effet décoratif désastreux qu'on pourrait croire.

L'apparence extérieure a été très soignée et l'harmonie du décor n'en souffre pas trop.

En terminant, disons que le chauffage de cette salle, qui se présente dans des conditions particulièrement difficiles d'intensité et de rapidité se fait au moyen d'appareils à gaz qui donnent toute satisfaction.

La ventilation des appartements ordinaires peut se faire très facilement au moyen du gaz, en l'appliquant judicieusement selon l'affectation des différentes pièces.

Nous allons donner quelques indications relatives à ce sujet, et nous supposons, par exemple, un appartement composé d'une cuisine, antichambre, water-closets salon, salle à manger, chambre à coucher, fumoir.

Dans les cuisines, grâce à la hotte, sous laquelle se trouve toujours un bec et un fourneau à gaz, la ventilation est presque assurée; mais il y a lieu de prévoir, dans ces locaux, une ventilation plus active pour évacuer rapidement les émanations et odeurs inévitables si désagréables lorsqu'elles se répandent dans l'appartement. Ce but sera atteint par la pose d'un ventilateur, système Bellot, débouchant dans la cheminée, et l'emploi, aux carreaux supérieurs des fenêtres, de vitres perforées comme celles qui recouvriraient le dôme du Pavillon du gaz à l'Exposition.

Ces vitres perforées assurent une arrivée lente, continue et régulière d'air frais, qui ne peut gêner en rien les personnes occupant la pièce.

L'antichambre est certainement la pièce de l'appartement où l'air est le plus fréquemment renouvelé grâce à l'ouverture continue des portes. Dans ces pièces, l'emploi d'un ventilateur Bellot débouchant à l'extérieur suffira presque toujours amplement, d'autant plus que la consommation de gaz pour l'éclairage des antichambres est toujours faible relativement à leurs dimensions.

Dans les water-closets, l'application des vitres perforées est toute indiquée et remplira parfaitement l'aération du local.

Dans les salons, où se trouvent souvent de nombreuses réunions et où de plus l'éclairage a besoin d'être très intense, il est nécessaire d'avoir une ventilation très active.

Les lampes à récupération, soigneusement montées en ventilation, et décorées avec goût, pourront suffire à l'évacuation de l'air vicié. Deux appliques, par exemple, débouchant de chaque côté de la cheminée et quelques lampes déversant leurs produits dans une canalisation habilement dissimulée, soit par des fausses poutres, soit par un faux plafond, assureront, sans même avoir besoin d'activer le tirage de la cheminée, une ventilation constante et régulière. Si elle ne suffisait pas, il faudrait avoir recours à l'emploi de vitres perforées aux impostes des fenêtres ; mais, si on veut se reporter aux chiffres que nous avons donnés au commencement de ce chapitre, on verra que l'éclairage seul suffira amplement dans la plupart des cas.

Les salles à manger nécessitent, autant que les salons, une ventilation bien accentuée. Indépendamment de l'éclairage, de la présence des personnes, il y a les odeurs inhérentes aux mets, les vapeurs, etc.

Les suspensions qui servent ordinairement à l'éclairage peuvent être facilement montées en ventilation. La figure 110 montre cette disposition. Les conduits d'évacuation des produits de combustion et de l'air appelé pour la ventilation débouchent dans une cheminée qu'il est facile d'utiliser, d'ailleurs, pour plusieurs appartements voisins et qui est exclusivement réservé à la ventilation.

La consommation de gaz dans la lampe, proportionnée aux dimensions de la salle et, par conséquent, au nombre de personnes qui s'y trouveront, suffira à assurer la ventilation de la pièce qui pourra être augmentée, si besoin est, par la pose d'un ventilateur Bellot dissimulé dans la corniche du plafond.

L'emploi d'une simple applique à ventilation donnera un renouvellement d'air suffisant dans une chambre à coucher. Cet appareil pourra même, à l'instar de certains systèmes de veilleuse, servir à maintenir chauds les remèdes ou préparations médicamenteuses. De plus, en employant une coupe ou verrine en verre dépoli, on obtient une lumière douce et parfaitement supportable pour la nuit.

Dans les fumoirs et salles de billard, la ventilation peut toujours se faire à l'aide des appareils d'éclairage ou par des moyens analogues à ceux employés au Pavillon du gaz à l'Exposition qui sera décrit plus loin.

Conclusion

Les avantages de la ventilation des locaux, au moyen du gaz consommé pour l'éclairage présente donc de grands avantages que nous pouvons résumer comme suit :

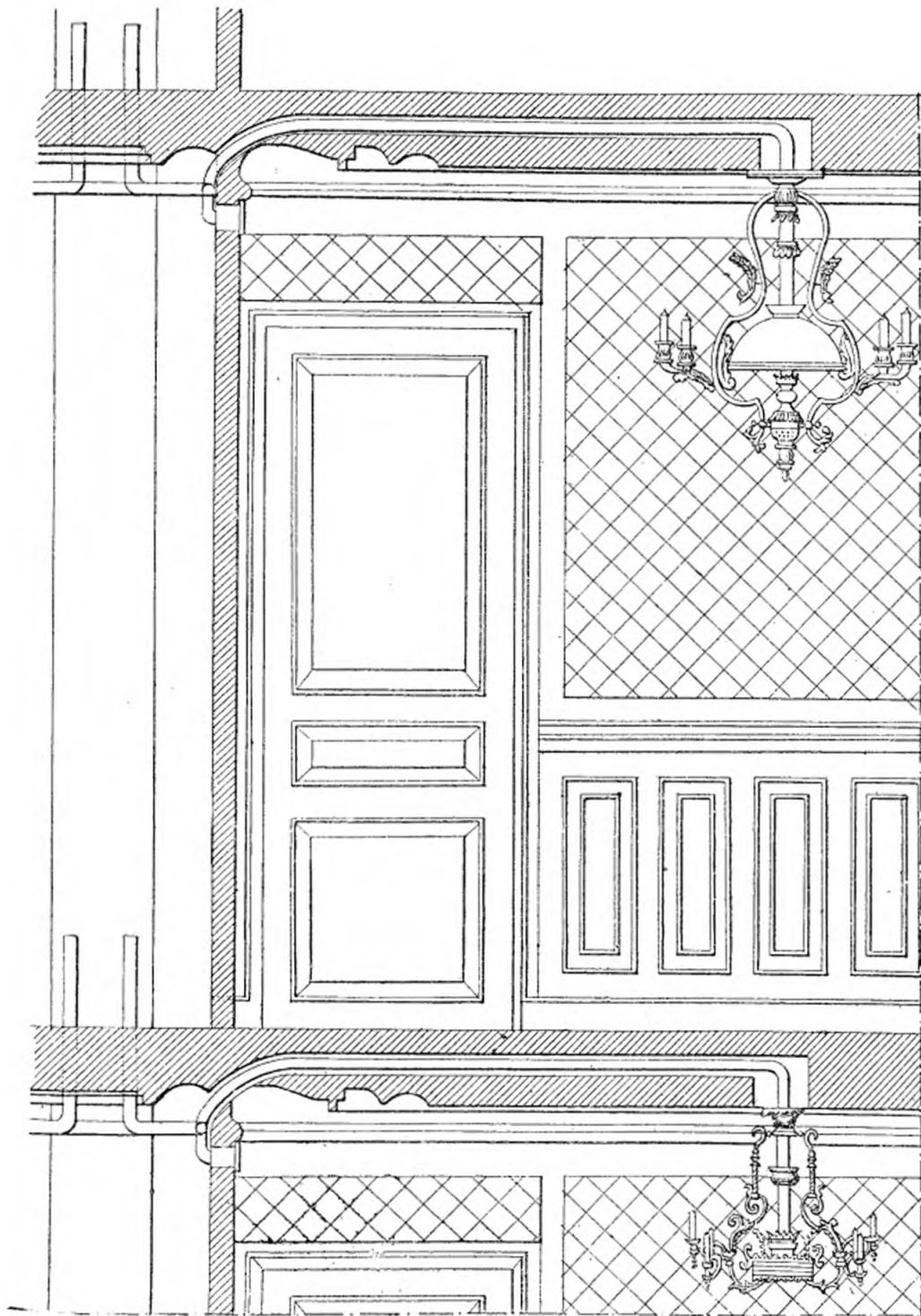


Fig. 110

A. — La température des locaux n'est influencée par les lampes à récupération, et à ventilation que dans une infime proportion, et cela, par le rayonnement seul, dont l'effet est négligeable à une certaine distance des lampes. On se trouve dans des conditions comparables à celles de l'éclairage électrique par lampes à incandescence.

B. — La composition chimique ou hygiénique de l'air est plutôt améliorée à partir de l'allumage.

C. — La ventilation ou renouvellement de l'air est très sensible ; elle dépend toutefois des conditions suivantes : facilité d'entrée de l'air frais, longueurs, coudes, sections des conduits et de la cheminée d'évacuation des produits gazeux (gaz brûlé et air appelé) suivant les hypothèses plus ou moins favorables, l'effet utile final au point de vue de la ventilation de 1 mètre cube de gaz, varie entre 120 et 1 200 mètres cubes d'air frais appelé par heure.

D. — La ventilation, pendant les heures d'allumage, est une conséquence de l'éclairage, et par suite, peut être considérée comme entièrement gratuite. En dehors des heures d'allumage, la quantité de gaz consommé pour la ventilation ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de la consommation du soir. Elle représente donc une bien faible dépense.

Les frais de premier établissement sont peut être un peu plus élevés pour une installation d'éclairage servant à la ventilation que pour une installation d'éclairage seul, mais cette différence est vite regagnée par l'avantage suivant :

E. — Les produits de combustion ne se répandent plus dans les locaux ; il n'y a plus à craindre la détérioration des peintures, des décorations, exposées, avec un éclairage ordinaire, à recevoir, non seulement les gaz chauds, mais quelquefois la fumée provenant du mauvais réglage d'un bec. C'est là une considération importante pour les salons, les cafés, les magasins, etc.

F. — La construction actuelle des récupérateurs est robuste et simple. Les lampes doivent toujours être munies de bons régulateurs de consommation. Si ces deux conditions sont bien observées, l'entretien des lampes à récupération, qui était notable il y a quelques années, est presque annulée. Par surcroit de précaution, rien n'est plus facile dans les grandes villes, et surtout à Paris, que de convenir avec les différents constructeurs d'un entretien annuel à forfait qui représentera une bien minime dépense.

Nous sommes donc autorisés à dire que les meilleures conditions économiques et hygiéniques se trouvent réunies dans l'emploi simultané du gaz à l'éclairage et à la ventilation.

CHAPITRE V

ANALYSE DU GAZ D'ECLAIRAGE

Nous nous proposons de donner dans ce chapitre quelques indications sur l'analyse du gaz d'éclairage et la vérification du pouvoir éclairant, ainsi que la manière de se rendre compte de la valeur pratique des appareils employés pour l'éclairage.

L'analyse chimique du gaz d'éclairage comprend les essais qualitatifs et l'analyse proprement dite ; elle se fait très simplement par l'essayeur analyseur de G. Jouanne.

Les essais qualitatifs ont pour but de rechercher les principales impuretés du gaz ; l'acide sulfhydrique, l'acide carbonique et l'ammoniaque, accessoirement le sulfure de carbone et l'acide sulfocyanhydrique.

L'acide sulfhydrique (HS) colore en brun une bande de papier d'acétate de plomb soumise au courant du gaz. Si l'on fait passer le gaz dans une solution d'acétate neutre de plomb, il se produit un précipité noir de sulfure de plomb. Si l'on emploie une solution d'azotate d'argent, il se forme un précipité noir de sulfure d'argent.

L'acide carbonique (CO_2) se trouve dans le gaz à l'état libre ou à l'état de carbonate d'ammoniaque. Sa présence est reconnue en faisant barboter le gaz dans une solution d'eau de baryte ou d'eau de chaux, il y a formation d'un précipité blanchâtre de carbonate de baryte ou de carbonate de chaux. Si on préfère employer une solution de potasse caustique, il se forme du carbonate de potasse.

L'ammoniaque (AzH_3) colore en bleu une bande de papier imprégnée de teinture de tournesol rouge, exposée au courant de gaz. L'ammoniaque colore également en brun la teinture de curcuma.

On peut encore reconnaître la présence de l'ammoniaque par le réactif de Nessler (bi-iodure de potassium et de mercure ($\text{I}^{\text{v}}\text{Hg, 2IK + nNaHO}$). La présence de l'ammoniaque produit un précipité dont la couleur varie du jaune au brun foncé selon la quantité d'ammoniaque.

De plus, en faisant barboter le gaz dans une solution d'acide oxalique étendue avec deux parties d'eau distillée et colorée en rouge par la teinture de tournesol, la solution sera colorée en bleu par la présence de l'ammoniaque dès que la totalité de l'acide aura été neutralisée et convertie en oxalate d'ammoniaque.

La présence du sulfure de carbone est décelée par la coloration en rouge d'une solution éthérée de triéthylphosphine (préparation spéciale).

L'acide sulfocyanhydrique et le sulfocyanure d'ammonium se reconnaissent en faisant barboter le gaz dans un lait de chaux très clair, ensuite on acidifie le liquide avec un peu d'acide acétique et on ajoute une ou deux gouttes de perchlorure de fer ; s'il y a eu de l'acide sulfocyanhydrique absorbé, il se produit une coloration rouge intense.

Les analyses pratiques, c'est-à-dire les dosages, se font au moyen de l'essayer analyseur de G. Jouanne en soumettant un volume de gaz, soigneusement mesuré, à l'action d'une quantité déterminée de liqueur titrée. Le plus souvent, on opère sur 100 litres de gaz, mesurés avec un compteur d'expériences.

Le dosage de l'acide sulfhydrique se fait au moyen d'une solution d'acétate neutre de plomb, en pesant très exactement la quantité de précipité. Une table donne le poids de soufre et d'acide sulfhydrique.

On doit à M. Chevalet, ingénieur-chimiste, à Troyes, un appareil spécial pour titrer l'acide carbonique dans le gaz d'éclairage, en un temps relativement court, une demi-heure.

La figure ci-contre (111) donne la disposition de cet appareil. On met en

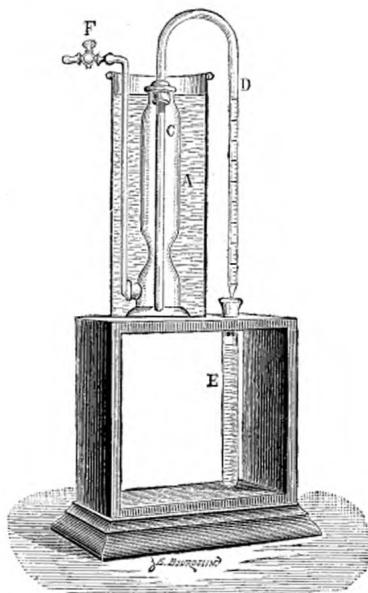


Fig. 111

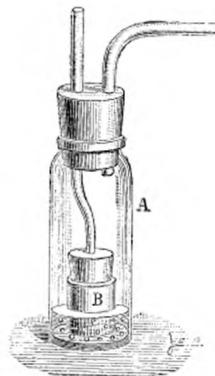


Fig. 112

communication le robinet F avec la conduite d'arrivée du gaz et on laisse passer le gaz dans l'éprouvette pendant 2 à 3 minutes. On ferme alors le robinet et on amène rapidement l'eau du tube E en contact avec le tube divisé D. Si le

gaz renferme de l'acide carbonique, l'eau monte dans le tube D, on élève le tube E de manière que l'eau soit à peu près au même niveau dans les deux tubes. Au bout d'une demi-heure, on remarque que l'eau ne monte plus dans le tube divisé ; on monte alors le tube E de façon que l'eau de ce tube soit sur la même ligne que l'eau du tube divisé D. On fait la lecture de l'eau qui a monté dans le tube divisé, celle-ci représente l'acide carbonique qui a disparu par le fait de son absorption par le bâton de potasse C. On divise le chiffre trouvé par le nombre de centimètres cubes indiqués sur l'éprouvette, on multiplie le résultat par 100, on a ainsi en centièmes l'acide carbonique renfermé dans le gaz.

On sait que l'acide carbonique diminue le pouvoir éclairant du gaz ; comme les houilles sont loin de donner la même quantité d'acide carbonique, que cette quantité varie de 1 à 4 %, il est donc intéressant de connaître cette quantité pour apprécier à sa valeur véritable le pouvoir éclairant d'un gaz, et cela d'autant mieux que le gazier peut enlever l'excès d'acide carbonique en employant une cuve à chaux à la suite de la cuve à oxyde de fer. Suivant la qualité de la chaux, il faut de 25 à 30 kilogrammes de chaux grasse vive pour enlever 1 % d'acide carbonique à 1000 mètres cubes de gaz.

Cet appareil est très utile pour vérifier quand une cuve à chaux ou une cuve à oxyde de fer n'a plus d'action sur le gaz ; quand cela est, on trouve les mêmes chiffres d'absorption avant et après la cuve.

Le flacon laveur de M. Chevalet (fig. 112), est employé dans l'analyse industrielle des gaz. Il sert à arrêter complètement l'ammoniaque, l'hydrogène sulfué, l'acide carbonique, etc., contenus en quantité minime dans un gaz, le laveur B est en porcelaine et percé de 40 trous très fins.

Pour vérifier la valeur d'un gaz d'éclairage, il faut évidemment mesurer à la fois la lumière produite et le volume dépensé pour produire cette lumière. (La règle admise à Paris est que le bec Bengel type, brûlant 105 litres à l'heure doit donner une intensité égale à celle d'une carcel brûlant 42 grammes d'huile à l'heure).

C'est sur ce principe qu'est basé le « vérificateur du pouvoir éclairant et de la densité du gaz » dû à M. Giroud.

L'appareil, que représente la figure 113, se compose d'un photo-rhéomètre, d'un petit gazomètre équilibré et d'un compte secondes.

Le robinet B est à trois eaux, les mouvements de sa bascule arrêtent ou mettent en marche le compte secondes.

Il a été constaté que lorsque le gaz remplit les conditions énoncées plus haut, c'est-à-dire de donner la carcel avec 105 litres, le bec-bougie du photo-rhéomètre donne une flamme de 105 millimètres de hauteur pour une dépense horaire de 38 litres.

Pour mesurer le pouvoir éclairant, on amène la flamme du bec bougie exac-

tement à 105 millimètres, distance exacte entre les deux repères (qu'on voit d'ailleurs sur la figure), en se servant du robinet K qu'on ouvre plus ou moins.

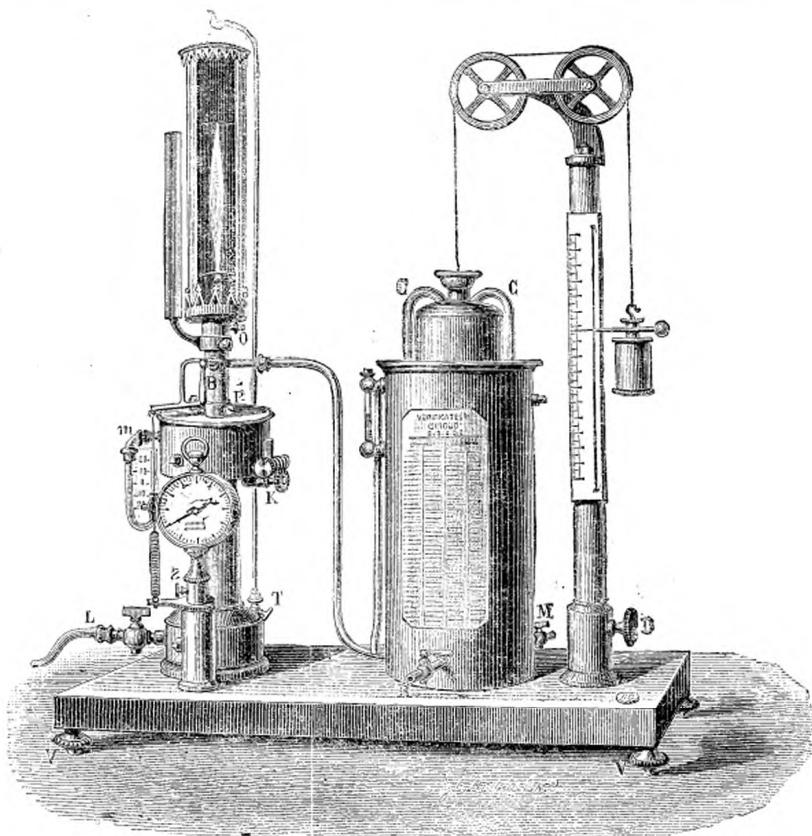


Fig. 413

Après avoir mis le chronomètre à zéro et amené sous l'index le zéro de l'échelle, on relève horizontalement la bâquille B. Le compte-secondes se met en marche. Le gaz au lieu d'aller au brûleur se rend dans le gazomètre, et le volume de gaz qui passe par le robinet étant d'ailleurs indépendant de la position de la bascule, le volume de gaz qui arrive dans le gazomètre dans un espace de temps déterminé est celui qu'aurait consommé le bec pendant le même temps.

On laisse écouler le gaz dans le gazomètre pendant une minute, au bout de laquelle, aussi exactement que possible, on relève la bâquille du robinet B. L'aiguille du compte secondes indique si l'arrêt a été fait exactement au moment voulu. S'il en est ainsi, on cherche sur le tableau, dans la colonne du pouvoir

éclairant, le chiffre correspondant au nombre de millimètres marqué par l'index sur l'échelle, et ce chiffre indique combien le bec Bengel type, brûlant le gaz essayé, devrait en consommer pour donner la lumière d'une carcel. Le tableau est fixé sur la cuve du gazomètre, comme le montre la figure.

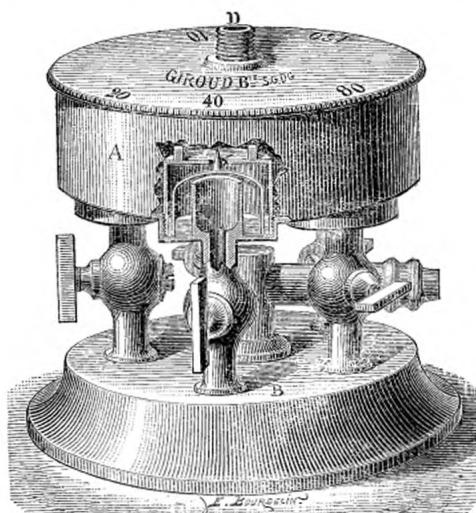


Fig. 114

Pour mesurer la densité on ferme complètement le robinet K et on procède comme pour mesurer le pouvoir éclairant, sans tenir compte de la longueur de la flamme. Les chiffres correspondants aux millimètres marqués sur l'échelle se trouvent également sur le petit tableau fixé à la cuve du gazomètre.

A côté du vérificateur, nous trouvons un autre appareil de M. Giroud connu sous le nom d'appareil analyseur de becs, représenté par la figure 114. Il se compose d'une boîte cylindrique renfermant 5 rhéomètres pouvant débiter 10, 20, 40, 80 et 160 litres de gaz. Chaque rhéomètre débouche dans la boîte commune à laquelle est fixée un raccord D sur lequel on visse le bec à essayer.

Cet appareil a permis à M. Giroud de faire quelques expériences très intéressantes sur les différentes flammes obtenues avec un même bec mais avec des consommations différentes.

La figure 115 donne, en grandeur réelle les images des flammes obtenues avec un bec auquel on a fait consommer de 70 à 175 litres à l'heure.

Nous allons maintenant dire quelques mots des appareils les plus couramment employés dans les laboratoires pour l'analyse du gaz, la mesure de son pouvoir

éclairant, et aussi la mesure de la lumière fournie par les différents becs et appareils d'éclairage.

Le compteur d'expériences diffère du compteur ordinaire par la disposition particulière du cadran et des autres organes accessoires. Le cadran principal permet d'évaluer la consommation d'un bec à l'heure par l'observation d'une minute. Les autres donnent le litre et ses multiples par dizaines.

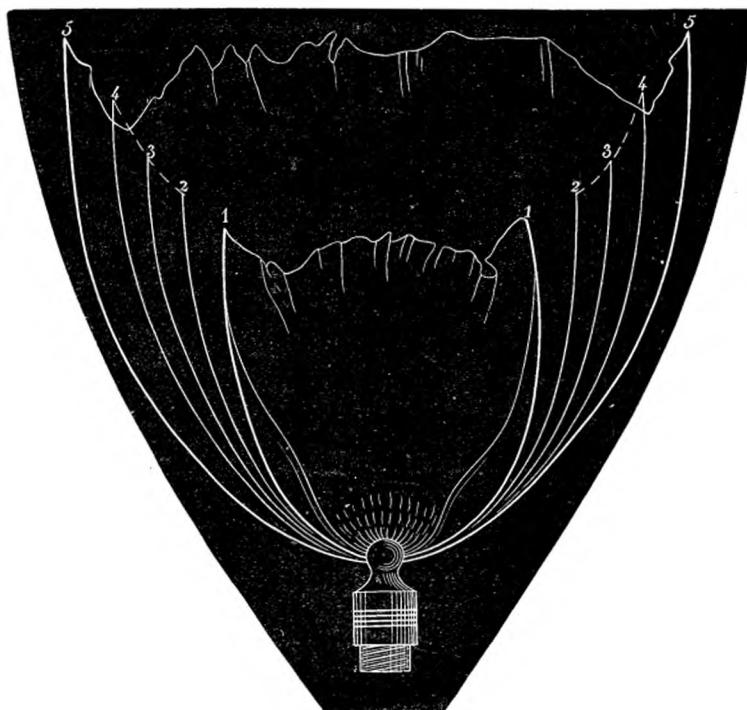


Fig. 115

On doit à M. Gustave Lefebvre, Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, l'emploi d'un dispositif de chronographe électrique à déclenchement automatique qui s'adapte aux compteurs d'expériences et que représente la figure ci-dessous n° 116.

Il se compose d'une boîte en bois sur laquelle se trouve une plaque verticale en cuivre, et derrière, un compte-secondes et le mécanisme du déclenchement automatique, relié aux pôles d'une pile de 2 éléments Leclanché par deux fils aboutissant aux bornes de la boîte.

Le commutateur figuré au devant du système permet la mise en communication du mécanisme avec un contact s'établissant dans le compteur.

Ce contact est constitué par une lamelle de platine fixe, reliée à l'une des bornes du commutateur, et par une autre lamelle de même métal portée par une roue isolée reliée par un fil à l'autre borne du commutateur.

La roue est commandée de telle sorte que les deux lames se trouvent en contact chaque fois que la grande aiguille passe à l'origine de la division du grand cercle, c'est-à-dire chaque fois que le compteur a débité dix litres.

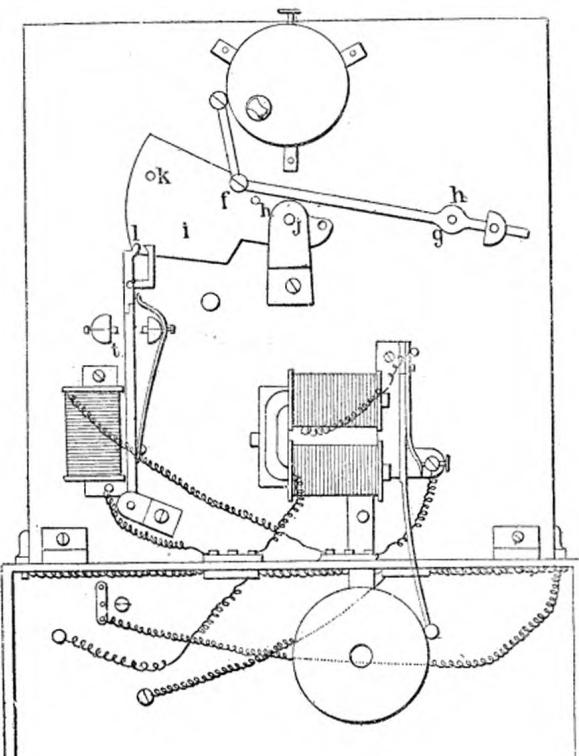


Fig. 116

Le déclenchement automatique se fait à l'aide d'un levier articulé *efg*. L'extrémité *e* commande le mécanisme d'arrêt et de mise en marche du compte secondes, l'autre extrémité *g* maintenue par un pivot *p* porte un contrepoids.

L'articulation *f* du levier repose sur un petit taquet, constitué par une petite tige en fer fixée sur le secteur en cuivre *i* mobile dans un plan vertical autour du pivot *i*.

Sur la surface du secteur sont fixés en *h l k* trois autres petits taquets.

La figure représente l'appareil prêt à marcher.

Le taquet inférieur *l* repose sur la base supérieure d'un petit rectangle évidé en acier au milieu de laquelle est ménagée une échancrure inclinée. Ce rectangle est porté par une tige verticale placée devant un électro-aimant par un dispositif analogue à celui employé pour la tige du timbre des sonneries électriques.

Au moment où l'aiguille du compteur passe au zéro, le contact se produit et le courant arrive dans l'électro-aimant qui attire à lui la tige *t*. Le taquet *l* passe dans l'échancrure de la base supérieure du rectangle, mais immédiatement la tige *t* revient à sa position première et c'est le taquet *k* qui a pris la place du taquet *l* sur le bord de l'échancrure.

Dans le mouvement fait par le secteur, l'articulation *f* a suivi le chemin parcouru par la tige *h* qui la supporte, et l'extrémité *e* a mis en marche le compte secondes.

Lorsque l'aiguille du compteur repasse pour la seconde fois au 0, c'est-à-dire lorsqu'elle a fait un tour complet, le même déclenchement se produit, mais alors, le taquet *k* passant à son tour par l'échancrure dans l'intérieur du rectangle évidé, le mouvement du secteur autour de son pivot a pour effet de faire relever le taquet *h* qui soulève la branche *fg* du levier et par ce même déplacement la branche *fe* ramène à sa position première le mécanisme du compte-secondes qui s'arrête.

De plus, chaque fois que le courant passe dans l'électro-aimant, il passe en même temps dans un autre électro-aimant mettant en mouvement une sonnerie qui avertit ainsi du départ et de l'arrêt du compte-secondes correspondants aux passages successifs de l'aiguille du compteur au zéro.

Pour ramener le déclenchement à son point de départ, il suffit de tourner le secteur au moyen du bouton traversant la plaque de cuivre verticale, et qui n'est autre que le pivot même du secteur.

Grâce à cet appareil on peut déterminer très rapidement la consommation horaire d'un brûleur. Pour cela, il suffit de noter très exactement le nombre de minutes et secondes employées par le brûleur pour consommer 10 litres, c'est-à-dire le nombre de minutes et secondes marquées par le compte-secondes entre deux déclenchements successifs.

Un barème, joint à l'appareil, donne immédiatement la consommation horaire correspondante. Il est calculé pour tous les chiffres depuis 0' 10" jusqu'à 20'.

Il nous reste à dire quelques mots sur l'usage du commutateur, qui ne joue d'ailleurs qu'un rôle fort accessoire.

Il sert à produire le déclenchement du compte-secondes à un point quelconque du parcours de l'aiguille 1, 3, 8 litres, mais alors comme l'arrêt se produirait

lorsque l'aiguille arriverait au 0 de la division, c'est-à-dire avant qu'elle ait fait un tour complet, alors, dans ce cas, on retire l'un des fils électriques pour interrompre le courant. Quand l'aiguille a dépassé le zéro, on rétablit le fil et on provoque l'arrêt du compte-secondes au moyen de la manette du commutateur qu'il suffit de baisser, lorsque l'aiguille est revenue au point initial.

CHAPITRE VI

PHOTOMÉTRIE

Les photomètres de laboratoire sont aujourd'hui trop connus pour être décrits ici, nous indiquerons cependant quelques modifications ou dispositifs actuellement employés.

Dans le but de rendre plus rapides et plus simples les mesurages photométriques, on a remplacé la lampe Carcel, dont l'emploi exige des précautions multiples, par le bec type à double courant d'air. Ce bec est en porcelaine et sans cône, il est percé de trente trous et il donne exactement la carcel pour une consommation de 105 litres à l'heure.

On trouvera page 158 un tableau donnant les résultats des essais d'un certain nombre de lampes à récupération. Ces lampes étant pour la plupart alimentées par le haut et ne pouvant être fixées sur un support comme les becs papillons ou les becs à verre ordinaires, exigent l'emploi d'un dispositif spécial.

Le photomètre employé pour ces essais est un photomètre de Foucault avec quelques modifications dans la disposition des règles qui sont toutes deux divisées et reçoivent chacune un chariot mobile. Ces chariots sont manœuvrés au moyen de deux petites roues de manœuvre à portée de la main de l'opérateur, et sur lesquelles passe une chaîne calibrée reliée aux chariots.

L'un des chariots reçoit le bec type, l'autre reçoit l'appareil en essai. Lorsque cet appareil à essayer est une lampe à flamme renversée on la suspend au-dessus du chariot resté libre et on règle la consommation.

Au-dessous, exactement dans l'axe, on dispose un miroir plan rectangulaire (voir fig. 117), monté sur un pied et mobile autour de son axe horizontal. Un

cadrان divisé indique l'inclinaison du miroir que l'on prend exactement de 45°.

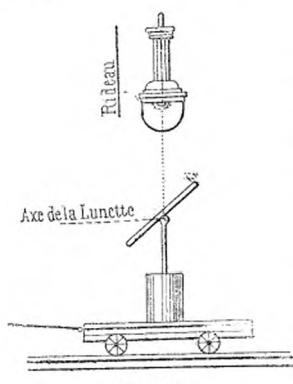


Fig. 117

Il faut avoir soin, de plus, de masquer entièrement la lampe de façon à n'avoir aucun rayon convergent provenant de la source lumineuse dans la lunette du photomètre.

Les intensités obtenues sont corrigées au moyen de la formule $i' = \frac{i}{\cos k}$

On a trouvé, en opérant de cette manière, les chiffres renfermés dans le tableau ci-après pour le rendement en carcels, de différentes lampes à récupération.

La qualité d'un éclairage dépend, non seulement de la quantité de lumière produite, mais encore de la façon dont elle est répartie dans le local que l'on examine.

De là, deux quantités à distinguer, l'intensité lumineuse et l'éclairement. L'intensité lumineuse est le nombre de carcels produits par une source de lumière tandis que l'éclairement dépend de la position de l'objet par rapport à la source lumineuse qui l'éclaire.

L'intensité se mesure en carcels, mais pour l'éclairement, l'unité est la bougiémètre, c'est-à-dire l'éclairement produit sur l'objet par une bougie placée à un mètre de distance.

Au point de vue pratique, il est beaucoup plus intéressant de connaître l'éclairement plutôt que l'intensité lumineuse, l'éclairement représentant la clarté produite, c'est-à-dire la quantité de lumière dont on dispose pour diriger et voir les obstacles quand il s'agit de l'éclairage de la voie publique, l'éclat que prennent les objets pour le travail manuel, la lumière que reçoit une feuille de papier pour la lecture. Cette clarté dépend de l'intensité, du nombre, de la répartition des foyers lumineux et de la lumière réfléchie par les murs, plafonds, etc.

Les rayons lumineux émis par la lampe sont reçus par le miroir, qui, grâce à son inclinaison les renvoie horizontalement dans la lunette.

Dans la détermination du nombre de carcels il y a lieu de tenir compte de la distance verticale de la lampe au miroir, et aussi de l'absorption due à ce miroir. Ce dernier renseignement est fourni par le constructeur lors de la livraison de la glace.

Dans ce genre d'essais, la glace reste fixe et c'est le type qu'on approche ou qu'on éloigne pour arriver à l'égalité des teintes sur l'écran.

L'intensité des foyers se mesure à la chambre noire, au photomètre, et c'est ainsi qu'on a trouvé les résultats réunis dans le tableau suivant :

	Consommation horaire pour 1 carcel-heure.
Becs-bougies, de gaz.	200 litres.
Bougies « de l'Étoile » ou stéariques.	70 grammes.
Becs-papillons de gaz.	127 litres.
Becs de gaz, types Bengel.	105 litres.
Becs de gaz à verre de forte consommation.	90 litres.
Lampes à huiles.	42 grammes.
Lampes à pétrole.	39 grammes.
Lampes à gaz à récupération de faible consommation. . .	50 litres.
Lampes à gaz à récupération de forte consommation. . .	30 litres.

A ces résultats, il y aurait lieu d'ajouter la consommation d'énergie des lampes électriques à arc et à incandescence. D'une construction et d'une durée normales, ces lampes absorbent actuellement, le courant étant mesuré aux bornes de la lampe, de 3[°],5 à 4 watts par bougie décimale, c'est-à-dire que l'hecto-watts-heure (ou 100 watts-heure) donne de 2 c,5 à 2 c,85.

La mesure de l'éclairage constitue un moyen très sûr de juger si l'éclairage est judicieusement employé, c'est-à-dire si le nombre, la qualité, l'intensité et la distribution des foyers lumineux donnent bien le résultat que l'on s'est proposé d'atteindre, et qui peut être, soit un éclairage moyen uniforme, soit un éclairage plus intense en certains points, etc.

De là, la nécessité d'avoir un photomètre portatif que l'on pourra placer en un point où on voudra obtenir la mesure de l'éclairage.

Des photomètres spéciaux ont été créés dans ce but; ils reposent sur le principe suivant :

Deux éclairages sont évidemment équivalents quand un même objet, soumis alternativement à l'un et à l'autre, paraît acquérir le même éclat, et produit le même effet sur la rétine.

Dans ces appareils, les sources lumineuses comparées sont, l'une une fraction générale de la lumière à mesurer, et l'autre une fraction de la lumière produite par une lampe étalon.

L'objet éclairé est un écran qui reçoit, sur l'une des moitiés de sa surface, l'un des éclairages, et, sur l'autre moitié, l'autre fraction de lumière.

On fait varier, l'une ou l'autre des deux fractions, jusqu'à ce que les deux parties de l'écran soient également éclairées.

L'appareil qui a servi dans les différentes expériences, dont il sera question plus loin, est dû à M. Mascart, et il est construit par M. Pellin.

Le croquis ci-après (fig. 118) représente la coupe horizontale du photomètre décrit par M. Lafargue dans le journal *l'Électricien*.

Dépenses par Carcel des divers

Becs à récupération.

Le photomètre de M. Mascart se compose essentiellement de deux tubes : l'un recevant la lumière à mesurer, et l'autre celle d'une source de comparaison.

Les deux faisceaux de lumière, après leur passage dans ces tubes, sont reçus chacun sur la moitié d'un disque de Foucault.

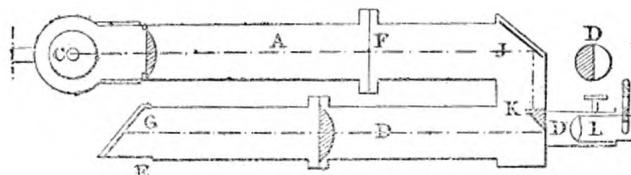


Fig. 118

On amène l'égalité des teintes au moyen de diaphragmes de différentes surfaces. On dispose l'appareil de façon que l'écran de Foucault A se trouve au point où l'on veut déterminer l'éclairement. La lumière tombe donc sur cet écran, le traverse, se réfléchit sur une glace B, vient tomber sur une lentille C, contre laquelle se trouve le diagramme à volets mobiles. On obtient ainsi en D, à une distance double de la distance locale, une image de l'écran A.

A l'extrémité de l'autre tube, se trouve une lampe étalon E, qui, pour une certaine hauteur de flamme, donne une intensité lumineuse définie. Il faut donc commencer par régler la hauteur de la flamme, ce qu'on fait très aisément au moyen d'une projection sur un verre dépoli F.

Cette lampe envoie un faisceau de lumière qui est concentré par une lentille F sur un écran de Foucault H, de même surface que l'écran A.

Une lentille, placée contre le second diaphragme à volets mobiles, à une distance double de la distance focale principale de l'écran H, donne l'image de cet écran sur l'écran D.

Le rayon lumineux s'est réfléchi sur la glace J, et dans le prisme K, avant de venir en D.

On a donc ainsi sur l'écran D les quantités de lumière émises par les deux sources, chacune des sources lumineuses occupant la moitié du disque.

On observe cet écran D à l'aide d'une lentille de champ ordinaire L. Dans le cas où les lumières à comparer sont de colorations très différentes, on a recours, pour observer, à une série de verres colorés qui permettent, par une suite d'approximations successives, d'obtenir un résultat satisfaisant.

La pratique de cet appareil est très simple. Il suffit, en effet, de régler la hauteur de la flamme de la lampe étalon au moyen de la projection sur le verre dépoli.

On dirige la plaque A de façon que la lumière que l'on veut étudier tombe normalement, et, à cet effet, l'extrémité du tube qui porte cette plaque, est susceptible de tous mouvements autour de l'axe du tube. Il suffit ensuite

d'établir l'équilibre à l'aide des diaphragmes à volets mobiles, ce que l'on obtient très aisément.

L'appareil mesure 0^m,85 de longueur ; il est monté sur un trépied mobile sur lequel il repose par un pivot permettant de le mouvoir horizontalement.

Parmi les nombreuses expériences faites avec des appareils du genre de celui que nous venons de décrire, nous citerons celles faites en 1888, par M. Mascart, et qu'il a ingénieusement comparées à des éclairages anciens, en adoptant comme unités la surface et le volume des salles éclairées.

	DIMENSIONS		NOMBRE total de bougies ou $\frac{1}{10}$ de carcels	NOMBRE DE BOUGIES	
	en plan	en volume		par mètre horizontal	par mètre cube
Salle des Glaces du Palais de Versailles.					
En 1745	720	9.360	1.800	2,50	0,19
1873	»	»	4.000	5,55	0,43
1878	»	»	8.000	11,10	0,85
Salle des Fêtes de Compiègne.					
En 1888	440	3.520	1.000	2,28	0,28
Hôtel de Ville (bals de 1888).					
Salle des fêtes . . .	1.295	24.000	18.720	14,46	0,78
Salle à manger . . .	300	2.460	4.320	14,40	1,75
Salon de verdure . .	165	1.350	720	4,36	0,53
Grands salons . . .	496	4.067	7.560	15,24	1,86
Galerie latérale . . .	257	3.600	3.600	13,98	0,56
Salon réservée . . .	165	1.350	720	4,36	0,53
Théâtres (salles).					
Odéon	350	5.600	2.470	7,06	0,44
Gaîté	250	4.800	2.360	9,44	0,55
Comédie française .	240	3.500	2.340	9,75	0,67
Palais-Royal	90	1.000	1.900	21,10	1,90
Porte-Saint-Martin .	200	3.250	3.200	16 »	0,98
Renaissance	96	1.400	1.970	20,52	1,40
Opéra (soirées de bal).					
Foyer	672	7.392	6.000	8,93	0,81
Salle	400	9.200	11.140	27,85	1,21
Scène	530	8.000	4.720	8,90	0,59

Nous citerons encore les expériences faites par M. de Nerville, ingénieur des Télégraphes, dans divers établissements de Paris, à l'Hippodrome, à l'Opéra, à l'Hôtel Continental, au Poste central des Télégraphes, aux Halles centrales.

Les expériences faites, dans l'une des salles du Poste central des Télégraphes, sont particulièrement intéressantes, à cause de la comparaison qu'elles permettent entre l'éclairage électrique et l'éclairage au gaz, successivement employés pour l'éclairage de la salle en question.

Cette salle mesure 651 mètres carrés; la hauteur sous plafond est de 7 mètres; le volume est donc de 4557 mètres cubes.

L'éclairage au moyen de l'électricité était produit par 15 régulateurs Cance de 8 ampères.

L'éclairement maximum, sous le lustre du milieu (horizontal) a été trouvé de 45 bougies mètre, l'éclairement minimum (horizontal) dans l'angle le plus obscur de la pièce n'a été trouvé que de 3,5 bougies mètre.

L'éclairage au gaz de la même salle était obtenu par 75 becs Cromartie de 140 litres représentant une consommation horaire totale de 10 mètres cubes.

L'éclairement maximum trouvé horizontalement sous le lustre du milieu est de 23 bougies mètre, et l'éclairement minimum horizontal dans l'angle le plus obscur, de 3,5 bougies mètre.

On remarquera que l'éclairement minimum est le même dans les deux cas, mais il n'en est pas de même de l'éclairement maximum qui est double avec l'éclairage électrique de ce qu'il est avec le gaz.

Ce fait prouve que l'éclairage au gaz donne lieu à des différences moins sensibles de la répartition de la lumière dans les différents points du local et permet de conclure à une meilleure répartition, surtout si l'on compte de ce que l'éclairement est une quantité non absolue, mais tout à fait relative. D'autre part, la consommation horaire de 10 mètres cubes de gaz pour une salle de 651 mètres carrés de surface est des plus modestes, et si l'on avait doublé cette consommation, on aurait eu, avec le chiffre de 20 mètres cubes, quantité très rationnelle, un éclairement plus que double de celui trouvé de 23 bougies mètre et les deux modes d'éclairage eussent été parfaitement comparables.

Les expériences faites aux Halles centrales (pavillon n° 4) ont donné les résultats suivants :

Le pavillon, mesurant 2970 mètres carrés est éclairé par 12 lampes à arc Bardon placées à 4 mètres du sol.

L'éclairement maximum, avec l'écran vertical, a été trouvé de 7 bougies mètre et l'éclairement minimum, avec l'écran horizontal, de 0,065 bougies mètre.

Plusieurs essais ont été effectués au magasin d'Exposition de la Compagnie Parisienne, 8, rue Condorcet, dont la description a été donnée au chapitre de la ventilation.

Ce magasin, qui mesure en surface 70^{m²},50 et en volume 244 mètres cubes, est éclairé, comme il a été dit, par 17 lampes à récupération, savoir :

6	de 0 ^{m³} ,150 de consommation horaire, soit ensemble 0 ^{m³} ,900
4	0 , 200 — — — 0 , 800
1	0 , 400 — — — 0 , 400
1	0 , 560 — — — 0 , 560
5	0 , 120 — — — 0 , 600
17	— — — 3^{m³},250

Des expériences photométriques à la chambre noire ont été répétées un grand nombre de fois pour déterminer l'intensité lumineuse de ces appareils : on a obtenu ainsi :

50 litres par carcel pour les becs de 120 et 150 litres.
40 — — — 200 —
32 — — — 400 —
30 — — — 560 —

En se reportant au tableau précédent, on trouve pour l'intensité lumineuse totale :

$$\frac{0,900 + 0,600}{0,050} + \frac{0,800}{0,040} + \frac{0,400}{0,032} + \frac{0,560}{0,030} = 81,5 \text{ carcels.}$$

On peut donc admettre le chiffre de 81,5 carcels pour l'ensemble de l'éclairage, ce qui correspond à 40 litres par carcel ou à :

$$\frac{81,6}{244} = \frac{1}{3} \text{ de carcel pour } 1^{\text{m}^3} \text{ du local,}$$

$$\frac{81,5}{70,5} = 1,156 \text{ carcel pour } 1^{\text{m}^2} \text{ du local.}$$

Le plan des flammes est à 2^m,78 au-dessus du parquet.

Les lampes sont munies de réflecteurs en opale qui reçoivent des rayons lumineux à la partie supérieure du local, et le plafond du magasin se trouve ainsi suffisamment éclairé.

La mesure de l'éclairement, au moyen du photomètre Mascart, a été faite en février 1891.

L'appareil a été placé en 4 stations dont l'emplacement est indiqué sur la figure 2 (pl. III), et à chacune de ces stations, il a été amené successivement dans quatre positions différentes ; enfin dans chaque position l'écran a été placé horizontalement et verticalement.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Station I. . .	Écran horizontal	2°,7
	— vertical.	4,65
	— dirigé vers le lustre 50°.	6,60
Station II. . .	Écran horizontal	Position a. 10°, »
		— b. 9,75
		— c. 8,69
		— d. 8,10
	Écran vertical	Position a. 0°,39
		— b. 0,53
		— c. 0,78
		— d. 0,95
Station III. . .	Écran horizontal	Position a. 7°,55
		— b. 8,07
		— c. 8,55
		— d. 7,50
	Écran vertical	Position a. 3°,23
		— b. 1,63
		— c. 0,33
		— d. 1,68
Station IV. . .	Écran horizontal	Position a. 2°,70
		— b. 2,42
		— c. 1,91
		— d. 2,93
	Écran vertical	Position a. 1°,74
		— b. 3,49
		— c. 1,35
		— d. 0,90

Les chiffres extrêmes sont :

Avec l'écran horizontal, maximum	100 bougies mètre.
— minimum.	27 —
Avec l'écran vertical, maximum.	46 —
— minimum.	3,3 —

Les diagrammes de la figure 119 résument ces résultats.

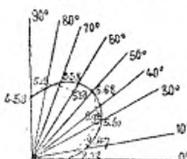
Si on compare ces chiffres à ceux trouvés précédemment dans d'autres locaux, on voit que l'éclairage obtenu dans le magasin est considérable. Ce résultat remarquable, joint aux conditions d'aération et de faible température obtenues avec cet éclairage montrent suffisamment tout le parti qu'on peut tirer du gaz, et qu'il est apte à donner un éclairage très intense et très bien réparti sans occasionner une température excessive, comme on le lui reproche généralement.

D'autre part, au point de vue de l'éclairage public, le gaz donne des résultats comparables à ceux de l'électricité.

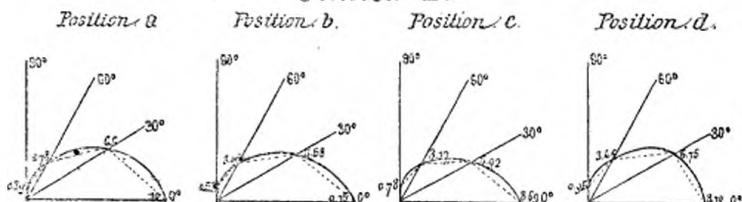
Les calculs faits sur l'éclairage des différentes voies de Paris ont donné, en effet :

1° Éclairage électrique par lampes à arc.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Rue Royale, 1,5 bougie par mètre carré.} \\ \text{Place de l'Opéra 0,75} \end{array} \right.$	—	—
2° Éclairage au gaz .	$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Rue du Quatre-Septembre, 0,45 bougie par mètre carré.} \\ \text{Place de la Bastille. . . . 0,46} \\ \text{Rue de la Paix 1,5} \end{array} \right.$	—	—

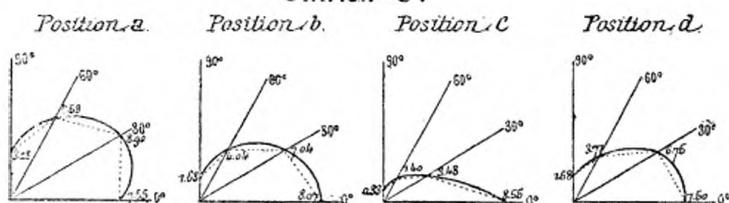
STATION 1.



STATION 2.



STATION 3.



STATION 4.

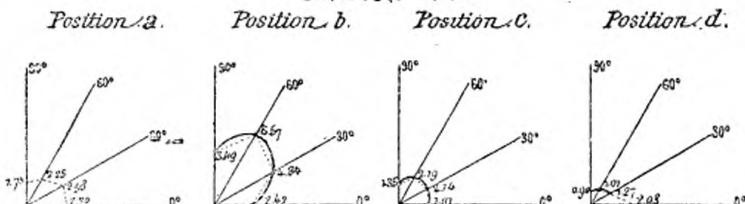


Fig. 119

Le gaz offre en outre sur l'éclairage par lampes à arc l'immense avantage de pouvoir être divisé très facilement, et cette divisibilité est la condition essentielle de la bonne répartition de l'éclairage.

L'éclairage électrique par lampes à incandescence possède, il est vrai, cet

avantage mais les essais tentés dans cette voie pour l'éclairage des rues Auber et des Halles n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Pour terminer ces renseignements sur la mesure de l'éclairement nous empruntons au journal *l'Éclairage au gaz* les résultats des essais relatifs à la puissance de l'éclairage et à la répartition de la lumière dans la Salle royale de l'Odéon de Munich, faits par M. le professeur Voit à l'aide d'un photomètre Weber.

On a mesuré la lumière reçue horizontalement et verticalement.

Les intensités lumineuses ont été exprimées en bougies-mètre, c'est-à-dire par le nombre de bougies normales qu'il faudrait placer perpendiculairement à un mètre de distance pour obtenir le même éclairement que celui trouvé lors de l'expérience.

Les valeurs ainsi trouvées ont été inscrites dans les graphiques ci-dessous (fig. 120 à 123) de la salle et de la galerie, aux points correspondants où ont été faites les expériences.

Éclairement reçu horizontalement en bougies-mètre :

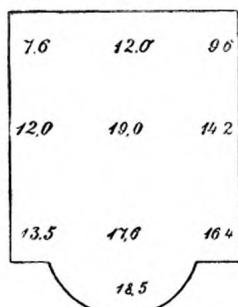


Fig. 120

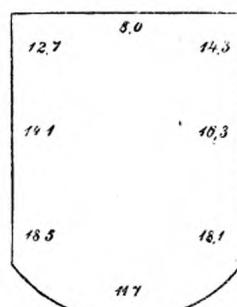


Fig. 121

Éclairement reçu verticalement en bougies-mètre.



Fig. 122

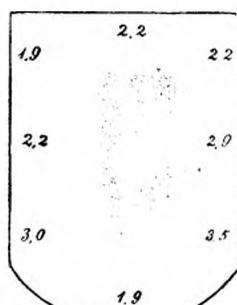


Fig. 123

On voit par ces essais que l'éclairement le plus faible de la Salle atteint encore 7,6 bougies-mètre horizontalement, intensité bien suffisante pour permettre de lire sans difficulté. A l'estrade, cette intensité atteint 18,5 bougies. La galerie est également confortablement éclairée et possède une intensité de 8 bougies au minimum.

Il faut encore remarquer que la répartition de la lumière est bonne dans la salle et dans la galerie.

L'intensité lumineuse des 8 sun-burners serait de 52 bougies en supposant que chaque flamme consomme 100 litres, ce qui suppose par conséquent une consommation totale horaire de 6,5 bougies.

En faisant abstraction du réfléchissement de la lumière par les murs, et en calculant d'après la loi de Lambert, les éclairements aux mêmes points que ceux précédemment déterminés, on trouve les résultats consignés dans les deux graphiques ci-dessous (fig. 124 et 125).

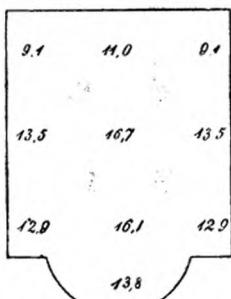


Fig. 124



Fig. 125

On peut remarquer que les intensités ainsi calculées concordent suffisamment avec celles observées dans la salle. Dans la galerie, il y a quelques différences dues à la présence des colonnes.

CHAPITRE VII

CHAUFFAGE

Les combustibles actuellement employés pour le chauffage des appartements sont : la houille sous ses diverses formes, le coke, le bois et le gaz. Ce dernier est très recommandable au point de vue de la sécurité, de la commodité et de l'hygiène.

L'emploi du gaz comme combustible évite, en effet, toute espèce d'approvisionnement et supprime, par conséquent le transport et la mise en cave, l'occupation d'un local spécial, le transport quotidien depuis la cave jusqu'aux appareils, etc. Avec le gaz, on évite également la manipulation des cendres, la surveillance et l'alimentation continue des appareils, les ennuis résultant d'un tirage défectueux des cheminées, la difficulté de l'allumage, etc.

Les foyers et cheminées à gaz permettent d'obtenir à tout instant un chauffage immédiat aussi faible ou aussi intense que l'on désire.

D'autre part, il est encore à remarquer que le gaz est un agent calorifique très puissant, et que le rendement utile des appareils de chauffage au gaz ne le cède en rien au rendement des appareils utilisant d'autres combustibles.

Nous croyons devoir mettre en garde les consommateurs du gaz contre beaucoup d'appareils à gaz dont le prix peu élevé est obtenu au détriment de la solidité, de la sécurité et aussi de l'hygiène.

Un appareil de chauffage au gaz doit, pour être réellement pratique, ne présenter aucun danger dans la manipulation et donner un bon rendement calorifique.

Dans la majorité des cas, il faut se montrer très circonspect au point de vue de l'emploi des appareils à gaz sans tuyau d'évacuation des produits de la combustion, même quand ces appareils sont dits « à condensation ». Certains hygiénistes les rejettent même complètement.

Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'examiner très rapidement les principaux genres d'appareils actuellement construits en France et aussi à l'étranger. Cet exposé suffira, dans la plupart de ces cas, à fixer un choix judicieux de l'appareil à adopter, en tenant compte du volume de la pièce à chauffer, de sa ventilation, de son usage, de la nature du chauffage à obtenir, etc.

La maison André et Cie, de Lyon, construit, outre quelques modèles de calorifères, des cheminées en faïence avec ou sans four (fig. 126) pour salles à manger, des cheminées dites « Parisiennes » avec ou sans four également, caractérisées par la devanture et la tablette en marbre (fig. 127). Certains modèles de ces cheminées Parisiennes sont faites pour être disposées dans les angles des pièces (fig. 128). La cheminée d'angle représentée ci-contre se fait sur trois modèles consommant respectivement 300, 400 et 500 litres à l'heure.

Citons encore de cette maison, les intérieurs de cheminées avec réflecteur et cadre en cuivre comportant deux séries de tuyaux ondulés formant récupérateur de chaleur. Ces cheminées se font sur quatre modèles différents entre eux par l'apparence extérieure seulement et les dimensions. Chaque modèle type se fait sur huit grandeurs. Nous donnons (fig. 129) le dessin d'une de ces cheminées. La consommation de gaz de ces appareils varie, suivant les modèles, de 300 à 650 litres à l'heure.

La cheminée en fonte brute ou émaillée, à réflecteur, que représente le dessin ci-après (fig. 130) est établie par la maison André, avec ou sans feu sur le dessus.

Ce modèle est très gracieux et peu encombrant, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par les dimensions données ci-dessous des trois modèles construits :

Largeur	Hauteur	Profondeur
0 ^m ,48	0 ^m ,55	0 ^m ,38
0 ,52	0 ,61	0 ,38
0 ,56	0 ,67	0 ,38

Les consommations de gaz sont : 300, 350 et 400 litres à l'heure.

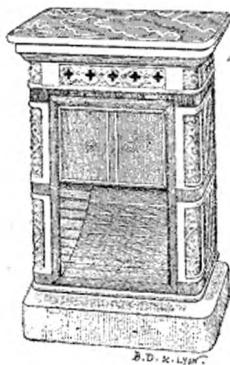


Fig. 126

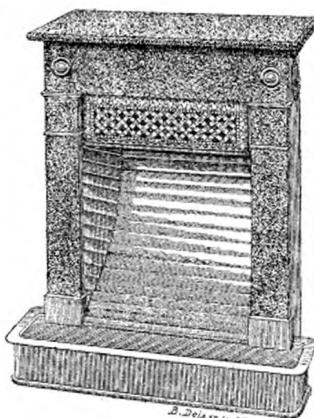


Fig. 127

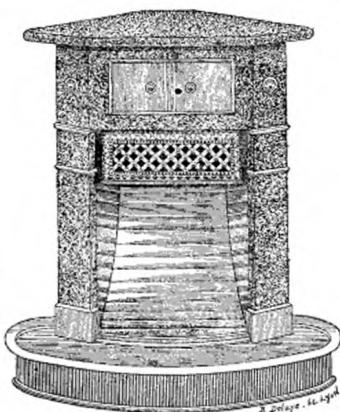


Fig. 128

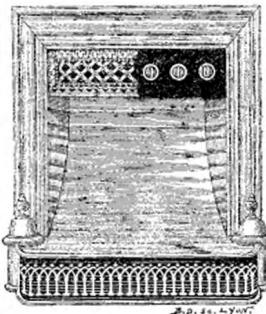


Fig. 129

Enfin, la maison André construit encore des foyers destinés à être placés devant les cheminées et qui n'ont en conséquence qu'une très faible profondeur.

Le foyer incandescent amiante et terre réfractaire (fig. 131) se fait sur deux modèles consommant 700 à 900 litres à l'heure. Le foyer métal amianté (fig. 132), donnant l'imitation d'un feu de bois par un simple déplacement des

barreaux métalliques se fait également sur deux modèles de même consommation que le foyer incandescent amiante et terre réfractaire.



Fig. 130



Fig. 131



Fig. 132

Le foyer moderne imaginé par M. C. Gambier et construit par la maison Bizot et Akar, présente quelques particularités intéressantes. Les croquis ci-après (fig. 133) en donnent les vues et coupes, que la légende ci-dessous permet de comprendre dans tous leurs détails.

A. Tube d'introduction du gaz dans l'appareil.

B. Cylindre en fonte de fer disposé pour recevoir le gaz projeté par le tube A, ainsi que l'air ambiant qui y pénètre par l'ouverture de son extrémité b' et pour laisser échapper le mélange gazeux (gaz et air) par les ouvertures b'' de son autre extrémité.

C. Espace annulaire formé autour du cylindre A par un autre cylindre en tôle où le mélange gazeux se répand pour en sortir en une nappe mince par le canal D, qui s'élève au-dessus de lui.

D. Canal de flamme en longue fente qui s'élève au-dessus du cylindre par où le gaz s'échappe à l'air libre et au sortir de laquelle il s'enflamme.

Une plaque F en métal, en cuivre, avec ou sans garniture de platine s'élève au-dessus de l'appareil et la flamme brûle parallèlement et au-dessous de cette plaque.

Le foyer moderne établi pour marcher à petit ou à grand feu fonctionne avec une dépense variant de 200 à 800 litres à l'heure.

Pour allumer l'appareil, il suffit d'ouvrir le robinet en plein en présentant l'allumette enflammée au-dessus de la plaque et non à la fente d'où s'échappe le gaz.

La maison Bizot et Akar, construit encore un autre genre de calorifère à condensation . Il se compose d'un cylindre central entouré d'une série de tubes extérieurs par lesquels redescendent les produits de combustion pour se rendre dans un tuyau d'évaporation à la base de l'appareil.

Le cylindre central renferme un cône entouré par un brûleur circulaire et dans lequel se fait la circulation de l'air.

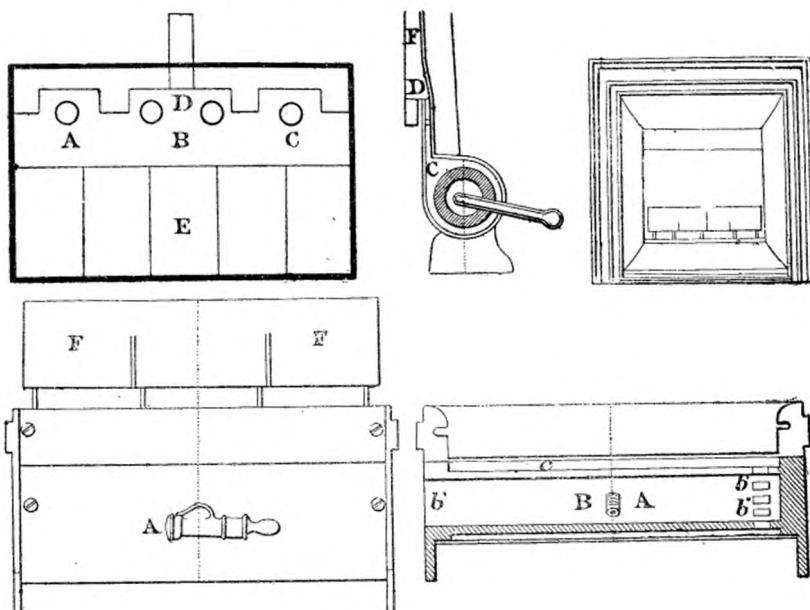


Fig. 133

Le calorifère à gaz de la maison Delafollie-Bastide, Castoul et C^{ie} est un calorifère à flamme blanche, c'est-à-dire sans mélange d'air. Il est construit comme un calorifère à coke avec double paroi, l'enveloppe intérieure cylindrique est garnie de trois cloisons perforées en terre réfractaire disposées horizontalement et formant chicanes.

La dépense de gaz à l'heure est de 350 litres sous une pression de 25 millimètres.

La maison Bengel frères, 64, avenue Parmentier, construit un calorifère hygiénique dit à triple effet à gaz et à air mélangés.

L'intérieur de l'appareil est cylindrique, mais l'extérieur est de forme cannelée, triangulaire prismatique, pour communiquer la chaleur par conductibilité.

Le calorifère est sans tuyau d'échappement, à retour de chaleur concentrée avec bouilloire à jets de vapeur et à foyers mobiles.

La partie centrale du calorifère est munie de quatre tubes ou cylindres concentriques dont le tube central forme réservoir avec la bouilloire.

Il s'établit entre les cylindres une circulation d'air chaud indépendante des

produits de combustion. De la partie supérieure de la bouilloire descendent deux tuyaux injectant alternativement un jet de vapeur dans la chambre du foyer. Cette vapeur d'eau modère la combustion et fournit par son hydrogène et son oxygène un élément combustible et une activité comburante qui reconstitue l'air respirable par une partie de l'oxygène non utilisé.

Les ateliers de la Compagnie Parisienne du Gaz, 319, avenue de Paris, à Saint-Denis, construisent plusieurs types d'appareils de chauffage que nous allons successivement examiner.

Foyers à boules, ordinaires.

Les foyers à boules ordinaires sont représentés par la figure 134. Le brûleur de ces foyers est constitué par une série de rampes parallèles, disposées transversalement et commandées chacune par un robinet. Ces rampes sont à flammes bleues, et la disposition du brûleur est telle que les robinets ne peuvent ni chauffer, ni gripper.

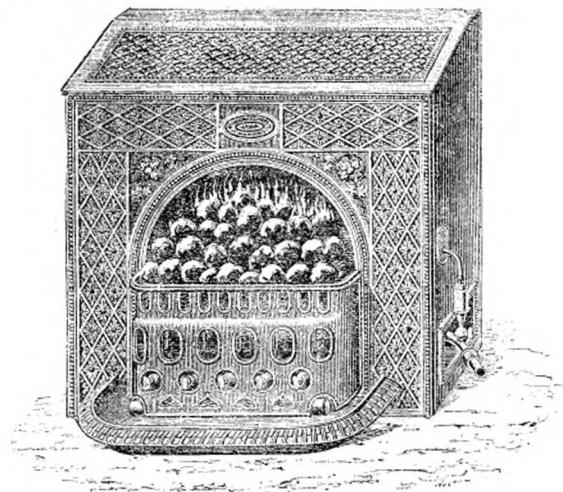


Fig. 134

Les brûleurs portent à l'incandescence des boules en terre réfractaire mêlée d'amianto, dont le but est d'augmenter la surface de rayonnement et par suite la chaleur développée.

La division du brûleur en rampes indépendantes assure un réglage facile de la température que l'on désire obtenir.

Ces foyers se construisent sur trois modèles possédant 3, 5 ou 7 rampes et dont les dimensions sont :

$$\begin{array}{l} 0^m,52 - 0^m,48 - 0^m,20 \\ 0,52 - 0,52 - 0,23 \\ 0,57 - 0,53 - 0,24 \end{array}$$

Les foyers à boules, placés dans un cadre de cheminée, constituent des « cheminées complètes », dont les dimensions correspondent aux numéros de foyers employés.

On en trouve ainsi trois modèles, le corps de cheminée est en tôle et le dessus en marbre ; leurs prix varient suivant la nature du décor extérieur, fonte, émaillé noir, cuivre gravé, ou à baguettes.

Calorifères à boules, ordinaires

Les calorifères à boules, que représentent la figure 135, se composent d'un foyer à boules ordinaires, surmonté d'un réservoir cylindrique en tôle constituant un four étuve. Dans ces appareils, le dégagement des produits de combustion se fait par un tuyau à la partie supérieure.

L'air, puisé à la base, est évacué, chaud, par la galerie ajourée représentée sur la figure 135.

Les calorifères à boules ordinaires, se construisent sur trois modèles, dont les dimensions sont proportionnées au nombre des rampes du foyer à boules qu'ils renferment.

Nombre de rampes à gaz	Dimensions	
	Diamètre	Hauteur
3.	0,35	1,10
5.	0,44	1,20
7.	0,48	1,40

Citons encore une particularité de ces appareils : la grille du foyer est mobile et peut être remplacée par une grille à coke ordinaire. En fermant le gaz, et en remplaçant les boules d'amiante par du coke, on dispose ainsi d'un autre système de chauffage.

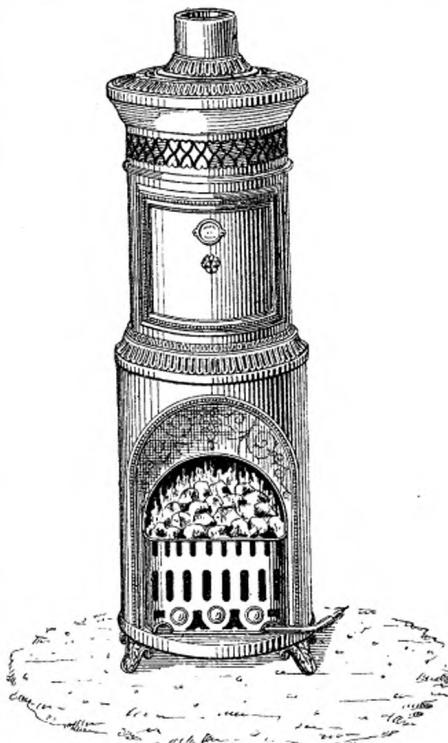


Fig. 135

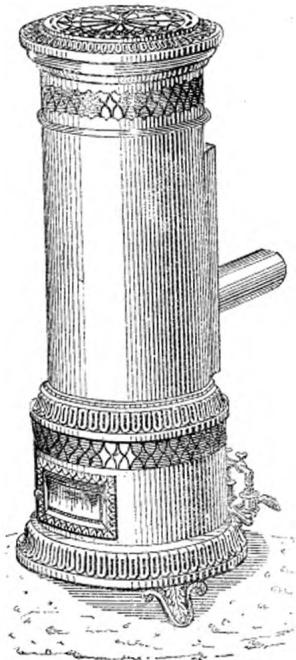


Fig. 136

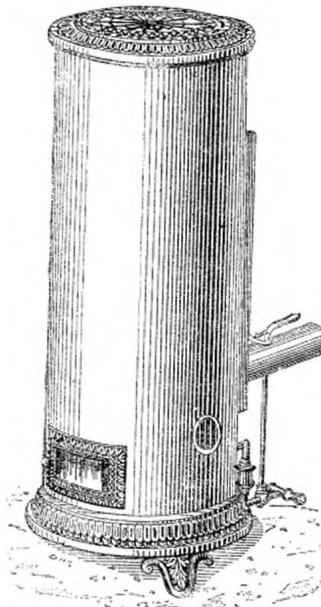


Fig. 137

Calorifères Tambour

Ces calorifères (voir fig. 136 et 137) sont à flammes blanches, de là, la nécessité de leur assurer un débit fixe et invariable quelle que soit la pression du gaz qui les alimente. Ce résultat est obtenu à l'aide de rhéomètres.

Pour fixer de suite les idées, nous dirons que ces calorifères se construisent sur 4 modèles.

Le numéro 1, alimenté par 1 rhéomètre de 300 litres.
 Le numéro 2, — 2 rhéomètres de 300 litres.
 Le numéro 3, — 1 rhéomètre de 300 »
 et 1 rhéomètre de 600 »
 Le numéro 4, — 2 rhéomètres de 600 »

Les produits de combustion, avant de s'échapper par la cheminée d'évacuation, traversent des plaques en terre, perforées, et ensuite un tambour extérieur auquel est raccordé le tuyau d'échappement, ils abandonnent ainsi la majeure partie de leur calorique.

De plus, un courant d'air prenant naissance à la base de l'appareil traverse une série de tubes en cuivre, chauffés extérieurement par les gaz de la combustion.

tion, et s'échappe à la partie supérieure de l'appareil, terminé à cet effet par un couvercle ajouré.

Enfin signalons une couche de sable recouvrant l'extrémité supérieure des tuyaux et assurant une parfaite étanchéité des joints.

On trouve trois dimensions de calorifère-tambour :

Le numéro 2,	mesure en hauteur	$0^m,91$,	en diamètre	$0^m,25$
— 3,	—	1,03,	—	0,30
— 4,	—	1,03,	—	0,35

Foyers rayonnants

Les foyers rayonnants construits par la Compagnie Parisienne du gaz ont été étudiés plus récemment que les appareils décrits jusqu'ici.

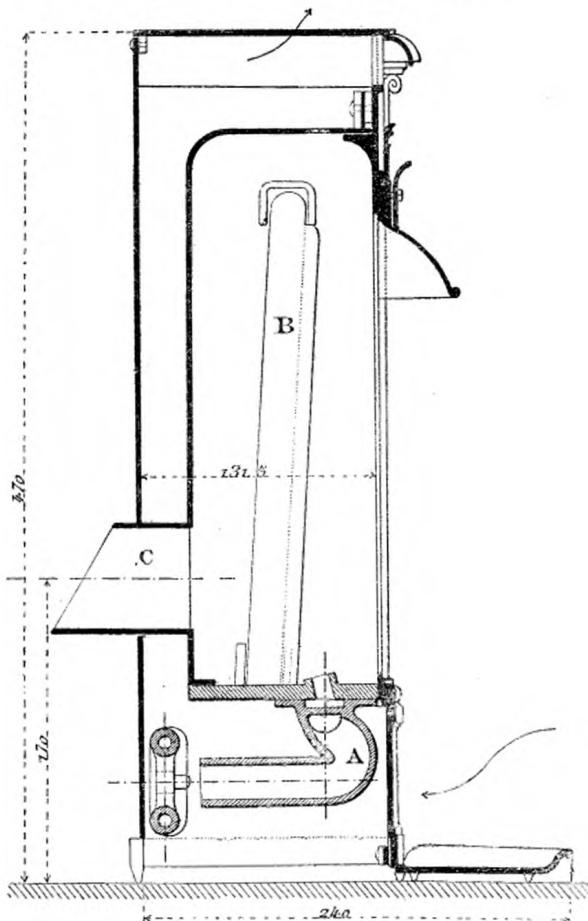


Fig. 138

Ces foyers constituent une application très heureuse, au chauffage au gaz, de la terre réfractaire garnie, après fabrication, de fibres ou de tresses de fibres d'amiante.

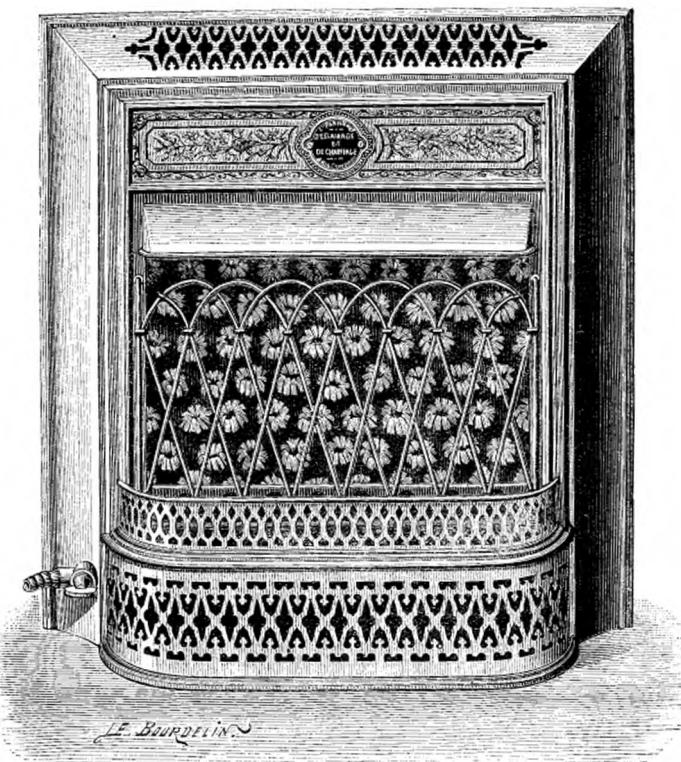


Fig. 139

La figure 138 représente la coupe verticale en travers de l'un de ces foyers, dont les figures 139 et 140 représentent la vue extérieure.

En principe, ils se composent d'une rampe de gaz A portant à l'incandescence une plaque de terre réfractaire B, garnie comme il est dit plus haut. Les produits de combustion redescendent derrière la plaque à laquelle ils abandonnent la majeure partie de leur calorique et s'échappent par une tubulure latérale C.

De plus, l'air pénétrant par la partie inférieure de l'appareil circule entre les

parois de la double enveloppe constituant le corps du foyer et s'échappent par une bouche de chaleur ménagée à la partie supérieure et qu'on peut voir d'ailleurs sur les figures 139 et 140.



Fig. 140

L'aspect de ces foyers est des plus heureux, et leur fonctionnement, à la fois comme appareil rayonnant et comme calorifère, grâce à la circulation d'airchaud, donne toute satisfaction.

Un des principaux avantages de ces foyers consiste dans le fractionnement de la rampe — fractionnement d'autant plus grand que l'appareil est lui-même de plus grande dimension. Il existe actuellement 3 types de foyers rayonnants, dont les dimensions sont :

Numéros	Hauteur	Largeur	Profondeur
1	0 ^m ,56	0 ^m ,48	0 ^m ,16
2	0 ,61	0 ,53	0 ,16
3	0 ,71	0 ,78	0 ,17



Fig. 141

La rampe, dans chacun de ces types d'appareils, est commandée par un robinet double permettant de fractionner comme suit la consommation du gaz :

Foyer n° 1.	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$	du total.
— n° 2.	$\frac{2}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{5}{5}$	
— n° 3.	$\frac{3}{7}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{7}{7}$	

Le devant de l'appareil est garni d'un petit grillage faisant un office de pare-feu.

Dans certains appareils, on substitue à la plaque de terre réfractaire garnie d'amiante, une plaque réfractaire également et devant laquelle sont placées dans une grille, des boules en terre réfractaire, et on obtient ainsi le foyer rayonnant à boules représenté par la figure 141.

Ce foyer se construit comme le foyer rayonnant dont il n'est qu'une variante, sur trois modèles, de mêmes dimensions que toutes celles que nous venons d'indiquer.

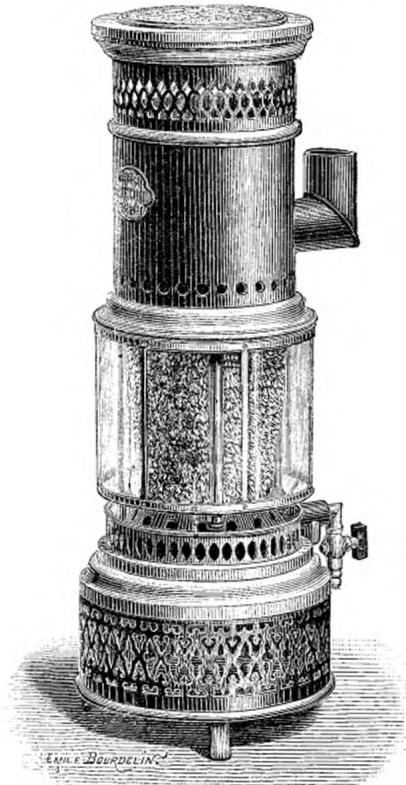


Fig. 142

Le foyer rayonnant se prête encore à une disposition en calorifère circulaire représentée par la figure 142.

La rampe est circulaire, de même que la plaque de terre réfractaire, dont le milieu est occupé par un conduit prenant l'air froid à la partie inférieure de l'appareil et le déversant à une température très élevée à la partie supérieure par la bouche de chaleur ménagée à cet effet.

Ces calorifères se construisent sur deux modèles mesurant :

Le numéro 1, 0^m,22 de diamètre et 0^m,75 de hauteur.
 Le numéro 2, 0 ,26 — 0 ,80 —

Dans ces appareils, le pare-feu est constitué par des plaques de mica.
 Une application des plus intéressantes des foyers rayonnants consiste dans leur groupement en cheminées polygonales d'un nombre quelconque de faces.

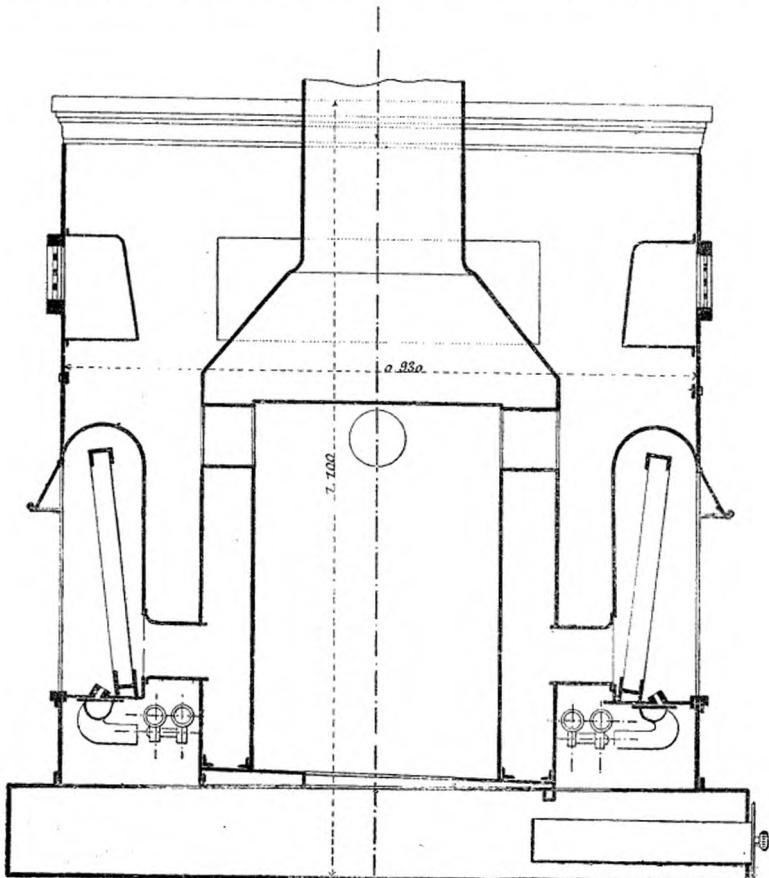


Fig. 143

Ces appareils, destinés au chauffage des pièces de grandes dimensions ont été appliquées avec succès, notamment dans plusieurs salles de la Faculté de médecine de Paris.

La figure 143 représente en coupe une de ces cheminées composée de 4 foyers rayonnants n° 3 et chauffant rapidement un local de 1248 mètres cubes de capacité.

On voit que le milieu de l'appareil est occupé par une chambre dans laquelle se chauffe l'air, arrivant par la base des foyers constituant la cheminée, et, s'échappant à température élevée, par des bouches de chaleur ménagées à la partie supérieure.

Le départ des produits de combustion peut se faire, soit par un tuyau sous le plancher, soit par une buse regagnant le plafond de la pièce.

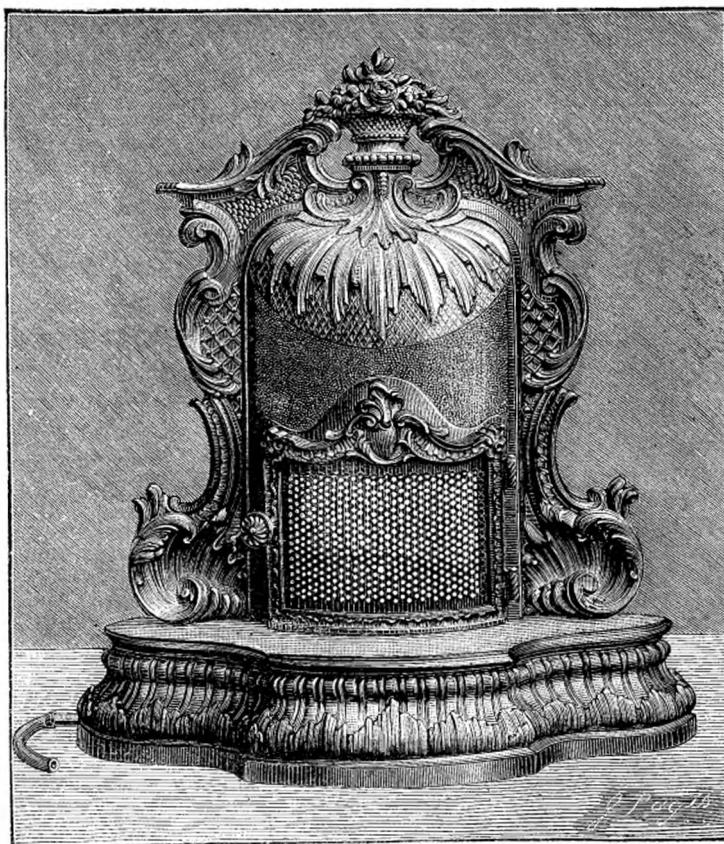


Fig. 144

Les poêles et cheminées Clamond (fig. 144) à récupération de chaleur sont

caractérisés par des plaques en terre réfractaire, percées de trous, et portées à l'incandescence par la flamme d'un bec Bunsen spécial. Ils sont exploités en France par la Compagnie Wenham, 5 rue Coustou.

Nous citerons de la maison Chabrier jeune et C^{ie}, 63 rue de Maubenge, les calorifères-colonne en tôle et fonte (fig. 145 et 146). Ces appareils brûlent avec

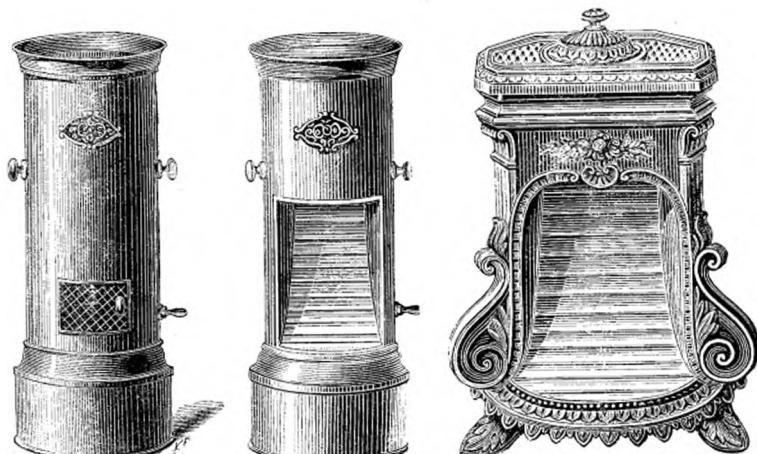


Fig. 145

Fig. 146

Fig. 147

ou sans mélange d'air et se font depuis 0^m,20 de diamètre. La figure 147 représente un modèle de cheminée en fonte et cuivre dont la hauteur varie de 0^m,57 à 0^m,70.

La maison Deselle, 7, rue des Petites-Ecuries, construit un foyer à gaz composé d'un foyer proprement dit en brique réfractaire, garni de croisillons d'amiante; cette brique, placée immédiatement au-dessus d'une rangée de six chandelles Bunsen dont la flamme porte l'amiante à l'incandescence, produit un effet lumineux semblable à celui obtenu par la combustion du coke, elle est mobile verticalement, et s'enlève à volonté.

L'appareil est entouré d'un cadre nickelé style Louis XV, monté sur une plaque de tôle munie de chaque côté d'ailettes à coulisses et s'écartant à volonté pour couvrir exactement le cadre de la cheminée.

Cet appareil se transporte très facilement d'une pièce à l'autre. Sa consomma-

tion, pendant la première demi-heure d'allumage est de 550 litres et peut être ramenée ensuite à 300 lorsque la brique est portée à l'incandescence.

Parmi les appareils construits par la maison Liotard, 22, rue de Lorraine, un des plus intéressants est le foyer Wybauw, qui a été récompensé par le prix de 6 000 francs accordé par le Concours de Bruxelles en 1886, au *mieux appareil pour chauffage d'appartements*.

Cet appareil est un foyer en tôle à réflecteur et à récupération de chaleur avec cheminée à registre automatique.

Les croquis de la figure 148 donnent la disposition de cet appareil, dont le

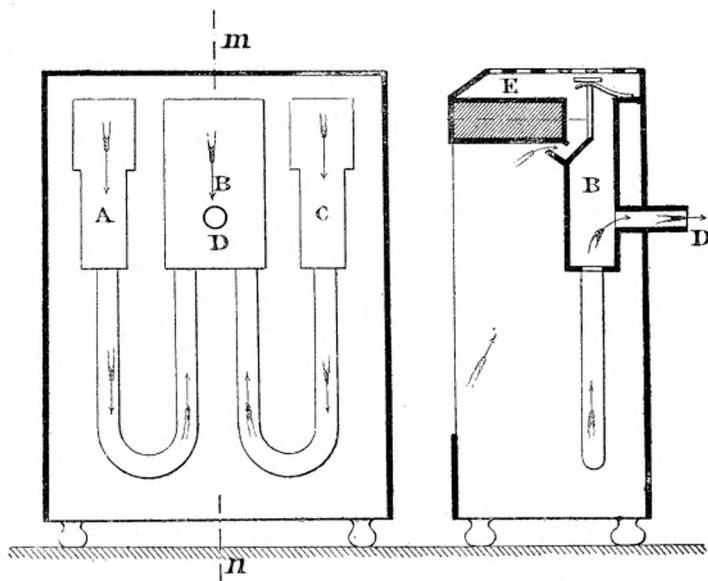


Fig. 148

récupérateur est constitué par trois boîtes ABC. Les produits de combustion reçus dans les boîtes A C, redescendent par les conduites en U jusqu'au bas de l'appareil et remontent dans la boîte B, d'où ils s'échappent dans la cheminée par la buse D.

Les briques réfractaires représentées en E sont destinées à retenir la chaleur.

A la partie supérieure du récupérateur se trouve un registre automatique, commandé par un ressort dont la dilatation, agissant sur un levier, ouvre ou ferme plus ou moins le registre et modifie ainsi l'appel d'air.

Parmi les appareils de chauffage construits par la maison Leclercq-Fonteneau le calorifère l'Incandescent mérite une mention toute spéciale. Il chauffe à la fois par rayonnement et par circulation d'air chaud. La figure 149 donne la

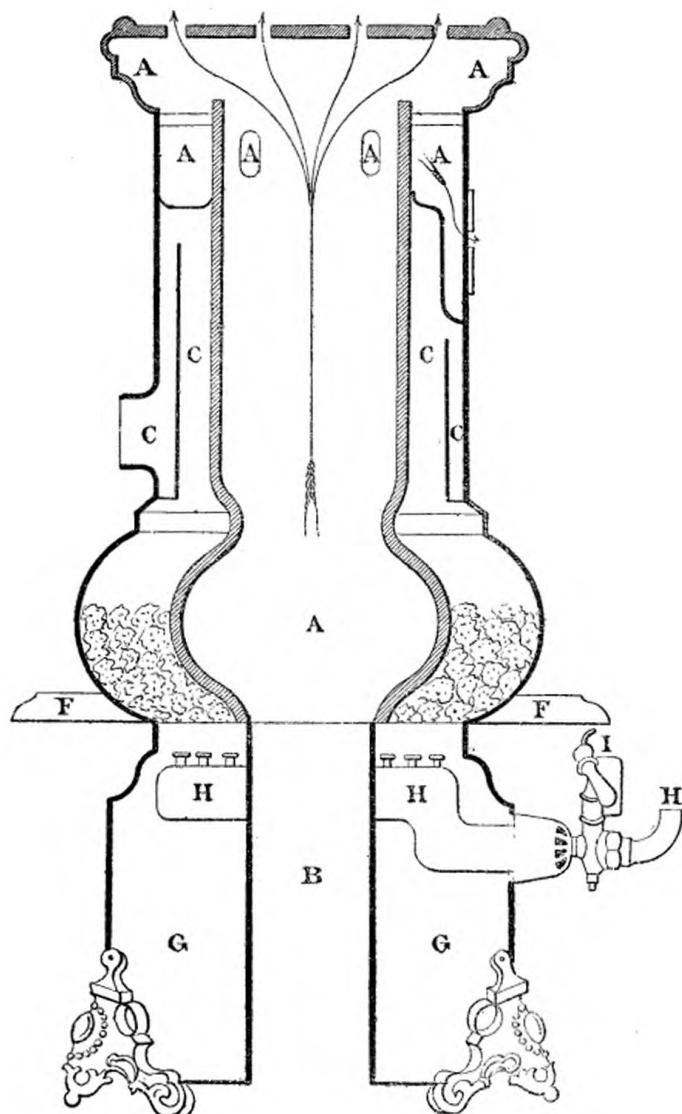


Fig. 149

coupe de cet appareil et la figure 150 en montre la vue extérieure avec les dimensions principales.

L'air froid arrive dans un cylindre en terre réfractaire D par le conduit vertical B.

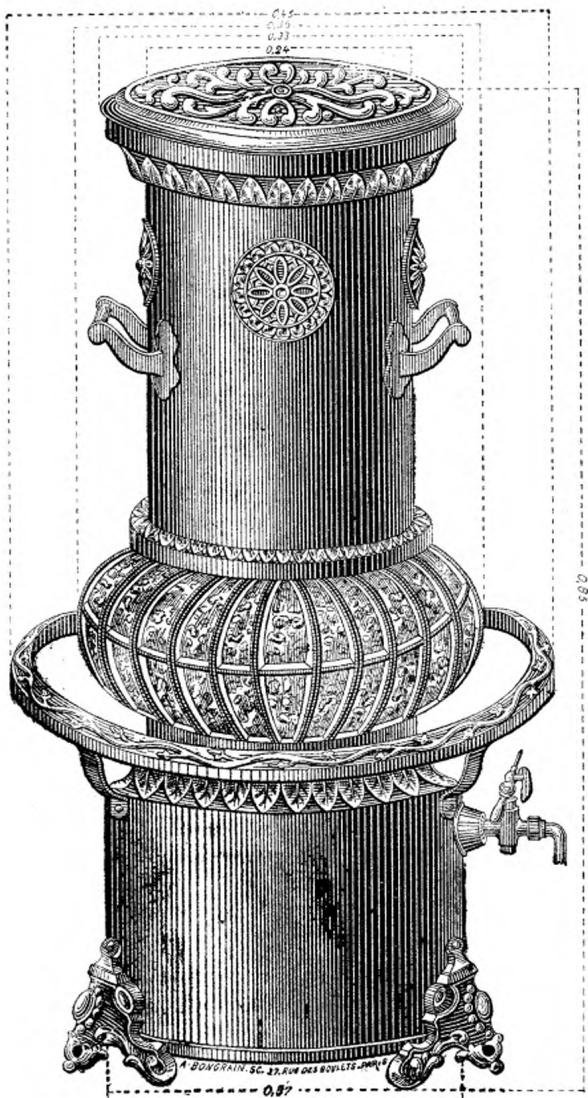


Fig. 150

La partie inférieure du cylindre A est entourée par des boules en terre réfrac-

taire portées à l'incandescence par le brûleur circulaire H. Les produits de combustion circulent autour du cylindre en terre réfractaire, contournent les chicanes C et s'échappent par le tuyau d'évacuation dans la cheminée.

L'air, chauffé dans tout son parcours dans le cylindre D s'échappe par les bouches A et se répand dans la pièce.

I est un allumoir spécial au brûleur.

F est une galerie chauffe-pieds.

La consommation du gaz est de 800 litres par heure à une pression de 20 millimètres et cette consommation peut être réduite à 100 litres sans que l'injecteur s'enflamme.

Le calorifère l'Incandescent ne se construit actuellement que sur un seul modèle établi pour chauffer une pièce de 150 mètres cubes. La hauteur totale de l'appareil est de 0^m,85. Son diamètre à la partie la plus large, 0^m,45. Le corps du cylindre extérieur mesure 0^m,24 de diamètre. Disons enfin que ce calorifère se fait roulant et peut ainsi se transporter très aisément d'une pièce à l'autre d'un appartement. Lorsque la disposition le permet, on adapte à la buse B une buse coudée de forme spéciale permettant de prendre l'air extérieurement. Au point de vue de l'hygiène c'est une excellente disposition qui ne peut d'ailleurs nuire en rien au bon fonctionnement de l'appareil.

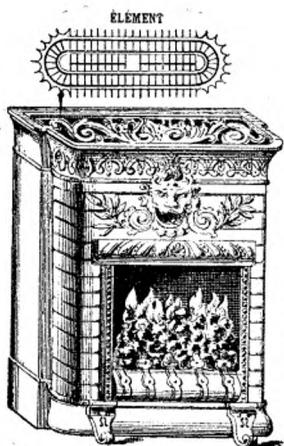


Fig. 151

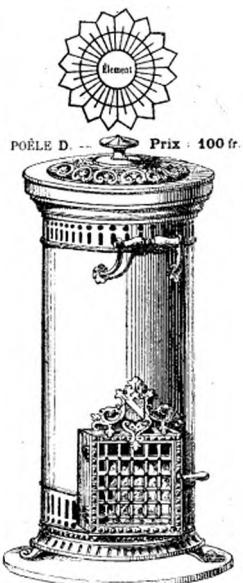


Fig. 152

La maison Mortimer-Sterling construit des poèles et cheminées chauffant à la

fois par rayonnement et par conductibilité. Ce dernier résultat est obtenu en disposant sur le parcours des produits de combustion des éléments de retenue et de diffusion de la chaleur. Ces éléments, constitués par des lames métalliques fondues ou soudées ensemble sont disposées de façon à déterminer dans l'appareil deux conduits distincts et parfaitement étanches, l'un pour les produits de combustion, l'autre pour l'air appelé. La chaleur reçue par les lames dans le premier conduit se transmet par conductibilité aux lames du second conduit et l'air se trouve ainsi chauffé.

Ces appareils présentent donc une grande surface de chauffe sous un volume restreint.

On voit figures 151 et 152 l élévation extérieure des deux types de poèles ou cheminées en même temps que la disposition des éléments de chacun de ces types.

La Maison Piot (ancienne Maison Legrand), 73, rue Sainte-Anne, s'est fait une spécialité des feux bûches à gaz (fig. 153). Ces feux bûches placés dans une cheminée constituent des appareils de chauffage d'un très bel aspect donnant une imitation parfaite d'un feu de bois. L'un de ces appareils fonctionnait dans une pièce du Pavillon du gaz.



Fig. 153

La maison Piot construit quatre modèles de feux bûches.

Le calorifère représenté par la figure 154 est également construit par la Maison Piot.

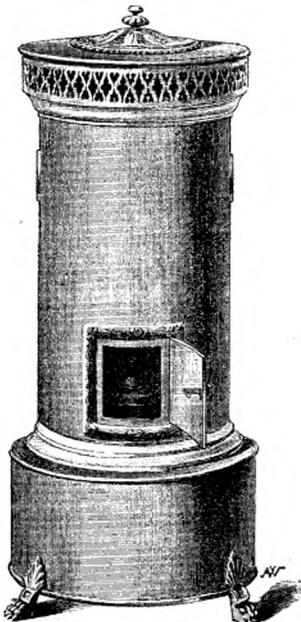


Fig. 154

Les poèles et cheminées de la Maison Martin fils, 64, Faubourg du Temple

sont des appareils de modèles courants aujourd'hui très répandus. Ils sont représentés par la figure 155.

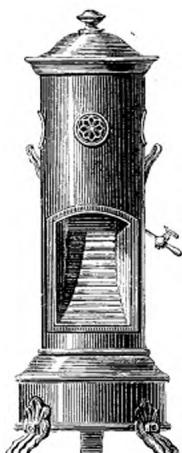


Fig. 155

sur quatre modèles de 65 à 80 centimètres de hauteur et 0^m,30 à 0^m,39 de diamètre.

M. Potain, 5, boulevard Voltaire, a imaginé un dispositif de poêle à gaz présentant un réel intérêt au point de vue de l'hygiène.

M. Prunier, dans une communication faite à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale a conclu que le poêle Potain constituait un véritable progrès dans la question du chauffage des appartements.

Le caractère particulier de cet appareil consiste en ce que l'air nécessaire à la combustion est pris en dehors de la pièce, en même temps que les produits de combustion sont expulsés à l'extérieur.

La figure 157 montre la coupe verticale de l'appareil, qui se compose de deux cylindres concentriques, le cylindre extérieur N en tôle et le cylindre intérieur H en cuivre.

Le brûleur est muni de régulateurs Giroud pour assurer la consommation normale du gaz, variable avec le modèle employé.

L'air nécessaire à la combustion du gaz est puisé au dehors par une tubulure FS'B faisant corps avec une autre tubulure ESA amenant l'air extérieur dans le cylindre en cuivre H.

Dans ces appareils, les flammes sont disposées de façon à ne pas produire de noir de fumée sur le réflecteur. Les flammes sont libres avec un léger courant d'air placé dans l'appareil.

Certains réflecteurs sont constitués par des tubes en cristal qui reflètent mieux que le cuivre et conservent mieux la chaleur.

La maison Pinçon-Duval construit un grand nombre de modèles de calorifères et cheminées à gaz. Nous citerons de cette maison :

L'appareil de chauffage lingerie (fig. 156), composé d'une cheminée à réflecteur surmontée d'un chauffe-fers à repasser comportant 3 ou 4 fers ;

Le poêle calorifère à gaz à réflecteur conique, s'employant sans tuyau d'évaporation et qui se construit

Les produits de combustion circulent autour du cylindre H et s'échappent par le tuyau D muni à son extrémité d'une lanterne G atténuant les coups de vent et prévenant les refoulements.

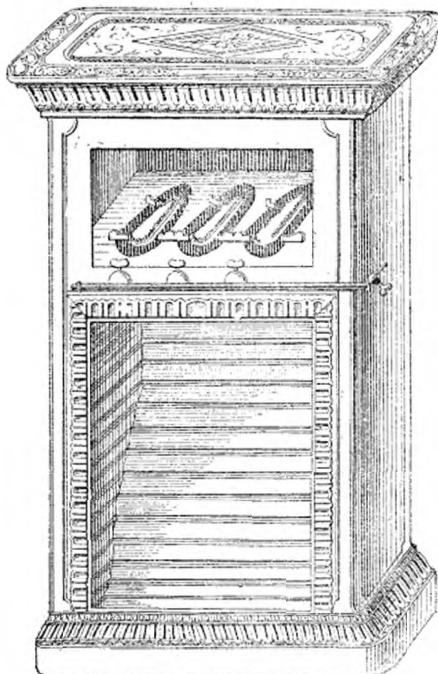


Fig. 156

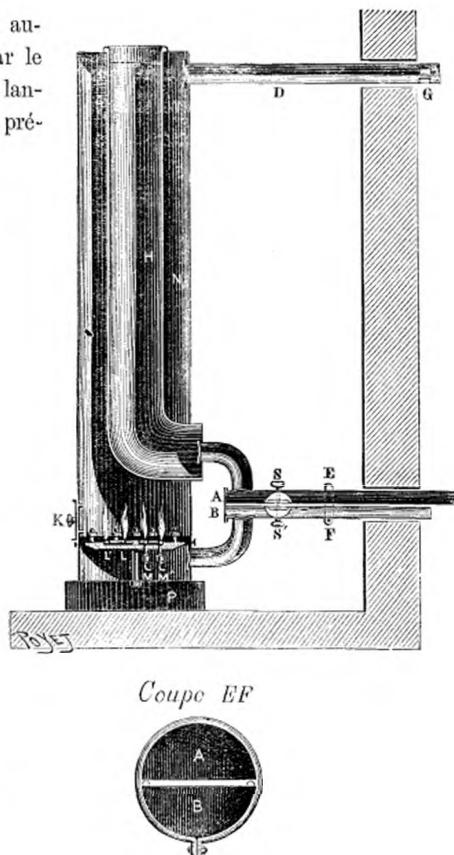


Fig. 157

L'air, arrivant par la tubulure ESA dans le cylindre intérieur H s'y échauffe, monte à la partie supérieure et se répand dans la pièce sans avoir été en contact avec les produits de combustion du gaz.

Le poêle Potain se construit sur plusieurs modèles. L'un d'eux consommant 500 litres à l'heure peut chauffer une pièce cubant 80 mètres.

Le modèle prismatique, destiné au chauffage des serres, jardins d'hiver, anti-chambres, ne diffère des autres que par le nombre des tubes intérieurs et la forme de la rampe qui est rectiligne (voir fig. 158).

L'allumage se fait en ouvrant le regard en mica, marqué sur la figure 157. De plus, il existe sur chacune des parties du tuyau d'arrivée de l'air, un diaphragme destiné à régler l'appel.

On peut donc faire servir ce poêle exclusivement pour la ventilation en ne donnant à la rampe que juste la flamme nécessaire pour déterminer un appel de l'air extérieur, qui sera envoyé dans la pièce à une température très peu supérieure à celle du dehors.

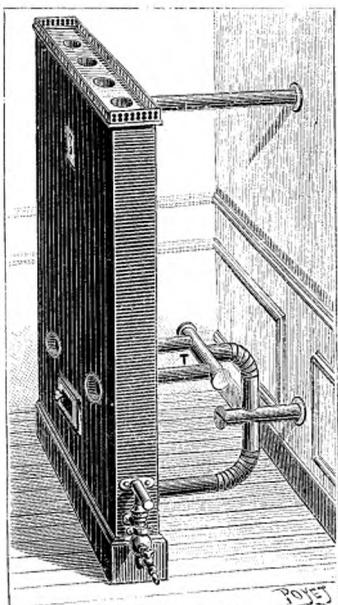


Fig. 158

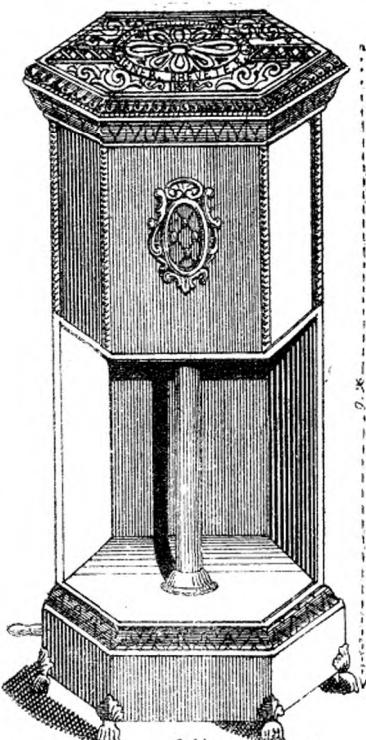


Fig. 159

On utilise quelquefois le poêle Potain en laissant les prises d'air à l'intérieur de la pièce, mais selon nous, c'est là retirer à l'appareil la principale qualité de son fonctionnement.

La Maison Wagner, 94, rue de la Folie-Méricourt, construit plusieurs modèles de calorifères sur deux types principaux.

Le calorifère à colonne représenté par la figure 159, est établi pour une consommation de 700 litres environ à l'heure.

La colonne creuse en cuivre puise l'air dans le socle et l'amène à la rampe de gaz à flammes blanches placée au-dessus de la partie ouverte du réflecteur.

La colonne se termine en haut par un cône auquel est superposé un autre cône rivé à la bouche de chaleur formant la partie supérieure du calorifère.

Le calorifère est fait pour fonctionner avec ou sans tuyau d'évacuation. Il répond à la demande d'un appareil bon marché.

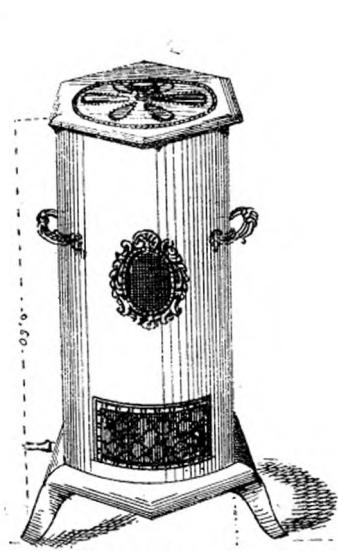


Fig. 160

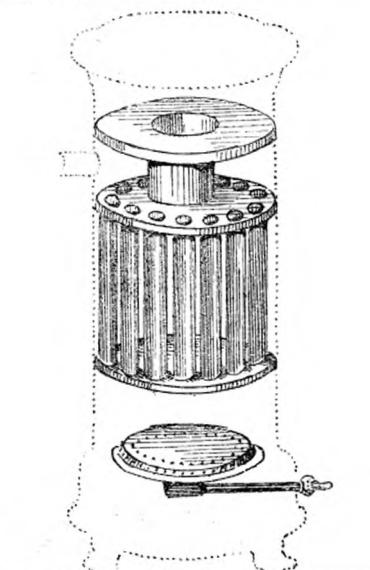


Fig. 161

Le calorifère tubulaire représenté en élévation par la figure 160 et dont la figure 161 donne la vue intérieure, diffère du précédent en ce qu'il ne peut s'employer sans tuyau d'évacuation.

Le fonctionnement de ce calorifère est analogue à celui du calorifère de cave dit à air chaud.

Le brûleur est à flammes bleues et consomme 450 à 500 litres de gaz par heure.

La Maison Wagner construit également des cheminées à colonne creuse, représentées par la figure 162.

La nouvelle cheminée à gaz à incandescence construite depuis peu par la Maison Vielliard (voir fig. 163 et 164) présente cette particularité de chauffer la pièce dans laquelle elle se trouve placée, par la radiation de surfaces métalliques portées à l'incandescence par la combustion du gaz. Le corps de cette cheminée est garni d'une série d'ornements à jour en métal qui rayonnent une chaleur intense, quand ils deviennent incandescents sous l'action des brûleurs à flamme bleue disposés en dessous.

L'appareil peut se placer en avant d'une cheminée ordinaire, qu'il suffit de boucher par une tôle percée d'un trou pour le passage des gaz brûlés. On peut aussi l'employer comme poêle ou calorifère dans une pièce qui ne serait pas pourvue

d'une cheminée, à condition d'y adapter un tuyau d'évaporation se rendant au dehors. Ce tuyau, enmarché en sens inverse des tuyaux de poèles ordinaires

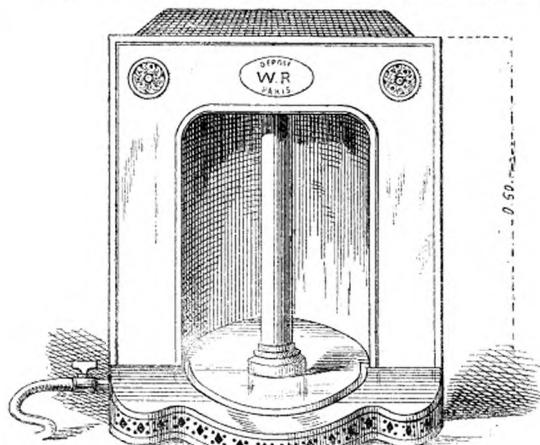


Fig. 162

doit avoir le plus de longueur possible dans la pièce, afin d'utiliser la chaleur emportée par les produits de combustion du gaz.



Fig. 163



Fig. 164

Cette cheminée se construit en fonte de deux grandeurs différentes. Le grand modèle comporte trois ou quatre brûleurs, et le petit modèle deux ou trois, suivant la grandeur de la pièce à chauffer. Chaque brûleur consomme en moyenne 400 litres de gaz. Un robinet placé latéralement à la base de la cheminée permet de ne laisser allumé qu'un seul brûleur quand la température voulue est obtenue et qu'il ne s'agit plus que de la maintenir.

L'allumage est facile ; il suffit de présenter une allumette enflammée au-dessus du foyer, en même temps qu'on ouvre le robinet de gaz. Quand la cheminée est posée sur un parquet, il est bon de la placer sur une tôle faisant saillie en avant de la galerie de 0^m,25 à 0^m,30, pour éviter l'échauffement du bois.

Les dimensions de ces cheminées sont données par le tableau suivant :

NUMÉROS	DÉSIGNATION	DIMENSIONS		
		Largeur	Hauteur	Profondeur au corps
820	Petit modèle, tout en fonte, tablier fonte émaillée, à 2 brûleurs, sans robinet . .	0 ^m ,45	0 ^m ,54	0 ^m ,12
—	Petit modèle, tout en fonte, tablier fonte émaillée, à 3 brûleurs, avec robinet . .	0 ^m ,45	0 ^m ,54	0 ^m ,12
794	Grand modèle, en fonte, encadrement du foyer et tablier en cuivre jaune poli, à 3 brûleurs, avec robinet	0 ^m ,64	0 ^m ,65	0 ^m ,16
—	Grand modèle, en fonte, encadrement du foyer et tablier en cuivre jaune poli, à 4 brûleurs, avec robinet	0 ^m ,64	0 ^m ,65	0 ^m ,16

Le calorifère Leeds, d'origine anglaise et exploité à Paris par M. Lhomme, 175, rue Saint-Honoré a été construit en vue d'obtenir un rayonnement direct de la chaleur sur le plancher.

Ces calorifères se font sur deux modèles, l'un carré, l'autre rectangulaire (fig. 165). La chaleur est produite par une rampe de gaz à flamme bleue portant à l'incandescence une paroi en terre réfractaire garnie de filaments d'amiante.

Le réflecteur, constitué par un cadre en vitraux de couleur, donne à l'appa-

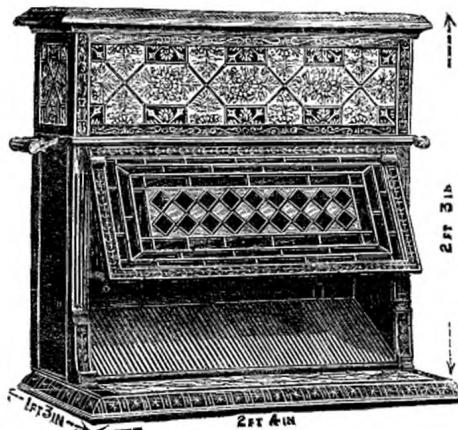


Fig. 165

reil un très bel aspect décoratif ainsi qu'on a pu le voir dans le cabinet de travail du Pavillon du gaz à l'Exposition.

Les calorifères Leeds s'emploient avec ou sans tuyau d'évaporation.

La Maison Chas Wilson et fils de Londres, représentée à Paris, par M. John Cyrus, 7, rue Lebon, construit quelques types de cheminées dans lesquelles le gaz porte à l'incandescence des barreaux de fer et la chaleur est renvoyée dans la pièce par une plaque en terre réfractaire. Ce genre d'appareils est d'ailleurs vendu à Paris par la maison Allez frères, et les figures 166 et 167

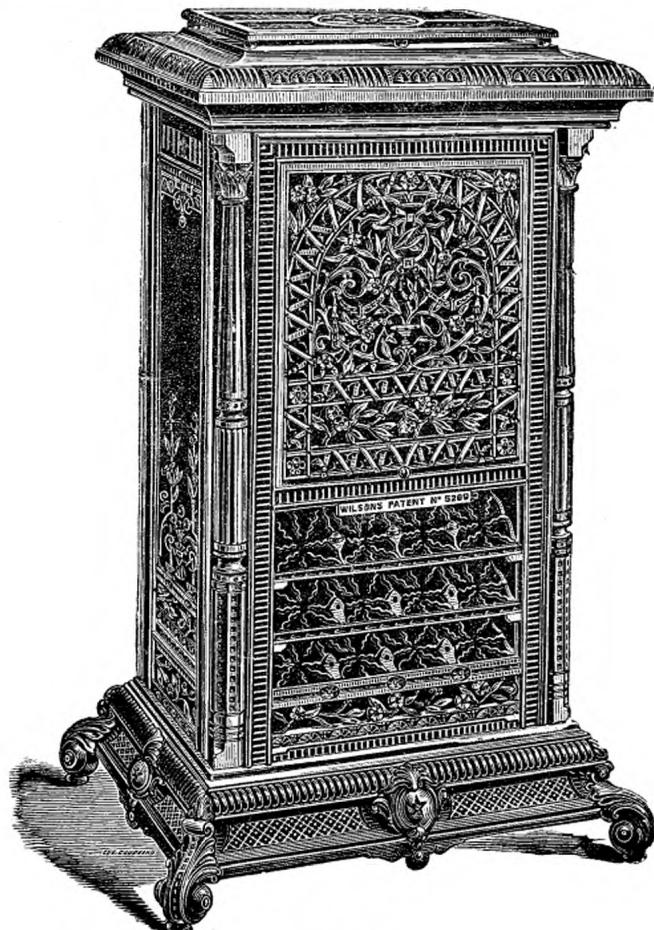


Fig. 166

représentent les deux modèles principaux. Celui de la figure 166 mesure 0^m,85 et 0^m,48 et celui de la figure 167 se fait sur 3 dimensions, de 0^m,38 de hauteur et de 28, 38 et 39 centimètres de largeur.



Fig. 167



Fig. 168



Fig. 169

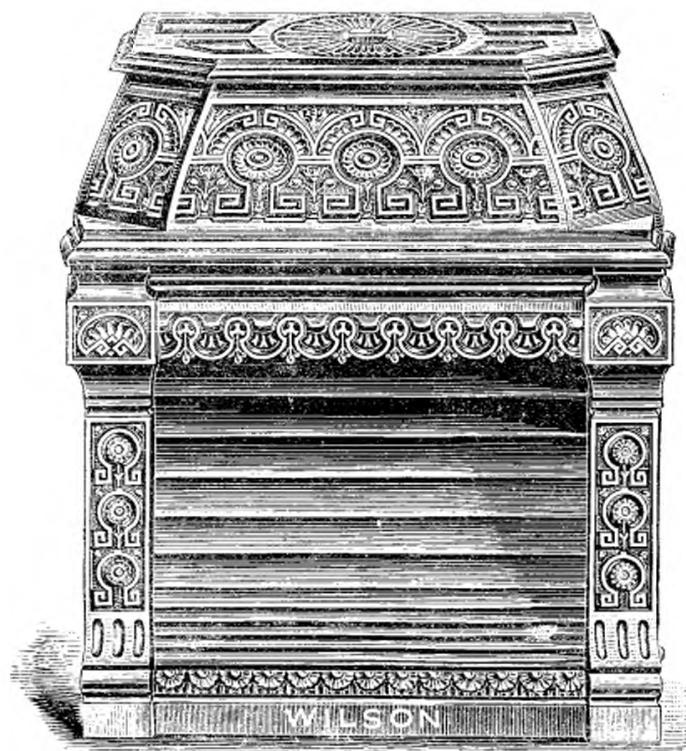


Fig. 170

Citons encore de la maison Wilson le poêle de chauffage dit l'*Elégant* avec alimentation d'air chaud, représenté par la figure 168, et qui se fait sur 3 modèles.

Le poêle Comely, en émail noir, est un appareil de grandeur moyenne entre les deux types que nous venons d'examiner. Il est représenté par la figure 169.

Le poêle Lustre (fig. 170) est un poêle à réflecteur à flammes blanches fonctionnant sans tuyau d'évacuation. Il se fait sur 3 modèles, ses dimensions sont 0^m,30, 0^m,35, 0^m,40 sur une hauteur uniforme de 0^m,38.



Fig. 171

Enfin, citons encore de la maison Wilson une petite cheminée dont le foyer est constitué par des lames de fonte ondulée et désignée sous le nom de *Parisienne*.

Cette cheminée, de dimensions très restreintes et de construction récente, est représentée par la figure 171.

Pour terminer la liste des spécimens d'appareils de chauffage de fabrication

anglaise, nous citerons le *Condensing Gas Stover the Imperial*, construit par la Maison J. Wright de Birmingham.

Ce poêle à condensation est représenté en coupe et en élévation par les figures 172 et 173.

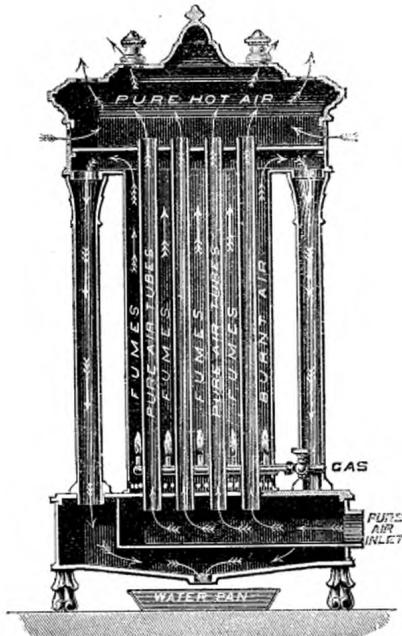


Fig. 172

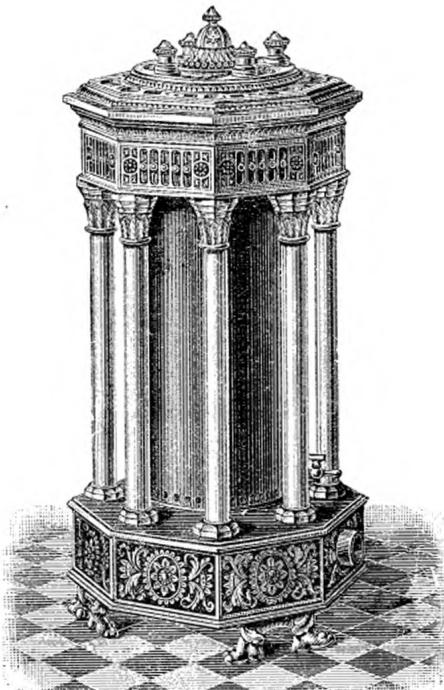


Fig. 173

La coupe permet de se rendre compte du fonctionnement de l'appareil. Le corps du poêle est occupé par des tuyaux entre lesquels se trouve le brûleur. Les produits de combustion remontent autour de ces tuyaux qu'ils échauffent jusqu'à la partie supérieure de l'appareil et redescendent par les colonnes creuses où ils se condensent. On voit, au-dessous du poêle le réservoir dans lequel tombent les produits de la condensation.

L'air appelé dans les tubes traverse dans toute leur longueur, s'échauffe dans ce parcours et vient sortir par les bouches ménagées à la partie supérieure du poêle. Cet appareil est fait pour fonctionner sans tuyau d'évaporation.

L'appareil représenté par la figure 174 est également construit par la maison Wright, il est désigné *The Queen stove*. La flamme du gaz porte à l'incandescence des boules creuses en matière réfractaire amiantée dont la figure 175 donne une image assez exacte.

La partie supérieure de l'appareil est constituée par un double canal semi-



Fig. 174

circulaire. L'air appelé par la partie vide du foyer passe dans ce double conduit et se répand dans les parties ajourées de l'enveloppe extérieure.



Fig. 175



Fig. 176

Dans certains foyers de la Maison Wright, le gaz porte à l'incandescence une plaque en matière réfractaire garnie de filaments d'amiante. La figure 176 donne assez bien l'aspect de cette plaque.

CHAPITRE VII

CUISINE AU GAZ

Le développement pris dans ces dernières années par la cuisine au gaz réclamait pour cette partie si intéressante de l'industrie du gaz une large place à l'Exposition et le sous-sol du Pavillon du gaz renfermait une collection des plus complètes de tous les appareils français et étrangers employés au chauffage culinaire.

Grâce à l'usage, les préventions existant autrefois sur la cuisine au gaz ont complètement disparu et tout le monde est aujourd'hui convaincu que la cuisine au gaz ne communique aucun goût désagréable aux aliments et ne répand de mauvaise odeur dans la pièce que quand on néglige l'entretien des brûleurs.

La régularité du chauffage au gaz, la facilité avec laquelle on lui donne toute intensité désirable, l'absence de toute espèce de manipulation lui assurent aujourd'hui la préférence pour la cuisine. Mais le gaz n'est pas seulement utilisé comme agent de chauffage culinaire, ses emplois multiples permettent de lui assurer un rôle plus considérable. En même temps qu'il sert à l'éclairage, il contribue à assurer la ventilation du local, qu'il débarrasse de toutes les émanations et odeurs dont la présence rend malsain le séjour de la pièce, il sert au chauffage des divers locaux dépendant de la cuisine, resserres, offices, et enfin, grâce à son emploi comme force motrice il peut encore être utilisé pour toutes les manipulations inhérentes à la cuisine : manœuvre des monte-charges, rouleaux à patisserie, meule à aiguiser, etc., etc., machine à laver les assiettes, passe-purée, etc., et sous ce rapport nul autre agent ne se prête mieux que lui à la diversité des services.

Le grand nombre de moteurs à gaz depuis 5 kilogrammètres jusqu'à 100 chevaux de force, le peu d'emplacement qu'ils nécessitent, leur entretien presque nul, leur mise en marche simple et rapide leur assurent, pour cet usage, une supériorité incontestable sur tout autre genre de moteurs. Plusieurs grandes cuisines de restaurants et autres établissements importants fonctionnent aujourd'hui exclusivement au gaz et cela à des conditions de dépense très acceptables.

On peut, en effet, s'en rendre compte par l'examen de quelques résultats que

nous donnons ci-après, dans lesquels la dépense argent est calculée en comptant le gaz à 0 fr. 30 le mètre cube, chiffre à modifier selon le prix du gaz utilisé.

Voici d'abord quelques menus exécutés avec un petit fourneau portatif composé d'un brûleur à double couronne et d'une grillade rôtissoire.

Déjeuner, 2 personnes.

Foie de veau sauté.

Pommes de terre.

Café.

Dépense	{	en gaz.	150 litres.
		en argent.	4 centimes $\frac{1}{2}$.

Déjeuner, 1 personne.

Omelette.

Pieds Sainte-Menehould.

Café.

Dépense	{	en gaz.	203 litres.
		en argent.	6 centimes.

Déjeuner, 2 personnes.

4 œufs au beurre noir.

1 filet grillé (430 grammes).

Café.

Dépense	{	en gaz.	210 litres.
		en argent.	6 centimes.

Déjeuner, 2 personnes.

4 côtelettes de mouton.

Pommes de terre sautées.

Café.

Dépense	{	en gaz.	310 litres.
		en argent.	9 centimes.

Déjeuner, 3 personnes.

Sole au gratin.

Poulet sauté.

Café.

Dépense	{	en gaz.	297 litres.
		en argent.	9 centimes.

Choucroute garnie.

Composition.	Choucroute dessalée et égouttée	2 ¹ ,500
	3 saucisses (ensemble)	0 ,250
	1 cervelas	0 ,100
	Lard fumé.	0 ,225
	Graisse.	0 ,225
	1 litre bouillon gras pesant.	0 ,950
	1/4 litre de vin blanc pesant	0 ,300
	Total en poids.	<u>4¹,275</u>

Cuisson à feu doux :

Temps, 6 heures ; — Gaz, 603 litres ; — Argent, 0 fr. 18 ; — soit, 0 fr. 03 par heure.

Poisson.

Composition.	Mulet pesant 1 kilogramme 310 ;	
	1 litre de vin blanc ;	
	1 litre d'eau :	
	1/4 litre de vinaigre et légumes.	

Temps, 35 minutes ; — Gaz, 165 litres ; — Dépense, 0 fr. 05 c.

Rôties.

Un gigot de mouton pesant 2 kilog., 420.

Temps, 1 heure 7 minutes ; — Gaz, 664 litres ; — Dépense, 0 fr. 20 c.;
Chaleur utilisée en même temps : 5 litres d'eau portés de 24° à 98°.

Temps.	50 minutes
Dépense { en gaz.	516 litres.

en argent 15 centimes.

Déjeuner, 2 personnes.

Dépense	Perdreau rôti.	
	4 œufs sur le plat.	
	Café.	

en gaz. 247 litres.
en argent 7 centimes.

Dîner, 3 personnes.

Dépense	Soupe à l'oignon.	
	1/2 lapin gibelloise ; — Veau rôti (3 livres).	
	Café.	

en gaz. 750 litres.
en argent 22 centimes.

Dîner, 3 personnes.

Potage julienne.
 Filet de bœuf (1 kilog., 310); — Macaroni au gratin.
 Café.

Dépense { en gaz 700 litres.
 en argent 21 centimes.

Dîner, 4 personnes.

Potage macaroni ou parmesan.
 Bœuf mode (1 kilog., 500; lard, pied de veau, etc., 0 kg., 350).
 Poulet rôti. — Café.

Dépense { en gaz 762 litres.
 en argent 23 centimes.

Nous complétons ces résultats par d'autres trouvés en opérant sur des quantités plus grandes et que nous empruntons à un ouvrage de M. G. Germinet sur le chauffage au gaz.

Pot au feu.

Composition : (Bœuf, compris os) 2 kilog., 080.
 8 litres d'eau et légumes.

Durée de la cuisson. 50 minutes
 Dépense { en gaz 516 litres.
 en argent 25 centimes.

Dinde rôtie.

Durée de la cuisson. 1 h. 30 minutes.
 Dépense { en gaz 850 litres.
 en argent 25 centimes.

Grillades.

5 côtelettes de mouton pesant ensemble 0^{kg},470. — Durée de la cuisson, 15 minutes
 Gaz, 125 litres. — Dépense, 0 fr. 037.

Pâtisserie au four.

Un savarin : durée de la cuisson, 40 minutes.

Dépense { en gaz 570 litres.
 en argent 17 centimes.

8 madeleines : durée de la cuisson, 35 m.

Dépense { en gaz 337 litres.
 en argent 10 centimes.

Nous ajouterons, avant de passer à l'examen des principaux appareils employés que l'usage du gaz comme agent culinaire et les services qu'il peut rendre comme tel viennent d'être sanctionnés par les Ecoles et Cours de cuisine récemment organisés à Paris, et notamment par l'Ecole professionnelle de Cuisine, rue Bonaparte, qui l'emploient constamment dans leurs leçons et conférences pour les démonstrations.

Les brûleurs à gaz construits actuellement pour le chauffage culinaire peuvent se ramener à quelques types principaux basés eux-mêmes sur le principe du bec Bunsen.



Fig. 177

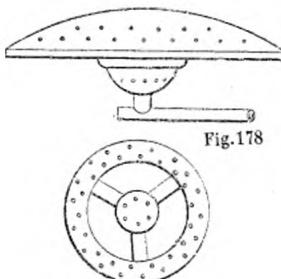


Fig. 178

Fig. 179

Nous citerons d'abord par ordre chronologique le brûleur Bengel représenté par la figure 177. Dans ce brûleur le tube à air B est une couronne, dans laquelle le gaz arrive par un injecteur A, entraînant l'air avec lequel il se mélange avant d'arriver aux orifices D ménagés sur la surface de la couronne et où se fait l'inflammation.

Le brûleur Marini se compose d'un tube creux vertical ou horizontal fermé par un disque percé à la périphérie de cinq trous donnant libre passage à l'air. Le gaz arrive par le tube sur lequel est vissé le premier.

Le brûleur proprement dit est une rondelle creuse en fonte de fer percé de deux ou trois rangées de trous.

Le brûleur Raymond (fig. 178), dit brûleur Champignon, se compose de deux rondelles ou pièces concaves circulaires s'emboitant l'une dans l'autre en ne laissant que l'espace nécessaire pour obtenir la circulation libre du mélange d'air et de gaz. Le gaz arrive au centre d'une proéminence demi-sphérique située immédiatement au-dessous et au centre des rondelles.

Sur la périphérie sont ménagés des trous pour le passage de l'air appelé.

Les brûleurs construits actuellement par M. Martin sont des perfectionnements des brûleurs-couronnes construits en 1861 par M. Lenoble. Le principal de ces perfectionnements réside dans la possibilité de démonter la rampe à l'en-droit de l'injecteur. Ce résultat est obtenu au moyen d'une disposition de monture à carré ou autrement dit à baïonnette.

On doit à M. Bengel un perfectionnement du brûleur-couronne dans le but de faire profiter les flammes de l'air ambiant destiné à la combustion.

De là, le brûleur-couronne avec canaux disposés en rayons (fig. 179) et répartissent régulièrement les flammes et par conséquent la chaleur produite.

Le brûleur-couronne de M. Vielliard se distingue par la position des trous qui sont percés sur la partie latérale et intérieure de la couronne. Les flammes convergent vers le centre et la chaleur se trouve ainsi concentrée.

M. Leray combina la construction du brûleur à champignon pour en permettre le démontage.

Le champignon est constitué par une plaque de fonte perforée C présentant deux nervures circulaires concentriques venues de fonte déterminant ainsi au centre un premier foyer circulaire et autour un second foyer annulaire.

Cette plaque est percée de 4 couronnes de trous d'émission du gaz. Une plaque de recouvrement se juxtapose sur la première à laquelle elle est fixée par deux vis à écrous. Cette plaque porte deux ouvertures circulaires pour le passage des tubes amenant le gaz mélangé d'air.

M. Liotard a modifié par une disposition analogue un des modèles de brûleurs pour diviser le brûleur en deux parties distinctes avec deux alimentations différentes.

Tous les perfectionnements apportés dans la construction des brûleurs ont porté sur la mobilité et la facilité du nettoyage des pièces susceptibles d'enrassement. Ce sont là des détails de construction qui s'apprécient à premier examen de l'appareil. Nous trouvons par exemple le brûleur Octrue et le brûleur Frappart, qui offrent tous deux quelques spécimens bien compris de ces perfectionnements. La figure 180 représente un brûleur Martin, démonté.

Il nous reste quelques mots à dire des rôtissoires et des fours à pâtisserie qu'on ne saurait évidemment séparer des appareils de cuisine.

La chaleur, dans les rôtissoires est produite par une rampe à flammes blanches dont les jets sont très longs et le plus souvent horizontaux. La viande à rôtir est placée dessous au devant la flamme, mais n'est jamais en contact avec les produits de combustion, du moins dans les rôtissoires de construction française.

Toute pièce à rôtir devant être « saisie », il faut avoir soin d'allumer la rôtiſſoire un peu avant d'y introduire la viande.

On accorde généralement au gaz cet avantage de produire en brûlant une certaine quantité de vapeur d'eau de sorte que les produits de la combustion

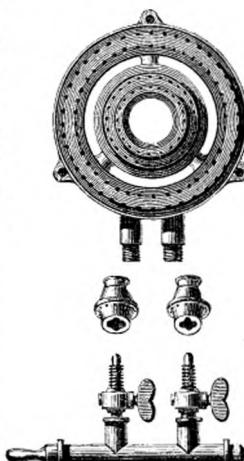


Fig. 180

n'ont pas tendance comme ceux du charbon, qui ne contiennent pas de vapeur d'eau, à extraire de la viande la quantité d'eau nécessaire à leur saturation.

Les fours à pâtisserie sont aujourd'hui très répandus dans les ménages. En principe, ils se composent d'une boîte en tôle à double enveloppe entre les parois de laquelle on fait circuler les produits de combustion d'une ou plusieurs rampes de gaz analogues à celles des rotissoires.

Nous nous proposons, d'examiner dans ce chapitre les principaux types d'appareils construits pour le chauffage culinaire par les différents appareilleurs et fabricants en France et à l'étranger.



Fig. 181

La Maison André et C^{ie} de Lyon construit un certain nombre de modèles de petites cuisinières au gaz avec four, très élégantes. La figure 181 donne la vue d'un des modèles de dimensions moyennes. Le corps de la cuisinière mesure en longueur 0^m,65 — en largeur 0^m,28 — en hauteur 0^m,58. Elle comporte : trois brûleurs consommant respectivement 360, 180 et 80 litres à l'heure ; une rotissoire, brûlant 650 litres à l'heure et un four chauffé par la rampe de la rotissoire.

La Maison Bengel, 64, avenue Parmentier, construit différents modèles de réchauds à champignons, dont le principe et la description ont été donnés précédemment.

Les cuisinières de 3 à 8 feux exposées par cette maison sont caractérisées par la position des tubes d'alimentation qui sont disposés en jeu d'orgue, tous verticaux et soudés par une rampe horizontale à alimentation unique.

Cette disposition a pour avantage d'éviter l'échauffement des robinets et de dégager entièrement la devanture et les faces latérales des fourneaux ; mais d'autre part, la multiplicité des robinets disposés ainsi tous sur une même ligne rend difficile de voir à première vue quel réchaud ils commandent.

Le grand modèle de cuisinière à 8 feux dont 5 à deux robinets, deux fours, un réservoir à eau chaude, possède 16 tubes au jeu d'orgue et par conséquent 16 robinets. Nous donnons ci-après le résultat de quelques expériences faites sur la consommation d'un fourneau à gaz de la Maison Bengel.

1^o Fourneau à 2 feux, 3 alimentations :

	Pression 15 ^m /m	Pression 20 ^m /m	Pression 30 ^m /m
Brûleur à 2 alimentations, brûlant entièrement ouvert.	—	—	—
Couronne simple.	383 ^{lit.}	456 ^{lit.}	560 ^{lit.}

2^e Essais séparés du brûleur couronne et du jet central du foyer à 2 alimentations:

Couronne	276 lit.	333 lit.	432 lit.
Jet central.	121	142	170

3^e Essais des brûleurs fonctionnant ensemble :

Pression	Dépense
15 ^m /m	649 litres
20 »	781 »
30 »	922 »

La particularité la plus intéressante des appareils construits par la Maison Bugnod et Garnier à Lyon consiste dans l'usage d'un robinet automoteur.

Ce robinet, représenté par la figure 182, permet lorsqu'on enlève un plat ou un récipient quelconque du feu sur lequel il est placé, de fermer automatiquement le gaz grâce à un champignon qui se relève immédiatement au moyen d'un contrepoids maintenu dans l'axe du brûleur.

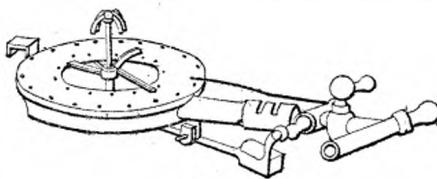


Fig.-82

D'autre part, un allumeur reste constamment ouvert et rallume le fourneau dès qu'on replace le vase sur le feu.

La dépense du gaz consommé par l'allumeur ne dépasse pas 0 fr. 01 ou 0 fr. 02 à l'heure.

Les ateliers de la Compagnie Parisienne du Gaz construisent des fourneaux de cuisine au coke et au gaz, d'un modèle nouveau, et dont plusieurs importantes applications ont été faites dans de grands immeubles.

Ces appareils permettent, en effet, de réfuter une objection souvent faite à la cuisine au gaz d'imposer, en hiver, une dépense supplémentaire pour le chauffage.

Les fourneaux de cuisine au coke et au gaz peuvent fonctionner, soit entièrement au coke, soit entièrement au gaz, soit à la fois au coke et au gaz, mais les produits de combustion du coke (ou charbon) et du gaz sont soigneusement séparés les uns des autres dans les fourneaux nouveaux modèles.

L'allumage du coke est fait au moyen d'un bec de gaz se dégageant dans un tube, au-dessous de la grille, et percé de trous qui disséminent la flamme dans le coke et en rendent l'allumage facile. On fait ainsi disparaître l'inconvénient que l'on reproche parfois au coke. L'allumage, par ce système, est toujours sûr et rapide; la dépense (100 à 150 litres de gaz) n'est pas supérieure à celle qu'entraînent les margotins, allume-feux, etc.; il a, en outre, l'avantage de ne pas encrasser les fourneaux, comme celui qui est fait avec le bois, auquel souvent les

cuisinières ajoutent de vieux chiffons imbibés de pétrole, de graisse; il réussit toujours et n'oblige jamais à vider le foyer pour recommencer un allumage *raté*.

Le bain-marie présente une disposition particulière : *le couvercle est à charnière*, ce qui en évite le déplacement quand on veut verser de l'eau froide; un flotteur, placé dans la chaudière, fait monter et descendre une tige extérieure qui indique, à tout instant, la hauteur de l'eau, et met à l'abri des coups de feu qui brûlent une chaudière mise à sec.

Le robinet d'eau chaude est d'un système spécial qui ne fuit pas, et sa manœuvre, au moyen d'une clef en bois, se fait facilement sans se brûler les mains.

Le four et l'étuve ne présentent rien de particulier; seulement, le four peut être chauffé au gaz au moyen d'une rampe intérieure lorsque le coke n'est pas allumé, et aussi par une seconde rampe au gaz placée en dessous. On obtient ainsi un mode de chauffage par le gaz seul, correspondant à toutes les exigences de la cuisine et de la pâtisserie.

Tous les robinets sont munis de clefs en bois qui en rendent la manœuvre très facile, sans se brûler les doigts.

Le gril est indépendant de la lèche-frite, ce qui permet d'éloigner plus ou moins cette dernière, et d'éviter que le jus ne graillonne et ne se calcine.

Si l'on veut faire une excellente grillade avec ces appareils, il faut :

1° Allumer la rampe à gaz pendant cinq minutes, et placer le gril le plus près possible des flammes, la lèche-frite restant en bas;

2° Placer les viandes à griller près des flammes, et relever la lèche-frite autant que possible. Aussitôt que les viandes sont saisies et commencent à rendre leur jus, on abaisse la lèche-frite de façon que le jus ne soit pas surchauffé et calciné.

Les lèches-frites de ces appareils sont disposées, du reste, en plan incliné, ce qui ramène et condense le jus en avant, là où la chaleur est moins intense, au lieu de le laisser exposé en couche très mince à la grande chaleur intérieure.

Pour les rôtis, les dispositions sont les mêmes ; il suffit de remplacer le gril par la broche.

Nous ferons remarquer seulement l'avantage que présente l'installation de la broche, qui repose en avant sur un crochet dont la hauteur peut varier. Lorsque les pièces à rôtir sont inégales de forme, comme le gigot, par exemple, on peut incliner la broche d'avant en arrière, de façon que toute la surface de la pièce se trouve sensiblement à même distance de la flamme. On obtient ainsi une cuisson plus régulière.

Les fourneaux de cuisine, coke et gaz, sont établis sur cinq modèles, représentés :

Les modèles n°s 1, 2, 3, par la figure 183;

Le » n° 4, » 184;

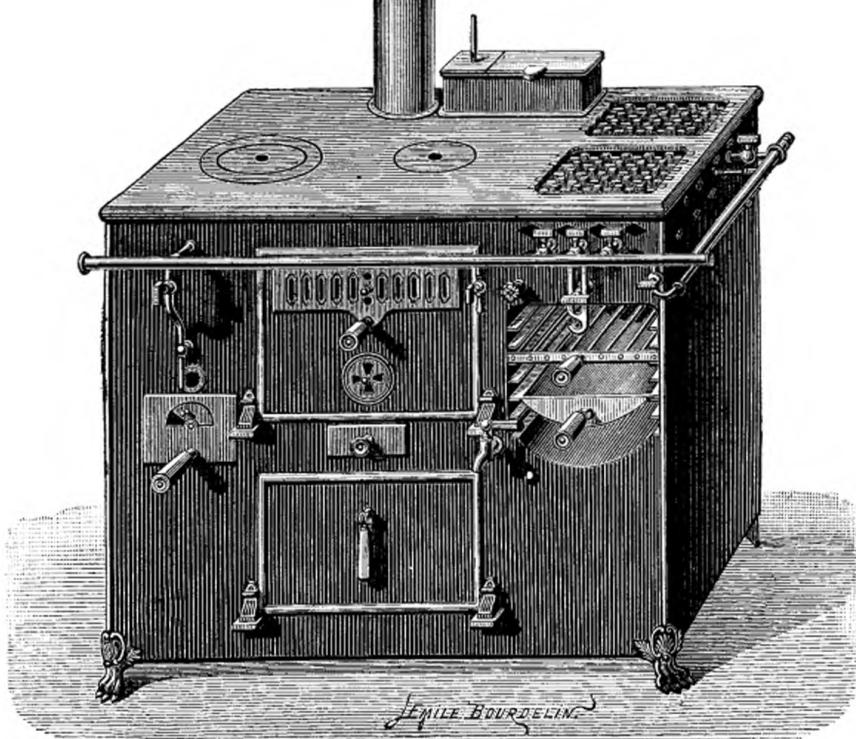
Le » n° 5, » 185.

Leurs dimensions sont données dans le tableau suivant :

NUMÉROS	Hauteurs	Largeurs	Profondeurs	OBSERVATIONS
1	0 ^m , 780	0 ^m , 920	0 ^m , 490	Sans rampe dans le four.
2	0 , 780	1 , 040	0 , 600	Avec 1 rampe dans le four.
3	0 , 780	1 , 500	0 , 650	Avec 1 rampe dans le four et 1 rampe en dessous du four.
4	0 , 800	1 , 840	0 , 760	Sans grillade au charbon.
5	0 , 800	2 , 200	0 , 860	Avec grillade au charbon et grillade séparée au gaz.
				Sans grillade au charbon, avec bouilleur

FOURNEAU DE CUISINE
AU COKE ET AU GAZ
N^os 1, 2 ET 3

Fig. 183



FOURNEAU DE CUISINE AU COKE ET AU GAZ
N° 4

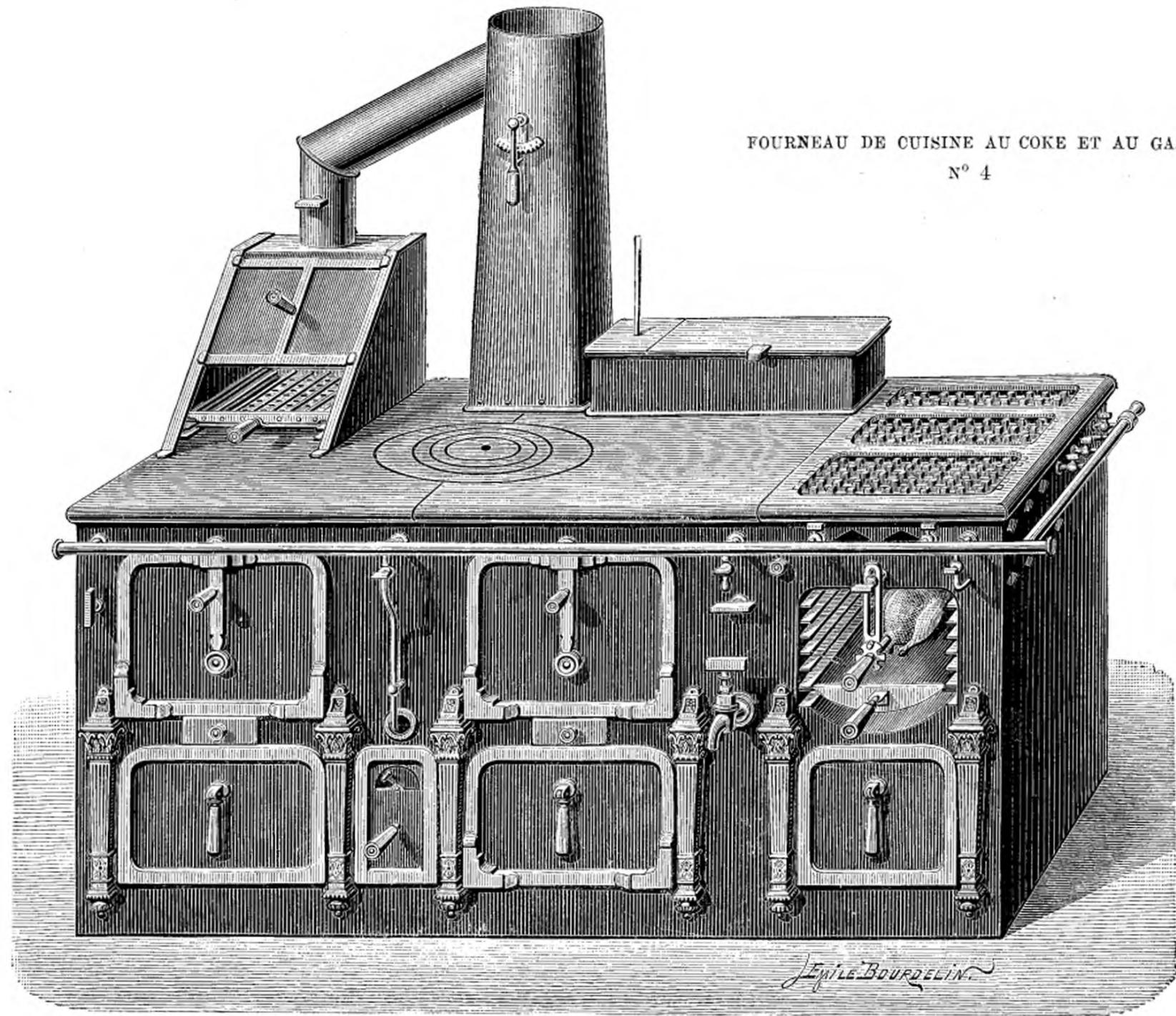
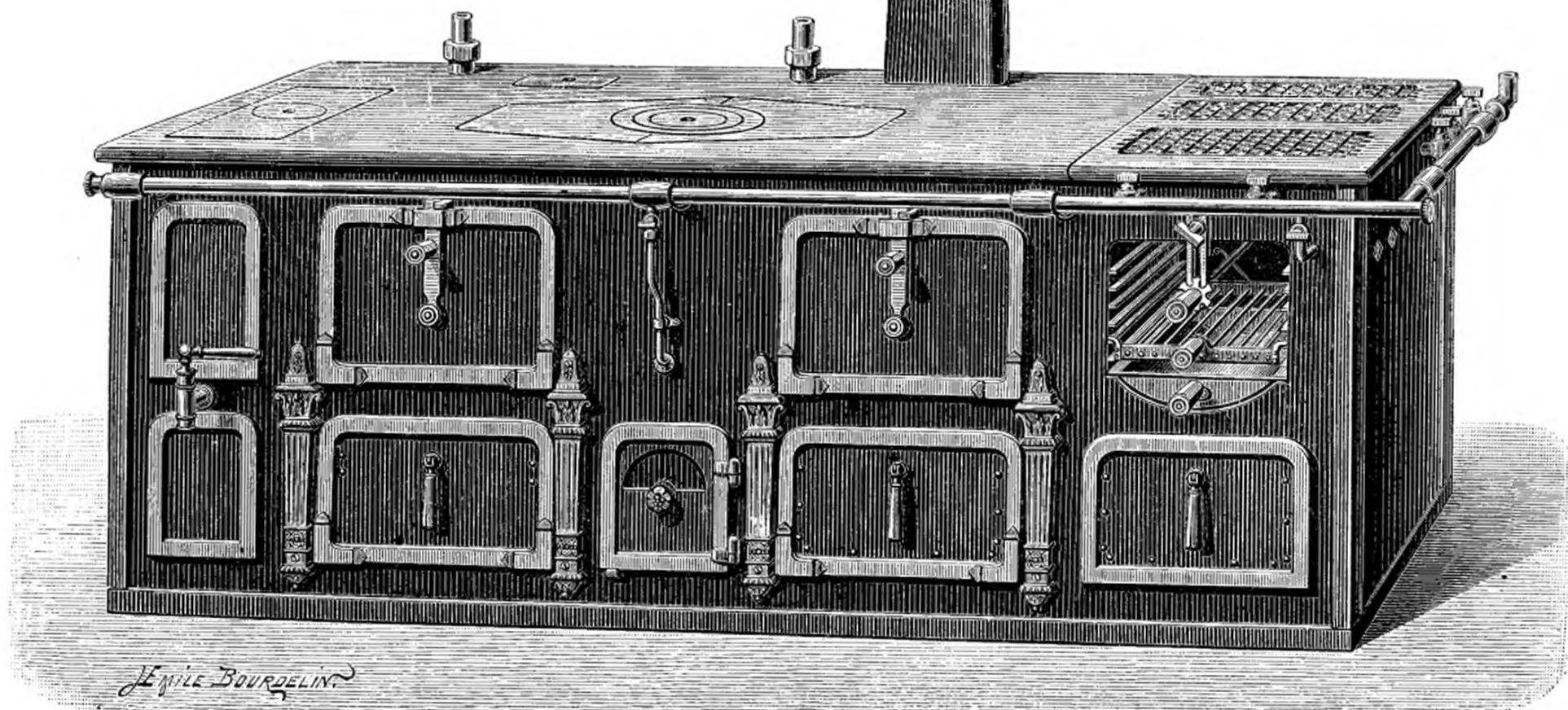


Fig. 184

FOURNEAU DE CUISINE AU COKE ET AU GAZ
N° 5



J. E. BOURDELIN.

Fig. 185

Le modèle n° 2 peut suffire aux besoins journaliers d'un ménage de six personnes, et alimenter facilement une table de 10 à 14 couverts. Le modèle n° 4 est au moins d'une puissance double. Le modèle n° 5 est muni d'un bouilleur en cuivre rouge de 60 litres de capacité que l'on relie par deux tuyaux à un réservoir d'eau placé, soit dans la cuisine, soit dans un local quelconque situé dans l'appartement. L'eau de ce réservoir se chauffe par une circulation continue avec le bouilleur. On a ainsi constamment de l'eau chaude pour lavabos, cabinets de toilette, etc., etc.; elle peut atteindre la température d'environ 75°.

Nous pouvons donner les chiffres exacts de consommation de coke et de gaz pour un appareil n° 2, placé pendant trois ans dans une maison dont le personnel se compose de six personnes constamment, de dix à douze fréquemment, et, trois ou quatre fois par an, de dix-huit personnes.

La cuisine est faite au coke et au gaz pendant les mois d'hiver, du 15 octobre au 15 mai; au gaz seul, pendant les mois d'été, du 15 mai au 15 octobre.

La consommation pour la cuisine mixte est, par mois, de } 6 hectol. coke n° 0.
} 20^{m³} de gaz.

La consommation pour la cuisine au gaz seul, est par mois, de 80^{m³} de gaz.

Si l'on transforme ces chiffres en argent (coke n° 0, à 2 fr. 30 c., — gaz, à 1 fr. 30 c.), on trouve que la cuisine mixte coûte par mois 19 fr. 80 c.;

La cuisine au gaz seul, 24 francs.

La cuisine au gaz ne coûte en somme que 18 % de plus que celle qui est faite avec le coke.

En outre, les cuisinières n°s 4 et 5, dont les appareils à rôtis et à grillades sont de très grandes dimensions, peuvent être accompagnées d'un appareil spécial de dimension restreinte, qui permet de faire rôtir une volaille, griller quelques côtelettes, sans être obligé d'allumer l'appareil à gaz réservé aux pièces de grandes dimensions.

La cuisinière grand modèle n° 5 semble déjà un appareil de dimensions respectables. Cependant, la Compagnie Parisienne du Gaz a établi un modèle de cuisinière mesurant 3^m,20 de longueur, 1^m,27 de large et 0^m,85 de hauteur, destiné à l'un des établissements de l'Assistance publique.

Dans le même établissement, ont été installées deux marmites que représente la planche III, et continuellement chauffées au gaz. Ces marmites, dont le diamètre est de 0^m,59, et la hauteur 0^m,75, peuvent contenir 160 litres d'eau environ. Elles sont chauffées par trois brûleurs munis de rhéomètres; deux des brûleurs consomment 3 mètres cubes, et le troisième 1^{m³},500 à l'heure, soit une consommation totale horaire de 4^{m³},500.

La cuisinière universelle que construit la maison Chabrier jeune, 63, rue de Maubeuge, réunit, sous un volume restreint, les différents appareils dont se

composent les fourneaux de cuisine. Elle est représentée par la figure 186, et se compose, d'un fourneau avec deux réchauds, dont un à double couronne. Le milieu du fourneau est occupé par un grilloir surmonté d'une rôtissoire de forme

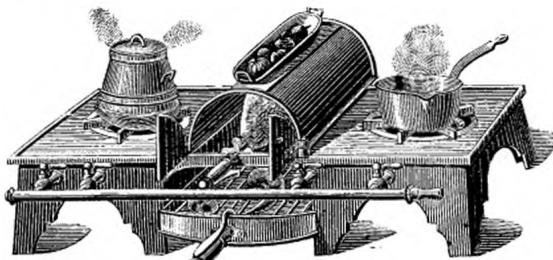


Fig. 186

semi-cylindrique, sur le dessus de laquelle on peut disposer une poissonnière. Cette cuisinière se fait sur deux modèles, dont les dimensions sont :

$0^m,68 \times 0,28 \times 0,15$, et $0^m64 \times 0,26 \times 0,15$.

La maison Chabrier construit encore d'autres types de petites cuisinières. Celui que représente la figure 187 comprend deux réchauds, un four et une rôtissoire. Certains modèles possèdent encore au milieu un bain-marie contenant 14 litres d'eau environ, et un tournebroche automatique. Le bain-marie est remplacé dans d'autres modèles par un troisième réchaud ou une poissonnière.

Les cuisinières complètes, construites par cette maison, sont en fonte et tôle, avec ou sans pieds. Le modèle représenté figure 189 comprend trois feux ronds et deux feux formant poissonnière, bain-marie, rôtissoire, gril et four; il mesure $0^m,90 \times 0,40 \times 0,65$. Citons enfin les rôtissoires à rampe sectionnée fig. 188, qui constituent une spécialité de la maison. L'avantage de la rampe sectionnée est de permettre de n'allumer la rampe que par moitié ou en totalité, selon l'importance des pièces à rôtir. Une plaque ou cloison mobile, placée devant de la rampe, permet, en s'abaissant, de concentrer toute la chaleur sur la partie à chauffer lorsqu'une fraction seulement de la rampe est en fonctionnement.

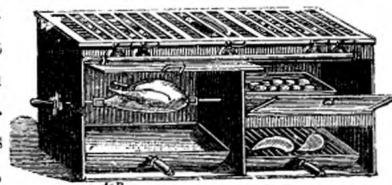


Fig. 187

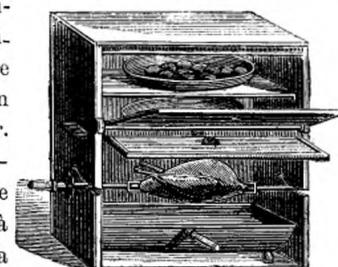


Fig. 188

La rôtissoire représentée fig. 188 est construite en tôle et fonte avec rampe sectionnée. Le four est chauffé par la rampe du grilloir. Elle se construit sur

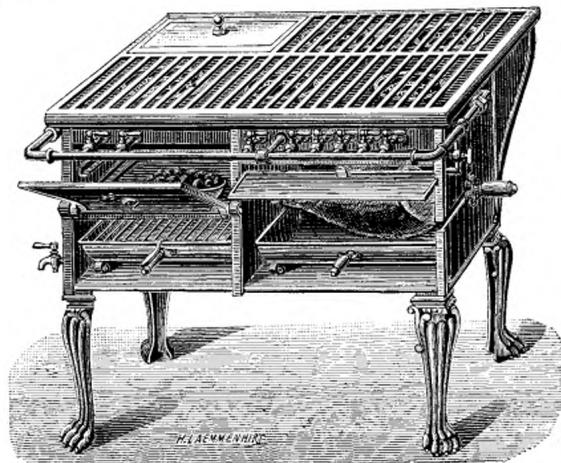


Fig. 189

3 modèles ; quelques uns sont munis d'un tournebroche automatique. Les dimensions varient de :

$$0^m,40 \times 0,47 \times 0,33 \text{ à } 0,50 \times 0,54 \times 0,33.$$

Les réchauds, fourneaux, poissonnières construits par les usines du Familistère de Guise présentent quelques particularités.

Les types les plus intéressants sont le réchaud à brûleur variable dans lequel l'injecteur fait mouvoir un petit disque rotatif qui diminue ou augmente à volonté les orifices des brûleurs, et la poissonnière montée avec des petites targettes permettant d'augmenter ou de diminuer la chaleur soit à droite, soit à gauche, selon les besoins.

La Maison Frappart construit des fourneaux et réchauds, dont les champignons sont mobiles avec fermeture baïonnette. Ce mode de fermeture est d'ailleurs appliqué à tous les brûleurs, quelles qu'en soient les dimensions et la forme, construits par la Maison Frappart.

Citons, de cette maison, le fourneau à grande intensité avec lequel on peut, en une heure, faire bouillir 50 à 100 litres d'eau, et le grand fourneau de cuisine, mesurant :

$$1^m,20 \times 0,52 \times 0,80$$

avec 4 réchauds, poissonnière, chauffe-fers, chauffe-assiettes, etc.

Les appareils construits par la Maison Leclercq-Fonteneau se distinguent par des lames venues de fonte disposées transversalement sur le dessus (fig. 190). Cette

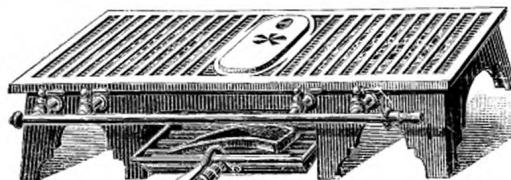


Fig. 190

disposition a pour but de faciliter le déplacement des vases et récipients sur la surface du fourneau, mais par contre, elle donne lieu à la remarque suivante :

Pour utiliser toute la chaleur émise par un brûleur à gaz il faut que le récipient soit exactement au-dessus du brûleur ; il en est forcément ainsi avec les réchauds ordinaires, tandis qu'avec les réchauds à lames, il peut se faire que le fond d'un vase à chauffer ne couvre qu'imparfaitement le brûleur ou qu'on soit tenté d'en mettre deux à côté l'un de l'autre. Dans les 2 cas la chaleur ne sera pas utilisée totalement, mais cette disposition permet d'obtenir l'ébullition partielle dans plusieurs vases à la fois, et c'est là un avantage précieux en cuisine.

La figure 191 représente un fourneau comprenant 3 réchauds et une rôtissoire

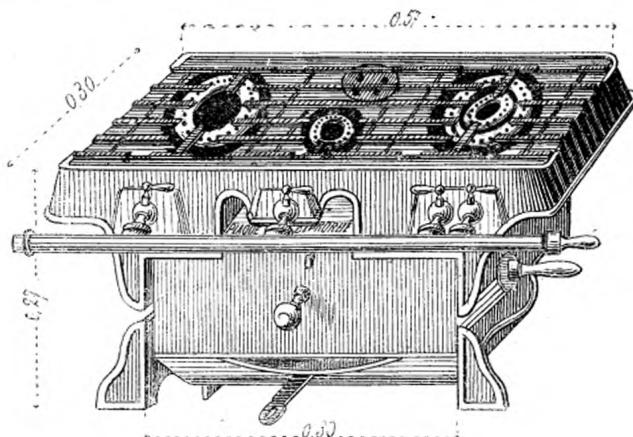


Fig. 191

grilloir. Ses dimensions sont, comme on le voit, très restreintes, et il peut trouver sa place dans la plus petite cuisine.

La petite cuisinière représentée fig. 192 comporte trois réchauds, une rôtis-



Fig. 192

soire, un grilloir et un four, le tout chauffé au gaz. Les portes sont à bascule et tous les brûleurs sont démontables.

Dans les modèles courants le four est chauffé par la rampe de la rôtissoire, mais, sur demande, on le chauffe par une rampe spéciale.

Le plus grand modèle de cuisinière construit par la Maison Leclercq-Fonteneau mesure $1^m,53 \times 0,85 \times 0,73$. Il comporte 20 robinets dont 15 pour réchauds et poissonnière grilloir, rôtissoire, et cinq pour le four à pâtisserie, le chauffe-assiettes et le bain-marie.

La figure 193 représente une de ces cuisinières.

Citons encore les cuisinières mixtes coke et gaz construites par cette maison, sur 3 modèles dont le plus grand comporte 6 alimentations dont 4 pour réchauds et poissonnière et deux pour la rôtissoire grilloir, le four, et le bain-marie.

La figure 194 donne la vue du modèle moyen et ses dimensions principales.

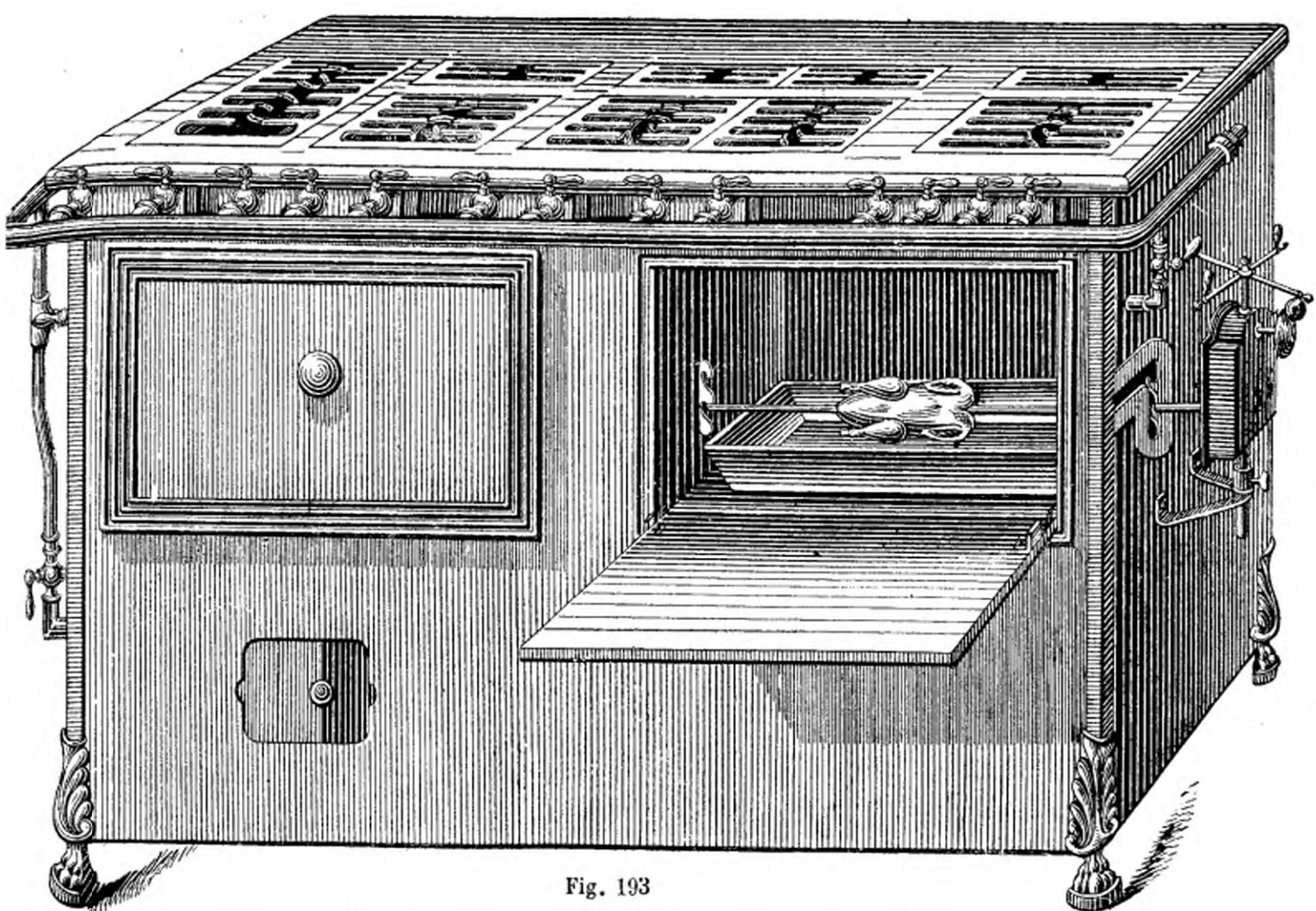


Fig. 193

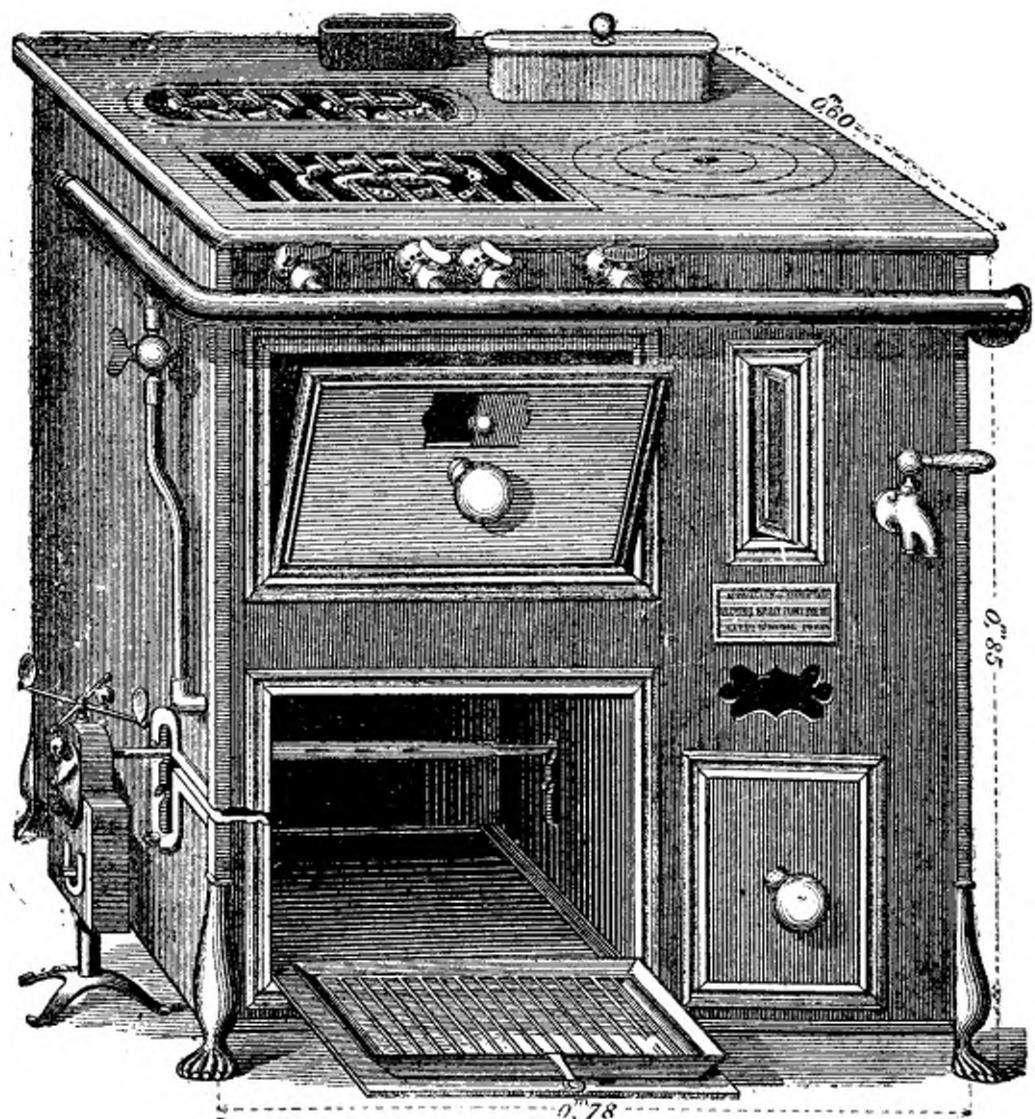


Fig. 194

Les appareils de cuisine construits par la maison Legrand sont autant d'applications des brûleurs Marini précédemment décrits.

Nous citerons de cette maison, la petite cuisinière à 7 feux représentée par la figure 195.

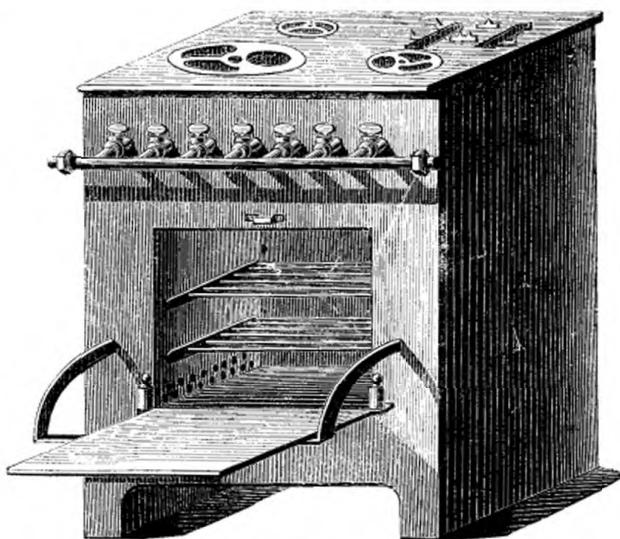


Fig. 195

Un des appareils les plus intéressants exposé sous la désignation de rôti-soleil Legrand est représenté par les figures 195 et 196.

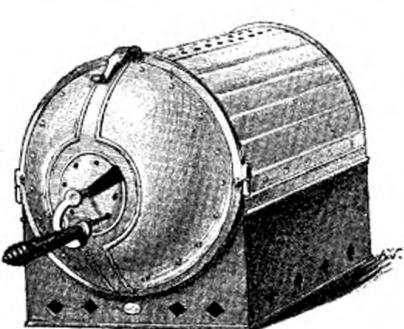


Fig. 196

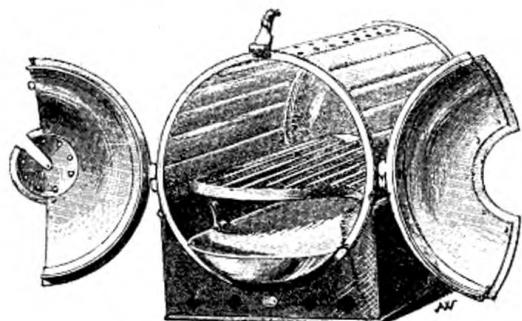


Fig. 197

La disposition de cet appareil se voit aisément sur les figures sans qu'il soit besoin d'en donner une explication spéciale. Cette rôti-soleil donne de très bons résultats, elle est d'un usage commode et se prête à la cuisson de pièces de tout volume.

Enfin la maison Piot construit encore un buffet chauffe-assiettes contenant

quatre brûleurs. Le corps du buffet est verni au four, imitation d'acajou et il constitue un véritable meuble dont les dimensions sont :

$$1^{\text{m}},90 \times 1^{\text{m}},50 \times 0^{\text{m}},54$$

et qui coûte mille francs.

Le fourneau de cuisine le *Rapide* (fig. 198 et 199) est un appareil assez original comme forme, construit par la Maison Martin et qui répond à la demande d'un brûleur à bon marché. Il est à mélange d'air et de gaz. Celui-ci pénètre par l'injecteur représenté fig. 199, tandis que l'air pénètre par un trou percé sur le

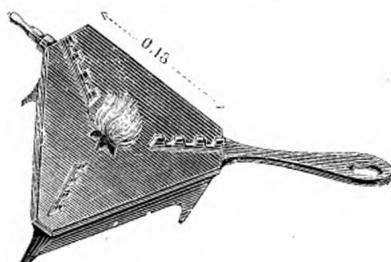


Fig. 198

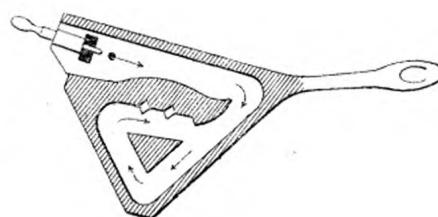


Fig. 199

fond de l'appareil à l'endroit de l'orifice de l'injecteur. Le mélange parcourt un conduit triangulaire avant d'arriver à l'orifice central fait en forme d'étoile, où il vient brûler. Ce parcours, imposé au mélange, a pour but de le rendre plus intime. Le fourneau le *Rapide* est de dimensions très restreintes et très simple. Sa consommation à l'heure serait de 335 litres, et il pourrait faire bouillir 4 litres d'eau en 20 minutes, mais nous n'avons pas contrôlé ces résultats.

Nous citerons encore la rôtissoire de la Maison Martin.

Les rampes de cette rôtissoire sont extérieures et placées à la partie inférieure de l'appareil, l'une devant et l'autre derrière.

Une troisième rampe est placée à la partie supérieure, dans l'intérieur de la boîte. Les trois rampes sont d'ailleurs indépendantes.

Le tourne-broche est placé au milieu, horizontalement et repose sur des échancrures ménagées dans l'enveloppe extérieure.

La lèche-frite est en dessous et constitue le fond de l'appareil.

La partie antérieure est fermée par deux portes avec chacune un regard permettant de surveiller la cuisson.

Cette rôtissoire peut être employée comme grilloir, la lèche-frite étant mobile et recevant un gril également mobile, on la place, soit dans le bas, soit sous la rampe supérieure.

La Maison Martin construit cet appareil sur trois modèles.

Les appareils construits par la maison Octrue (Frankin et Gérard, successeurs), 12, rue du Chemin-Vert, comprennent un grand nombre de variétés qui sont autant d'applications du brûleur Octrue, déjà cité.

Le fourneau de cuisine de la maison Octrue, adopté par la Compagnie Parisienne pour les installations gratuites de gaz est un des plus répandus.

Citons de cette maison la cuisinière grand modèle comprenant 5 réchauds, une poissonnière, une grillade rôtissoire, un four, une étuve chauffe-assiettes et un bain-marie. Elle mesure 1^m,45 × 0^m,60 × 0^m,85.

Les essais faits sur un fourneau Octrue 2 feux 3 alimentations ont donné les résultats suivants :

	Pression 15 ^m /m	Pression 20 ^m /m	Pression 30 ^m /m
Brûleur 2 couronnes, 3 alimentations.	327 ¹ .	368 ¹ .	474 ¹ .
Champignon simple.	240	303	372
Essais des 2 couronnes du brûleur à 2 alimentations :			
Grande couronne	237 ¹ .	317 ¹ .	408 ¹ .
Petite couronne.	75	85	98
Essais des brûleurs fonctionnant ensemble.			
	546 ¹ .	714 ¹ .	802 ¹ .

La rôtissoire construite par la maison Octrue est caractérisée par sa forme extérieure dont le dessus est prismatique.

La rampe est placée à l'intérieur, dans le fond de l'appareil et à la partie inférieure. Elle donne naissance à un rideau ou nappe de flammes verticales.

Le pare-feu est en 2 parties assemblées et ferme presque totalement la partie antérieure de l'appareil. Il porte un regard, constitué par une plaque de tôle à glissières ou une plaque de mica.

La maison Picotin construit plusieurs modèles de fourneaux présentant quelques détails de construction destinés à assurer leur parfaite commodité et aussi une grande facilité de nettoyage.

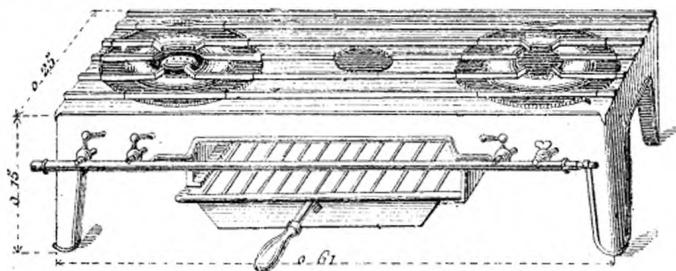


Fig. 200

La maison Pinçon-Duval, 101, faubourg Poissonnière, avait exposé au Pavillon du gaz une petite rôtissoire grilloir. Le fourneau de cuisine (fig. 200)

que construit cette maison, et adopté par la Compagnie Parisienne pour les installations gratuites de gaz, est un des plus répandus.

La maison Liotard, 22, rue de Lorraine, construit 2 modèles de fourneaux de cuisine. Un des plus répandus est celui représenté figure 201 comprenant deux réchauds et un grilloir, avec 4 robinets et qui est du reste adopté par la Compagnie Parisienne du gaz pour les prêts gratuits.

L'autre modèle caractérisé par les dentelures de la plaque se fait sur un

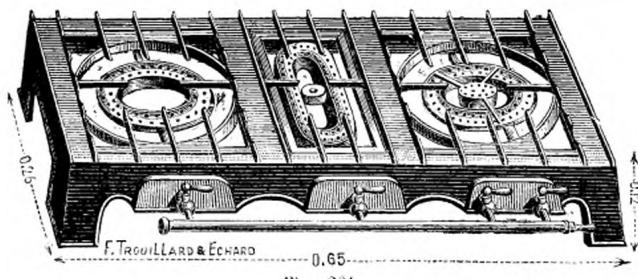


Fig. 201

grand nombre de dimensions. Nous rappellerons à propos des dentelures ce que nous avons dit sur les dessus de fourneaux à lames construits par la maison Leclercq-Fonteneau.

Les rôtissoires de la maison Liotard sont caractérisées par la forme de la partie supérieure, qui est semi-cylindrique et par le montage spécial de la rampe. — Ce montage spécial permet de faire tourner la rampe pour amener les flammes dans la direction voulue afin d'arriver à une meilleure utilisation de la chaleur.

Enfin, la maison Liotard construit quelques modèles de cuisinières de dimensions restreintes, mais très complètes.

Nous donnons ci-après les résultats des expériences faites sur un fourneau Liotard. La disposition spéciale des brûleurs de ces fourneaux a permis de faire quelques essais avec le même brûleur donnant, soit des jets verticaux, soit des jets divergents sur les côtés de la couronne.

Ces résultats sont consignés dans le tableau ci-après indiquant les différences en faveur des brûleurs à jets verticaux.

On a remarqué, en effet, au cours de ces expériences, que la distance du fond du vase à la couronne du brûleur avait beaucoup moins d'influence lorsque les jets sont projetés directement sur la surface à chauffer.

Fourneau Liotard n° 6 à 2 feux, 3 alimentations.
Brûleurs sur la surface des rondelles de recouvrement.

DÉSIGNATION DES BRÛLEURS	DISTANCE du vase au brûleur	PRESSION	QUANTITÉ d'eau	TEMPÉRATURES obtenues	TEMPS	GAZ	DÉPENSE de gaz à l'heure	CONSOMMATION de gaz * par litre d'eau porté de 0 à 100°
Brûleur à 2 alimentations :								
1 foyer central réduit	28 ^m /m	30 ^m /m	5 litres	20° à 100°	27'	174 litres	386 litres	43 litres 5
Grande couronne.	30 »	3 —	2 —	20 à 100	33'	102 —	186 —	42 — 5
Petit champignon central.	30 »	1 —	1 —	20 à 100	16'	31 —	116 —	38 — 75
Brûleur simple.	28 »	30 »	3 —	20 à 100	26'	96 —	221 —	40 — »

Fourneau Liotard n° 6 à 2 feux, 3 alimentations.

Brûleurs à jets inclinés divergents et convergents sur la partie latérale.

Brûleur à 2 alimentations :								
Foyer central réduit	31 ^m /m	30 ^m /m	5 litres	20° à 100°	31'	211 litres	408 litres	52 litres 8
Grande couronne.	30 »	5 —	20 —	20 à 100	34'	219 —	486 —	54 — 8
Petit champignon central.	30 »	1 —	1 —	20 à 100	26'	42 —	96 —	52 — 5
Brûleur simple.	31 »	30 »	3 —	19° à 100°	33'	120 —	218 —	49 — 3

NOTA. — Ces résultats d'expériences ainsi que les suivants sont extraits d'un ouvrage de M. Gustave Germinet sur le « Chauffage au Gaz ».

Fourneau Liotard n° 6, 2 feux, 3 alimentations.

DÉSIGNATION DES BRULEURS	PRESSION 15 m/m	PRESSION 20 m/m	PRESSION 30 m/m
Brûleur à 2 alimentations	316 ^{1.}	378 ^{1.}	461 ^{1.}
Couronne simple.	152 ^{1.}	181 ^{1.}	220 ^{1.}

*Essai de 2 couronnes de brûleur à 2 alimentations
(fonctionnant séparément).*

DÉSIGNATION DES FONCTIONS DU BRÛLEUR	PRESSION 15 m/m	PRESSION 20 m/m	PRESSION 30 m/m
Couronne.	268 ^{1.}	318 ^{1.}	383 ^{1.}
Champignon central.	76 ^{1.}	89 ^{1.}	109 ^{1.}

Essai des brûleurs (fonctionnant ensemble).

PRESSEURS	DÉPENSES
15 m/m	463 ^{1.}
20 m/m	542 ^{1.}
30 m/m	691 ^{1.}

La maison Vielliard, 211, rue Lafayette, construit deux genres de fourneaux

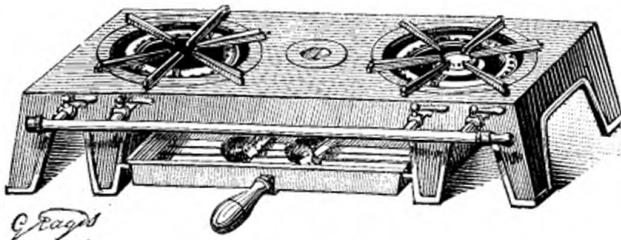


Fig. 202

dont la caractéristique est la plaque supérieure, pleine dans les uns, et constituée par des lames dans les autres (fig. 202 et 203).

La Compagnie Parisienne a adopté, pour les installations gratuites de gaz, le modèle représenté par la figure 202, qui comporte deux feux, dont un double, et un grilloir de 0^m,25 de largeur.

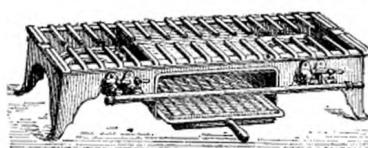


Fig. 203

La maison Vielliard construit encore quelques modèles de rôtissoires avec ou sans four. La figure 204 représente un des types le plus répandus. Il se fait sur trois grandeurs, dont la consommation de gaz est respectivement de 450, 525 et 600 litres à l'heure.

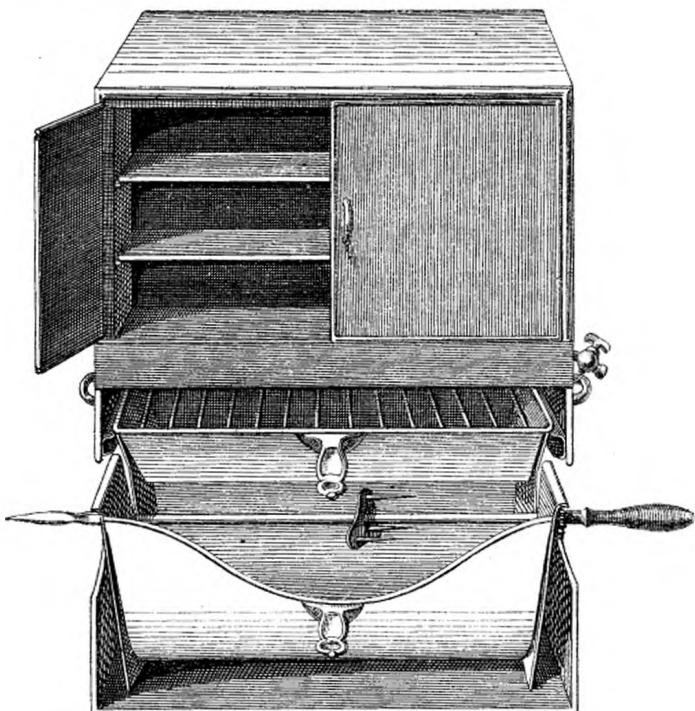


Fig. 204

On trouve quelques variantes de ce type, en mêmes dimensions, mais avec un feu dans le four pour la pâtisserie, et aussi avec les grils et lèche-frites dans le four.

Les cuisinières de la maison Vielliard (fig. 205) sont très bien étudiées; le plus grand modèle, dont les dimensions sont 0^m,84 × 1^m,10 × 0^m,60, comporte six feux, dont deux formant poissonnière, une rôtissoire grilloir, un four, un réservoir d'eau et un chauffe-assiettes.

La consommation de chaque réchaud est de 300 litres; celle de la rôtissoire, de 600 litres à l'heure.

Enfin, nous donnons ci-après les résultats de quelques expériences faites sur un fourneau Vielliard, dans le but de déterminer la consommation de gaz de cet appareil.

Fourneau Vielliard, deux feux, — trois alimentations.

Les brûleurs fonctionnant ensemble.

Pression.	Gaz.
15 millimètres.	416 litres
20 —	482 —
30 —	596 —

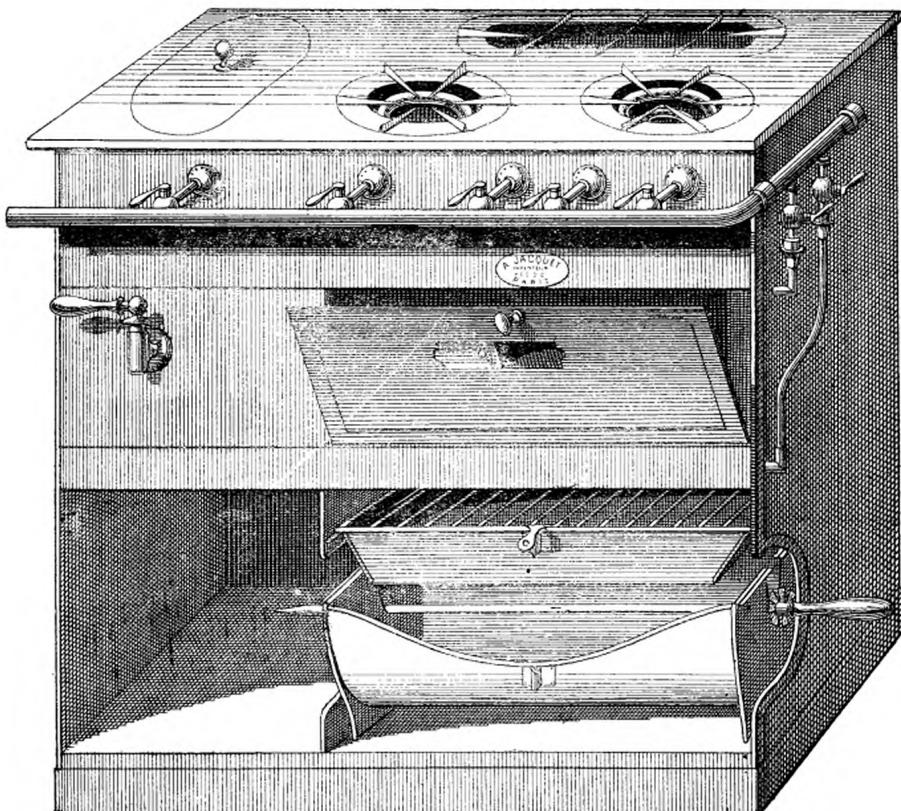


Fig. 205

Brûleur à deux couronnes, — couronne simple.

Grande couronne.		Petite couronne.
à 15 millimètres.	306 litres.	141 litres.
20 —	338 —	166 —
30 —	424 —	203 —

Essais des deux couronnes du brûleur à deux alimentations, fonctionnant séparément.

Grande couronne, — petite couronne.

Brûleur à 2 couronnes.		Couronne simple.
à 15 millimètres.	165 litres.	130 litres.
20 —	183 —	177 —
30 —	225 —	192 —

Avec les appareils de la Maison Vielliard, nous avons terminé la collection des appareils de fabrication française.

Avant d'examiner la collection étrangère, il convient de dire ici quelques mots des appareils Wobbé, d'origine autrichienne, mais construits à Paris, par la Maison Giroud, 22, rue des Petits-Hôtels.

Le brûleur des appareils Wobbé voir fig. 206 se compose de deux rondelles en

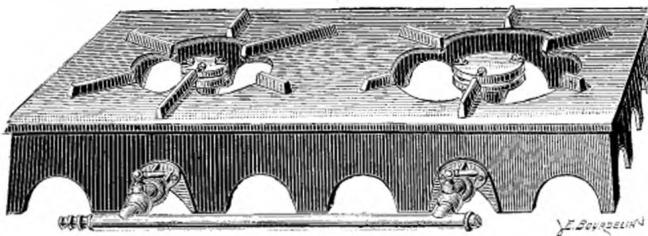


Fig. 206

fer, superposées et maintenues au moyen de trois vis, à un certain écartement par lequel s'échappe le gaz mélangé d'air. L'admission d'air, dans ces appareils, est très grande; aussi leur flamme a-t-elle une certaine coloration verte.

Les réchauds Wobbé sont peu répandus en France.

La Maison Viville construit une rôti soire verticale automatique, présentant quelque intérêt.

La rôti soire se compose d'un cylindre en tôle étamée, surmontée d'un tronc de cône portant la cheminée d'évacuation des gaz chauds. La rampe est placée à la partie inférieure, et occupe le tiers de la circonférence du cercle de base. Elle est mobile, avec toute sa partie de l'enveloppe à laquelle elle est fixée.

Une porte, ménagée dans l'enveloppe extérieure, permet de régler et de surveiller la caisson.

La rôtissoire est automatique, c'est-à-dire qu'elle met la pièce à rôtir en mouvement sans le secours de l'opérateur ou d'un tourne-broche automatique quelconque.

En effet, la section de la cheminée est occupée par des ailettes disposées en rayon autour d'un pivot. Ces ailettes, constituées par une plaque de tôle ronde, coupée suivant un certain nombre de rayons, et dont les secteurs ainsi formés sont légèrement inclinés l'un sur l'autre, sont mises en mouvement par le courant ascendant des gaz chauds, qui leur imprime un mouvement de rotation.

Ce mouvement est transmis à la pièce à rôtir par une série de petits engrenages, enfermés dans une boîte en fonte dans l'axe de la cheminée. Le pivot de l'un d'eux est prolongé dans la rôtissoire par une chaînette à laquelle la viande à rôtir est suspendue par un crochet.

Parmi les maisons étrangères, nous trouvons d'abord la Maison Chas Wilson et fils de Londres, qui exposait quelques appareils de cuisine.

Le petit brûleur, représenté par la figure 207, répond à la demande d'un brû-

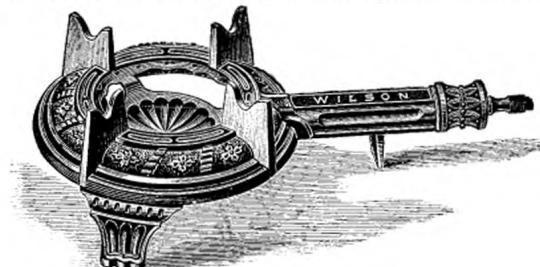


Fig. 207

leur bon marché; la particularité saillante de la construction de cet appareil ré-

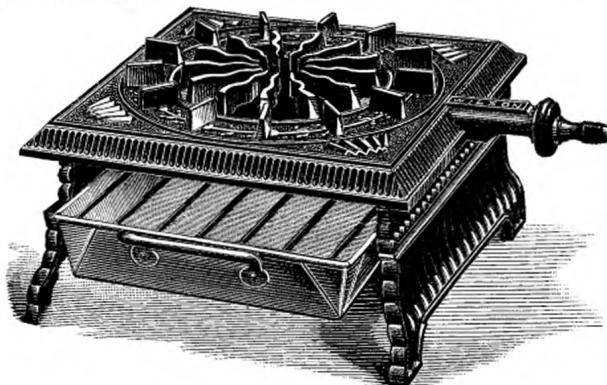


Fig. 208

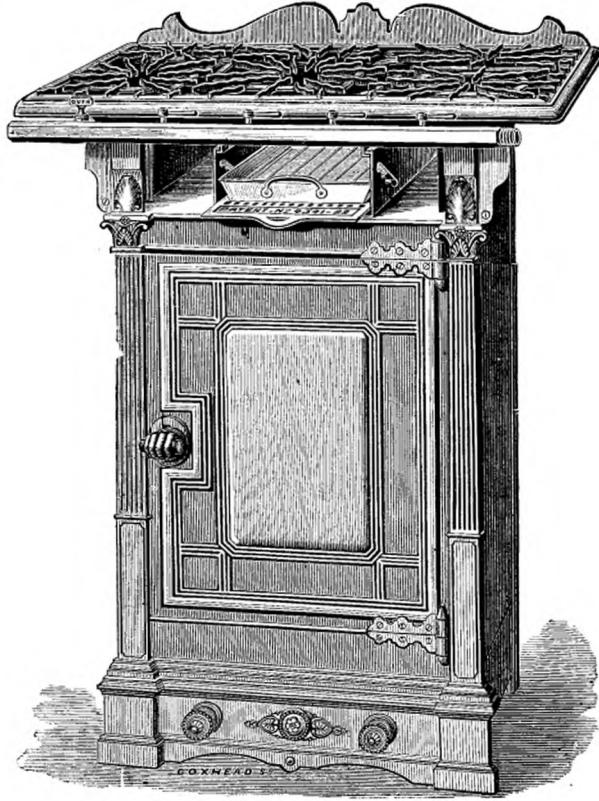
side dans la disposition de la plaque du fond, qui empêche le rayonnement de la chaleur et sert en même temps à régler l'appel d'air.

Ce brûleur se construit sur deux modèles, dont les diamètres sont 152 et 190 millimètres.

La nouvelle déjeuner cuisinière Wilson, que représente la figure 208, et qui peut être employée comme grilloir et comme réchaud, se fait sur deux modèles très peu différents comme dimensions :

$$0^m,247 \times 0,247 \\ \text{et } 0^m,270 \times 0,270.$$

Enfin, le poêle cuisinière (fig. 209), peut être utilisé à la fois comme appareil



de cuisine et comme appareil de chauffage. La partie supérieure se compose de trois réchauds avec, au-dessous, un grilloir.

Les appareils de la maison Thos Fletcher et C^{ie} de Londres, et en général, tous les appareils anglais, sont très originaux comme forme, mais cette originalité ne leur donne aucune supériorité ni comme rendement calorifique, ni comme commodité sur les appareils construits en France.

Dans certains réchauds de la maison Fletcher, les brûleurs, au lieu d'être en couronne, sont constitués par deux arcs de cercle tangents extérieurement.

Le brûleur radial Fletcher est un brûleur en forme de couronne dans lequel les trous sont remplacés par des fentes transversales.

Les appareils anglais présentent tous cette particularité que l'admission d'air est plus grande que dans les appareils construits en France : cela tient à ce que le titre du gaz est de beaucoup plus élevé à Londres qu'à Paris.

D'autre part, il est à remarquer qu'on trouve dans la fabrication anglaise des appareils beaucoup plus volumineux, et aussi consommant beaucoup plus de gaz que dans la fabrication française. Ce fait s'explique par le prix du gaz bien meilleur marché en Angleterre qu'à Paris.

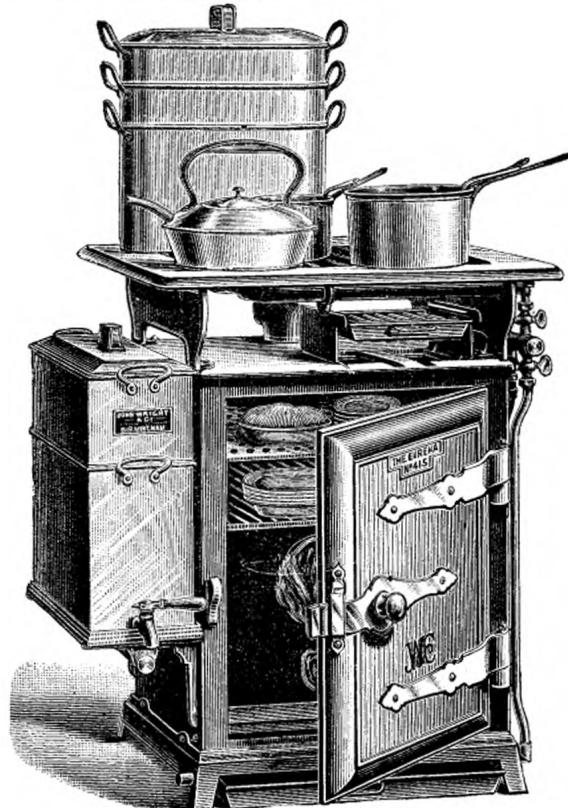


Fig. 210

« The Eureka, » construit par la Maison John Wright de Birmingham, est un fourneau de cuisine très complet, comme le montre la figure 210. Ce genre d'appareils est très répandu en Angleterre, et celui que nous venons de citer est le

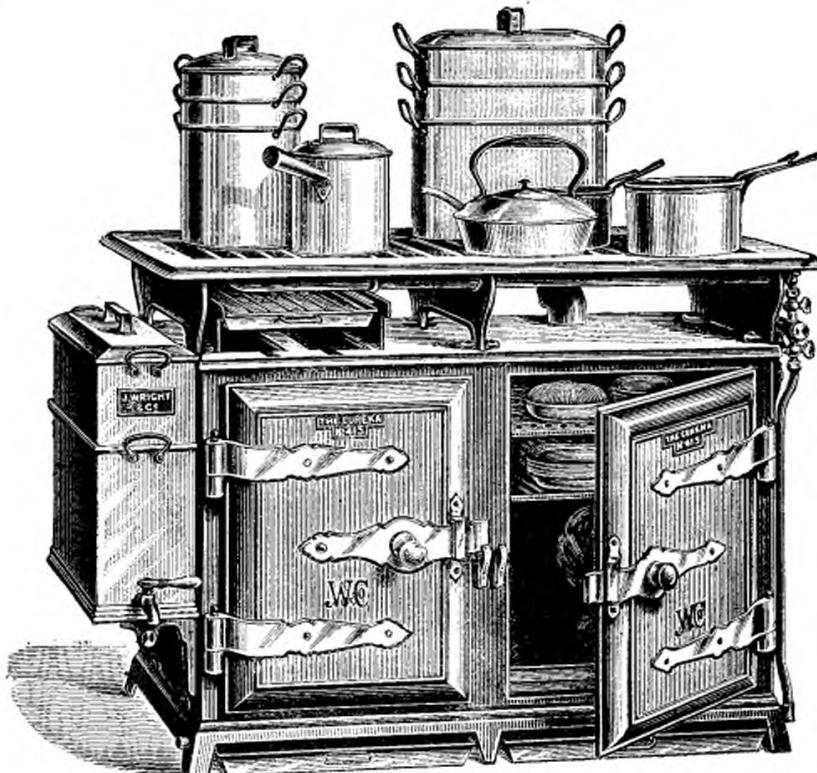


Fig. 211

pareils est très répandu en Angleterre, et celui que nous venons de citer est le

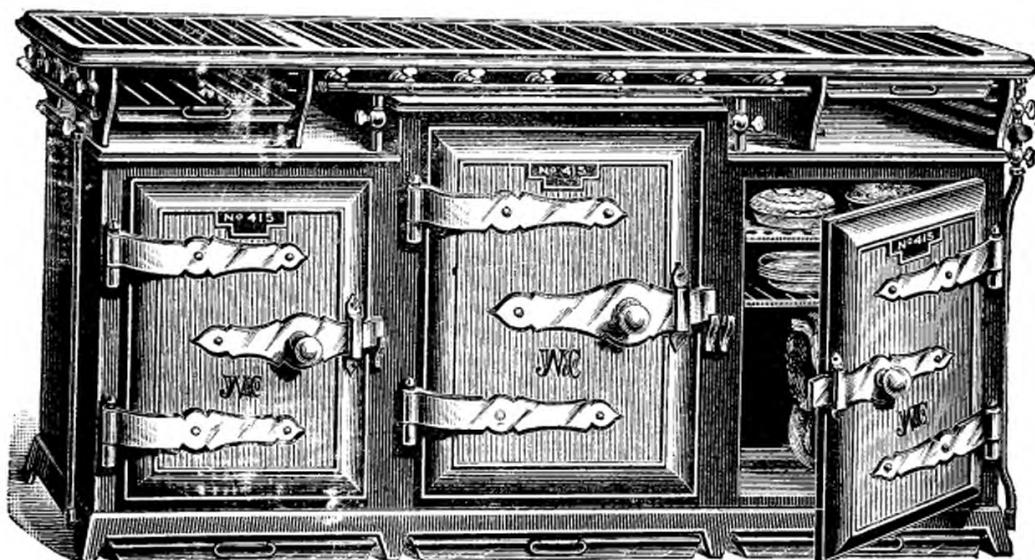


Fig. 212

seul vendu ou loué par la Compagnie du Gaz de Birmingham. Il sert d'élément à la construction de plusieurs types de cuisinières, constituées par la réunion de deux (fig. 211), ou trois (fig. 212), fourneaux dits « Euréka. »

La cuisine de l'Hôpital Saint-Pierre, à Bruxelles, est faite exclusivement au moyen d'appareils à gaz. Les planches 4-5 montrent la disposition d'ensemble du local à l'échelle de 1/50.

A gauche du guichet de distribution, se trouvent quatre marmites destinées à divers usages indiqués d'ailleurs sur le plan, et analogues à celle que nous avons décrite à propos des appareils de cuisine construits par la Compagnie Parisienne du Gaz.

A droite du guichet, on voit un chauffe-plats, une cuisinière, un four à rôtir. Ces appareils ont été fournis par la maison Fletcher de Warrington.

La table au gaz, figurée dans l'angle de droite, a été établie par la maison Bouton de Bruxelles, qui s'est fait une spécialité de ces appareils, d'inspiration anglaise peut-être, mais appropriés aux exigences de la cuisine française, tant au point de vue de la perfection que de l'économie. Chacune des quatre travées de la table comporte trois brûleurs, un grand et deux petits, composés chacun de trois couronnes avec alimentations et robinets distincts.

Il résulte des comptes de dépense de gaz de l'établissement que la dépense de gaz par jour et par personne est de 800 litres en moyenne. Le nombre moyen de personnes alimentées par la cuisine ci-dessus décrite est de 800, mais ce nombre peut être porté à 1 200.

CHAPITRE VIII

USAGES DOMESTIQUES DU GAZ

Nous venons de voir les applications du gaz à la cuisine et au chauffage domestique. Nous allons examiner maintenant les différents usages auxquels il se prête dans les habitations. Un des plus répandus est celui du chauffage de l'eau pour la toilette et pour les bains, obtenu au moyen de bouilleurs rapides et des chauffe-bains.

Ces derniers appareils sont construits sur deux principes, les thermo-siphons et les appareils à circulation d'eau chaude sous pression.

Les thermo-siphons sont peu employés aujourd'hui, et même on n'en construit plus beaucoup. Nous citerons cependant le thermo-siphon construit par la maison Chabrier jeune, et représenté par la figure 213. Cet appareil fait corps avec la baignoire à laquelle il est relié par deux tubes horizontaux superposés. Les couches d'eau inférieures, étant les premières échauffées, se répandent dans la

baignoire par le tube inférieur, et, par suite des différences de densité, l'eau la plus chaude tend à monter à la surface. Il s'établit ainsi une circulation continue entre la baignoire et l'appareil.

Les thermo-siphons demandent généralement beaucoup de temps pour le chauffage d'un bain, et de plus il se produit presque toujours un encrassement des tuyaux qui ne peut être évité, même avec les plus grands soins, car le nettoyage intérieur est difficile.

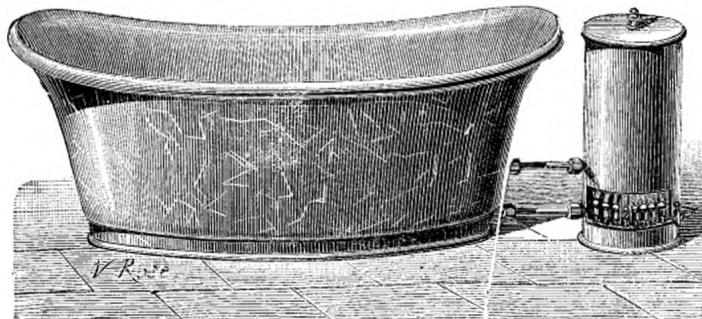


Fig. 213

Actuellement, les thermo-siphons sont plus généralement employés pour le chauffage des serres, mais alors leurs dimensions sont beaucoup plus grandes. Ainsi, l'appareil construit pour cet usage par la maison Martin fils, mesure 0^m,43 de diamètre et 1^m,15 de hauteur. L'eau peut être obtenue à 90°.

La chaudière à tubes croisés, construite par la maison Fletcher, de Londres, repose encore sur le principe des thermo-siphons.

Les chauffe-bains, à circulation d'eau sous pression, sont très variés. Nous allons en examiner quelques-uns des plus répandus.

La maison Bengel frères, 64, avenue Parmentier, construit un chauffe-bains dit « méthodique » dont la construction est très simple et le volume très restreint.

La clef du robinet, servant à l'introduction du gaz dans l'appareil, ne peut être ouverte qu'autant que celle de l'allumeur est elle-même ouverte.

Le temps nécessaire au chauffage d'un bain, soit 100 litres, avec cet appareil, serait, en hiver, de 20 à 25 minutes, et, en été, de 15 à 20.

Les chauffe-bains de la Maison Bugnod et Garnier, de Lyon, consomment 800 litres de gaz pour le chauffage d'un bain. Ils mesurent 0^m,35 de diamètre et 1^m,17 de hauteur. Ils se construisent avec ou sans chauffe-linge.

Le chauffe-bains « Parisien », de la maison Chabrier jeune, mesure 1^m,70 de hauteur, et peut contenir 90 litres d'eau (voir fig. 214).

Pour permettre le chauffage de la salle de bains, certains appareils comprennent dans le socle un foyer à réflecteur.

La figure 215 représente un chauffe-bains ainsi disposé.

Citons encore de la même maison le système de baignoire à chauffage direct dans le socle (voir fig. 214). Ce système permettrait d'obtenir un bain en 25 minutes avec 660 litres de gaz.

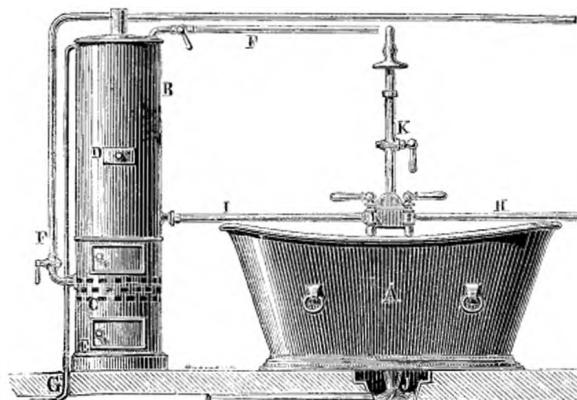


Fig. 214

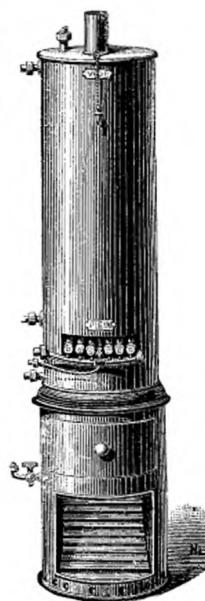


Fig. 215

La boîte ménagée, à côté du tuyau d'évacuation des produits de combustion, sert de chauffe-linge. Le prix de l'appareil est celui d'un chauffe-bains ordinaire.

La maison Delarache, 22, rue Bertrand, construit également le chauffe-bains « Parisien », décrit plus haut.

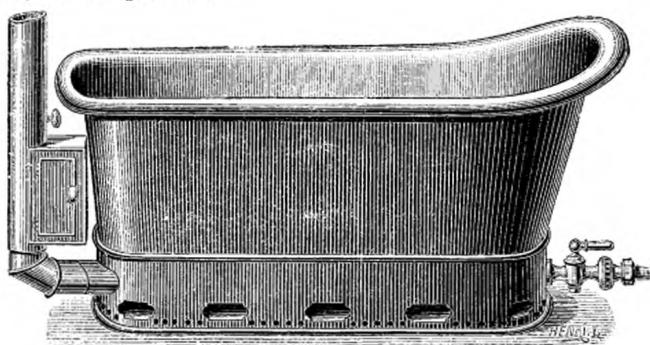


Fig. 216

Les bouilleurs rapides, construits par la maison Fumerand, 1, rue Vernier, chauffent un bain en 15 minutes. La consommation de gaz de ces appareils serait de 23 litres pour éléver de 1° la température de 100 litres d'eau. Ces bouil-

leurs sont simples, facilement démontables, et leur usage peut être étendu aux divers besoins domestiques, dans les cuisines, buanderies, etc.

L'introduction de l'eau et du gaz, et l'extinction du feu, en cas du manque d'eau, s'effectuent mécaniquement.

La figure 217 représente en coupe le chauffe-bains de la maison Leclercq-Fonteneau. On voit, par la seule inspection de la figure, le parcours suivi par l'eau qui se trouve ainsi, pendant très longtemps, chauffée par les produits de combustion du gaz.

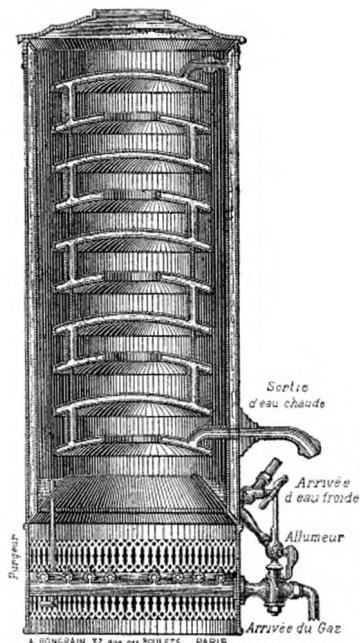


Fig. 217

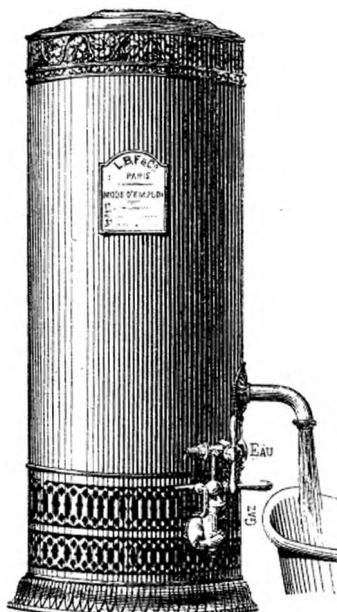


Fig. 218

Cet appareil est représenté en élévation par la figure 218. Il chauffe un bain en 15 minutes, et la dépense en gaz est de 800 litres. Le plus grand modèle, débitant 15 litres d'eau chaude par minute, chaufferait un bain en moins de 10 minutes.

La figure 219 représente un chauffe-bains avec un appareil pour douches chaudes et mitigées.

La maison Leclercq construit encore le chauffe-bains à trois corps concentriques, dit à triple corps, système qui se rapproche beaucoup du chauffe-bains Parisien. Ce système se compose de trois cylindres laissant entre eux un espace vide annulaire pour le passage des produits de combustion.

Le cylindre intérieur est rempli d'eau ainsi que l'espace annulaire extérieur. Des tuyaux horizontaux font communiquer entre eux les trois cylindres.

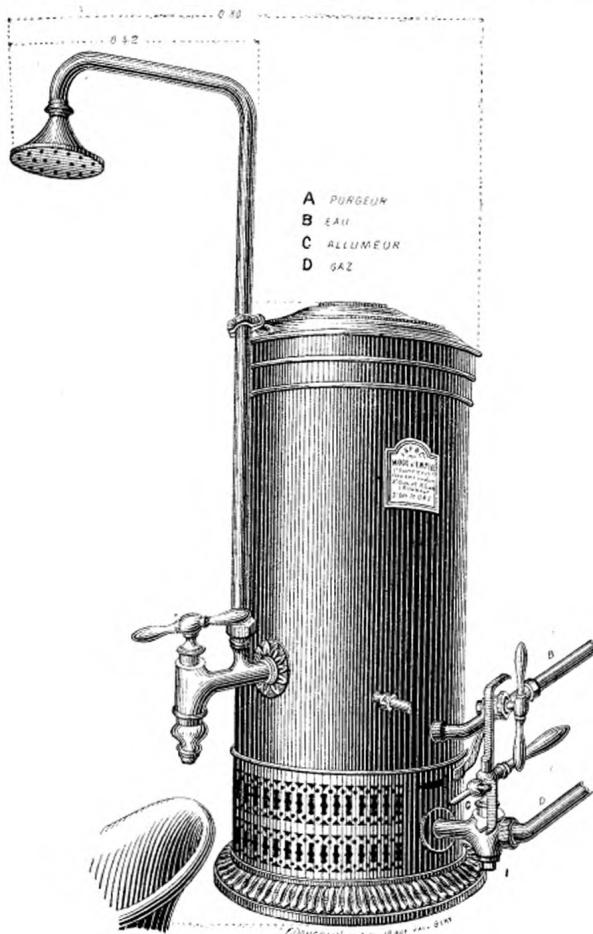


Fig. 219

Le foyer à gaz est à la base de l'appareil et se compose de sept brûleurs longitudinaux parallèles avec un même écartement et percés de deux rangées de trous par lesquels s'échappe le gaz mélangé d'air.

Cet appareil se dispose au-dessus d'un chauffe-linge surmontant un foyer à réflecteur. Les chauffe-bains Parisien se font sur quatre modèles dont la contenance varie de 90 à 200 litres.

Le chauffe-bains Marini, construit par la maison Piot, 73, rue Sainte-Anne, se compose d'un réservoir cylindrique au milieu duquel est disposée une série de tubes parallèles horizontaux dans lesquels se fait la circulation d'eau.

Les tubes sont chauffés directement par un brûleur à gaz mélange d'air et les produits de la combustion s'échappent par une cheminée centrale traversant l'appareil dans toute sa hauteur.

La consommation moyenne de ces appareils serait de 1 mètre cube pour éléver à 32° un volume d'eau de 250 litres. La durée du chauffage serait de trente minutes.

La Maison Mortimer-Sterling, 8, rue de Châteaudun, construit un type de chauffe-bains dont le principe est le même que celui des appareils de chauffage construits par cette maison. Ce principe a été exposé au chapitre spécial consacré au chauffage des appartements, nous ne reviendrons donc pas sur ce point.

Avec les appareils chauffe-bains de la maison Mortimer-Sterling on obtient 250 litres d'eau à 37° dans un temps qui varie entre dix minutes en été et quatorze en hiver.

La figure 220 représente un de ces chauffe-bains en coupe et la figure 221 le représente en élévation.

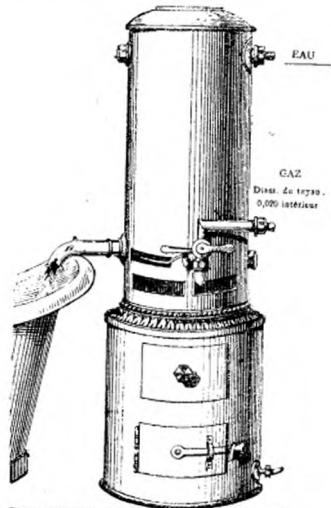


Fig. 220

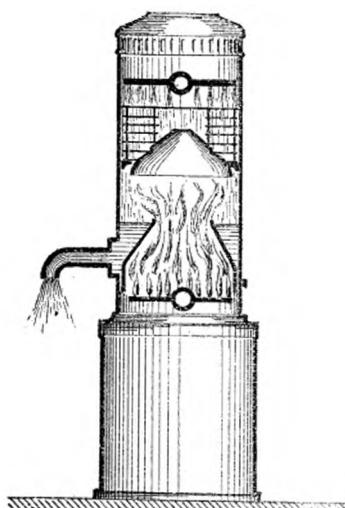


Fig. 221

Les chauffe-bains de la maison Piet, 33, rue de Chabrol, sont des chandières avec brûleurs mobiles à robinet d'arrêt de sûreté et bâche d'alimentation à flotteur. Par suite d'un dispositif spécial, l'allumage des brûleurs se fait forcément en dehors de l'appareil. D'autre part, en mettant les raccords en

communication avec une canalisation d'eau froide sous pression, on peut obtenir des douches mitigées à toute température voulue. Ces chaudières ont une contenance qui varie entre 90 et 200 litres. La figure 222 avec la légende explicative qui l'accompagne permettent de se rendre un compte exact du fonctionnement de ces appareils qui sont très répandus.

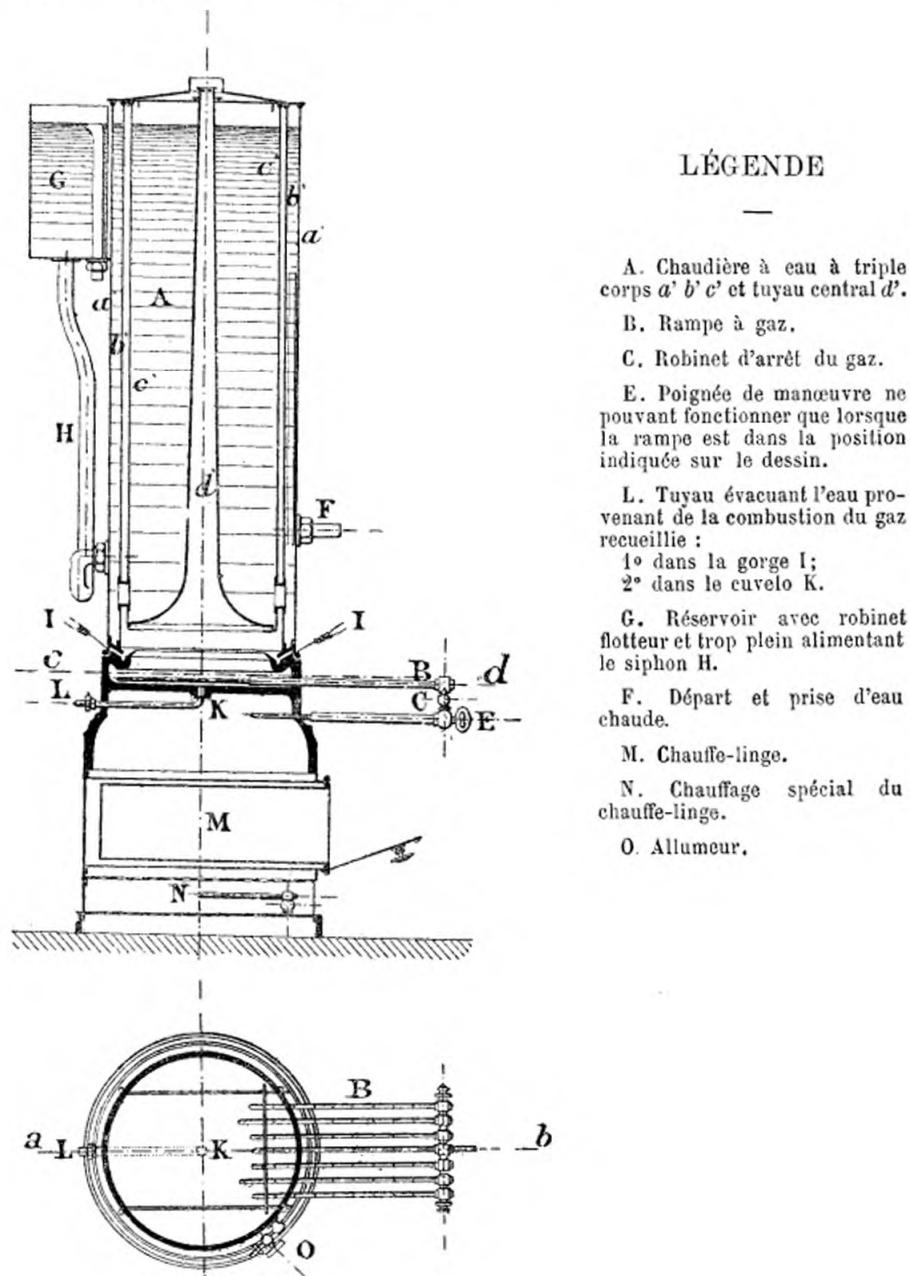


Fig. 222

La Maison Vielliard construit un chauffe-bains qui présente quelques particularités. L'eau sous pression arrive à la partie supérieure par une pomme d'arrosoir qui la répand en pluie fine dans le corps du chauffe-bains. A la base se trouve un brûleur à flammes bleues recouvert par un couvercle métallique d'un diamètre moindre que celui du cylindre. Les produits de la combustion se répandent dans l'appareil pour s'échapper à la partie supérieure, après avoir abandonné à l'eau la plus grande partie de leur calorique. L'eau tombe sur le couvercle du brûleur et s'écoule dans la partie inférieure et de là dans un tube qui la conduit à la baignoire.

La figure 223 représente une installation complète faite par la Maison Vielliard.

- A. — Tuyau d'arrivée du gaz en 20 millimètres.
- B. — Tuyau d'eau.
- C. — Robinet d'eau froide.
- D. — Robinet d'eau chaude.
- E. — Vidange de la baignoire.
- G. — Robinet de remplissage du chauffe-bains.
- H. — Tubulure d'entrée d'eau froide.
- K.—Tubulure de sortie d'eau chaude.
- L.—Tubulure de trop plein.
- M. — Purgeur pour l'eau de condensation.

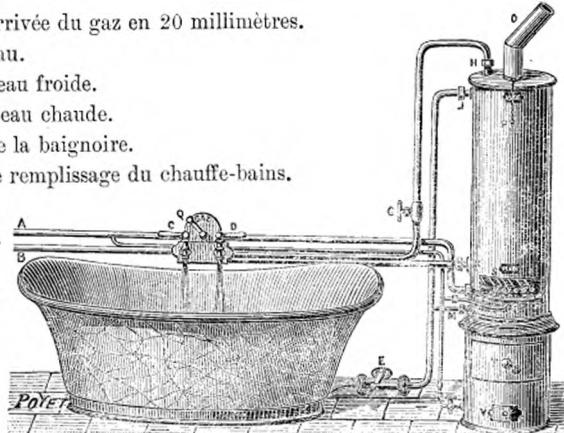


Fig. 223

- O. — Tuyau d'évaporation.
- P. — Indicateur de niveau.
- Q. — Robinet de gaz.
- R. — Allumeur.
- S. — Brûleurs à gaz.
- T. — Tiroir chauffe-linge avec brûleur indépendant.
- V. — Porte d'allumage du chauffe-linge.

Quelques expériences ont été faites sur un chauffe-bains Vielliard, consommant 2 mètres cubes à l'heure. D'après ces expériences la consommation de gaz pour chauffer 140 litres d'eau à 41° n'atteindrait pas 600 litres et le chauffage durerait 15 minutes.

Les chauffe-bains de la Maison Thos Fletcher, à Londres, sont construits de façon à donner une quantité d'eau variable à volonté et se prêtent par consé-

quent à des usages multiples. Ces appareils peuvent débiter 1 litre 14 à la température de 65° en une minute.

La Maison Fletcher construit également un petit bouilleur rapide applicable aux cabinets de toilette et lavabos, et qui figurait au Pavillon du Gaz. Il se compose d'un tube à ailettes, chauffé par une rampe de gaz. Il ne nécessite ni un grand volume d'eau ni une pression bien forte, ce qui le rend d'un usage commode.

Citons encore de la maison Fletcher, le bouilleur rapide pour serres chaudes, le bouilleur multitubulaire, le chauffeur d'eau instantané, etc.

La maison Robin et Knobloch, 68, rue de Bondy, construit des bouillottes ou chauffeurs rapides qui sont destinés à être installés sur les conduites d'eau sous pression.

Employées comme chauffe-bains, ces bouillottes consomment 5 à 600 litres de



Fig. 224



Fig. 225

gaz pour chauffer 100 litres d'eau à 50 ou 60°. La durée du chauffage d'un bain est de 10 à 20 minutes, suivant la saison. Elles se construisent sur quatre modèles et offrent ce grand avantage de ne tenir que peu de place.

Les bouilloires rapides de la maison Chas Wilson et fils, de Londres, sont représentées par les figures 224 et 225.

La première se compose d'une caisse en fonte ondulée renfermant un bouilloir en cuivre rouge étamé ou en fonte.

Ce bouilloir est chauffé par un bec atmosphérique fixé sous la caisse.

L'autre bouilloire présente sur la première cet avantage que pour la vider on peut la tirer en avant sur le gond représenté à la partie antérieure de l'appareil.

Le chauffe-bains dit *Lighting Geyser*, est un appareil anglais qu'exploite la maison Porcher, 52, rue d'Hauteville. Il se fait sur quatre modèles. Les résultats obtenus avec ces appareils seraient ceux consignés dans le tableau suivant :

N <small>UMÉROS</small>	D <small>ÉBIT</small> par minute d'eau chaude pour bain en litres	D <small>ÉBIT</small> par minute d'eau bouillante en litres	D <small>URÉE DU CHAUFFAGE</small> d'un bain		D <small>IAMÈTRE</small> intérieur du robinet à gaz en millimètres	D <small>IMENSIONS</small> en centimètres	
			en été — minutes	en hiver — minutes		Hauteur	Diamètre
1	18	4 $\frac{1}{2}$	5	8	25	89	33
2	14	3 $\frac{1}{2}$	8	14	20	83	28
3	10	2 $\frac{1}{2}$	14	25	18	73	23
4	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	20	30	15	66	19

Les chauffe-bains Doulton terminent la liste des chauffe-bains et bouilleurs rapides les plus connus.

Les appareils Doulton se composent d'un cylindre en cuivre rouge renfermant plusieurs cloches fermées et étamées dans lesquelles circule l'eau.

Celle-ci n'étant pas en contact avec le gaz peut être utilisée pour tous les usages domestiques.

Le plus intéressant des appareils Doulton est le chauffe-bains le Rapide (voir fig. 226), qui se construit sur trois modèles sur lesquels nous donnerons les renseignements suivants :



Fig. 226

Dimensions

	hauteur	diamètre
	0 ^m ,880	0 ^m ,285
	0 ,970	0 ,325
	1 mètre	0 ,370

Diamètre

du tuyau	du tuyau
d'eau	de gaz
13 ^{m/m}	13 ^{m/m}
13 —	16 —
27 —	20 —

Débit par minute

7 litres $\frac{1}{2}$

10 —

12 —

Après le chauffage des bains, un des usages domestiques les plus fréquents du gaz est la torréfaction du café.

Nous citerons tout d'abord les torréfacteurs construits par les usines du Familistère de Guise et que représentent les figures 227 et 228.

Avec ces appareils un mélange de cafés pesant 500 grammes, a été torréfié en 18 minutes avec une dépense de 85 litres de gaz, soit 0 fr. 025.

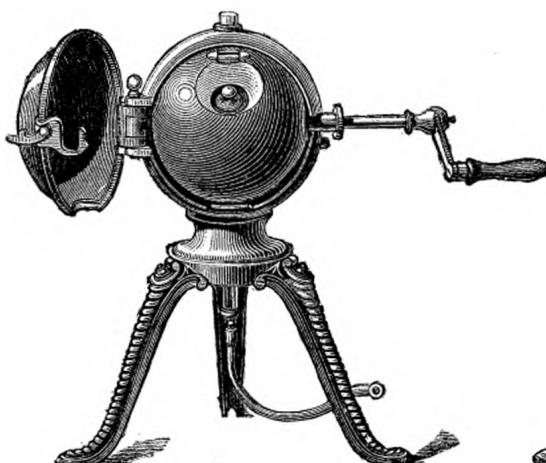


Fig. 227

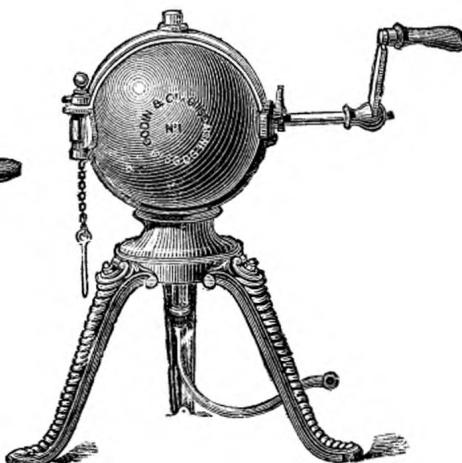


Fig. 228

La maison Wright, de Birmingham, et la maison Fletcher, de Londres, construisent un système de torréfacteurs simples ou doubles dans lequel le gaz se trouve au milieu du café à torréfier. Nous n'avons pas eu l'occasion d'expérimenter cet appareil, mais nous nous demandons si le mélange du café avec les produits de la combustion du gaz n'a pas quelque inconvénient.

La torréfaction du café exige deux conditions essentielles : d'une part, la régularité du chauffage, et d'autre part, un mouvement régulier du torréfacteur.

Aucun combustible ne se prête mieux que le gaz à fournir une chaleur toujours constante et régulière. Quant à la régularité du mouvement, elle est obtenue très facilement par des moyens mécaniques dans les grandes manutentions.

Nous citerons encore un exemple du prix de revient de la torréfaction du café avec un torréfacteur n° 1 de la société du Familistère de Guise :

Poids du café vert 2^k,500;

Durée de la torréfaction, 30 minutes;

Dépense de gaz en litres, 230;

Dépense en argent, 0 fr.,07.

L'appareil employé mesurait 70 centimètres de hauteur, le diamètre de la sphère était de 30 centimètres et la contenance en café 2^k,500.

Pour terminer ce chapitre des principaux usages domestiques du gaz, il nous reste à parler du chauffage des fers à repasser, dont nous avons déjà vu d'ailleurs la place à côté des fourneaux de cuisine.

Ces appareils sont trop simples pour nécessiter une description spéciale, et nous nous contenterons de représenter quelques uns des modèles les plus courants.

L'appareil représenté par la figure 229 est construit par les usines du Familière de Guise.

Il comporte quatre fers, et de plus, un petit brûleur pour la fabrication de l'amidon et des emplois. La consommation de gaz est de 350 litres à l'heure, soit à raison de 30 centimes le mètre cube de gaz, une dépense argent horaire de 10 centimes.

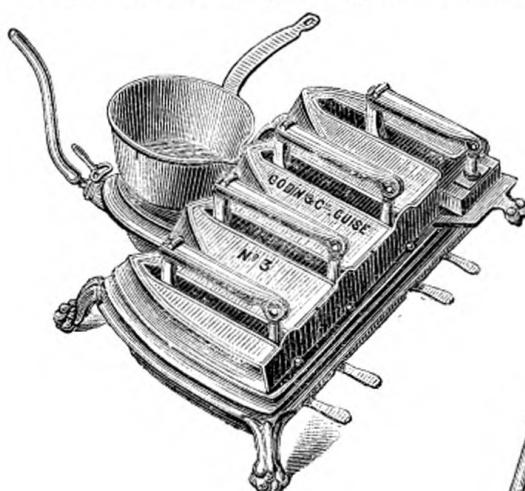


Fig. 229

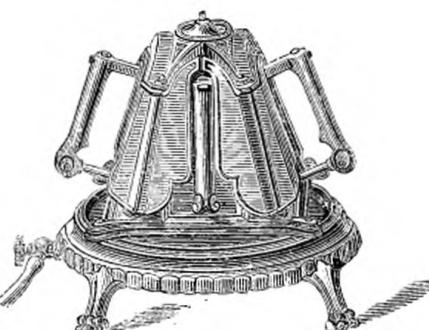


Fig. 230

La Société du Familière de Guise construit encore un système de chauffe-fers dont la disposition rappelle celles des « mécaniques » de blanchisseuses. Il est représenté par la figure 230. La consommation est la même que celle du fourneau précédent.

La maison Fletcher, de Londres, établit un chauffe-fers du même modèle, avec cette différence que la partie supérieure porte un petit plateau réservé pour un fer de petite dimension.

On a pu voir à l'Exposition, dans le sous-sol du Pavillon du Gaz une machine à repasser de M. Sarriot avec les fers chauffés au gaz. Nous parlerons de cette machine à propos des emplois industriels du gaz, et c'est à dessein que nous l'écartons des usages domestiques.

Il n'en est pas de même du fer Sarriot, chauffé au gaz, qui peut trouver sa place dans tous les ménages.

Le brûleur situé à l'intérieur du fer est à flamme mélangée d'air.

L'appel d'air est très grand, aussi la flamme est-elle plutôt verdâtre que bleue. La figure 231 représente un fer Sarriot. L'extrémité du tube est reliée à un

conduite de gaz par un caoutchouc. Disons encore que le fer nous a paru exiger une pression de gaz relativement forte pour que l'appel d'air se fasse dans de bonnes conditions.

FER SARRIOT breveté

A CHAUFFAGE INTÉRIEUR

par le Gaz



Fig. 231

La consommation de gaz ne dépasserait pas 3 à 4 centimes à l'heure et il y a lieu de tenir compte en outre de l'avantage procuré par le fer, d'éviter les pertes de temps et aussi le dépôt de toute espèce de noir de fumée sur la plaque inférieure.

CHAPITRE IX

EMPLOIS INDUSTRIELS DU GAZ

Les emplois du gaz dans l'industrie sont très nombreux, et il ne nous est pas possible de les signaler tous, d'autant plus que cette partie de l'industrie du gaz n'était représentée à l'Exposition que par un très petit nombre d'appareils.

Nous nous contenterons d'en signaler quelques-uns.

Les grandes blanchisseries et en particulier la blanchisserie de Courcelles emploient presque toutes la repasseuse lisseuse mécanique, à pédale et à fer suspendu, à double articulation, brevetée par M. Sarriot, 137, rue Saint-Denis.



Fig. 232

Cette machine, voir fig. 232, qu'on a pu voir fonctionner au Pavillon du gaz pendant la durée de l'Exposition n'est pas, comme on pourrait le croire, d'un usage universel. Elle ne convient que pour les pièces de petite dimension et trouve surtout son application dans le blanchissage à neuf des cols et manchettes.

Les résultats qu'elle donne dans cette application sont réellement bons. Une ouvrière habile peut, en effet, repasser trente douzaines de cols dans une journée.

La pédale sert à donner au fer, chauffé au gaz, la pression suffisante et désirable sur le linge.

La course du fer est naturellement limitée par la longueur de la tige de suspension et aussi par le rayon d'action de l'ouvrière, qui travaille assise.

A côté de la repasseuse lisseuse de M. Sarriot, la *nouvelle machine* sécheuse repasseuse de M. Piet et C^{ie}, 33 rue de Chabrol trouve sa place toute indiquée. Elle est d'un usage plus général.

Cette machine se compose d'un rouleau entouré d'une couverture puis d'une flanelle, sur lequel vient appuyer un fer creux en fonte polie sur sa partie concave, épousant la forme du rouleau sur lequel il appuie par la manœuvre d'un contrepoids. Ce fer est chauffé dans toute sa longueur, qui est celle du rouleau, par une rampe de gaz. Les produits de la combustion déterminent sous le rouleau, enveloppé en cet endroit par une paroi en tôle, un appel d'air suffisant pour achever de sécher le tissu en entraînant la buée qui s'en dégage à la sortie du fer.

M. Tulpin, de Rouen, avait exposé au Pavillon du gaz une machine à griller les tissus.

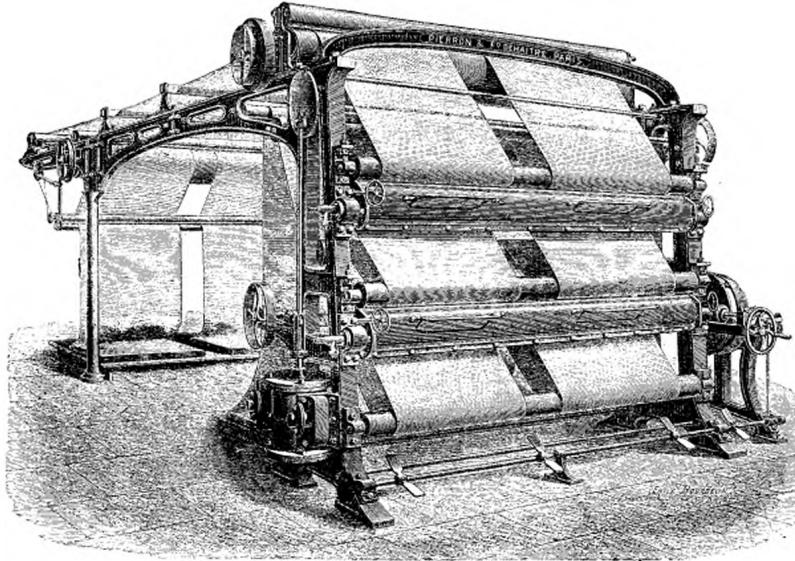


Fig. 233

Celle que représente la figure 233 est construite à Paris par la maison Pierron et Dehaïtre, 19 rue Doudeauville.

Autrefois, on se servait pour griller les tissus de plaques de fonte chauffées au rouge. Actuellement, elles sont remplacées par des rampes de gaz à flammes bleues et nous croyons inutile d'insister sur les avantages de cette modification.

Dans les *Conditions publiques* des textiles, l'emploi d'étuves chauffées au

moyen du gaz tend à se généraliser de plus en plus. Cependant les appareils employés jusqu'à ce jour n'ont pas donné la constance désirable.

Nous dirons à ce sujet que la constance de la température dans une étuve a été résolue au moyen du régulateur de M. Roux. On verra plus loin, à propos des appareils exposés par la maison Wiesnegg le dessin d'une étuve chauffée au gaz et munie du régulateur Roux.

Les appareils à gaz employés dans les *Conditions publiques* sont l'étuve à gaz Ratti, l'appareil à gaz système Sée, l'appareil Marschall, Storbay, Rogeat, etc.

Dans la *confection* on emploie des machines à plisser, à coller les fils sur le tuyauté, à faire les ruches de toute espèce, etc., etc.

Toutes ces machines utilisent le gaz pour chauffer intérieurement les cylindres, dans lesquels est disposée une rampe à flammes bleues. Chaque appareil est muni d'une cheminée d'évacuation.

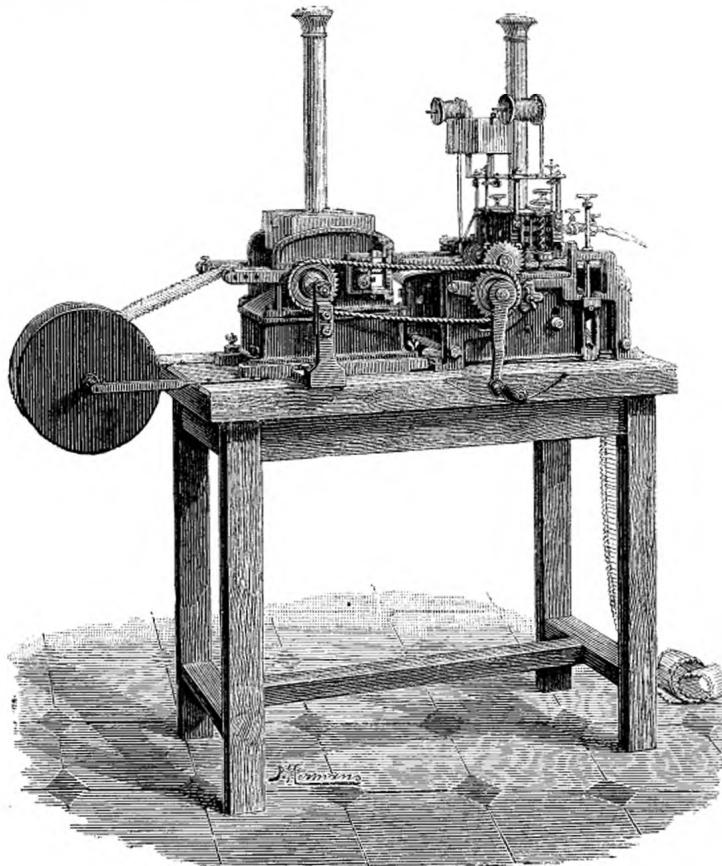


Fig. 234

La maison Schaible, 63, avenue des Gobelins, construit un grand nombre de types et de modèles différents de ces sortes de machines. Nous donnons (fig. 234,

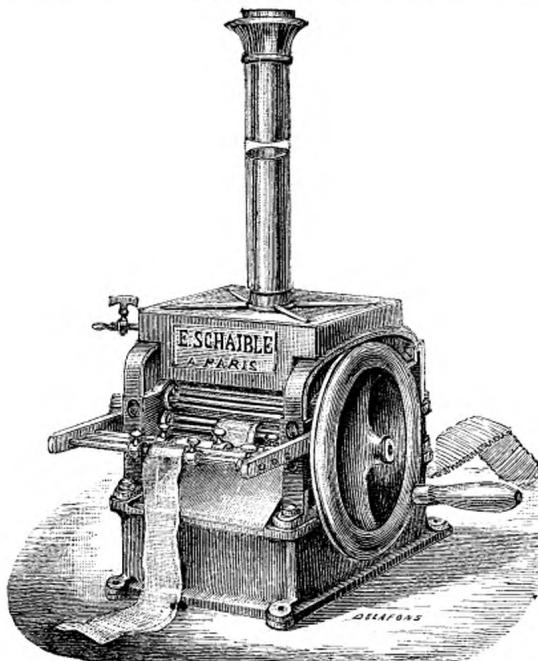


Fig. 235

235), les dessins de quelques unes, que les gens du métier sauront d'ailleurs apprécier.

Dans la dorure, le cartonnage et la reliure, on emploie une presse chauffée au gaz. Le chauffage au gaz, qui est de beaucoup le plus commode et le plus généralement employé. Cette presse est construite par la maison Hachée, 122, Faubourg-Saint-Martin.

Les peintres utilisent pour le grattage des anciennes couches de peinture un brûloir à gaz construit par M. Tétrel, 68, rue François-Miron. Cet appareil s'adapte à l'extrémité d'un caoutchouc relié à une conduite de gaz.

La maison Biber, rue Saint-Jacques 55, construit une foule de petits appareils utilisant le gaz. Ce sont les allume-tabac de plusieurs modèles, les cacheteurs simples et à veilleuse, les chalumeaux, les robinets régulateurs à veilleuse, etc.

Dans un autre ordre d'idées nous parlerons ici des chaudières chauffées au gaz et nous citerons la chaudière Thwaite, dont nous empruntons la description au *Journal des usines à gaz*.

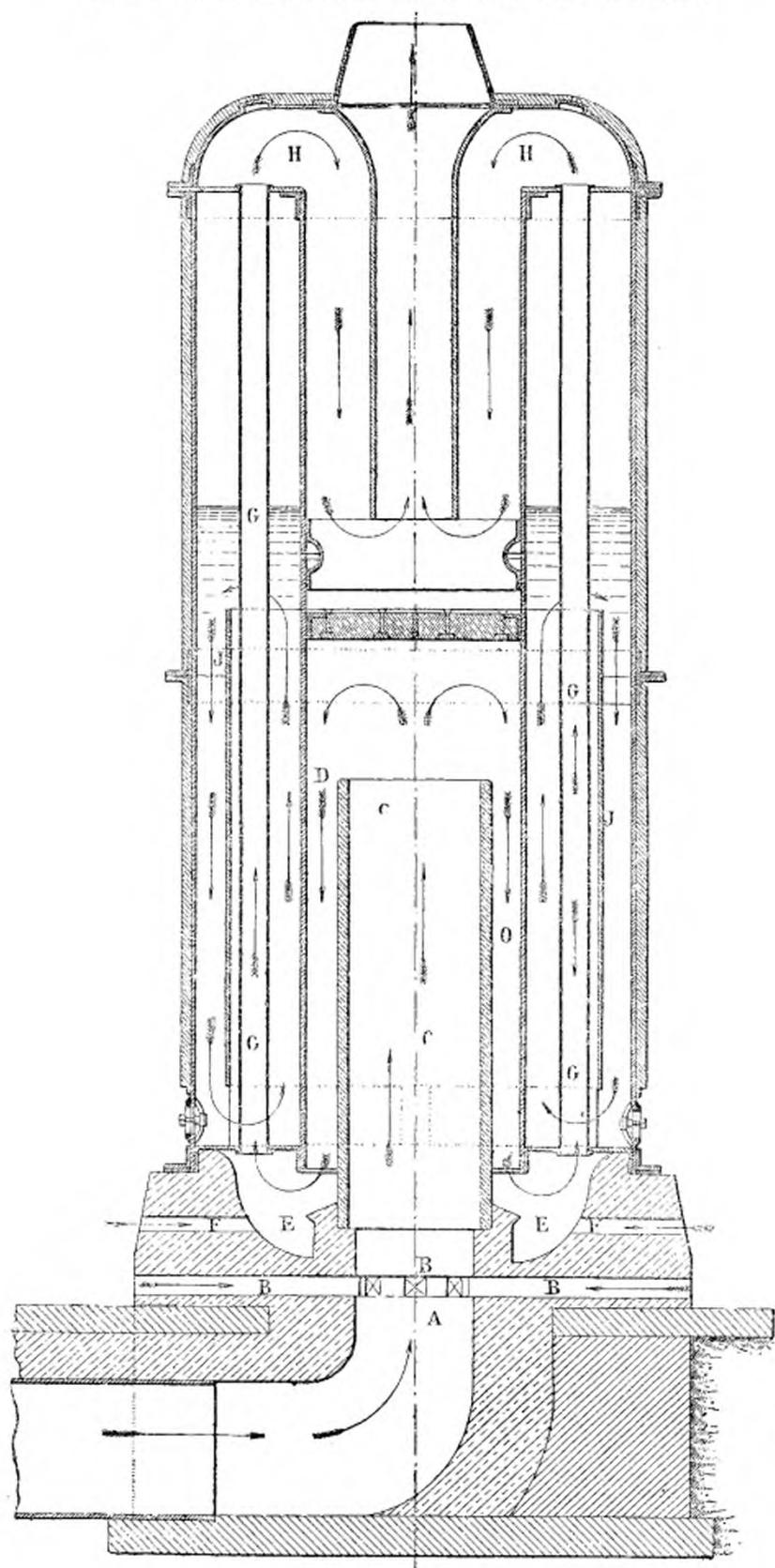


Fig. 236

La figure 236 représente une chaudière à vapeur de 30 chevaux étudiée par M. Thwaite pour le chauffage au combustible gazeux.

Le gaz arrive dans une chambre de combustion verticale A, où il rencontre l'air introduit uniformément de la circonférence vers le centre par les tubes à air B, à hauteur desquels se produit la combustion. La flamme s'allonge en montant à l'intérieur du tube en terre réfractaire C qui est bientôt porté au rouge blanc. Elle passe par dessus les bords de ce tube pour redescendre dans l'espace annulaire D ménagé entre la tôle de la chaudière et le tube, en restant en contact intime avec la surface baignée intérieurement par l'eau. La combustion s'achève dans la chambre annulaire E, où les conduites rayonnantes F introduisent l'air nécessaire. Les produits gazeux de la combustion montent par le faisceau tubulaire du générateur G dans la chambre supérieure H où ils sont divisés et ramenés en bas autour du tube renversé I. Dans cette dernière partie de leur trajet, ils sont en contact avec le dôme de vapeur de la chaudière, surchauffent la vapeur et achèvent d'abandonner toute la chaleur qui peut être absorbée. On voit sur le dessin comment ils se rendent ensuite à la cheminée.

Pour terminer ce chapitre des emplois industriels du gaz nous donnons ci-après les différents appareils exposés par la maison Wiesnegg, 7, rue Gay-Lussac.

Les bacs Bunsen forment la base de presque tous les appareils à incinération et autres de la maison Wiesnegg.

La flamme du bac Bunsen (fig. 237) donne une température de 700°. En

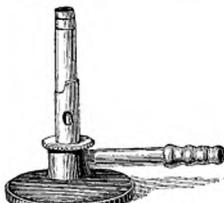


Fig. 237

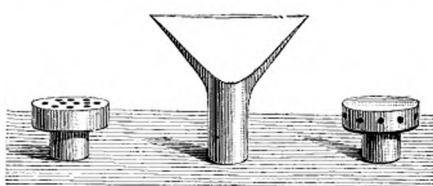


Fig. 238

surmontant le bac de chapeaux de formes convenables (fig. 238), on divise la flamme en jets horizontaux, verticaux, ou même en un seul jet vertical aplati, et on la rend ainsi propre au chauffage des ballons et cornues, même aussi au soufflage du verre.

La figure 239 représente un appareil à distiller, chauffé par des bacs Bunsen groupés en série sur un même tube d'alimentation. Cet appareil, qui donne 2 litres d'eau distillée à l'heure, dépense 1 050 litres de gaz pendant ce temps.

Il permet le chauffage à température constante d'une étuve de $0^{\circ},25 \times 0,17$
 $\times 0,15$ en utilisant la chaleur perdue à la distillation de l'eau.

Les fourneaux d'incinération sont également chauffés au gaz, et ils offrent ainsi l'avantage d'une température constante. Celui que représente la figure 240

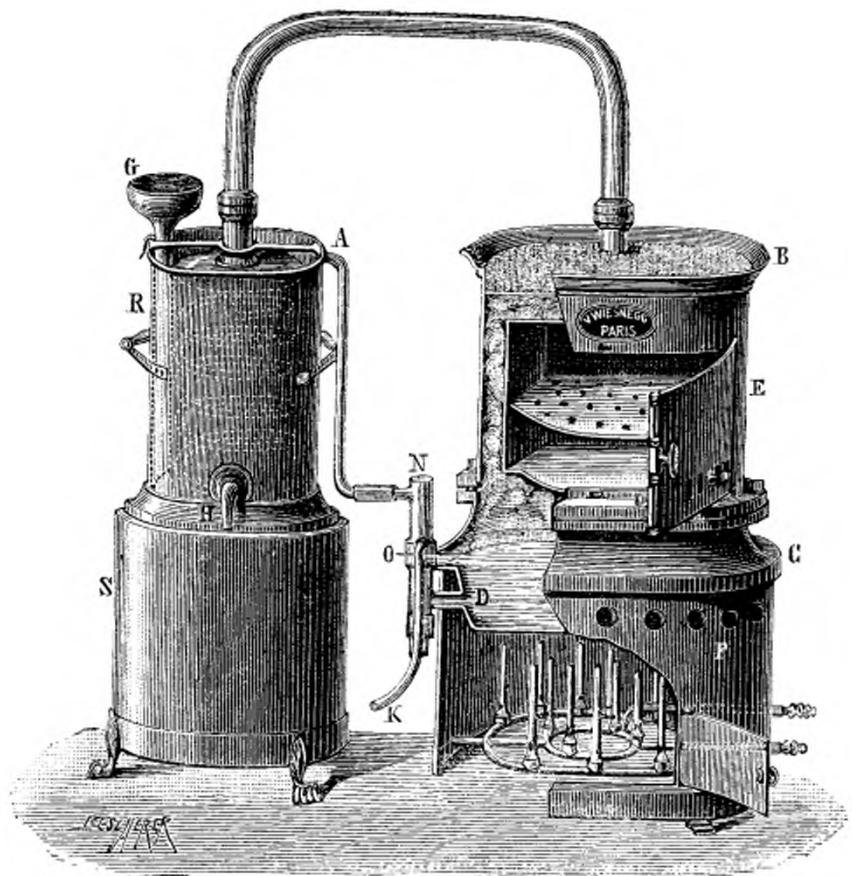


Fig. 239

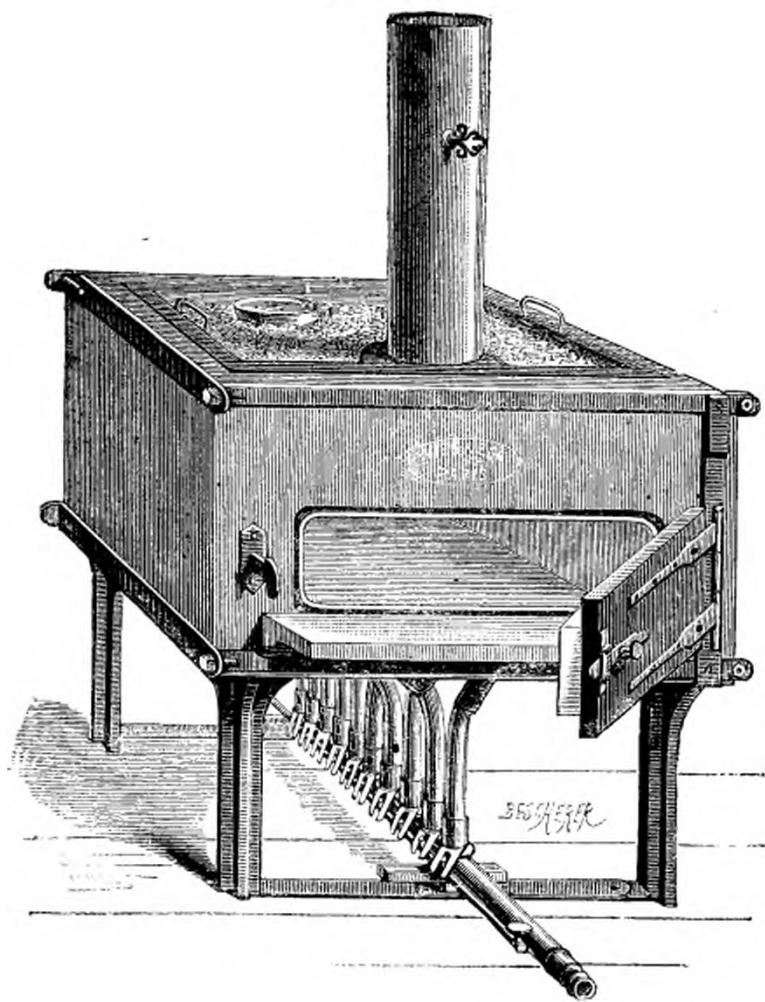


Fig. 240

mesure en largeur et en profondeur 0^m,30, en hauteur 0^m,10. Il donne en 45 minutes une température de 950° avec une consommation de 2 100 litres.

Pour augmenter le pouvoir calorifique des fourneaux, M. Perrot, de Genève, imagina de les entourer d'une enveloppe intermédiaire dans laquelle les produits de combustion circulent avant de s'échapper par la cheminée. L'appareil, ainsi modifié, est représenté par la figure 241.

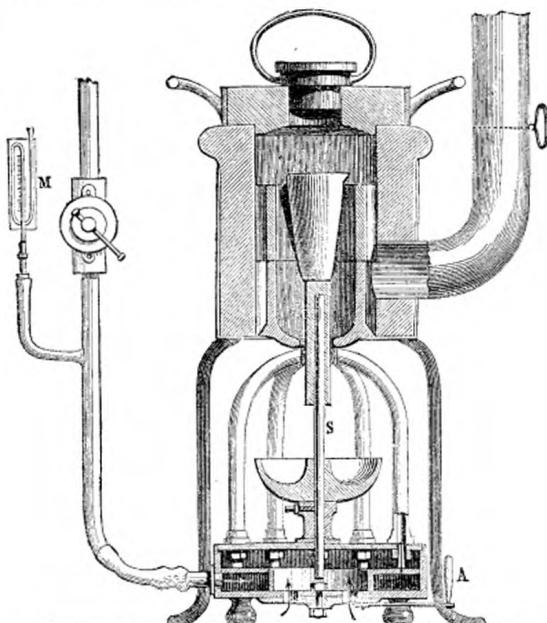


Fig. 241

Il mesure 0^m,35 de diamètre à la partie supérieure, et 0^m,88 de hauteur. Il est muni d'un manomètre M indiquant la pression du gaz, et d'un robinet d'arrivée de l'air A. La consommation horaire du gaz est de 2 400 litres.

Le creuset, au centre de l'appareil, et supporté par la tige S, peut contenir 12 kilogrammes de cuivre ou 28 kilogrammes d'or, qui sont portés à la température de fusion en 55 minutes pour le cuivre, et en 60 minutes pour l'or.

Les températures plus élevées sont obtenues à l'aide du bec Bunsen, à air forcé ou chalumeau, dû à M. Schloesing, directeur de la manufacture des tabacs.

L'air, comprimé au moyen d'une pompe, est envoyé dans le bec en un jet d'une section moyenne de 1/2 millimètre carré. Il entraîne avec lui le gaz et une grande quantité d'air atmosphérique.

Le dessin (fig. 242) représente un four de 0^m,30 × 0,20 chauffé par un cha-

lumeau. Cet appareil consomme 900 litres de gaz par heure, et peut porter à la température de fusion 300 grammes de fer doux en 45 minutes.

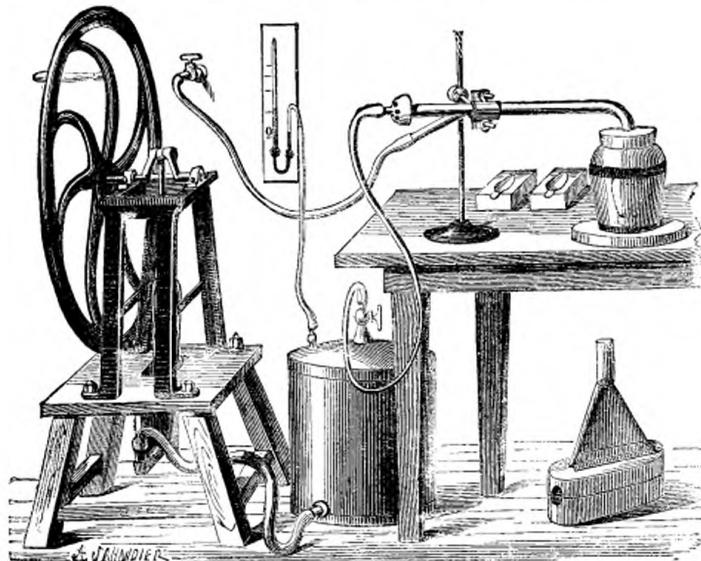


Fig. 242

Actuellement, la pompe est remplacée par un compresseur automatique d'air

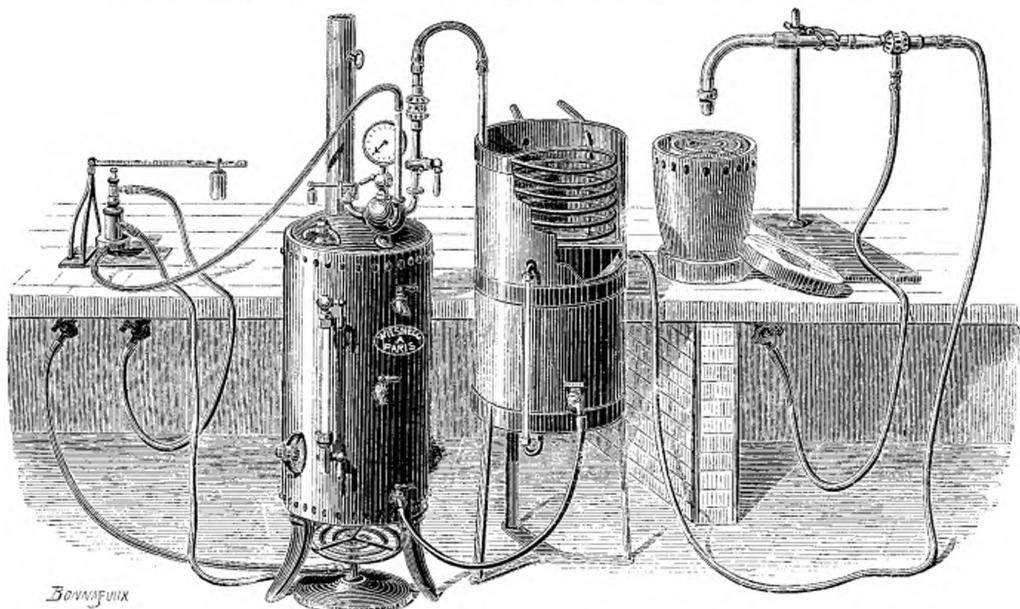


Fig. 243

(fig. 243) composé d'un générateur de vapeur chauffé au gaz, et maintenu au-

tomatiquement à pression constante. En faisant passer le jet par une série de cônes disposés *ad hoc*, il entraîne avec lui une quantité d'air atmosphérique variant dans la proportion de 10 mètres cubes d'air par 6 kil. 500 de vapeur d'eau.

Arrivée dans le réfrigérant, la vapeur se condense, tombe à la partie inférieure, et l'air s'échappe librement.

La consommation du chalumeau, représenté figure 243, et dont le creuset mesure 0^m,20 de diamètre, est de :

900 litres de gaz
et 1 000 litres d'air par heure.

La consommation de gaz, pour l'entretien de la vapeur, à la pression de 2 kilogrammes, est de 750 litres par heure.

Le corps de la chaudière mesure 0^m,60 de hauteur et 0^m,40 de diamètre; celui du réfrigérant 0^m,58 de hauteur et 0^m,45 de diamètre.

Telles sont les applications du gaz aux appareils à hautes températures. Ces appareils sont modifiés, suivant les besoins, comme forme ou comme dimensions. Quant à leur supériorité sur les appareils à charbon, elle est de tous points incontestable.

Le gaz a été encore un puissant auxiliaire dans les études microbiologiques faites durant ces dernières années, principalement en ce qui concerne les cultures.

Les appareils employés sont appelés étuves ou thermostats ; ils doivent satisfaire aux conditions suivantes :

Facilité de réglage ;
Constance absolue de température.

Il faut, par conséquent, les munir d'un engin quelconque permettant l'admission automatique du gaz, proportionnellement aux diverses causes de refroidissement de l'ensemble de l'appareil.

On doit à M. Schloesing un régulateur basé sur la dilatation du mercure, et représenté par les figures 244 et 245.

L'extrémité d'un réservoir en verre, contenant du mercure, est fermée par un corps flexible qui est le plus ordinairement une membrane en caoutchouc. La moindre variation de température raccourcit ou allonge cette membrane qui, s'éloignant ou se rapprochant du tube d'introduction du gaz, augmente ou diminue la section de celui-ci. Pour que la membrane ne se coupe pas au contact du tube, on suspend entre ces deux pièces une palette parfaitement plane qui, obéissant au moindre mouvement du mercure, produit, en se rapprochant du tube, l'effet d'un robinet.

M. D'Arsonval modifia très heureusement cet appareil. Il entoura complètement

ment la chambre à chauffer d'un liquide dilatable, et le fit servir pour ainsi dire d'intermédiaire entre la flamme du gaz et l'espace à chauffer.

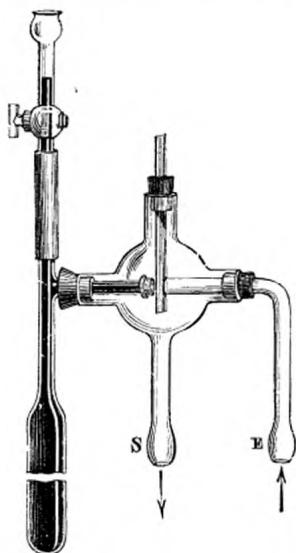


Fig. 244

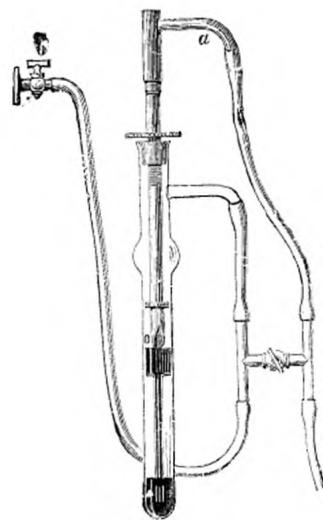


Fig. 245

L'appareil usuel se compose de deux vases cylindro-coniques concentriques limitant deux cavités, l'une centrale, qui est l'enceinte, l'autre annulaire, que l'on remplit d'eau, et qui constitue le matelas liquide soumis à l'action du foyer. La paroi externe de l'étuve porte une tubulure latérale (2) (voir fig. 246) fermée à l'extérieur par une membrane constituant, lorsque l'appareil est clos, la seule portion de paroi capable de traduire au dehors, et en les totalisant, les variations de volume du matelas d'eau.

Le gaz est amené par un tube (4) qui débouche normalement au centre de cette membrane et à une faible distance de sa surface externe. Il constitue avec elle une sorte de robinet très sensible dont le degré d'ouverture est sous la dépendance des variations de volume du matelas d'eau, et qui ne laisse aller au brûleur que la quantité de gaz strictement nécessaire pour compenser les causes de refroidissement.

Dans cette combinaison, le gaz chauffe directement le régulateur qui, à son tour, réagit directement sur le gaz.

Ce système de régulation est excellent à tous points de vue, mais il soulève d'assez grosses difficultés lorsqu'il s'agit de construire des étuves d'une capacité variant entre 1 et 2 mètres cubes.

Les dimensions de l'appareil, représenté figure 246 sont :

Diamètre, 0^m,23 ;

Hauteur totale, 0^m,70 ;

Hauteur de la partie cylindrique, 0^m,31.

(3) est un tube de verre mettant l'étuve en communication avec l'atmosphère.

(4) est le tube d'arrivée du gaz;

(5) » de sortie »

(6) constitue le brûleur;

(7) le corps du régulateur;

La dépense moyenne de gaz à l'heure, pour une température de 38°, est de 60 litres.

Lorsqu'il s'agit d'étuves d'assez grande capacité, on y adapte le régulateur de M. Roux, que représentent en coupes les figures 247 et 248.

Le régulateur R se compose de deux lames métalliques d'un coefficient de dilatation inégale, soudées ensemble et recourbées en forme de U. L'une des branches est fixée à la paroi de l'étuve, l'autre se meut d'avant en arrière, suivant les variations de température; elle agit sur la tige d'un piston placé extérieurement, et règle ainsi l'admission du gaz.

Plusieurs étuves, basées sur ce système tout récent, fonctionnent d'une façon absolument irréprochable à la Faculté de médecine de Paris, dans plusieurs hôpitaux, et notamment à l'Institut Pasteur.

La légende explicative ci-après donne tous les détails nécessaires pour comprendre le fonctionnement de l'étuve et de son régulateur :

A, paroi extérieure de l'étuve (en bois);

B, boîte de réunion des produits de combustion;

C, cheminée de dégagement;

D, brûleur à gaz;

P, plaque de feu;

R, régulateur : p, piston d'admission du gaz;

— v, vis de réglage;

— t, tige de transmission du mouvement.

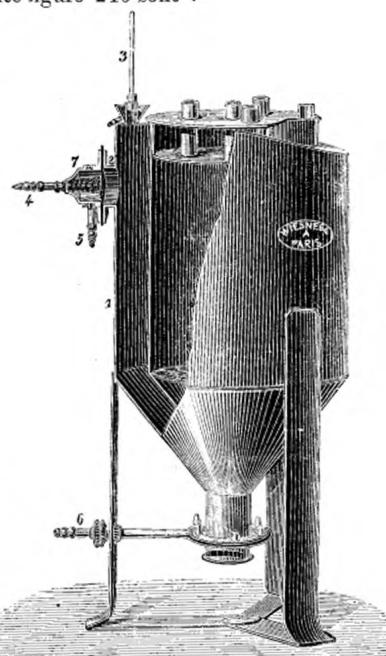


Fig. 246

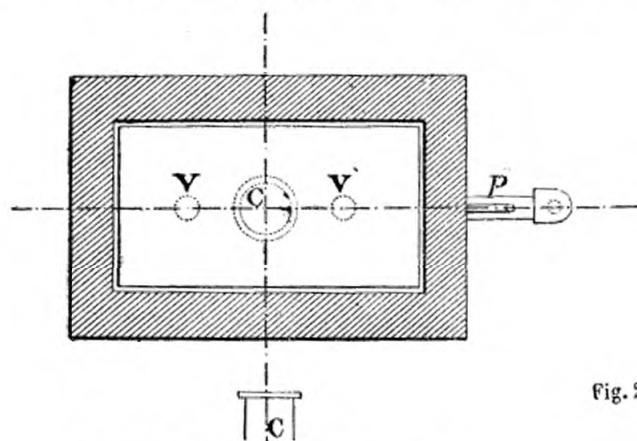


Fig. 247

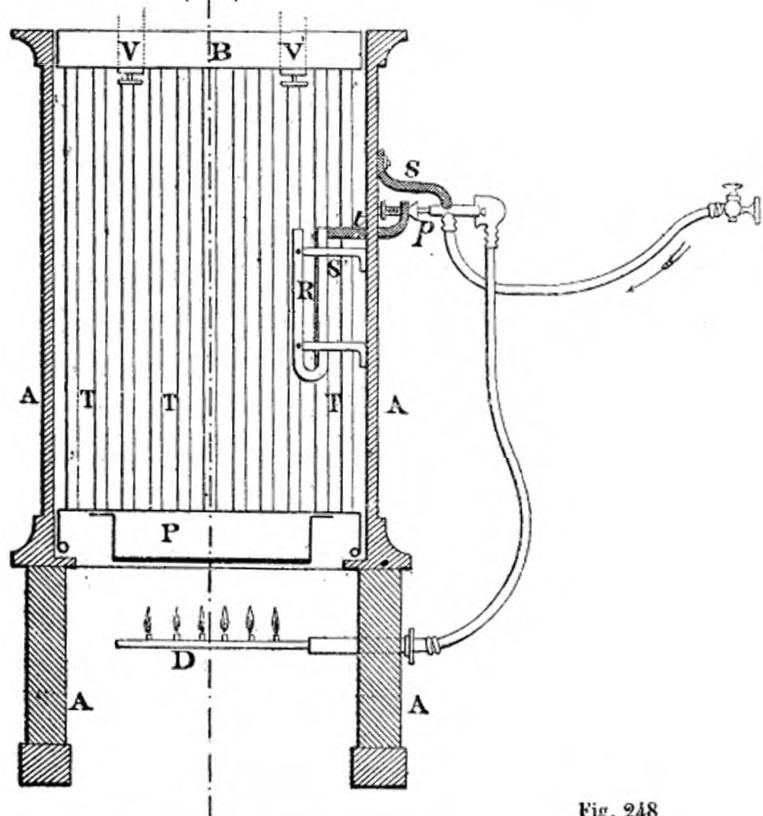
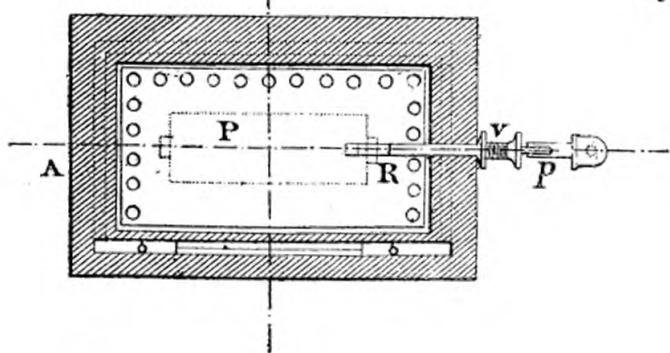


Fig. 248



S, support du régulateur;

T, tubes de circulation des produits de combustion ;

V. V', ventouses d'aération.

L'étuve cube 0^{m³},392. La consommation moyenne horaire de gaz, pour une température de 38°, est de 90 litres.

CHAPITRE X

SOUS-PRODUITS

L'industrie des sous-produits de distillation de la houille était modestement représentée à l'Exposition, aussi ce chapitre sera-t-il fort peu étendu, bien que cette branche d'industrie soit cependant très intéressante et très complexe.

A ce sujet, il convient de donner quelques renseignements relatifs aux analyses des houilles, du gaz que l'on en retire, ainsi que des sous-produits. Ces renseignements sont extraits d'un travail publié dans le *Journal des Usines à gaz* par M. Sainte-Claire-Deville, Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz.

A — Houille.

La classification des houilles est rapportée à cinq types et basée sur la proportion croissante d'oxygène.

1^o Composition élémentaire :

Composition élémentaire (déduction faite des cendres) :	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Hydrogène	5,06	5,37	5,40	5,53	5,64
Carbone	88,38	86,97	85,89	83,37	81,66
Azote.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oxygène.	5,56	6,66	7,71	10,10	11,70
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

2^o Soufre pour 100 kilogrammes
de houille tout venant . . . 0,77 1,06 1,18 1,02 1,04

3^o Composition immédiate des
charbons :
Eau hygrométrique. 2,17 2,70 3,31 4,34 6,17

Analyse du charbon tout venant séché à 100° :

Matières volatiles	26,82	31,59	33,80	37,54	39,27
Coke.	<u>73,18</u>	<u>68,41</u>	<u>66,20</u>	<u>62,66</u>	<u>60,73</u>
	100, »	100, »	100, »	100, »	100, »

Cendres % du poids de houille.	9,04	7,06	7,21	8,18	10,73
— — de coke.	12,35	10,32	10,80	13,05	17,67

Matières volatiles % de la partie combustible de la houille, déduction faite des cendres :

Eau combinée.	6,25	7,49	8,67	11,36	13,16
Matières volatiles carburées	<u>23,23</u>	<u>26,39</u>	<u>27,75</u>	<u>29,30</u>	<u>30,83</u>
Totaux.	<u>29,48</u>	<u>33,88</u>	<u>36,42</u>	<u>40,66</u>	<u>43,99</u>

Production du gaz par 100 kilogrammes de houille distillée :

Volume de gaz par 100 kilos de charbon brut.	30 ^{m³} 13	31 ^{m³} 01	30 ^{m³} 64	29 ^{m³} 72	27 ^{m³} 44
Volume ramené à 100 kilos de matières combustibles, cendres réduites.	33 ,13	33 ,37	33 ,07	32 ,59	30 ,75

Le rendement d'une houille en gaz dépend surtout de la température de distillation. L'infériorité du coke des houilles 4 et 5 (et avec lequel les fours ont été chauffés) explique l'infériorité des rendements 4 et 5.

5^o Marche la distillation (faite en 4 heures) :

Proportion % du gaz produit pendant la 1 ^{re} heure.	24,9	25,0	24,7	24,1	23,4
— 2 ^e —	29,9	28,4	29,2	29,6	26,9
— 3 ^e —	28,8	28,6	29,8	29,4	29,0
— 4 ^e —	<u>16,4</u>	<u>18,0</u>	<u>16,3</u>	<u>16,9</u>	<u>20,7</u>
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Température des fours.	1.326°7	1.328°3	1.312°3	1.289°9	1.222°6
--------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------

6^o Composition. — Pouvoir éclairant et densité du gaz.

Composition immédiate du gaz.

Acide carbonique.	1,47	1,58	1,72	2,79	3,13
Oxyde de carbone.	6,68	7,19	8,21	9,86	11,93
Hydrogène	51,21	52,79	50,10	45,45	42,26
Gaz des marais et azote.	34,37	34,43	35,03	36,42	37,14
Benzol.	0,79	0,99	0,96	1,04	0,88
Autres carbures.	<u>2,48</u>	<u>3,02</u>	<u>3,98</u>	<u>4,44</u>	<u>4,66</u>
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Benzine et carbures aromatiques,

Poids par mètre cube de gaz.	29 ⁰ 67	37 ⁰ 02	35 ⁰ 96	38 ⁰ 94	33 ⁰ 02
Densité du gaz à 0° et 760 mm.	0,352	0,376	0,399	0,441	0,482
Pouvoir éclairant ou dépense à l'heure pour 1 carcel.	182 ¹ ,0	111 ¹ ,7	103 ¹ ,8	102 ¹ ,1	101 ¹ ,8
Quantité de lumière en carcelles par 100 kilos de houille.	227 ^c	278 ^c	295 ^c	291 ^c	269 ^c

7^e Coke.

Volume de coke (trié à la pelle sur grille de 0 ^m ,05) par 100 kilogrammes de houille	1 ^h ,970	1 ^h ,966	1 ^h ,778	1 ^h ,696	1 ^h ,627
Poids de l'hectol. de coke éteint.	36 ^k 5	34 ^k 4	36 ^k 5	35 ^k 9	35 ^k 7
Poussier par 100 kilos de coke.	11,09	9,71	12,64	15,94	20,0

8^e Condensation.

Poids de goudron par 100 kilog. de houille.	3,902	4,652	5,079	5,478	5,592
Poids de l'eau ammoniacale.	4,584	5,567	6,805	8,616	9,871
Totaux.	8,436	10,219	11,884	14,094	15,453

Voici quelques chiffres indiquant les effets du traitement du gaz sur les impuretés qu'il contient :

1 ^e Production totale ou poids Ammoniaque dans le gaz sortant de la cornue :	AzH ³	Acide chlorhydrique HCl	Hydrogène sulfure HS	Acide cyanhydrique CyH	Acide carbonique CO ²
Par mètre cube de gaz.	8,03	1,17	8,33	1,57	46,5
Par 100 kilos de houille.	241	25,20	250	47	1.395 ^g .
2 ^e Répartition % de chaque impureté : Condensation	63,1	96,3	8,1	3,3	9,8
Lavage (cuve à sciure).	35,4	3,7	3,8	5,2	7,5
Épuration (oxyde de fer).	1,5	néant.	88,1	91,5	traces.
Restant dans le gaz épuré.	traces.	néant.	néant.	traces.	82,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

La composition en poids d'un gaz de densité égale à 0,410 et qui pèserait 530 grammes par mètre cube peut s'indiquer :

Benzine.	30 ^g 2
Toluène, xylène, etc.	9,0
Autres carbures.	59,7
Diluants.	431,1
	530 grammes.

Voici quelle serait l'influence des divers composés sur la production du pouvoir éclairant du gaz :

	GAZ riches	GAZ pauvres	GAZ moyens
	Types III, IV et V	Types I et II	
Benzol (série aromatique)	40 à 50	70 à 85	65
Autres carbures absorbables par le brôme (éthylène, propylène, acétylène). . . .	30 à 15	15 à 7	10 à 20
Gaz des marais ou formène.	12 à 10	10 à 8	10
Carbures forméniques condensés. . . .	18 à 25	5 à 0	15 à 5
	100	100	100

Les essences des charbons des premiers types sont plus riches en benzine que celles des types plus oxygénés.

En ce qui concerne l'influence de la température de distillation sur la production de la benzine, on peut dire que le gaz produit à haute température est plus riche en benzol et que ce benzol est plus riche lui-même en benzine pure.

Les sous-produits de la distillation de la houille sont très nombreux, les principaux sont le coke, les goudrons et tous leurs dérivés, l'ammoniaque, etc.

Coke.

Le coke est un combustible dont l'emploi s'est très rapidement généralisé pour le chauffage industriel et pour le chauffage domestique.

Les appareils à coke peuvent se diviser en trois catégories selon qu'ils servent à produire :

La force motrice ;

Le chauffage industriel ;

Et le chauffage domestique.

Le chauffage des chaudières au moyen du coke s'impose chaque fois que la production de fumée est gênante, par exemple, à l'intérieur des villes. On serait tenté de conclure de là, que le chauffage au coke des chaudières en usage à l'Exposition devait être général. Il n'en était cependant pas ainsi. Sur 7 000 chevaux-vapeur qui componaient la force motrice de l'Exposition (dont 4 000 pour l'éclairage électrique), 500 chevaux seulement étaient produits au moyen du coke.

On peut attribuer ce fait au désir bien légitime des constructeurs de chau-

dières de ne pas paraître employer un combustible spécial. De plus, les fournisseurs de houille se chargeaient de l'enlèvement des cendres et mâchefers, ôtant ainsi aux constructeurs une sujexion assez ennuyeuse dans la situation de fonctionnement de leurs appareils.

Les générateurs chauffés au coke étaient :

a) Les générateurs Collet : 300 chevaux pour les ascenseurs de la Tour Eiffel et aussi ceux qui actionnaient les pompes de M. Meunier.

b) Les générateurs Babcock et Wilcox actionnant les pompes de la Compagnie Worthington qui fournissaient l'eau de l'Exposition.

c) Les générateurs Belleville qui actionnaient la machine frigorifique dans le Pavillon de la République Argentine.

d) Les locomotives du chemin de fer Decauville.

A propos de la force motrice, nous citerons ici le moteur Bénier à air chaud, dans lequel l'échauffement de l'air est produit au moyen du coke, et cela à un prix de revient assez faible (1 kilog. 500 de coke lavé par cheval-heure).

Parmi les foyers spéciaux pour le coke, on remarquait ceux exposés par M. Alexis Godillot, 50, rue d'Ivry, à Paris.

Dans ce foyer, le combustible est amené par une vis de propulsion à la partie supérieure d'une grille inclinée, à gradins, sur laquelle le coke ne descend qu'au fur et à mesure que celui qui est au-dessous est consumé. Les barreaux, qui sont de forme particulière, permettent la présence d'une certaine quantité d'eau à la partie antérieure.

L'absence de toute production de fumée n'est pas la seule raison qui fait préférer le coke à la houille pour le chauffage industriel. Ce dernier combustible donne lieu à des dépôts goudronneux qui peuvent obstruer les carreaux des foyers. De plus, dans toutes les opérations qui ne se font pas en vase clos et dans lesquelles les matières manipulées sont en contact avec les produits de combustion l'emploi du coke s'impose.

L'absence de goudron est surtout appréciable dans le chauffage par les gazogènes, où la combustion incomplète de la houille est toujours accompagnée d'une distillation ; le coke paraît donc être le combustible préférable dans ce cas. Le gaz de coke ne produit que 900 à 1000 calories par mètre cube et il est trop pauvre pour produire des températures élevées.

Les gazogènes à coke ont été réservés pour des opérations industrielles ne demandant pas une haute température plus élevée que celle des cornues à gaz (fours à affiner et à recuire, le chauffage des générateurs Belleville, etc.).

Pour améliorer le gaz de coke au point de vue de la température, les gazogènes devraient être munis d'appareils permettant la décomposition d'une certaine quantité d'eau sans économiser toutefois sur la consommation du coke, puisque la quantité de chaleur ainsi retrouvée est égale à celle de la décomposition de l'eau.

La Société industrielle et commerciale des métaux, à Saint-Denis, a fait installer plusieurs groupes de gazogènes fonctionnant au coke. Ces gazogènes sont du système Lencauzé. Les planches 6 et 7 donnent en plan et en coupe la disposition de ces gazogènes.

Le coke servait encore à la production du gaz Dowson, au moyen de l'appareil exposé par la maison Pierron et Dehaître, et produisant 300 mètres cubes de gaz à l'heure. Cet appareil se compose d'une petite chaudière dans laquelle on vaporise de l'eau; la vapeur produite est surchauffée dans un serpentin et s'échappe par un injecteur dont la disposition rappelle celle du Giffard et qui aspire une certaine quantité d'air.

Le mélange traverse une couche de coke que l'air échauffe en la brûlant incomplètement et qui devient incandescente. La vapeur d'eau se décompose, les gaz produits traversent un laveur qui les débarrasse des poussières, et ils se rendent au gazomètre.

Le gaz ainsi obtenu est beaucoup inférieur comme pouvoir calorifique au gaz ordinaire d'éclairage, il ne donne que 1 500 calories par mètre cube au lieu de 6 000.

Il servait à actionner un moteur Simplex de 100 chevaux et un moteur Otto de 16 chevaux, installés sur la berge de la Seine.

La consommation de gaz de ces moteurs était 4 fois plus grande que celle de gaz ordinaire, et de plus, ils donnaient 1/4 en moins de la force maximum qu'ils auraient donné avec du gaz ordinaire.

La consommation de gaz ou d'anthracite représente 600 à 700 grammes par cheval-heure.

Le chauffage domestique utilise encore beaucoup de coke.

Le pavillon du gaz à l'Exposition était chauffé au moyen d'un calorifère

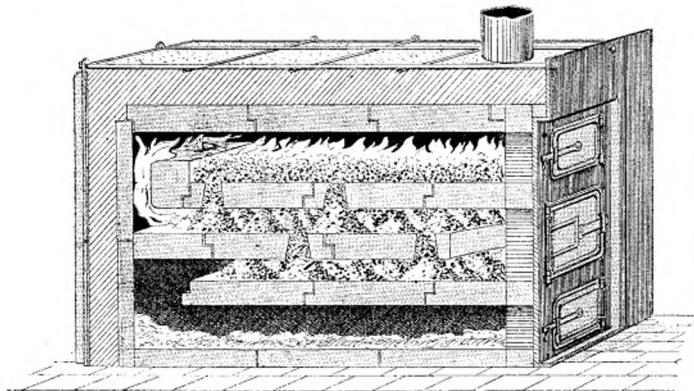


Fig. 249

système Perret que représente en coupe la figure 249. Ces calorifères permettent

d'utiliser non seulement le coke, mais encore les combustibles les moins riches. Nous rappellerons toutefois que l'utilisation des combustibles pauvres a, au point de vue de l'économie, une limite et que souvent elle n'est qu'apparente.

Si, par exemple, on utilise dans les foyers Perret des schlamms ou résidus de lavage des charbons, la main-d'œuvre, le transport du combustible, l'entretien du feu et l'enlèvement des cendres occasionnent des frais tels que ce mode de chauffage revient cher, bien que le combustible ne coûte presque rien.

Les calorifères système Perret sont très répandus comme calorifères de cave.

Pour le chauffage des appartements, les appareils à coke sont très variés. La plupart sont trop connus pour être décrits ici, nous citerons cependant une grille exposée par la maison Thouilly, 6, rue Vergniaud, à Levallois. Cet appareil se compose d'une grille encastrée dans un encadrement ou enveloppe en terre réfractaire. Sur l'encadrement se trouve une sorte de réflecteur également en terre réfractaire.

Les poèles mobiles figuraient en grand nombre à l'Exposition, et nous en dirons quelques mots :

Ces poèles consomment, soit de l'anthracite, soit du coke. En poids, la consommation de l'anthracite est de 35 % inférieure à celle du coke.

Les expériences faites par le jury de la classe 27 ont démontré que pour chaque poêle mobile la composition des gaz de la combustion est la même en grande ou en petite marche.

Les poèles mobiles peuvent se diviser en 2 catégories :

Les poèles ou cheminées à feu visible et les poèles ou cheminées à feu invisible.

Dans les appareils de la première catégorie, le combustible est renfermé dans une grille à barreaux verticaux et l'air circule abondamment autour de cette grille.

Les produits de la combustion contiennent de l'oxygène en excès et fort peu d'oxyde de carbone, ils sont plus chauds que dans les appareils de la deuxième catégorie et le refoulement des gaz brûlés est moins à craindre.

Dans les appareils à feu visible, le combustible repose sur une grille horizontale, l'air passe par la couche en ignition sur toute la hauteur. Les produits de la combustion sont moins riches en oxygène et contiennent des quantités appréciables d'oxyde de carbone.

Le tirage, dans ces appareils, est moins actif.

Au point de vue de l'hygiène on doit donner la préférence aux appareils de la première catégorie.

Les gaz stagnants sous le couvercle sont plus riches en gaz carboné et plus pauvres en oxygène que les produits de la combustion ; l'orifice de chargement doit donc présenter une fermeture étanche. On l'obtient avec de l'eau ou du sable.

Pour terminer ce paragraphe relatif au coke et à ses différents usages, nous

parlerons des casse-coke employés dans les usines à gaz pour la production du coke de différentes grosseurs.

Les appareils employés varient avec l'importance du travail qu'ils doivent fournir.

Certaines petites usines emploient des casse-coke mûs à bras d'hommes, et parmi les appareils de ce genre nous citerons le casse-coke Chevalet, représenté par la figure 250. Il se compose en principe de couteaux en acier manœuvrant

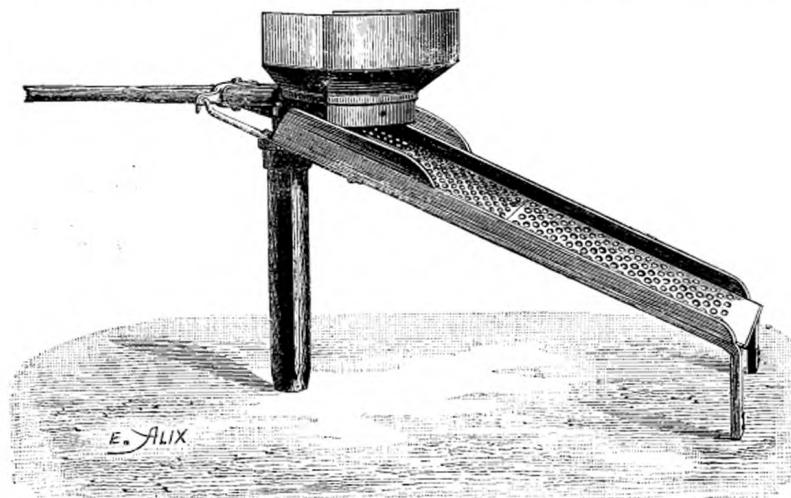


Fig. 250

sur une grille qui laisse passer le coke cassé, seulement il est à remarquer que les couteaux ne tournent pas dans le même sens, on les fait agir au moyen d'un levier qu'on pousse et tire.

Avec cette machine qui n'a comme entretien que l'usure des couteaux on peut, avec 2 hommes, casser 10 à 12 hectolitres de gros coke à l'heure.

Au besoin, un seul homme peut casser du coke, mais il est préférable d'en employer deux, l'un approvisionnant la machine et l'autre actionnant le levier.

Dans les grandes usines, les casse-coke sont mûs par la vapeur ou toute autre force motrice. Nous ne nous étendrons pas sur les détails de construction de ces appareils, mais nous donnons (planches 8 et 9) le plan et l'élevation d'une installation de casse-coke avec blutoir faite dans l'une des usines de la Compagnie Parisienne du gaz.

Il nous reste à parler maintenant du goudron et de ses dérivés et de l'ammoniaque.

Le goudron existe dans le gaz d'éclairage sous forme de gouttelettes très

fines ou même de vapeurs, que l'on sépare au moyen de laveurs et de condenseurs ou mieux à l'aide du condensateur Pelouze et Audouin dont nous avons donné la description dans le chapitre de la *Fabrication du Gaz*.

Le goudron de gaz diffère, comme composition du goudron provenant des fours à coke. Cela tiendrait à la différence entre les températures de distillation dans les deux cas.

Le goudron de gaz contient plus de benzol, de toluène, de naphtaline, tandis que le goudron des fours à coke est plus léger et contient surtout des hydrocarbures liquides.

Le goudron de houille renferme une foule de combinaisons chimiques qui n'ont pas encore été toutes isolées.

D'après G. Lunge, les éléments contenus dans le goudron de houille peuvent se classer comme suit :

A. — *Hydrocarbures.*

I. — Série du méthane, comprenant 22 combinaisons différentes dont la formule chimique est $C^n + H^{2n+2}$.

II. — Série de l'éthylène : 8 composés, formule C^nH^{2n} .

III. — Produits d'addition de la série du benzol, 3 composés, formule C^nH^{2n} .

IV. — Série de l'acétylène, 4 composés, formule C^nH^{2n-2} .

V. — Série C^nH^{2n-4} , 1 seul composé désigné « nonon » et de formule C^9H^{14} .

VI. — Série du benzol, 8 composés, formule C^nH^{2n-6} .

VII. — Styrol et 1 seul composé, l'hydrure de styrolène (?), formules C^8H^8 et C^8H^{10} .

VIII. — Naphtaline (de formule $C^{10}H^8$), dont le point de fusion est 79° et le point d'ébullition 217°. Dans cette série, 4 composés.

IX. — Acénaphthème ($C^{12}H^{10}$) avec 3 composés.

X. — Anthracène ($C^{14}H^{10}$) et 16 composés.

B. — *Corps oxygénés.*

Eau.

Esprit de bois.

Alcool éthylique.

Acides et phénols (12 composés).

C. — *Corps sulfurés.*

Onze composés différents, dont les plus connus sont l'hydrogène sulfuré, le sulfure d'ammonium, l'acide sulfureux, l'oxyde de carbone.

D. — *Corps azotés.*

1^o basiques, comprenant l'ammoniaque, et plus de quinze autres composés liquides ;

2^o non basiques, cette dernière série composée de quatre liquides très peu connus.

Comme on le voit, les produits divers renfermés dans le goudron de houille sont très nombreux, et il ne nous est pas possible, dans le cadre restreint de cet ouvrage, de nous étendre plus longuement sur chacun d'eux. Nous nous bornons à donner quelques détails sur les plus généralement employés.

On fait même directement avec le goudron de houille une encre d'imprimerie en le mélangeant avec de la colophane et de l'huile à paraffine en proportions déterminées.

Le goudron s'emploie, dans l'industrie, pour une foule d'usages. Il peut servir au chauffage par un dispositif analogue à celui employé pour les huiles lourdes, il sert à enduire les pierres et tous les éléments de construction exposés à des vapeurs acides, pour conserver les bois et matériaux de construction, et aussi les métaux, à la fabrication du carton pour toitures, à la fabrication du noir de lampe et en général du noir de fumée de toute qualité, depuis celui qui est vendu comme noir de fumée jusqu'au noir fin pour lithographes et qui, raffiné à nouveau sert pour faire l'encre de chine et la lithographie.

Tels sont les emplois du goudron non distillé.

Mais les produits de la distillation sont encore d'une foule d'usages dans l'industrie.

Sans nous arrêter à la distillation du goudron, qui offre cependant un très grand intérêt, nous citerons comme produits de la distillation :

1^o Le brai, qui à l'état mou est désigné sous le nom d'asphalte et employé pour recouvrir les trottoirs, et qui, mélangé à l'asphalte naturel, est employé comme succédané de ce dernier. L'addition du bitume naturel est bien préférable au point de vue du résultat cherché dans cet emploi.

L'asphalte de goudron est aussi employé pour fabriquer des tuyaux.

L'emploi le plus important du brai est surtout la fabrication des briquettes, qui atteint, en France seulement, plus d'un million de tonnes. Ces briquettes sont composées d'un mélange de houille menue ou de poussier de coke avec du brai.

Les vernis de brai sont obtenus en mélangeant le brai avec certains produits de la distillation du goudron.

La distillation du brai, opération très peu pratique donne un coke très beau et de l'anthracène principalement.

2^o L'huile à anthracène contient surtout la naphtaline, l'anthracène et un mélange d'huiles liquides. Le traitement de l'huile à anthracène a pour but d'en retirer la naphtaline et autres composés solides.

L'anthracène est employé dans le commerce pour fabriquer l'alizarine et toutes les teintures qui en dérivent.

3^o Les huiles lourdes servent à une foule d'usages, et entre autres comme huile de graissage et aussi pour carburer le gaz d'éclairage. Nous reviendrons plus loin sur ce dernier point.

Un autre usage très important des huiles lourdes est l'imprégnation des bois, des voiles, cordages et filets.

4^o L'acide carbolique, la naphtaline, l'acide phénique et les phénols.

Le phénol est employé dans la fabrication des couleurs, notamment la coraline et dans la fabrication de l'acide pierrique.

Tous les désinfectants sont composés en majeure partie d'acide carbolique mélangé avec différentes matières.

La naphtaline sert de base à la préparation de beaucoup de matières colorantes (couleurs azoïques) et aussi à la carburation du gaz d'éclairage, ainsi que nous l'avons dit au chapitre relatif aux becs d'éclairage public et privé (voir albo-carbon).

On l'emploie quelquefois aussi comme désinfectant.

5^o L'huile légère, l'essence de naphte.

L'huile légère est surtout employée pour la fabrication des vernis.

L'essence de naphte et les benzols servent à la fabrication des matières colorantes.

Les huiles qui distillent après les benzols du commerce sont employées pour la carburation du gaz d'éclairage.

Les produits de la distillation du benzol qui ne peuvent pas être utilisés pour l'éclairage sont employés dans le commerce sous le nom de benzines, principalement pour la dissolution du caoutchouc.

Enfin, le dernier produit de la distillation est le naphte à brûler qui sert à obtenir des foyers lumineux, d'une très grande intensité, employé pour l'éclairage des cours, magasins, chantiers etc., partout où le gaz fait défaut.

La distillation du goudron a été résumée par G. Lunge dans le tableau suivant :

SCHÉMA DE LA DISTILLATION DU GOUDRON DE HOUILLE.

Déshydratation.

a par le repos,
b pendant le chauffage } Eau ammoniacale.

Distillation.

I^e fraction { Eau ammoniacale,
 } Essence de naphte (rectifiée dans la cornue à benzol).

1. Produit jusqu'à 110°, lavé chimiquement, distillé à la vapeur d'eau :
 (a) Benzol à 90 %.
 (b). Benzol faible passe à 1,2.

2. Produit jusqu'à 140° traité comme I donne :

- (a). Benzol à 90 %.
 b Benzol à 50 %,
 c. Fraction moyenne et redistillée,
 d. Naphte pour dissolution.

3. Produit jusqu'à 170° traité comme 1 et 2 donne :

- a. Naphte pour dissolution,
 b. Naphte à brûler,
 c. Résidu dans la cornue passe à II.

II^e fraction — de 170 jusqu'à 230° — huile moyenne lavée avec la lessive de soude, donne :

1. Huile, distillée dans la cornue à huile légère donne :

- a. Distillation jusqu'à 170° passe à I. 3,
 b. Distillation jusqu'à 230° donne naphtaline,
 c. Résidu passe à III.

2. Lessive décomposée par l'acide carbonique donne ;

a. Solution aqueuse de carbonate de soude rendue caustique par la chaux et employée à nouveau.

- b. Acide phénique brut, est purifié et donne α Acide carbolique
 β Huiles.

retournant à II :

III^e fraction. De 230 à 270°.

Huile lourde tant qu'elle ne dépose rien de solide, peut être traitée pour acide carbolique et naphtaline.

N'est ordinairement employée que comme :

- Quelquefois séparée en α { huile créosotée
 } pour l'imprégnation.
 b huile de graissage.

IV^e Fraction. Huile à anthracène. Est filtrée ou pressée à froid, elle donne :

1. Huiles. Sont distillées et donnent :
 a. Distillation solide, traité avec IV. 2.

Pour terminer, nous donnons ci-après la liste des produits renfermés dans la Bibliothèque du Pavillon du gaz à l'Exposition.

Ces produits sont employés comme colorants, principalement pour la teinture des cotonns sans mordants, comme parfums et comme médicaments.

LISTE DES PRODUITS

contenus dans la vitrine de la Bibliothèque du Pavillon du Gaz.

Nitrobenzine.	Rouge de Saint-Denis.	Saccharine.
Aniline.	Ponceau de xylidine.	Nitro-Naphtaline.
Benzol.	Violet d'aniline.	Naphtaline pressée.
Résorcine.	Citronine.	Acide phthalique.
Diphénylamine.	Chrysoïne.	Naphtol (alpha).
Toluidine.	Acide benzoïque du Tolnol.	Naphtol (bêta).
Fluorescéine.	Violet de Paris au Méthyle.	Galleine.
Chrysoidine.	Bleu de diphenylamine.	Coralline jaune.
Noir bleu Coupier.	Chlorhydrate d'aniline.	Eosine (produit iodé).
Vert de Méthyle.	Fuchsine.	Coralline rouge.
Binitrobenzine.	Xylidine.	Orange.
Roceiline.	Acide cinnomique.	Eugénol.
Vert d'aniline.	Bleu d'aniline.	Acide pierique.
Induline.	Safranine.	Acide phénique.
Noir d'aniline.	Antipyrine.	Eosine (produit bromé).
Gris.	Exalgine.	Rose de Naphtaline.

Naphtilamine.	Eosine méthyle.	PARFUMS.
Binitronaphtol.	Erithrosine.	Vaniline.
Céroléine.	Acide salicilique.	Essence de Niobé.
Emilite.	Hydroquinone.	Benzoate d'Ethyle.
Anthracène pur.	Safrosine.	Benzoate de Méthyle.
Binitronaphthaline.	Cresol.	Coumarine.
Bleu d'Alizarine.	—	Aldéïde benzoïque.
Orange d'Alizarine.		Salicilate de Méthyle.

Ammoniaque.

L'eau ammoniacale se sépare du gaz en même temps que les goudrons. Il en reste toujours une certaine quantité dans ces derniers produits, mais cette quantité est très faible.

Depuis quelques années, la consommation des produits ammoniacaux a augmenté énormément depuis qu'on les utilise comme engrais et aussi dans l'industrie de la soude.

L'eau ammoniacale renferme plusieurs composés dont la quantité varie avec la nature du charbon employé.

Nous extrayons de l'ouvrage de G. Lunge déjà cité, le tableau suivant donnant la composition des eaux ammoniacales provenant de la distillation de quelques charbons.

UN LITRE DE GAZ contient en grammes	CHEMNITZ Charbon de Zwickau	Autres villes de la Saxe Charbon de Zwickau	BONN Charbon de la Ruhr	TRÈVES Charbon de la Saare	ZURICH Charbon de la Saare
Ammoniaque en totalité . . .	12,09	9,40	18,12	15,23	3,47
Hyposulfite d'ammonium . . .	1,036	1,628	5,032	2,072	0,296
Sulfure d'ammonium . . .	0,340	0,646	6,222	2,468	1,428
Bicarbonate d'ammonium . .	1,050	1,470	2,450	33,763	5,856
Monocarbonated'ammonium	4,560	7,680	33,120		
Sulfate d'ammonium . . .	0,462	0,858	1,320	4,922	1,926
Chlorure d'ammonium . . .	30,495	17,120	3,745		
Sels ammoniacaux en totalité	37,943	29,402	51,889	43,225	9,506

A ces produits il faut ajouter le sulfocyanure d'ammonium qui se trouve quelquefois en grandes quantités.

La teneur en ammoniaque des eaux ammoniacales varie entre 0 $\frac{1}{2}$,9 et 3 $\frac{1}{2}$,5 par centimètre cube d'eau.

On doit à M. Chevalet un appareil spécial pour faire l'alcali volatil au moyen des eaux ammoniacales. L'ammoniaque qui sort des appareils distillatoires consiste de la vapeur d'eau et des huiles empyreumatiques dont il faut la débarrasser.

Pour cela, on envoie les gaz dans un réfrigérant tubulaire placé dans un réservoir d'eau fraîche, qui condense toute la vapeur d'eau et une partie de l'ammoniaque et ne laisse dégager que du gaz ammoniac sec si la vapeur qui sort de l'appareil distillatoire est assez riche en ammoniaque.

Pour enlever les huiles empyreumatiques, on envoie le gaz ammoniac sec dans de l'huile de lin ou dans des filtres à charbons. Lorsque le gaz sort de ces épurauteurs on le fait dissoudre dans de l'eau propre placée dans un vase en tôle en plomb ou en grès, rafraîchi par un courant d'eau.

Les avantages de ce procédé sont, d'après M. Chevalet, les suivants :

1^o Suppression de la chaux dans les appareils distillatoires, distillation de liquides ammoniacaux clairs, d'où : plus d'incrustation ni dépôt dans les appareils ;

2^o Condensation et analyse des vapeurs ammoniacales avec un minimum d'eau pour le rafraîchissement ;

3^o Lavage constant de la colonne d'analyse avec de l'eau propre et rétrogradation de toutes ces eaux dans la colonne distillatoire et suppression de la lessive de soude ;

4^o Possibilité de faire de l'alcali à un degré supérieur à 28° avec de la glace ;

5^o Facilité de reprendre la fabrication du sulfate ou des eaux concentrées sans mettre de chaux dans les eaux ammoniacales et en suivant la méthode ordinaire.

L'ammoniaque liquide sert dans l'industrie pour l'impression des tissus et la fabrication des couleurs et des produits chimiques. On l'utilise aussi dans la pharmacie, et il sert encore dans certains appareils pour la fabrication de la glace.

Le sulfate d'ammoniaque sert pour les engrains et aussi la fabrication de la soude.

Le carbonate d'ammoniaque est employé en grande quantité pour le lavage des laines, en teinture, etc., il en est de même du sulfocyanure d'ammonium.

Carburation du gaz et de l'air.

La carburation du gaz a pour objet d'augmenter le pouvoir éclairant par l'addition de carbures. On obtient ainsi des gaz riches, dont la quantité à brûler pour fournir un éclairage donné est moins grande que celle de gaz ordinaire. De là une diminution de la chaleur due à l'éclairage.

Le pouvoir éclairant du gaz auquel on a fait absorber des vapeurs d'hydrocarbures peut être doublé, triplé et même sextuplé.

Les carbures employés sont les essences de pétrole, les benzines, la naphtaline les produits de la condensation des vapeurs formées dans la compression des gaz d'huiles.

Les appareils les plus divers ont été employés pour la carburation du gaz. Certains consistent simplement en un récipient fermé, incomplètement rempli d'hydrocarbure, dans lequel on fait passer le gaz à la sortie du compteur. Ces appareils ne donnent qu'un résultat pratique médiocre en général.

La quantité de vapeur absorbée par le gaz est fonction de la température, de la surface d'évaporation et de la volatilité du liquide employé.

Des recherches nombreuses ont été faites pour régulariser cette absorption. Les carburateurs à mèches, à réservoir, etc., n'ont pu réaliser ce but.

Il faut encore tenir compte du danger que présentent la manipulation et l'usage d'essences volatiles, et en conséquence, l'appareil employé ne doit pas exiger de manipulations de la part du consommateur de gaz, souvent inexpérimenté.

De plus, il faut éviter de saturer le gaz de vapeurs d'hydrocarbures, cette saturation ayant pour effet de donner naissance à des condensations qui obstruent les tuyaux.

La carburation du gaz d'éclairage est donc une question très complexe.

On ne trouvait à l'Exposition qu'un seul spécimen de carburateur, qui fonctionnait dans le Pavillon des pétroles et dont les dispositifs particuliers résolvent les difficultés signalées ci-dessus.

Cet appareil, construit par la Société anonyme Gaz Riche de Paris, 22, rue Pétrelle, est destiné à l'emploi exclusif des benzines de houille. Il est du type de

carburateurs dits à surface et sans mèches. Un dispositif spécial assure l'introduction automatique et continue d'une quantité d'hydrocarbure, en même temps que l'ascension des couches inférieures de liquide pour remplacer les couches supérieures refroidies par le passage du gaz.

Nous donnons ci-dessous (fig. 251) la vue extérieure de cet appareil dont les dimensions sont relativement restreintes. — Le volume occupé par le carburateur est à peu près celui du compteur.

L'un des tubes sert à l'introduction du gaz et l'autre à la sortie. Le tube intermédiaire qui les relie porte un robinet permettant de supprimer totalement ou partiellement l'arrivée du gaz dans l'appareil.

La consommation du carbure employé est de 55 grammes par mètre cube de gaz. (La saturation complète du même volume de gaz exigerait dix fois plus de carbure.) Dans ces conditions, la carburation ne donne pas lieu à des condensations appréciables en pratique.



Fig. 251

L'appareil carburateur dont il est question ici présente tous les avantages de commodité et de simplicité nécessaires à sa mise en usage entre des mains inexpérimentées. De plus, grâce au système d'alimentation automatique, le remplissage n'a besoin d'être fait que très rarement.

Ces quelques mots sur la carburation du gaz nous forcent à parler de la carburation de l'air, qui a été, elle aussi, l'objet de nombreuses recherches.

Un des systèmes de carburation de l'air les mieux compris est le système F.-F. Lothammmmer qu'on peut voir fonctionner chez l'inventeur, 59, rue Rochechouart.

Les appareils employés sont représentés par les figures 252 et 253.

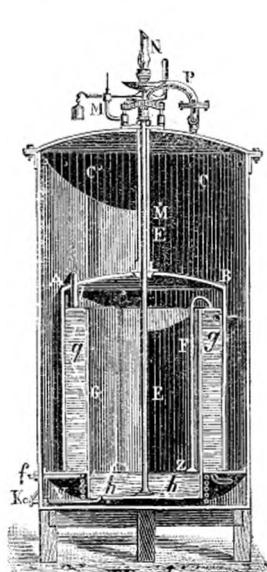


Fig. 252

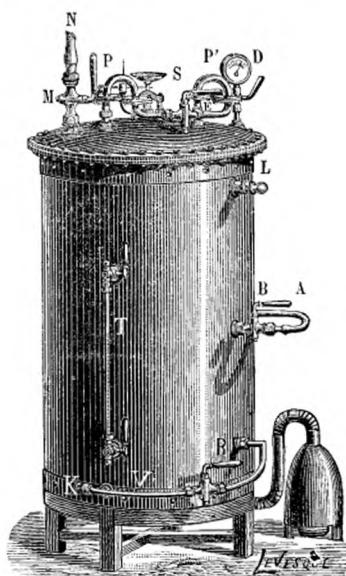


Fig. 253

Ils se composent d'un récipient à fermeture hermétique C dans lequel on refoule l'air par l'orifice A au moyen d'une pompe actionnée par le générateur de gaz.

Le récipient cylindrique C renferme un autre cylindre absolument étanche et sans communication possible avec lui. Ce second cylindre contient le réservoir à essence minérale. Ce réservoir g est constitué par l'espace annulaire compris entre le second cylindre et un troisième G. Un tube extérieur T donne le niveau du carbure.

L'introduction de la gazoline dans le réservoir g se fait au moyen du tube l. Le cylindre G descend dans l'appareil un peu plus bas que le réservoir cylindre

annulaire g et laisse ainsi dans le bas du récipient une chambre dont l'utilité sera expliquée plus loin.

La base h du cylindre reçoit la partie de gazoline en traitement. De ce réservoir part un tube v débouchant à l'extérieur et fermé par un bouchon K servant à la vidange de l'appareil. Le siphon F, présentant en z un élargissement est destiné à assurer la constance du niveau. Ce siphon s'amorce de lui-même quand par suite de la consommation du liquide le niveau en baissant dans g produit un vide relatif faisant succion de l'hydrocarbure qui tendrait à monter au-dessus de z .

L'air, amené dans l'intérieur du récipient CC remonte par le tube P en soulevant la soupape de ce tube, et se rend par un conduit horizontal portant une soupape à balance, dans un tube P' muni également d'une soupape et prolongé jusque dans la chambre au moyen du tube E qui se termine dans le réservoir par une pomme percée de douze trous donnant naissance à douze jets horizontaux. Le gaz est pris dans la chambre intérieure au moyen d'un tuyau qui vient sortir en N et dont on règle le débit au moyen du robinet M.

Lorsque l'air, refoulé par la pompe arrive dans le récipient, il pourrait se détendre et produire ainsi un abaissement de température préjudiciable au fonctionnement de l'appareil. C'est pourquoi on fait circuler dans la chambre inférieure autour du réservoir hh un courant d'air chaud produit par une flamme de gaz brûlant sous une cloche en terre réfractaire. Après avoir circulé autour de h l'air chaud s'échappe par des orifices circulaires ménagés à cet effet tout le tour du récipient, sous le réservoir g .

L'air est refoulé dans l'appareil au moyen d'un petit moteur actionné par le générateur de gaz. Pour la mise en marche, on tourne un peu à la main jusqu'à ce qu'on ait une quantité de gaz suffisante au fonctionnement du moteur.

La production du gaz au moyen de cet appareil est de 2^{m³},5 par litre de gazoline.

CHAPITRE XI

PAVILLON DU GAZ

L'Industrie du gaz s'était proposé de montrer au public, à l'Exposition de 1889, tous les usages multiples du gaz appliqué à l'éclairage, au chauffage des appartements, à la cuisine, à la ventilation et à la force motrice.

C'est dans ce but qu'avait été érigé, sous la direction d'un comité composé

d'administrateurs et d'ingénieurs du gaz, le *Pavillon du Gaz* qui n'était autre chose qu'une habitation moderne du style Renaissance, dont toutes les pièces étaient éclairées, chauffées et ventilées au moyen d'appareils à gaz perfectionnés et convenant le mieux à la destination de chacune d'elles.

Le Pavillon, représenté en coupe (fig. 255), page 280 mesurait en longueur 29^m,70 et en largeur 17^m,70, soit 428 mètres carrés.

Il comportait : un sous-sol, un rez-de-chaussée et un premier, d'où une surface totale de 1284 mètres carrés.

La hauteur au faîte était de 24^m,90, le sommet de la sphère supportant le génie était à 33^m,90 du sol, et enfin la cheminée centrale s'élevait à 11^m,60 au-dessus de la terrasse du Pavillon.

La figure 254 donne le plan du sous-sol avec les principales cotations. Il com-

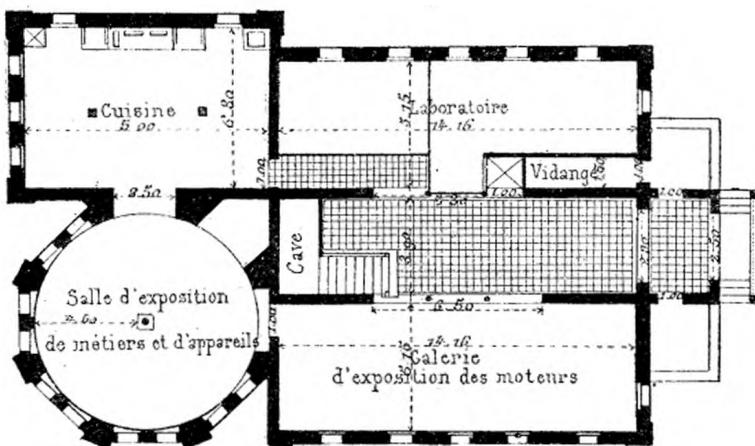
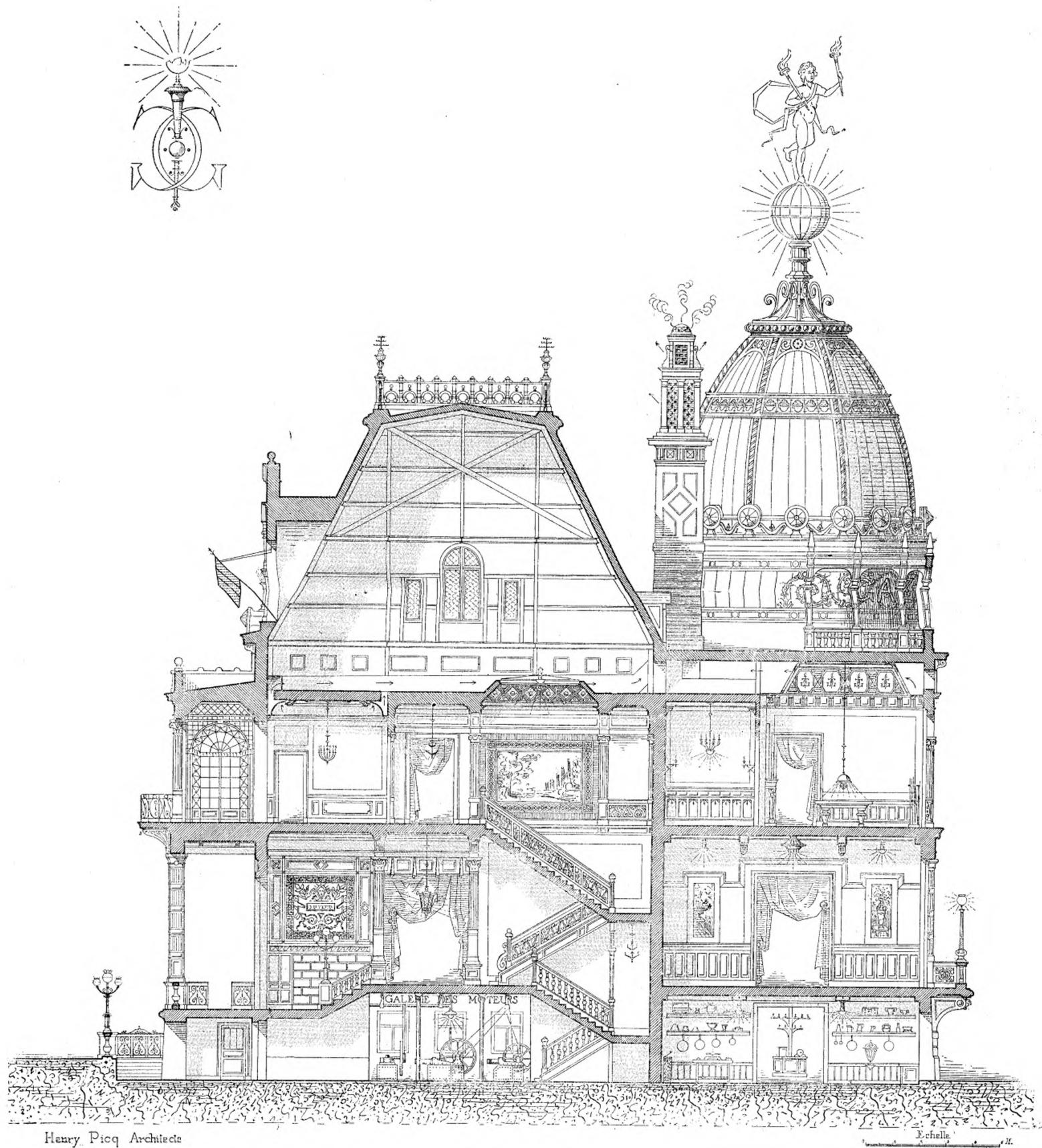


Fig. 254

prenait une cuisine mesurant 6^m,30 × 5 mètres et d'autres pièces affectées ordinairement au service de la cuisine, du chauffage, et dont on avait fait un laboratoire mesurant 14^m,16 × 5^m,15, une salle d'exposition de métiers et appareils en forme de rotonde de 9 mètres de diamètre, et enfin une galerie d'exposition de moteurs dont les dimensions étaient les mêmes que celles du laboratoire.

La disposition du rez-de-chaussée est donnée par le plan figure 256.

Le rez-de-chaussée comprenait : le gril-room mesurant 8^m,84 × 5,50 ; la bibliothèque mesurant 8^m,20 × 3,25 et à la suite le cabinet de toilette avec le fumoir ; petit salon de 5^m,25 × 3,80 ; le vestibule de 4 mètres de largeur et enfin le vestiaire, la salle d'exposition rétrospective de l'éclairage 14^m,16 × 3,25 donnant



Henry Picq Architecte

Echelle

PAVILLON DU GAZ ... COUPE LONGITUDINALE

accès à la salle des fêtes et de conférences ; salle circulaire de 9^m,10 de diamètre.

Dans le vestibule, était installé un ascenseur Édoux, actionné par le gaz et desservant le premier étage (fig. 257).

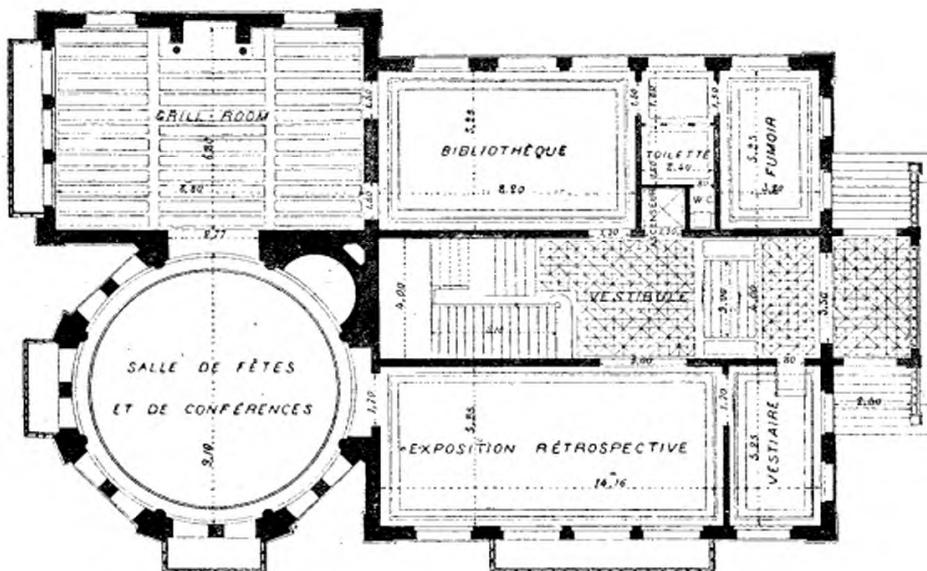


Fig. 256

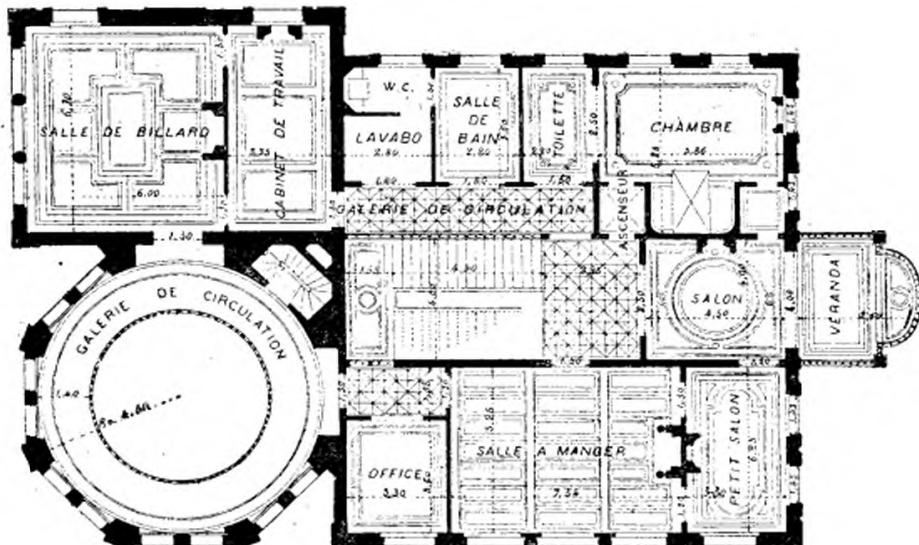


Fig. 257

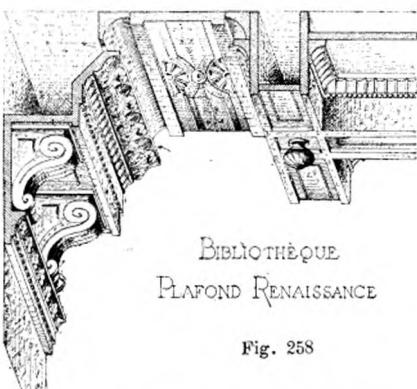
Cette partie du pavillon comprenait : une salle de billard de 6^m, × 6^m,20 ; un cabinet de travail de 3^m,25 × 6,20, et à la suite, le lavabo, water-closet, salle de bains, cabinet de toilette, chambre à coucher 5^m,86 × 3,20 un, salon 4^m,50 × 4^m, donnant sur une véranda et sur un petit salon de 6^m,25 × 3,30, contigu à la salle à manger, mesurant 7^m,34 × 5,25 et à l'office de la salle à manger.

On arrivait par un couloir à la galerie circulaire faisant le tour de la salle des fêtes.

La ventilation, trop souvent négligée dans les habitations, avait été très largement prévue dans le Pavillon du gaz. A cet effet, les corniches des plafonds et les fausses poutres étaient creuses et recouvrant des conduits aboutissant tous à la cheminée centrale. Les produits de combustion et les fumées aboutissaient à un tuyau métallique placé au centre de la cheminée et déterminant, dans cette dernière, un appel d'air suffisant à la ventilation du local.

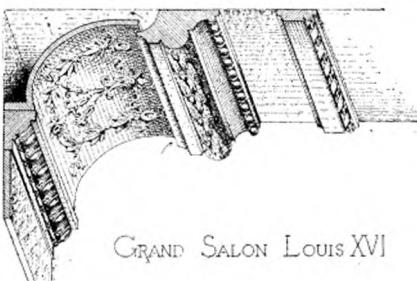
Nous donnons ci-dessous, les coupes (fig. 258, 259, 260), des corniches des plafonds de quelques pièces et aussi la coupe d'une des fausses poutres de la cuisine. Dans cette partie, la canalisation est double. Le conduit est sectionné en deux parties dont l'une sert aux produits de combustion et l'autre à l'air de ventilation.

Les abords du Pavillon étaient éclairés au moyen de candélabres supportant les becs intensifs des différents systèmes. De chaque côté de l'avenue conduisant à la pile Nord de la tour Eiffel, quatre foyers intensifs étudiés par la Compagnie Parisienne et donnant une intensité lumineuse de plus de 65 carcelles. Ces foyers sont établis sur le principe du bec de la rue du Quatre-Septembre dont nous avons parlé à propos des becs Guibout-Giroud, notamment dans le chapitre consacré aux appareils d'éclairage.



BIBLIOTHÈQUE
PLAFOND RENAISSANCE

Fig. 258



GRAND SALON LOUIS XVI

Fig. 259

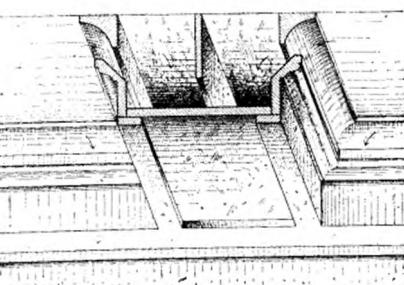


Fig. 260

En face du perron, deux becs *Parisiens* et plus loin trois autres becs du même type, puis un groupe de quatre lanternes dont deux renfermant des becs l'Industriel et les deux autres des becs Guibout-Giroud ; de l'autre côté se trouvait une lanterne avec un bec Kraussé, système de bec papillon, sans grand intérêt.

Nous avons parlé de tous ces becs au chapitre consacré à l'éclairage, mais nous rappellerons ici les éclairages magnifiques obtenus rue de la Paix, avec des becs *Parisiens* et avenue de l'Opéra avec des becs Guibout-Giroud, pendant l'Exposition. L'éclairage de la rue de la Paix a d'ailleurs été conservé.

Le vestibule était éclairé par deux torchères portées par des hallebardiers et une lanterne suspendue dans l'axe du palier.

Le grill-room avait été disposé comme un spécimen d'établissement public, café, bar, restaurant, brasserie, etc. Dans la cheminée (voir fig. 264, page 288) se trouvaient deux grils apparents d'un modèle spécial, étudié par la Compagnie Parisienne et permettant de rôtir 36 côteslettes à la fois. Ces grils sont à double enveloppe et une valve permet de régler le départ des gaz brûlés. Ces appareils peuvent d'ailleurs être transformés en rôti-soleil pour des pièces de fortes dimensions.

L'éclairage du grill-room était assuré par quatre lampes Siemens montées en ventilation et déversant les produits de combustion et l'air appelé dans des conduits en tôle ou en poterie dissimulés dans les fausses poutres du plafond, ainsi que nous l'avons dit précédemment.

Au centre, était installé un sun-burner, pour la description duquel nous renverrons au paragraphe relatif à l'installation du théâtre de l'Odéon royal de Munich.

La Bibliothèque était éclairée au moyen d'un lustre de dix petites lampes à récupération système Wenham consommant chacune 100 à 150 litres à l'heure.

Dans la bibliothèque se trouvait une vitrine renfermant la collection des diverses matières tirées des sous-produits de la fabrication du gaz. Nous avons donné précédemment la nomenclature de ces produits.

L'éclairage du fumoir était obtenu par un lustre oriental muni de becs Auer. Ce système était également adopté pour la véranda.

On trouvait en outre dans le fumoir un allume-tabac et une bouilloire.

Dans le cabinet de toilette, fonctionnait un petit bouilleur rapide Fletcher.

Enfin, dans le water-closet fonctionnait un système d'allumage commandé par la porte d'entrée.

La Salle des Fêtes (fig. 263, pages 286 et 287) était éclairée par un lustre semblable à celui fourni par cette maison pour le théâtre Beaumarchais. L'installation du lustre et de la cheminée d'appel pour la ventilation était d'ailleurs semblable à celle de ce théâtre.

La figure 263, donne la coupe verticale de la Salle des Fêtes.

Dans la salle à manger on pouvait voir une très heureuse application des rosaces lumineuses à ventilation de la Maison Wenham. Les figures 261 et 262 donnent le plan et l'élévation de la rosace occupant le centre du plafond de la salle à manger.

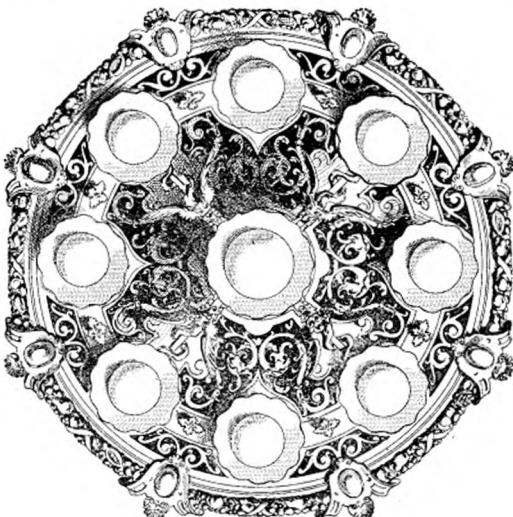


Fig. 261

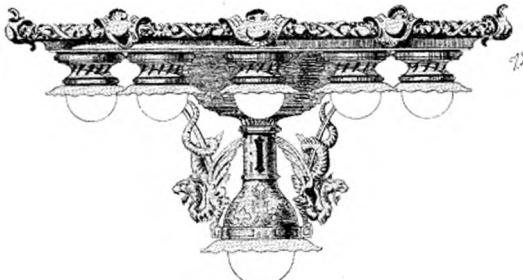


Fig. 262

Cette rosace a été installée depuis dans la salle d'attente du Public, au bureau des Recettes de la Compagnie Parisienne, où elle donne à la fois l'éclairage et la ventilation, grâce à la cheminée d'appel qui la surmonte. Les lampes sont allumées à distance par l'électricité.

La salle de bains (fig. 263), comportait un chauffe-bains de la maison Barbas Tassart et Balas, et deux appareils à douches froides ou mitigées obtenues par le fonctionnement du chauffe-bains.

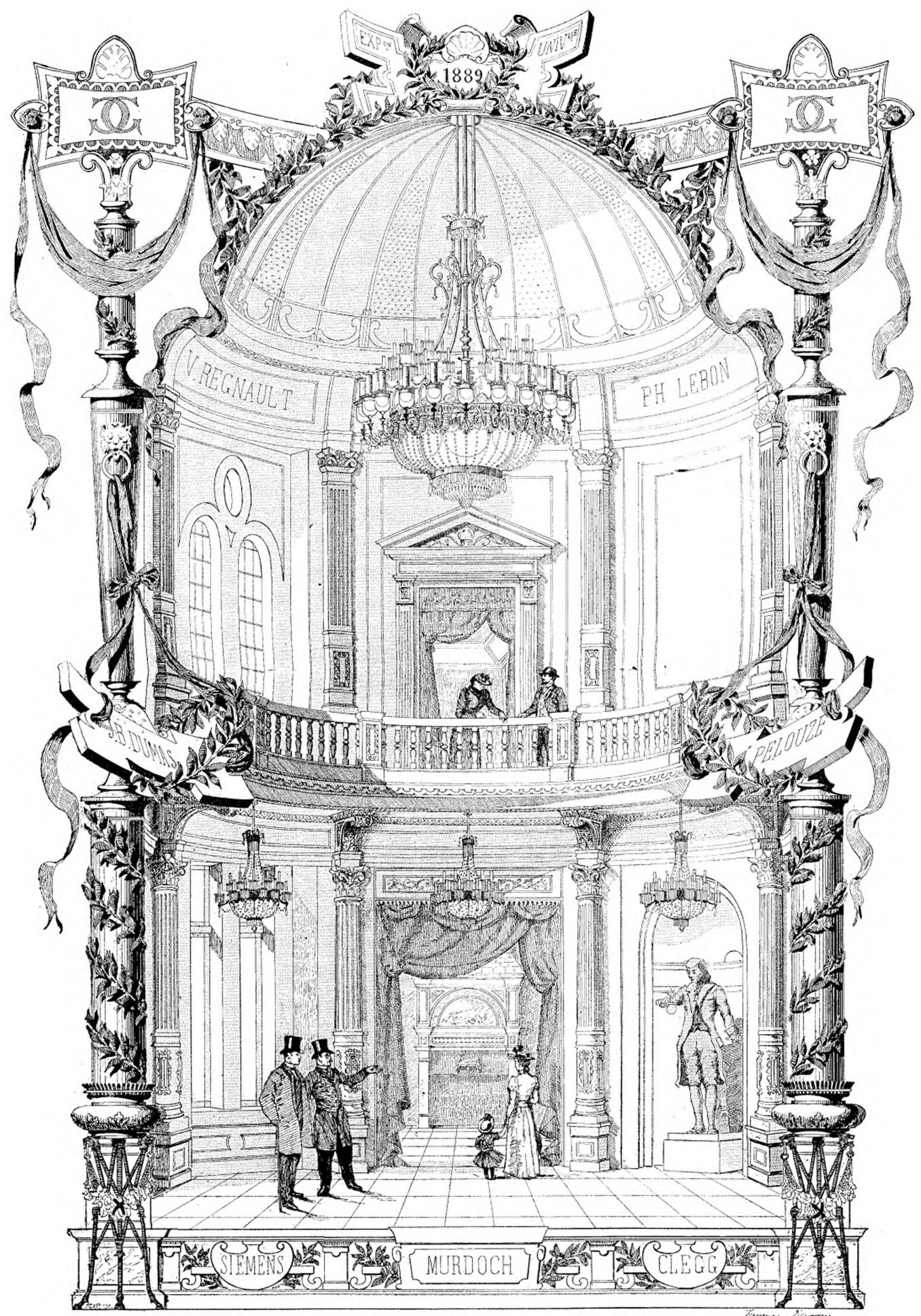


Fig. 263



Fig. 264

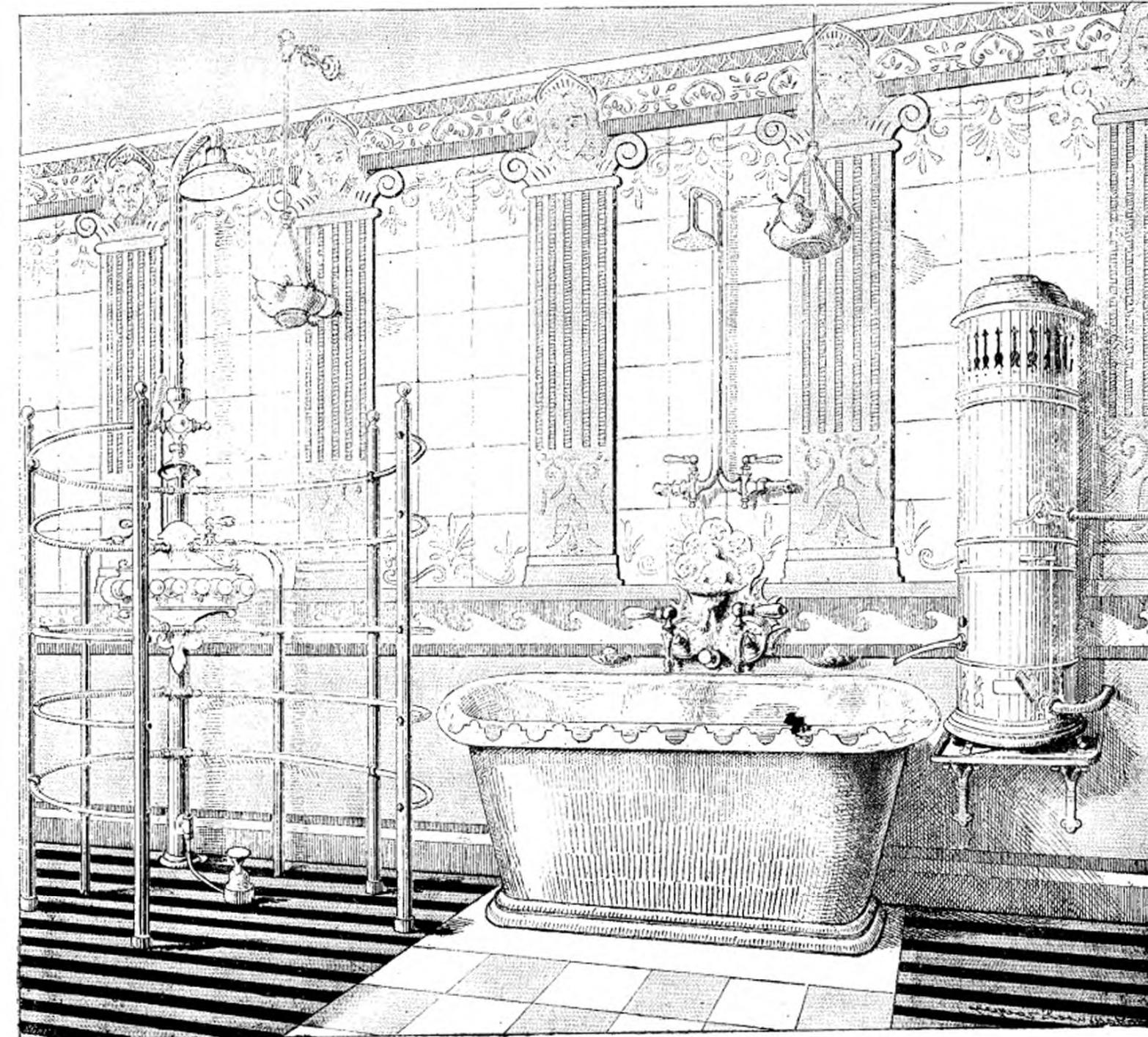


Fig. 265

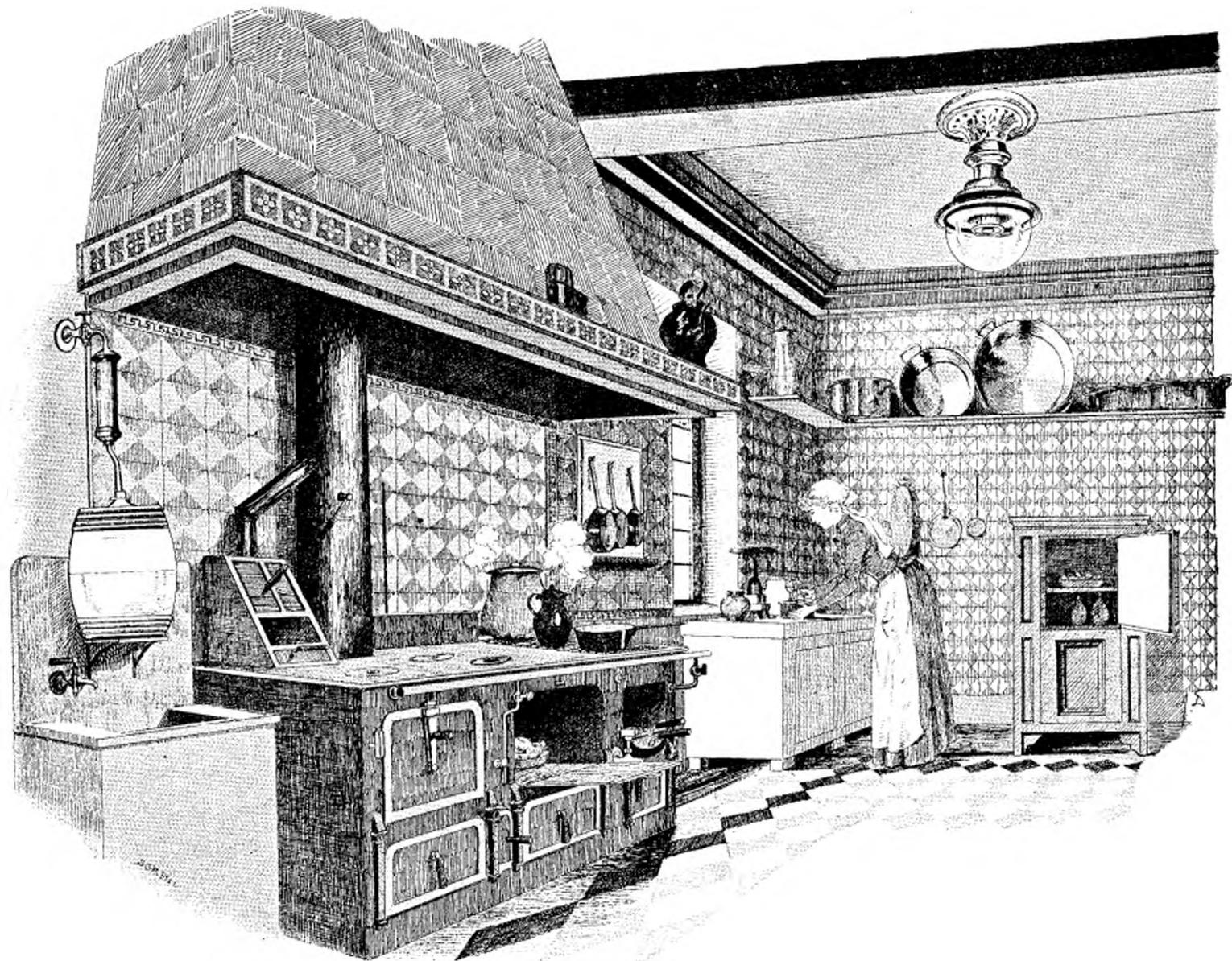


Fig. 266

L'éclairage de la chambre à coucher était obtenu au moyen d'une lampe Cromartie Sugg montée en ventilation.

Quant aux Salons, l'un était éclairé au moyen d'un lustre avec bougies et l'autre au moyen de lampes à incandescence électriques alimentées par une dynamo qu'actionnait l'une des machines à gaz exposées au sous-sol.

La corniche lumineuse éclairant la salle de billard constitue une disposition toute nouvelle et des plus satisfaisantes. La lumière arrive dans la pièce après avoir traversé les verres dépolis ou colorés formant la corniche. Les brûleurs sont de tout petits becs rangés sur un tube de fer logé dans l'espace vide de la corniche, cet espace vide aboutissant d'ailleurs à un conduit de ventilation.

Au-dessus du billard, une double suspension munie de deux becs Sugg donnait une lumière de 4 carcelles. Le chauffage de la salle de billard était obtenu au moyen d'une cheminée Fletcher.

Dans le cabinet de travail on trouvait pour l'éclairage général un lustre Wenham composé de lampes à récupération et de becs bougie gaz. Sur la table était posée une lampe étoile du système Wenham alimentée par un tube métallique flexible de la maison Nicolas Chamon et C^{ie}. Le chauffage de la pièce était assuré par un foyer à réflecteur de la maison Vielliard.

La salle des Machines était éclairée au moyen de becs l'Albo-carbon précédemment décrits.

Nous ne parlerons pas des machines exposées, qui sont l'objet d'un fascicule spécial de la *Revue technique*.

Disons cependant que ces machines étaient alimentées par 2 compteurs de 500 becs, l'un de la maison Nicolas Chamon, l'autre de la Compagnie anonyme continentale de fabrication des compteurs (Brunt et C^{ie}).

Un compteur spécial de la Maison Brunt, avec déclenchement automatique système G. Lefebvre, permettait de vérifier exactement la consommation des machines à gaz.

Dans le laboratoire on trouvait les appareils de chimie et de chauffage industriel dont nous avons parlé précédemment. Dans une autre partie était installé un photomètre Dumas et Regnault, au milieu d'une petite chambre noire.

La cuisine (fig. 266) éclairée par quatre becs Wenham à ventilation, comprenait un fourneau de cuisine mixte coke et gaz, modèle de la Compagnie Parisienne et une grande cuisinière à gaz Fletcher.

La Ronde industrielle renfermait toute une collection des becs à récupération, à flammes uniques ou multiples, qui servait à l'éclairage.

Dans la ronde, étaient également réunis les appareils les plus divers, utilisant le gaz comme agent de chauffage.

Nous avons donné la description de ces appareils.

En terminant, nous rappellerons que le chauffage du Pavillon était assuré au moyen d'un calorifère de cave système Michel Perret.

ERRATUM DE LA PAGE 105

BECS AUER

La description des becs Auer, page 105, devait être suivie, page 162, de l'indication de la dépense horaire de gaz par carcel.

Ces becs se construisent actuellement à Paris, sur deux modèles consommant :

Le n° 1, 80 litres de gaz par heure

Le n° 2, 115 — — —

Le rendement lumineux des anciens becs Auer était inférieur à celui que nous avons trouvé depuis quelque temps avec les mèches imprégnées d'un fluide nouveau.

Voici quels sont ces résultats remarquables :

	B E C S	
	N° 1	N° 2
Consommation horaire de gaz par bec.	80 litres	115 litres
Intensité lumineuse totale par bec . . .	3 carcels 4 ou 34 bougies	5 carcels, 33 ou 53 bougies
Consommation horaire de gaz par carcel	23 litres, 53	21 litres, 92
— — — par bougie	2 litres, 35	2 litres, 19

L'intensité lumineuse de ces nouvelles mèches paraît ne pas baisser sensiblement avec leur durée de fonctionnement ; c'est ainsi que les résultats ci-dessus indiqués pour le bec n° 2 correspondant à une durée de fonctionnement, pour la mèche, de onze cents heures.

Cette consommation horaire d'environ 22 litres de gaz par carcel, *pour un éclairage très divisé*, comparable à celui des lampes électriques à incandescence, donne comme équivalence de prix, en comptant 3 watts 5 de consommation de courant électrique par bougie ou 35 watts par carcel-heure électrique.

1° Avec du gaz à 0 fr., 30 le mètre cube :

$$0^{m^3},022 \times 0 \text{ fr.}, 30 = \frac{35}{100} \times \text{prix de l'hecto watt-heure},$$

soit 0 fr., 02 pour *prix de revient de l'hecto watt-heure*.

2° Avec du gaz à 0 fr., 25 le mètre cube :

$$0^{m^3},022 \times 0 \text{ fr.}, 25 = \frac{35}{100} \times \text{prix de l'hecto watt-heure}$$

soit 0 fr., 017 pour *prix de revient de l'hecto watt-heure*.

L'INDUSTRIE DU PÉTROLE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. Ch. BARDY

Le pétrole est connu depuis une très haute antiquité ; déjà du temps d'Hérodote on en recueillait dans l'île de Zante. Dans l'Inde, en Perse, à Java, il existe des sources de pétrole connues depuis des siècles.

En Amérique et au Caucase, où l'on exploitait depuis de longues années des suintements naturels de cette huile, on ne s'en servait guère, sous des noms divers, que pour le pansement des plaies et des blessures : son application à l'éclairage était des plus restreinte, car, eu égard à la forte proportion de goudrons que cette huile renferme à l'état brut, elle répandait en brûlant une odeur repoussante et dégageait d'abondantes fumées.

Ce n'est qu'en 1859, après que le colonel Drake eût démontré tout le parti que l'on peut tirer des forages pour l'extraction du pétrole, que cette précieuse matière fit réellement son apparition dans l'industrie. De toutes parts, en Amérique, on vit alors se créer des usines pour le raffinage de l'huile ; des forages furent entrepris sur tous les points, et les terrains pétrolifères centuplèrent de valeur.

En quelques années, la production atteignit des chiffres fantastiques ; l'industrie du raffinage perfectionna ses procédés, multiplia son outillage, et le pétrole envahit le monde. On peut dire, en effet, que l'éclairage au pétrole est aujourd'hui universel ; quant aux dérivés et aux sous-produits de l'épuration de l'huile brute, ils ont trouvé dans l'industrie les applications les plus diverses.

Mais, s'il est aussi universellement connu par ses applications, le pétrole est encore à peu près ignoré quant à son origine et à son élaboration dans le sein de la terre.

Les procédés d'extraction et de raffinage, quoique très perfectionnés, étaient peu connus et n'avaient jamais figuré dans leur ensemble dans aucune exposition universelle : MM. Deutsch ont comblé cette lacune par leur remarquable expo-

sition qui a jeté un jour complet sur cette grande industrie en même temps qu'elle a offert un vaste champ d'études au monde scientifique.

Au lieu de se borner à exposer des matières premières et des produits raffinés dans les classes 44, 45 et 51, ils ont voulu faire voir les opérations successives par lesquelles passe la matière première et présenter les différentes phases de l'exploitation minière, industrielle et commerciale du pétrole depuis l'origine jusqu'aux plus récentes découvertes.

Cette idée vraiment pratique a été réalisée de la façon la plus heureuse et la plus rationnelle par M. Deutsch (Henry) dans l'intéressante exposition du pétrole qu'il avait organisée au pont d'Iéna.

Cette exposition comprenait deux pavillons d'une surface de 500 mètres carrés chacun, situés à droite et à gauche du pont d'Iéna, reliés entre eux par une galerie d'une surface de 200 mètres carrés.

L'un des pavillons était réservé à l'exposition dite *panoramique*, concernant l'exploitation et le raffinage; dans l'autre se trouvait l'exposition des applications du pétrole à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice.

Le pavillon de l'exploitation panoramique était constitué uniquement par un immense réservoir en fer tel que l'emploie cette industrie pour l'emmagasinage de ses divers produits. Ce réservoir d'une contenance de plus de 2 millions de litres avait un diamètre de 17 mètres et une hauteur de 7 mètres; il avait été construit sur les plans de MM. Dentsch par la maison Morille et C^e, d'Anzin. Son système de montage à l'aide de rivets en plomb le rendait facilement démontable. Son aménagement intérieur était des plus heureux : dans une galerie circulaire, au rez-de-chaussée, existait d'un côté une exposition dioramique où se trouvait groupée avec méthode toute une variété de dessins, de cartes géologiques, de documents statistiques, de photographies, de modèles en réduction, de plans d'appareils, etc.; de l'autre côté se trouvait une série de vues des établissements de MM. Deutsch en France et à l'étranger.

L'ensemble de ces deux galeries constituait une histoire complète du pétrole.

De cette galerie deux escaliers donnaient accès à une plate-forme d'où se déroulaient aux yeux du spectateur les vues panoramiques des deux gisements les plus importants du monde : celui du district de Washington (Pensylvanie) et celui du plateau de Balachané, près Bakou (Caucase).

Descendant de l'exposition panoramique, le visiteur s'engageait dans une galerie débouchant dans le pavillon des applications diverses du pétrole.

Dans ce pavillon, M. Deutsch (H.), avec le concours des exposants de la classe 27 (appareils et procédés de chauffage et d'éclairage) et de la classe 51, avait réuni un ensemble complet de toutes les utilisations du pétrole.

Il serait trop long d'entrer dans tous les détails de cette exposition. Nous ne pouvons qu'en relater les grandes lignes pour les passer sommairement en revue; nous les diviserons comme il suit :

Vues panoramiques ;
Géologie ou géographie du pétrole ;
Exploitation des gisements ;
Statistique de production ;
Transport du pétrole : pompes, pipes-lines, tank-steamers, wagons-citernes, etc.
Matériel de raffinage ;
Produits dérivés et sous-produits ;
Appareils d'essai, de mesure, etc. ;
Emballage, barils, manutention ;
Applications du pétrole.

VUES PANORAMIQUES

La vue d'Amérique reproduisait une exploitation dans le district de Washington, dans la région pétrolifère au sud de Pittsburg (Pensylvanie).

Là, dans une contrée valonnée, couverte d'une végétation luxuriante, on voit se dresser de distance en distance des échafaudages ou *pilones* (*derricks*) indiquant la présence d'un puits.

On pouvait en voir une installation complète. Le derrick, constitué par une charpente en bois, sert à la manœuvre des outils de forage ; à côté, un bâtiment abrite la machine à vapeur destinée à actionner le balancier qui donne le mouvement à la tige de sonde ainsi que le tambour sur lequel s'enroule la corde pour remonter ou descendre les divers instruments.

Lorsque le forage est achevé, cette machine sert à actionner la pompe qui doit extraire le liquide du puits.

La cuve en bois située à côté du derrick est destinée à emmagasiner l'huile à sa sortie du puits. Cette première cuve est une cuve de dépôt dans laquelle l'huile, avant d'être pompée dans les grands réservoirs, se débarrasse des terres, du sable et des matières étrangères entraînées avec elle.

Ces puits, analogues aux puits artésiens, sont forés à la corde et à la tige de bois.

Quelquefois, lorsque la couche pétrolifère est atteinte, l'huile jaillit par la pression des gaz ; les puits sont dans ce cas des *flowing-wells*, c'est-à-dire des puits jaillissants ; le plus souvent, en Amérique, le liquide est extrait à la pompe ; les puits s'appellent alors des *pumping-wells*.

De quelque manière qu'il ait été extrait, le liquide, après un temps suffisant de dépôt dans la cuve en bois, est pompé dans les réservoirs d'emmagasinage dont on aperçoit de nombreux spécimens dans le centre du panorama.

Ces réservoirs ont parfois des dimensions colossales et contiennent jusqu'à 35 000 barils.

De là le pétrole est dirigé soit par des wagons-citernes, soit par des lignes de tuyaux (*pipes-lines*) sur les raffineries ou sur les divers ports d'embarquement, New-York, Philadelphie, Baltimore, etc., par l'alimentation des raffineries d'Europe.

On pouvait voir également la station de remplissage des wagons-citernes et la station de pipes-lines des *ewings-wells*.

Disons en passant que ces pipes-lines ont en Amérique un développement de près de 12 000 kilomètres.

Les opérations de forage ne sont pas toujours couronnées de succès ; certains puits ne donnent que de l'eau salée ; d'autres donnent de l'eau d'abord et du pétrole ensuite ; enfin, dans certaines régions, notamment aux environs de Pittsburgh, ils ne donnent que des gaz.

Ces gaz sont également recueillis et amenés par un réseau de tuyaux dans les centres industriels pour y être appliqués soit à l'éclairage, soit à divers usages et notamment à l'industrie métallurgique.

L'étendue des districts pétrolifères de l'Amérique est immense ; ce sont des régions entières. Le nombre des puits forés jusqu'à ce jour dépasse 25 000. La vue panoramique donne une juste idée de ces régions privilégiées.

Ajoutons qu'à New-York et à Philadelphie sont installés des docks d'embarquement avec des réservoirs permettant d'accumuler des stocks considérables d'huiles destinées à l'exportation.

La seconde vue panoramique était celle du plateau de Balachané, près Bakou (Caucase) sur les bords de la mer Caspienne.

là, au lieu d'être réparties sur une étendue immense, comme en Amérique, les exploitations se trouvent concentrées sur un espace de 25 kilomètres de côté.

L'extraction s'y fait comme en Amérique, à l'aide de puits artésiens ; les derricks s'y dressent les uns à côté des autres, mais comme les terrains traversés sont d'une nature essentiellement ébouleuse, sables, argiles, etc., on tube les puits, qui sont de plus grand diamètre, et on emploie pour le forage la tige rigide au lieu de la corde comme en Amérique.

Les puits, ainsi qu'on pouvait en juger par la vue panoramique, sont extrêmement rapprochés ; ils donnent parfois des quantités de naphté considérables.

Au Caucase, on abandonne un puits qui donne moins de 2 000 pouds ou 200 barils par jour.

Le liquide jaillit parfois à des hauteurs considérables. La vue panoramique représentait une de ces fontaines jaillissantes, véritables fortunes pour leurs propriétaires, mais qui, souvent aussi, occasionnent de grands désastres.

L'aspect de ces fontaines est un spectacle grandiose, mais le naphté projeté par la pression des gaz souterrains entraîne avec lui du sable et des débris de roches, brise tout sur son passage et va retomber tout autour, ensevelissant sous

des monticules de sable et de débris de rochers les exploitations voisines avec tout leur matériel.

Le naphte jaillit ainsi pendant des semaines, formant des ruisseaux qui se créent un lit à travers les sables pour aller former de véritables lacs dans les bas-fonds.

Le plus souvent cependant on capte le jet à l'aide d'instruments spéciaux (*calpats*) qui permettent de tirer le liquide au fur et à mesure des besoins.

Lorsque le jaillissement du puits se produit à l'improviste pendant le forage, l'huile s'enflamme au contact du feu des chaudières voisines, qu'on n'arrive jamais à éteindre assez à temps ; le spectacle est alors terrifiant : le feu constamment alimenté par le liquide jaillissant du puits forme une immense colonne de flamme qu'il est impossible d'éteindre ; il faut se borner à faire des digues pour préserver les exploitations voisines.

Ces gigantesques incendies durent souvent pendant plusieurs mois.

Les lacs de pétrole sont eux-mêmes fréquemment le siège de sinistres.

L'extraction du pétrole se fait dans les puits à l'aide de longs seaux (*jelonka*) munis d'une soupape inférieure dont le mouvement de descente et d'ascension dans le puits est produit par une machine à vapeur.

Certaines fontaines jaillissantes fournissent, pendant de longs mois, jusqu'à 30 000 à 40 000 barils de naphte par jour.

De même qu'en Amérique, l'huile brute est recueillie dans un premier réservoir où elle dépose les sables entraînés, puis elle est pompée dans de grands réservoirs d'emmagasinage. Son transport à Bakou s'opère soit par des lignes de pipes-lines, soit par des wagons-citernes.

Les produits raffinés extraits dans les nombreuses et importantes raffineries de Bakou, appelée aussi la « Ville-Noire », sont dirigés, partie en Russie, par la voie du Volga, partie à Batoum, par le chemin de fer transcaucasiens, où ils sont mis en caisse ou chargés en *tank-steamer* pour être expédiés sur les ports du continent, de la Méditerranée et de l'Extrême-Orient.

GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE DU PÉTROLE

On ne sait rien de précis sur l'origine du pétrole. Diverses théories ont été émises ; celle qui a cours en Amérique et que semblent confirmer les récentes expériences du chimiste allemand Engler admet que le pétrole résulte de la décomposition lente au sein de la terre des végétaux et des animaux antédiluviens ; Berthelot et Mendeleef admettent au contraire que le pétrole est le résultat d'une synthèse opérée dans les profondeurs du globe : de l'acide carbonique infiltré dans les couches terrestres viendrait au contact des métaux alcalins et formerait des composés qui, soumis à l'action de la vapeur d'eau, donneraient

le pétrole. Enfin, suivant Humbold, il serait la conséquence de phénomènes volcaniques dont l'écorce terrestre est le siège.

Ces trois théories ont leurs partisans et leurs adversaires.

La géologie, d'ailleurs, ne peut donner aucune indication, car le pétrole se trouve dans les terrains les plus variés et dans les pays les plus distants.

Les principaux gisements se trouvent : en Russie, dans la région de la Caspienne et de la mer Noire ; aux États-Unis, dans le voisinage des monts Alleghany, dans l'Ohio, le Kentucky et l'Illinois, près du Pacifique ; en Californie, au Canada, au Mexique, à Cuba, au Pérou, en Égypte, en Birmanie, en Alsace, en Hongrie, en Galicie, en Italie (province de Parme), etc.

C'est en Russie et aux États-Unis qu'il présente la plus grande abondance ; aussi ces deux pays se disputent-ils le marché du monde.

On pouvait voir dans le pavillon du pétrole des cartes géologiques et géographiques de ces deux pays de production, ainsi que des coupes géologiques très intéressantes des terrains traversés par les puits de ces deux régions pétrolifères.

Des échantillons de toutes les roches traversées tant en Amérique qu'au Caucase pour arriver aux couches exploitables formaient une collection du plus haut intérêt.

On pouvait voir par ces documents que le pétrole se trouve : en Amérique, dans les terrains siluriens ; au Caucase, dans les terrains tertiaires ; en Galicie, dans d'autres étages de la couche terrestre. Les gisements n'appartiennent donc pas à un horizon géologique bien déterminé.

Le pétrole est généralement accompagné de gaz hydrocarbonés, d'eau salée et de combinaisons sulfurées.

C'est à la présence des gaz accompagnant les gisements de pétrole que sont dûs les suintements, les sources naturelles et les fontaines jaillissantes.

La profondeur des gisements est aussi extrêmement variable, non seulement d'un pays à un autre, mais encore dans une même région : à l'Exposition, le visiteur pouvait se rendre compte de ces différences en examinant la série des coupes de puits de l'Amérique, du Caucase et de la presqu'île de la mer d'Azoff.

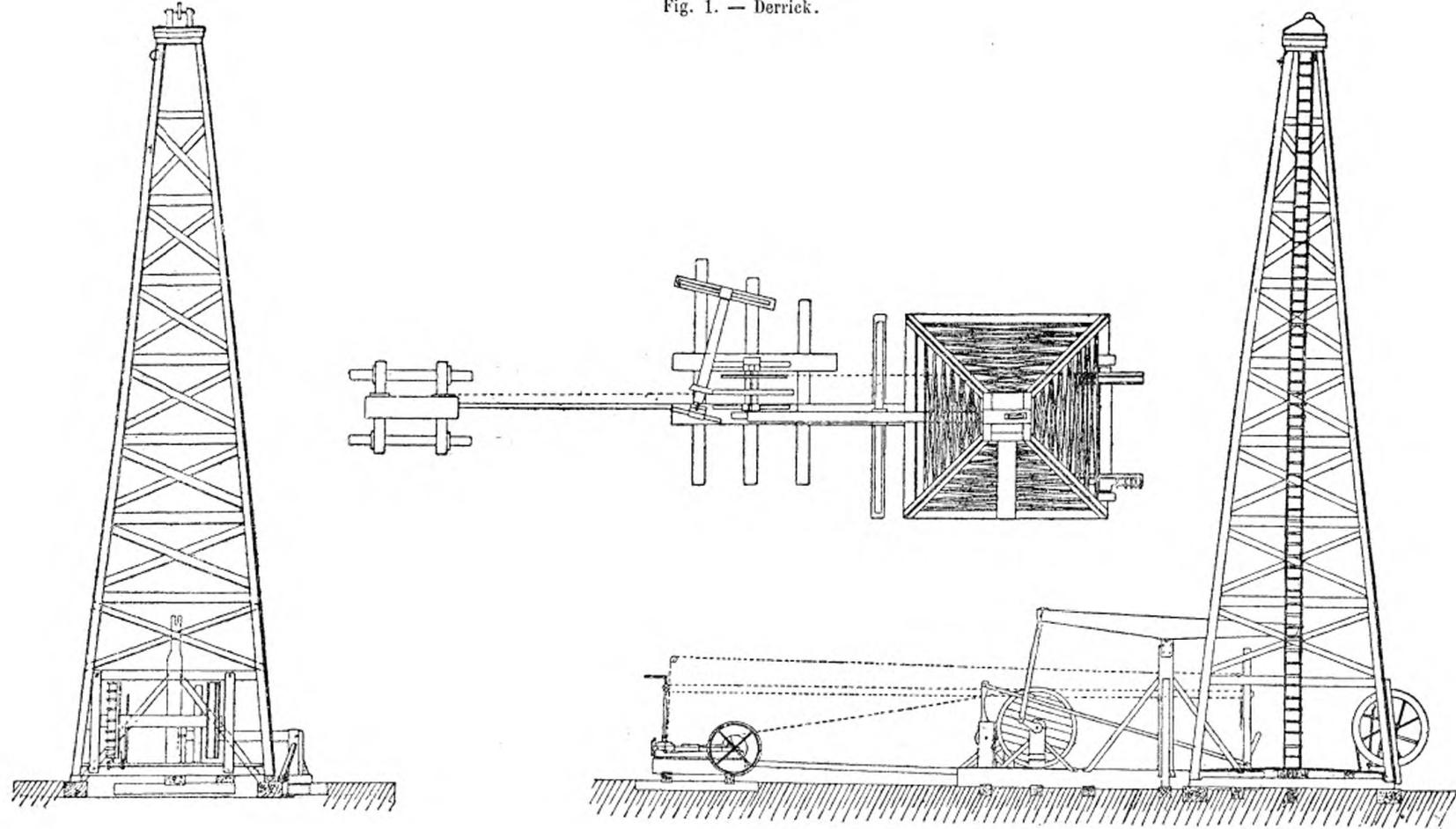
Au Caucase, les puits sont moins profonds qu'aux États-Unis ; tandis que dans ce pays les régions pétrolifères couvrent des territoires entiers, au Caucase, au contraire, la région, au moins celle exploitée jusqu'à ce jour, se réduit à un carré de 25 kilomètres de côté.

EXPLOITATION DES GISEMENTS

Le pétrole se manifeste généralement pas sa présence, même dans les gisements les plus abondants, sous la forme de sources jaillissantes.

Quelquefois, en forant des puits, on a vu, surtout au Caucase, des jets de pétrole s'élancer du trou de sonde jusqu'à une hauteur de 80 mètres, ou simple-

Fig. 1. — Derrick.



ment se déverser tranquillement aux alentours. Ce sont des cas exceptionnels et la méthode d'exploitation ordinaire suivie consiste à atteindre par des puits la couche pétrolifère pour retirer ensuite le pétrole au moyen de pompes.

Les Américains, appelés les premiers à mettre en valeur les richesses souterraines de leur territoire, ont imaginé dans ce but le matériel et les procédés de forage absolument spéciaux qui diffèrent notablement de ceux employés dans le forage des puits artésiens pratiqués en Europe et qui se recommandent surtout par la simplicité des organes et la grande facilité des manœuvres.

ÉTATS-UNIS

Matériel de sondage des puits

Matériel fixe. — L'atelier de forage est une construction rudimentaire pour l'établissement de laquelle on utilise les bois que l'on trouve dans la localité; il sert uniquement à protéger les hommes et le matériel contre les intempéries.

Il se compose essentiellement d'un chevalement ou *derrick*, sorte de chèvre à quatre montants, dont la figure ci-contre indique suffisamment les dispositions.

Le sommet du derrick est placé au-dessus de l'axe futur du puits et porte une forte poulie qui doit servir à manœuvrer la tige de sonde.

Autour de cette charpente, on construit un hangar sous lequel on place une partie du matériel fixe comprenant la machine à vapeur, les treuils, les balanciers, etc. Ce hangar repose sur le sol, sans fondations, par l'intermédiaire de fortes semelles en bois.

La machine à vapeur et son générateur doivent être établis à une certaine distance du puits, une trentaine de mètres environ, afin d'éviter les explosions ou les incendies qui se produiraient en présence d'un dégagement de gaz.

La chaudière est ordinairement tubulaire; anciennement on employait beaucoup de locomobiles, mais on a renoncé à ces systèmes pour revenir aux chaudières fixes.

Lorsqu'une même exploitation renferme plusieurs puits voisins les uns des autres, il peut y avoir avantage à établir au centre un seul générateur qui fournit la vapeur aux machines des différents puits.

La machine, d'une force de 12 à 15 chevaux, peut marcher indifféremment dans les deux sens; par l'intermédiaire de sa poulie motrice, elle met en mouvement la poulie principale ou *band-wheel*, sorte de volant qui commande tous les organes de l'installation.

Le robinet d'admission de vapeur de la machine ou *throttle-valve* est actionné par une poulie à gorge, verticale, sur laquelle passe une corde sans fin appelée le *telegraph*, laquelle arrive au derrick et passe à cet endroit sur une seconde poulie qui la met à la portée du foreur et lui permet ainsi, facilement et sans

quitter son poste, de manœuvrer le robinet d'admission de la vapeur, c'est-à-dire de mettre la machine en mouvement, de l'arrêter ou de modifier sa vitesse suivant les besoins du travail. Le changement ou *reverse-link* est également commandé du derrick par une corde.

Sur l'arbre du volant (*band-wheel*), dont nous venons de parler, se trouve la poulie de commande du treuil (*bull-rope pulley*), qui sert à retirer les outils de forage, ainsi que la manivelle (*crank*), qui imprime au balancier un mouvement alternatif pour l'opération même du forage.

La transmission de mouvement se fait au treuil de levage par une courroie (*bull-rope*); elle est effectuée au balancier par le moyen d'une manivelle percée de six trous reliée à la bielle par un assemblage à broche (*wrist-pin*). Cet assemblage est placé dans l'un des six trous de la manivelle, suivant la longueur de la course qu'on désire obtenir.

La poulie principale peut entraîner aussi, par le tambour de friction, l'arbre du treuil de la pompe à sable (*sand pump*).

Les trois organes principaux dont nous venons de parler (treuil de levage, balancier et pompe à sable), ne marchent jamais simultanément, leur embrayage et leur déembrayage se font très rapidement, grâce aux dispositions de détail adoptées dans la construction des machines.

Le treuil de levage sert dans les travaux préparatoires jusqu'à 60 ou 80 mètres de profondeur. Il est utilisé ensuite pour retirer ou descendre la tige de sondage au fur et à mesure de l'avancement du travail. Dans ces opérations, son mouvement est contrôlé par un frein à bandes (*bull-wheel brake*).

Le balancier est soutenu par une chandelle munie de jambes de force; le mouvement alternatif dont il est animé permet de soulever ou de laisser retomber la tige de sondage.

Au-dessus de lui se trouve le poteau de tête (*headache-post*) destiné à protéger l'ouvrier qui est au bord du trou, dans le cas de rupture soit de l'assemblage à broche, soit de la bielle qui entraînerait une bascule du balancier sous le poids de la tige de sondage. Si le fait vient à se produire, le headache-post limite la chute du balancier à quelques pouces seulement.

L'embrayage ou le déembrayage du balancier ne peuvent s'opérer que lorsque la machine est arrêtée.

La pompe à sable est mise en mouvement ou arrêtée au moyen d'un levier réuni par une bielle au levier vertical qui fait appuyer plus ou moins le tambour de frictions sur le volant principal.

Nous verrons tout à l'heure comment, avec ces divers appareils, s'exécutent les manœuvres des outils.

Outils de forage. — Le forage s'exécute au moyen d'une tige métallique suspendue à une corde ou à un câble. Cette tige, dont le poids est d'environ

950 kilogrammes, se compose de deux parties distinctes placées l'une au-dessus de l'autre.

La partie inférieure comprend (fig. 2) :

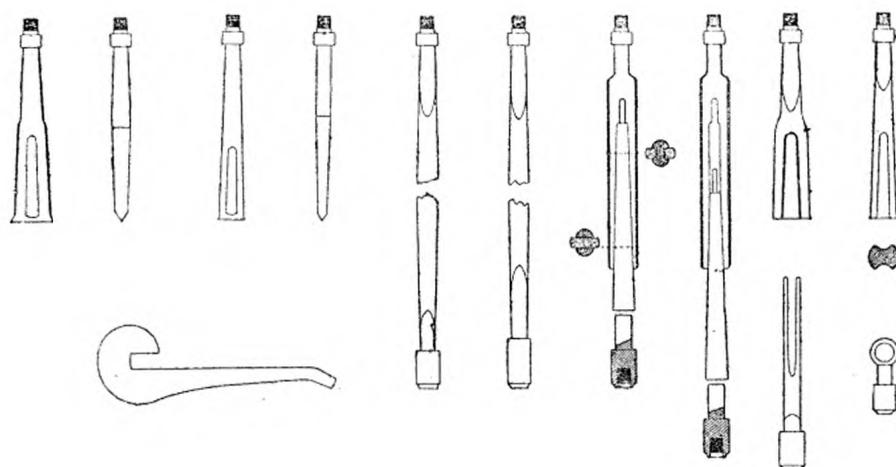


Fig. 2. — Outils de forage.

1^o Le trépan ou burin (*bit*) destiné à briser le roc. C'est une longue et lourde barre de fer taillée en biseau tranchant et se terminant en haut par une vis;

2^o Une allonge inférieure (*auger-stern*), longue d'environ 8 pieds;

3^o La pièce inférieure des étriers (*jars*).

Dans la partie supérieure de la tige, on trouve :

1^o La pièce supérieure des étriers ;

2^o Une allonge supérieure (*sinker bar*) ;

3^o La fourchette d'attache de la corde (*rope-socket*).

Les étriers inventés en 1831 par Billy Morris servent à amortir les chocs dans les manœuvres de la tige de sonde et, par suite, permettent un avancement plus rapide en prévenant les accidents.

Ils ressemblent à deux anneaux plats de chaîne munis, l'un d'une vis mâle, l'autre d'une vis femelle ; les rainures ont 21 pouces de longueur et les têtes 8 pouces de profondeur, laissant ainsi un jeu de 13 pouces.

Lorsqu'on relève la tige de sondage, les deux étriers s'écartent l'un de l'autre, de telle sorte que le déplacement de l'allonge inférieure est moindre que celui de l'allonge supérieure ; au contraire, quand la tige retombe, les étriers rentrent l'un dans l'autre et empêchent l'allonge supérieure de recevoir le contre-coup du choc du trépan sur le roc.

Les six pièces qui composent la tige de sondage sont rattachées par des assem-

blages à vis mâle et femelle, la partie mâle présentant un renforcement sur lequel vient reposer la partie femelle quand le vissage est à fond.

De plus sur le renflement du trépan, sont ménagées, à deux hauteurs différentes et suivant deux diamètres perpendiculaires entre eux, deux paires d'épaulements. Les épaulements sont saisis dans la clef de retenue (*wrench*) qui maintient le trépan immobile et permet, quand on veut le remplacer, de dévisser l'allonge inférieure.

Pour empêcher la clef de retenue de tourner elle-même dans cette opération ; l'extrémité de son manche est prise dans un ergot fixé sur le plat bord du trou de sonde.

Dans la période préparatoire, lorsqu'on fait le sondage à la corde, la tige de sonde est suspendue à la corde par l'anneau d'attache (*ring-socket*). Pour les profondeurs supérieures à 80 mètres, on se sert du balancier et la tige est soutenue par un câble qui s'attache à la fourchette (*rope-socket*) et est manœuvré par l'intermédiaire de la vis d'avancement (*temper screw*). Cette dernière pièce se compose de deux parties (fig. 3) :

1^o Les griffes qui saisissent le câble au moyen d'une vis de serrage ;

2^o La vis qui passe dans un écrou en deux pièces, à la partie inférieure de deux montants verticaux terminés en haut par un anneau.

Les griffes et la vis sont reliées par des anneaux.

Le temper screw est attaché par un crochet à l'extrémité du balancier ; il se manœuvre au moyen d'un petit volant. On comprend qu'en tournant la vis celle-ci descend et, du même coup, fait avancer toute la tige de sonde qui lui est suspendue.

Voici les longueurs et les poids des différents outils dont nous venons de parler :

Trépan.	3 pieds 3 pouces.	140 livres.
Allonge inférieure.	30 — » —	1.020
Étriers.	7 — 4 —	320 —
Allonge supérieure.	18 — » —	540 —
Fourchette d'attache.	3 — 6 —	80 —

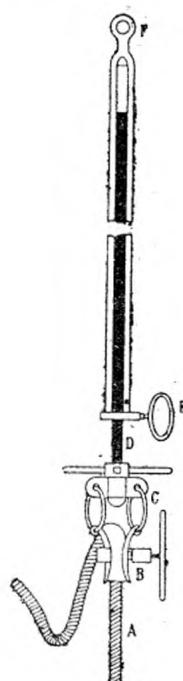


Fig. 3. —Temper-screw

Quant à la vis d'avancement dont le poids est de 145 livres, ses montants ont 1 pied 5 pouces sur 5/8 de pouce de section, sur 4 pieds 6 pouces de longueur ; la vis a un diamètre de 1 pouce 3/8 sur 4 pieds de longueur.

Tous ces outils sont faits en acier ou en fer de Norvège de la meilleure qualité.

FORAGE DES PUITS

Sondage à la corde. — La première opération consiste en un sondage à la corde. A ce moment la tige de sonde se compose uniquement de la tarière ou trépan (*drill*), de l'allonge inférieure (*auger-stern*) et de l'anneau d'attache.

La manœuvre s'opère de la manière suivante :

On passe sur la poulie du chevalement placée en haut du derrick, au-dessus du point où le puits doit être creusé, une corde dont on fixe une des extrémités à l'anneau d'attache. L'autre bout est laissé libre, après avoir été enroulé deux ou trois fois sur l'arbre du treuil de levage. Cela fait, on embraye ce dernier et l'on met la machine en marche.

Un homme placé devant le treuil saisit alors le bout libre de la corde et le tend légèrement de manière à appliquer la corde sur l'arbre du treuil; cette dernière se trouve entraînée dans le mouvement de rotation et la tige de sondage s'élève jusqu'au haut du derrick; il suffit alors de laisser aller la corde pour qu'elle se desserre et que la tige retombe.

L'élévation et la descente de l'outil se produisent ainsi par un mouvement de va-et-vient de la main.

Tubage. — Au bout de quelque temps il faut procéder à l'opération du tubage, consistant à introduire dans le puits un revêtement métallique qui se compose du coffrage supérieur (*drive-pipe*) et du tubage proprement dit (*casing*): le premier est d'un assez grand diamètre et n'est pas très long, l'autre au contraire est étroit et descend beaucoup plus bas.

Le tubage est forcé dans le sol au moyen d'un mouton (*mall*) ou masse qui bat le tube; celui-ci est protégé par un fort chapeau (*heavy cap*) en fer contre les ruptures qui pourraient se produire sous le choc du mouton.

La manœuvre du mouton s'opère comme celle qui vient d'être indiquée pour la tige.

On continue ainsi jusqu'à ce que l'on ait atteint une profondeur suffisante pour que l'on puisse introduire une tige complète telle que nous l'avons décrite plus haut.

On interrompt alors le forage à la corde et l'on commence l'installation de la tige de sonde.

Installation de la tige de sonde. — Cette tige se manœuvre au moyen d'un câble; pour installer celui-ci on amène devant le derrick une bobine sur laquelle il est enroulé et on attache son extrémité libre au bout de la corde qui était primitivement reliée à l'anneau d'attache; en tirant sur cette corde on fait passer le câble sur la poulie du chevalement et on l'amène à l'arbre du treuil de levage sur lequel on la fixe.

A ce moment on met la machine en marche, le treuil tourne et entraîne dans son mouvement le câble dont on surveille l'enroulement avec soin.

Cela fait, on attache à la fourchette l'autre extrémité du câble qui pend au-dessous de la poulie de chevalement et l'on visse les différentes pièces de la tige de sonde, au bout les unes des autres.

Les joints une fois bien assurés, on laisse descendre la tige dans le puits en se servant du frein à bande. On place alors la manivelle du balancier, on élève la bielle et on l'emmanche à la broche sur laquelle on la fixe au moyen d'une clef et de coins. Cela fait, on suspend la vis d'avancement au crochet du balancier et on fait tourner le treuil de levage jusqu'à ce que la corde soit tendue et que les étriers aient pris leur position normale. On saisit alors le câble dans les griffes de la vis d'avancement que l'on assujettit fortement au moyen de la vis de serrage, et on le détache du treuil de levage.

La tige de sonde qui était précédemment suspendue à la poulie du chevalement se trouve alors portée par le balancier.

Il convient de laisser libre sur le plancher du derrick une longueur de câble de 15 à 28 pieds, de façon à assurer une liberté entière au mouvement de la tige. Lorsque celle-ci tourne dans le même sens pendant quelque temps, le bout libre s'enroule autour du câble, puis il se déroule lorsque l'outil tourne en sens contraire.

Cette précaution permet de donner au trou une forme circulaire.

Travail de la tige de sonde. — Ces opérations préliminaires étant terminées, le travail commence.

On met la machine en marche : le balancier, dans le mouvement de bascule qui lui est imprimé par le volant principal, fait alternativement monter et descendre la tige et par suite le trépan, qui broie la roche sous ses coups répétés.

A partir de ce moment le forage se poursuit nuit et jour, à moins qu'un accident ne vienne en rompre la monotonie. Deux équipes, composées chacune d'un foreur et d'un mécanicien forgeron, se relayent tour à tour.

Pendant que le balancier s'élève et s'abaisse le foreur fait tourner l'outil au moyen d'un petit levier engagé dans la vis d'avancement ; il surveille en même temps les étriers et agit à intervalles convenables sur la vis de manière à faire descendre la tige.

Lorsqu'on a donné à la vis d'avancement tout le déplacement qu'elle est susceptible de recevoir ou bien lorsque le forage avance assez lentement pour faire supposer que le trépan attaque des roches très dures et qu'il a besoin d'être affûté, le foreur arrange le câble sur le plancher du derrick de manière à ne pas craindre de nœuds et il avertit le mécanicien que tout est prêt pour la remontée.

Remontée de la tige de sonde. -- Le foreur embraye le treuil de levage et

se porte rapidement au frein à bande ; en même temps le mécanicien règle l'admission de la vapeur. Le balancier et le treuil sont alors tous les deux en mouvement ; mais, dès que tout le câble libre est pris, un des hommes arrête la machine tandis que l'autre maintient le treuil avec le frein. Le poids des outils se trouve ainsi transporté de la vis d'avancement sur la poulie du chevalement. Cette manœuvre exige de l'attention et une certaine expérience ; car la moindre erreur produirait infailliblement un accident.

Il suffit d'un moment pour relâcher les griffes de la vis qui maintiennent le câble, desserrer la bielle de l'assemblage à broche et abaisser cette dernière. On enlève ainsi l'extrémité du balancier à laquelle la vis d'avancement est suspendue et on déplace le tout de manière à laisser toute liberté aux mouvements du câble et des outils. Cela fait, on remet la machine en marche et l'outil recommence son ascension sous l'action du treuil jusqu'à ce que l'extrémité de l'allonge inférieure apparaisse hors du puits ; à ce moment on arrête la machine. On saisit alors l'épaulement du trépan à l'aide de la clef de retenue, dont on arrête le manche par l'ergot placé sur le plat-bord du trou de sonde ; on prend l'épaulement de l'allonge inférieure avec une seconde clef, puis on introduit un fort levier dans un des trous pratiqués sur le plancher du derrick, suivant une circonférence ayant un rayon un peu inférieur à la poignée de la clef de retenue de l'allonge. Cette poignée étant appliquée contre le levier, les deux hommes agissent vigoureusement de manière à rompre le joint ou, en d'autres termes, à desserrer un peu l'assemblage à vis qui relie la vis et le trépan, la séparation complète n'étant effectuée que plus tard, et à la main, lorsque le trépan se trouve sur le plancher du derrick.

La clef de retenue étant enlevée, on remet la machine en marche, et le trépan sort du puits.

Curage du puits. — Cette opération s'effectue au moyen de la pompe à sable, sorte de cylindre creux, en fer galvanisé, dont la longueur habituelle est d'environ 6 pieds, mais qui atteint quelquefois 15 ou 20 pieds.

Ce cylindre est muni en haut d'un contrefort et en bas d'une soupape à tige (*stem valve*) ; il est suspendu à un câble de 7/8 de pouce de diamètre qui passe sur une poulie spéciale placée au haut du derrick et se rend ensuite au treuil de la pompe. Celui-ci est manœuvré, du derrick même, au moyen du levier à main et des leviers de transmission.

Il suffit d'appuyer légèrement sur le levier pour amener la poulie de friction en contact avec la poulie principale de transmission ; le câble de la pompe s'enroule rapidement et celle-ci, qui est ordinairement remisée dans un coin, se trouve transportée et élevée au centre du derrick.

On abandonne alors le levier ; le contact cesse entre les deux poulies, et la pompe descend dans le puits par son propre poids. La vitesse de la descente

est réglée par la poulie à friction que l'on applique soit contre la poulie principale, soit contre le poteau-frein.

Pendant cette opération le sable qui encombre le puits pénètre dans la pompe et la remplit en faisant fermer sous son poids la soupape inférieure. Aussitôt que l'appareil a atteint le fond, on admet la vapeur dans la machine ; on porte en avant le levier et on le maintient fermement dans cette position pendant que la pompe remonte avec rapidité.

Chaque fois que l'on retire la tige de sondage il est nécessaire de descendre la pompe plusieurs fois de manière à enlever toutes les poussières et les éclats qui sont dans le puits et à permettre, lors de la reprise du forage, que le trépan puisse agir directement sur la roche.

Le curage est effectué par un seul ouvrier ; pendant sa durée, le mécanicien dévisse le trépan émoussé et le remplace par un outil nouveau, de telle sorte que, aussitôt le puits nettoyé, on peut redescendre la tige de forage et éviter toute perte de temps.

Lorsque le curage est terminé, on relègue la pompe sur le côté ; on reprend les outils et on les amène, en agissant sur le frein, à une faible distance de l'ouverture du puits. On remplace alors les clefs de retienne et, au moyen du levier, on serre à fond la vis qui réunit le trépan à l'allonge inférieure.

On enlève les clefs et on laisse descendre la tige dont on règle le mouvement par le frein à bande, puis le travail se continue de la même manière jusqu'à ce qu'un nouveau curage soit jugé nécessaire.

Prix d'un forage. — L'installation qui vient d'être décrite est celle adoptée dans les régions pétrolifères de la Pensylvanie où les puits ont une grande profondeur et où les outils qui servent à les creuser doivent être très robustes. Elle revient à environ 4 500 dollars.

Dans les districts de Franklin, Mecca et Belden, les puits sont peu profonds et exigent des appareils relativement simples et peu coûteux.

La dépense dans ce cas n'est guère supérieure à 1 500 dollars.

Dans la Virginie occidentale et dans le sud de l'Ohio, on emploie encore les systèmes économiques des premières années de l'exploitation américaine ; les frais sont alors très peu élevés, mais ces appareils primitifs disparaissent chaque jour et sont remplacés par les procédés plus perfectionnés décrits plus haut.

Au Canada, au contraire, le forage d'un puits de 475 pieds coûtait autrefois fort cher ; on a cherché à réduire les dépenses, et l'on est arrivé à les ramener de 1 500 à 2 500 dollars.

Étant donnée la faible production des puits de cette région, ce résultat était nécessaire pour que l'exploitation pût devenir rémunératrice.

Torpillage des puits. — C'est le colonel Roberts (E.-A.-L) qui, en 1862, eut l'idée de torpiller les puits à pétrole pour augmenter leur production. Les

premières expériences furent faites à Titusville en 1865, mais l'utilité de l'opération ne fut complètement reconnue qu'en décembre 1866, lorsque le colonel eût obtenu du puits Wodui, dans la ferme Blood, qui jusqu'alors n'avait jamais donné de pétrole, une production quotidienne de 20 barils, après une seconde série d'expériences. Le nouveau procédé se répandit très vite dans la Pensylvanie ; on y a recours aujourd'hui dès que la production d'un puits devient insuffisante. On prévient alors la Compagnie.

Le monopole du torpillage appartient, en effet, à une compagnie spéciale qui s'est fait concéder le droit exclusif de posséder et d'employer les matières explosibles nécessaires à l'opération et réalise ainsi des bénéfices considérables, et l'on prépare des tubes d'étain de 10 pieds environ de longueur sur 5 pouces de diamètre, se terminant par une base conique, de façon qu'ils puissent toujours porter les uns sur les autres lorsqu'on en superpose plusieurs dans un puits.

La nitroglycérine dont on se sert exclusivement pour le torpillage est transportée dans des bidons placés dans des compartiments capitonnés, sur une voiture légère et bien suspendue, à laquelle on fait cependant bien souvent prendre, avec une insouciance étonnante, des chemins de montagne très difficiles.

Au début, la charge d'un puits était de 4 à 6 quarts (13.5 à 20.5 livres, équivalant comme action à 108 et 162 pounds de poudre). Elle a été successivement augmentée et portée à 20, 40, 60, 80 et même 100 quarts.

Lorsque l'employé de la Compagnie est arrivé au puits, on suspend un tube d'étain à une corde que l'on fait passer sur une poulie et qu'on enroule sur un treuil. On remplit ce tube de nitroglycérine et on le laisse descendre au fond du puits ; on en fait ensuite autant pour un second, puis un troisième, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on ait atteint la charge nécessaire.

On retire alors la corde et on laisse tomber dans le puits une pièce de fonte pesant environ 20 livres et d'une forme telle que, pendant sa chute, elle ne subisse aucun ralentissement contre les parois du puits. Le choc de cette pièce sur la tête du dernier tube détermine l'explosion.

Sous l'action de la décharge, la roche se déchire et donne issue à des gaz emprisonnés ou met le forage en communication avec des cavités voisines remplies de pétrole.

A la surface, on n'entend immédiatement aucun bruit, lorsqu'il s'agit de puits de 2 000 pieds, même quand on emploie 80 quarts de nitroglycérine, ce qui représente environ 2 160 livres de poudre ordinaire.

Au bout de quelques minutes (entre trois et dix), on perçoit un bruit sourd qui augmente graduellement. L'huile s'élève peu à peu et finit par atteindre le haut du puits d'où elle s'échappe bientôt avec violence entraînant avec elle des fragments de roches et de tubes, qui sont projetés quelquefois jusqu'à une hauteur de 100 pieds.

Cette sorte de fontaine dure cinq à dix minutes pendant lesquelles le

débit total est de 25 à 30 barils. L'huile ainsi évacuée est naturellement perdue; elle se répand sur le derrick qu'elle noircit et qu'elle met en grand danger d'incendie.

Dispositions générales d'un puits en service. — Dans le forage des puits à pétrole, on est exposé à rencontrer :

1° Des eaux provenant des couches supérieures et tendant à pénétrer dans le puits;

2° Des dégagements de gaz naturel inflammable et pouvant former avec l'air des mélanges explosifs.

Pour combattre les infiltrations, on employait autrefois le sac de graines de lin (*seed bag*), c'est-à-dire un fourreau en toile placé autour du tubage et rempli de graines de lin : cette graine se gonflait en se mouillant et formait alors un joint étanche entre les parois du trou de sonde et le tube. On a conservé souvent cette pratique, mais depuis quelques années, on tend à compléter et à remplacer le sac de graines de lin par une garniture spéciale (*packer*) constituée par une sorte de cuir embouti, monté sur une bague en fer autour du tubage ; la pression de l'eau suffit pour assurer l'étanchéité de ce joint.

Pour assurer le départ du gaz naturel, la partie supérieure du puits forme une chambre complètement fermée, la tige de la pompe ou la conduite de pétrole en sort par un presse-étoupe, tandis qu'un ou plusieurs tuyaux disposés au voisinage du plancher permettent de recueillir le gaz et l'utiliser au chauffage ou de le laisser perdre dans l'atmosphère en évitant tout accident.

Dans les puits établis en 1861, d'après l'ancien système, le tube, dans les premiers terrains traversés, est protégé par un coffrage en bois, puis il se prolonge seul à l'intérieur du trou de sonde ; les eaux d'infiltration sont arrêtées par un sac de graines de lin ; le tuyau d'extraction renferme la tige de la pompe et finalement la pompe qui aspire et refoule le pétrole fourni par les sables. Le jeu laissé entre la tige de la pompe et le tube offre un passage suffisant au liquide qui se rend au réservoir par la conduite de décharge.

Dans les puits type de 1868, on trouve un cuvelage en tuyaux de fonte et en outre, un tubage qui descend à une plus grande profondeur. A l'intérieur, se trouve le tuyau d'extraction avec la tige de la pompe.

Les infiltrations d'eau sont arrêtées par le cuir embouti et le sac de graines de lin. Le gaz naturel peut s'échapper par l'espace libre ménagé entre le tubage et le tuyau pour se rendre à la conduite de gaz.

Le pétrole est aspiré et refoulé jusqu'à la conduite de décharge ; enfin, une pompe auxiliaire, dont le tuyau est logé dans le coffrage et dans l'espace libre laissé entre le tubage et les parois du trou de sonde, permet de prendre l'eau nécessaire au service de la chaudière à vapeur et aussi à vider le haut du puits.

Dans les puits type de 1878, le tubage en fer est descendu jusqu'au-dessous

des terrains aquifères et le diamètre du puits est alors réduit à partir de l'extrémité inférieure du tubage qui arrête complètement les infiltrations d'eau. Les puits de ce type sont dits *forés à sec*.

Enfin les puits du type de 1880 sont agencés de telle sorte que le pétrole sorte sans le secours d'une pompe.

Les infiltrations d'eau sont arrêtées par un cuir embouti d'un système spécial. Ces puits sont forés jusqu'au fond du diamètre du tubage, lequel s'arrête au-dessous des terrains aquifères de la surface.

Lorsqu'un puits est foré jusqu'aux terrains pétrolifères, il peut arriver que le pétrole, sous la pression du gaz naturel, jaillisse ou coule à la surface du sol.

Cette circonstance, qui se rencontre assez fréquemment au Caucase, est relativement rare aux États-Unis où les puits se comptent par milliers sur des espaces restreints.

Dans les puits à tubage, on enlevait l'eau qui garnissait l'espace compris entre le tubage et le tube d'extraction ; cette eau se trouvait remplacée par l'huile qui s'élevait ensuite graduellement.

Les puits forés à sec, dans lesquels par conséquent on n'a pas d'eau à extraire, ont amené la méthode de pompage ; ou pompe tant qu'il y a de l'huile dans le puits.

Quelquefois, lorsqu'on n'obtient plus de pétrole, on applique des pompes à air, au moyen desquelles on produit un vide partiel dans le tubage, ce qui permet à l'huile renfermée dans les roches latérales de s'écouler dans le puits.

Quel que soit le mode d'extraction employé, la tige de la pompe est actionnée par le balancier même qui a servi pour le forage.

Submersion d'un puits. — L'ancien mode de forage, dans lequel on laissait l'eau pénétrer dans le puits, avait l'avantage d'empêcher tout échappement de gaz et d'huile tant que l'eau n'avait pas été enlevée par la pompe. Dans les puits forés à sec, au contraire, l'effet est analogue à celui qui se passerait dans une chaudière à vapeur, en pleine pression, dont on ouvrirait subitement la soupape ; le pétrole jaillit avec violence et forme une gerbe qui peut atteindre le haut du derrick.

L'équilibre qui a été maintenu pendant des siècles dans les cavités de la roche se trouve détruit subitement par le forage dans le voisinage immédiat des puits et les substances, qui seraient gazeuses à la pression de la température ordinaire, mais que l'énorme pression souterraine maintenait à l'état liquide, se répandent en dehors et s'évaporent dès qu'elles arrivent à l'orifice du puits.

Cette action se poursuit jusqu'à ce que la pression, dans la poche d'huile, soit devenue égale au poids de la colonne d'huile qui remplit le puits. A ce mo-

ment on commence à se servir de la pompe et on l'emploie tant que la pression du gaz renfermé entre le tubage et le tube d'extraction est suffisante pour maintenir l'huile; dès qu'elle devient trop faible, on applique à la partie supérieure du tubage et sur un des tubes latéraux une pompe à air à l'aide de laquelle on arrive encore à extraire de l'huile, mais au bout d'un certain temps ces manœuvres deviennent infructueuses et il reste dans la roche une certaine quantité d'huile qu'on ne peut extraire.

C'est là l'inconvénient du procédé de forage à sec. L'idée de submerger ou de noyer les puits, c'est-à-dire d'y laisser entrer l'eau, s'est alors présentée comme un moyen d'améliorer le rendement, mais l'expérience a démontré qu'une semblable opération était très hasardeuse; aussi n'y a-t-on recours que fort rarement.

Bouchage des puits. — La submersion, volontaire ou non, des puits est considérée comme tellement préjudiciable aux exploitations voisines que dans l'État de Pensylvanie les lois établissent une pénalité pour le propriétaire qui laisse ouvert un puits inexploité; il doit les boucher avec du sable pour empêcher les eaux de la surface d'atteindre les terrains pétrolifères.

EXTRACTION DU PÉTROLE AU CAUCASE

Au Caucase, la nature essentiellement ébouleuse des terrains oblige à recourir à de grands diamètres de tubage, le matériel de forage (fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9) devient dans ce cas comparable à celui des puits artésiens ordinaires.

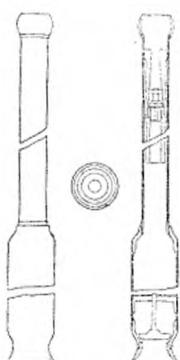


Fig. 4.— Tarière à piston pour le forage dans les sables mouvants

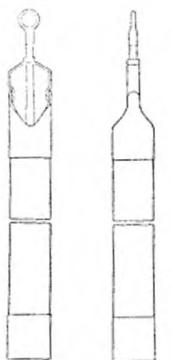


Fig. 5.— Tarière pour l'extraction des pierres.

Le derrick (fig. 10) qui surmonte le puits est entièrement protégé par une carapace en planches pour garantir l'exploitation contre les vents violents qui sévissent généralement sur les bords de la Caspienne.

Comme dans ce pays les puits sont souvent jaillissants, on fait usage d'un outil spécial (le *kalpak*) pour maîtriser les jaillissements.

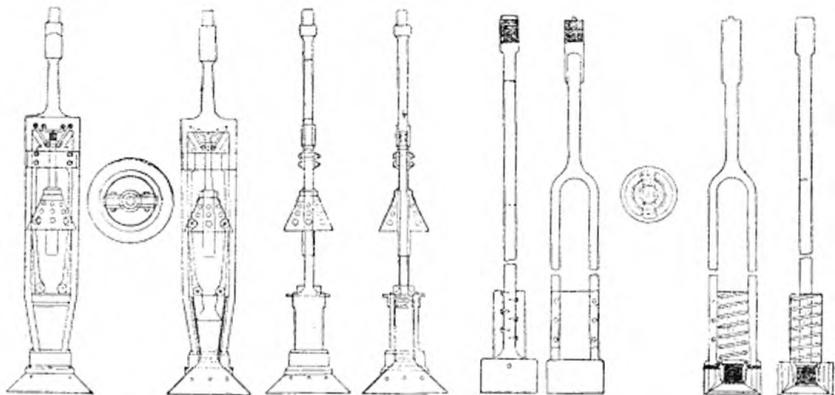


Fig. 6. — Appareil pour extraire les tiges.

Fig. 7. — Cloche pour les tiges rondes.

Le *kalpak* (fig. 11) est un tronçon de tube en fonte muni d'un clapet à tiroir, lequel se manœuvre horizontalement à l'aide d'une longue tige. On assemble cette pièce sur le dernier tube posé ; si le jaillissement vient à se produire subitement, enlevant avec lui et projetant en l'air tout l'équipage de sonde, on ferme le tiroir et la fontaine se trouve ainsi captée.

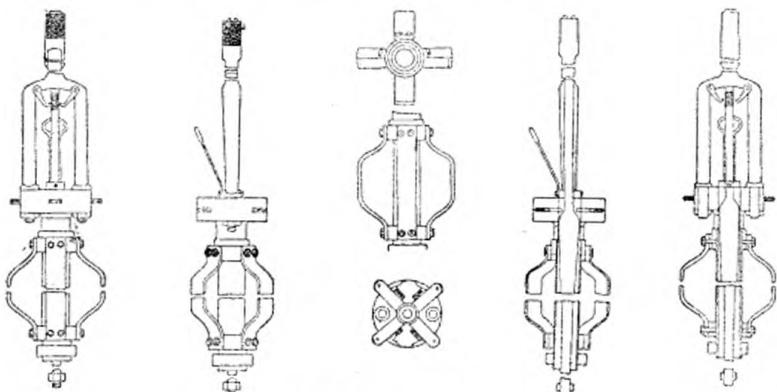


Fig. 8. — Coupe-tuyaux.

Au-dessus de ce tiroir vient s'assembler un coude en fonte, coudé en quart de cercle, de manière à diriger le jet horizontalement lorsqu'on ouvre le tiroir. Sans ce coude, le jet de naphte, qui atteint parfois 80 mètres de hauteur, se trouve entraîné et pulvérisé par le vent et va se répandre à des distances atteignant parfois plusieurs kilomètres.

Ce coude doit avoir une très forte épaisseur ($0^m,07$ à $0^m,08$), car le sable et les débris de roche entraînés par le jet liquide le détruisent rapidement.

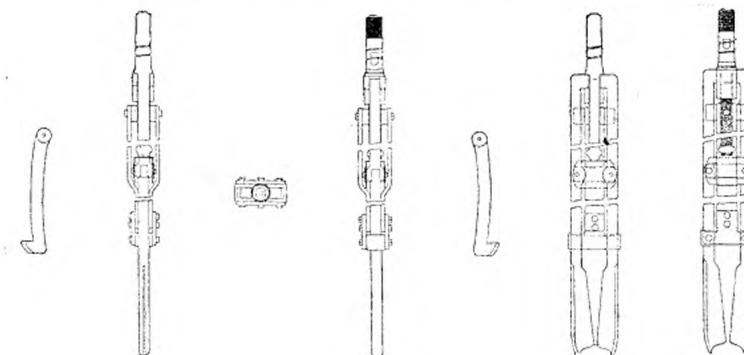


Fig. 9.

Le forage se fait toujours, au Caucase, à la tige rigide constituée, comme pour les puits artésiens, d'un trépan à la partie inférieure et au-dessus d'une série d'allonges en nombre variable, finalement rattachées au balancier par un crochet à anneau tournant.

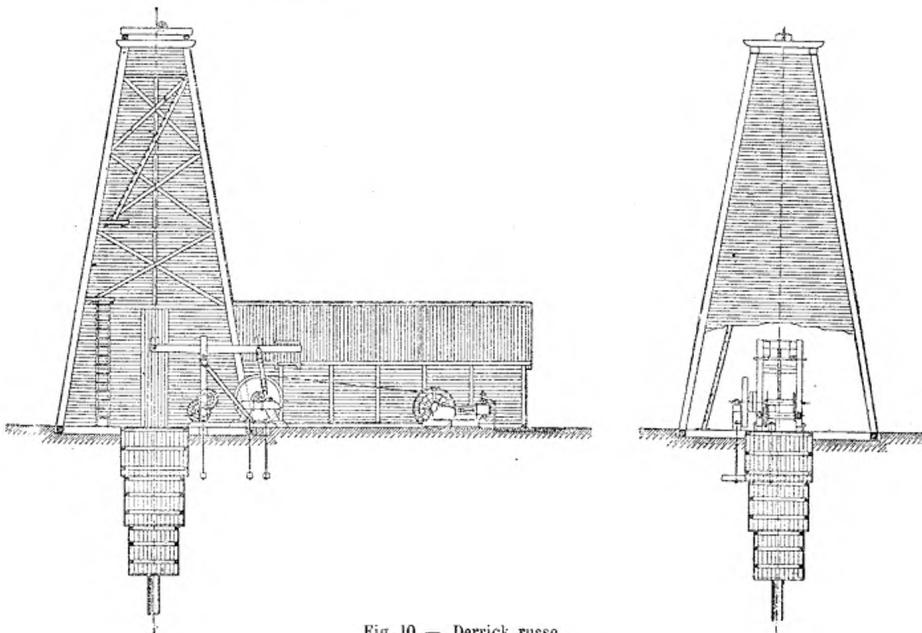


Fig. 10. — Derrick russe.

Lorsque des accidents viennent à se produire pendant le forage, ruptures de tiges ou de trépan, on emploie pour saisir et repêcher les pièces tombées au fond du puits des pinces de différents modèles, la caracole et, s'il faut exercer des efforts violents, les cloches à vis.

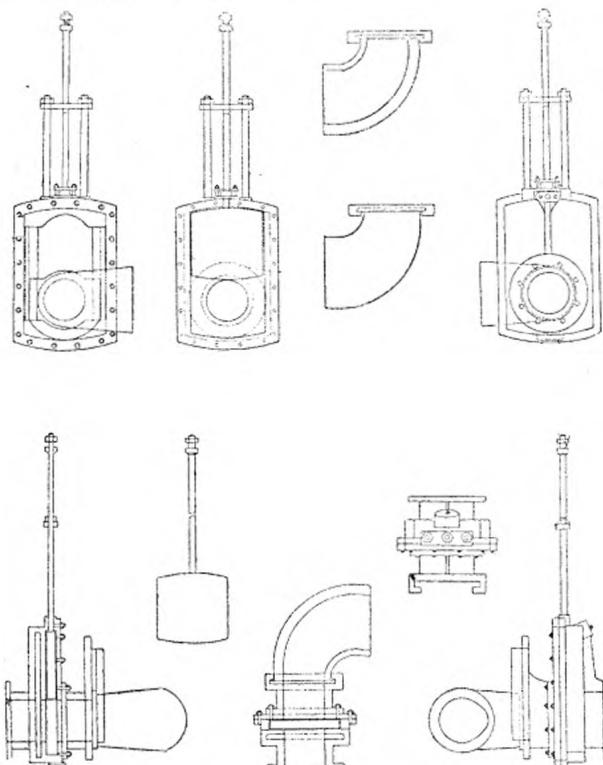


Fig. 11. — Kalpak pour puits jaillissants.

Il arrive quelquefois que ces opérations étant jugées trop longues ou trop coûteuses, on abandonne le forage en cours pour creuser un nouveau puits à côté.

Lorsque le forage a atteint la couche pétrolifère, ce dont on est prévenu généralement quelque temps auparavant par l'apparition des gaz à l'orifice des puits, il se présente, comme nous l'avons dit, deux cas : ou bien il se produit un jaillissement (dans ce cas, le liquide est recueilli dans des bassins de sable aménagés rapidement) ; ou bien la fontaine a été captée à l'aide du kalpak.

Dans le premier cas, on perd généralement de grandes quantités de liquide ; dans le second, on ouvre le kalpak et on provoque le jaillissement au fur et à mesure des besoins.

Au bout d'un certain temps, ces fontaines finissent toujours par se tarir; l'extraction se fait alors mécaniquement à l'aide de *jelouka*, sorte de longs seaux cylindriques, de 0^m.20 à 0^m.50 de diamètre, munis à la partie inférieure d'une soupape à clapet et qui sont animés, par une machine à vapeur, d'un mouvement alternatif et rapide de descente et d'ascension.

L'huile ainsi extraite des puits est dirigée dans un petit réservoir voisin, en tôle ou en bois, où elle se sépare, par différence de densité, de l'eau, des débris de roches et du sable qui ont été entraînés avec elle.

C'est de ce bac de repos que l'huile est reprise par des pompes pour être dirigée ensuite dans les grands réservoirs d'emmagasinage.

STATISTIQUE DE PRODUCTION

Bien qu'il ne s'agisse dans ce travail que de la description proprement dite du matériel de l'extraction et du raffinage du pétrole, on ne saurait passer sous silence les documents intéressants que MM. Deutsch ont fait figurer dans leur exposition relativement à la production du pétrole en Amérique et au Caucase.

A côté de tableaux graphiques des plus complets, montrant l'accroissement prodigieux de cette production dans les dernières années, on pouvait voir de nombreux tableaux statistiques.

Voici deux de ces tableaux choisis dans les plus intéressants :

PRODUCTION DU PÉTROLE BRUT AUX ÉTATS-UNIS
(D'après l'*Annual official circular of the consolidated.*)

(Stock and petroleum Exchange of New-York.)

1859	82,000	1875	8,787,506
1860	500,000	1876	9,185,906
1861	2,113,000	1877	13,940,171
1862	3,056,000	1878	15,764,462
1863	2,611,000	1879	19,741,661
1864	2,116,000	1880	26,562,000
1865	2,497,000	1881	28,446,115
1866	3,597,000	1882	31,059,165
1867	3,347,000	1883	24,090,000
1868	3,583,167	1884	23,520,817
1869	142,0,720	1885	21,000,000
1870	5,673,195	1886	26,000,000
1871	5,715,900	1887	22,000,000
1872	6,531,675	1888	16,300,000
1873	7,878,629	1889	21,600,000
1874	10,950,730		

Soit en tout, de 1859 à 1889 inclus, un total de 372 421 828 barils.

Le baril est de 42 gallons, le gallon de 3 lit. 785, soit 1 baril = 158 lit. 97.

La production pendant cette période s'est donc élevée au chiffre prodigieux de 59 203 897 997 lit. 16.

PRODUCTION DU PÉTROLE BRUT (NAPHTA) AU CAUCASE.

1884.	89.000.000 de pouds.
1885.	115.000.000 —
1886.	128.000.000 —
1887.	131.000.000 —
1888.	165.000.000 —

Le poud vaut 16 kilogrammes.

MATÉRIEL DE TRANSPORT

Dans les pays de production le transport du pétrole des puits aux docks d'embarquement ou aux raffineries se fait à l'aide de lignes de tuyaux (*pipes-lines*) et au moyen de wagons-citerne, dont l'exposition du pétrole donnait de nombreux spécimens.

Pipes-lines. — Ainsi qu'on l'a dit précédemment, près de l'orifice des puits d'extraction se trouvent placées de grandes cuves en bois destinées à emmagasiner l'huile. Quand une de ces cuves est pleine, le propriétaire du puits fait une déclaration à l'agent de la Compagnie d'exploitation des pipes-lines, lequel constate quel est le volume d'huile disponible, après quoi il fait écouler cette huile dans le réseau de la Compagnie et il délivre au propriétaire un certificat que celui-ci peut vendre lorsqu'il le désire au prix courant de l'huile.

Dans les régions pétrolières, le réseau des pipes-lines est très compliqué et varie avec les points de production ; autant que possible on fait écouler l'huile par une pente convenable donnée à la canalisation. Sur les grandes lignes, des stations de pompes sont établies à une distance de 30 kilomètres environ les unes des autres.

A chaque station, d'immenses réservoirs reçoivent l'huile de la station précédente. Les pompes employées sont à action directe ; la plupart d'entre elles sont construites par la Compagnie Worthington.

Deux compagnies principales exploitent le transport du pétrole par les pipes-lines :

La *Tide water pipe Company*, qui va de Rixford à Tamascud et dont la maîtresse conduite a une longueur de 275 kilomètres ;

La *National transit Company*, beaucoup plus importante, dessert toutes les régions de la Pensylvanie ; elle possède cinq lignes principales :

1^o La ligne de New-York comprenant 11 stations de pompes et présentant une longueur de 473 kilomètres;

2^o La ligne de Philadelphie, possédant 7 stations sur une longueur de 372 kilomètres;

3^o La ligne de Claveland, longue de 160 kilomètres et possédant 4 stations;

4^o La ligne de Baltimore, longue de 106 kilomètres;

5^o La ligne de Buffalo, longue de 101 kilomètres.

Les conduites maîtresses employées dans les deux premières lignes ont 0^m,150 de diamètre, celles des deux suivantes sont de 0^m,125 et celles de la ligne de Buffalo n'ont que 0^m,100.

A ces conduites principales viennent se brancher des conduites secondaires destinées à amener l'huile des puits ou à la conduire aux établissements particuliers.

En 1884, la longueur totale des conduites de la *National transit Company* était de :

1.782	kilomètres en tuyaux de	150	millimètres.
296	—	125	—
476	—	100	—
585	—	75	—
7.915	—	50	—

A la même date, la *Tide water Company* possédait :

275	kilomètres de tuyaux de	150	millimètres.
26	—	100	—
145	—	75	—
544	—	50	—

Les réservoirs en fer ou en bois possédés par ces deux Sociétés et situés dans leurs diverses stations étaient, en 1884, d'une contenance totale de :

Pour la <i>National transit Company</i>	82.500.000	hectolitres.
Pour la <i>Tide water pipe Company</i> . .	3.460.000	—	
Soit un total de . . .	<u>85.960 000</u>	—	

Au Caucase, eu égard au peu d'étendue de la région d'exploitation et aussi à la proximité des ports d'embarquement et des raffineries, les canalisations sont beaucoup moins développées.

Parmi les plus importantes établies sur le littoral de la mer Caspienne et destinées à conduire le pétrole brut des plateaux de Balachané aux raffineries de Bakou, on peut citer :

La conduite Mirzoef, en tuyaux de 0^m,10 sur une longueur de 11 kilomètres;

La conduite Lianosof, en tuyaux de 0^m,075 sur une longueur de 10 kilomètres;

La conduite de la Société des naphthalènes de Bakou de 0^m,075 de diamètre et longue de 8 kilomètres;

La conduite Artlichef, en tuyaux de 0^m,075 longe de 12 kilomètres;

La conduite Féodorof, de 8^m,10 de diamètre et longue de 11 kilomètres;

La conduite Nobel qui est double (l'une en tuyaux de 0^m,10, l'autre de 0^m,125) et qui a 12 kilomètres de développement pour chaque ligne;

La conduite de la Société de Caspi qui est partie en tuyaux de 0^m,10, partie en tuyaux de 0^m,125 et qui a un développement de 12 kilomètres.

Il est actuellement question d'imiter en Russie le système américain et d'établir notamment une grande conduite pour amener les pétroles de Bakou sur la mer Caspienne à Batoum sur la mer Noire et de donner ainsi de grandes facilités pour l'exportation, mais ce projet n'est pas encore sorti de la période d'études.

Vagons-citernes. — Les wagons-citernes se composent d'un réservoir cylindrique en fer à double rivure, d'une contenance variable, installé solidement sur une plate-forme ordinaire (fig. 12).

Chaque citerne est munie d'un dôme d'expansion dont le couvercle fait office de tron d'homme; d'un système de vidange, comprenant une vanne intérieure de sûreté et d'un tuyau transversal aboutissant de chaque côté du wagon; ce tuyau est muni à ses deux extrémités d'un robinet qui sert pour le remplissage et la vidange.

Les citernes sont faites aussi légères que possible afin de diminuer le poids mort.

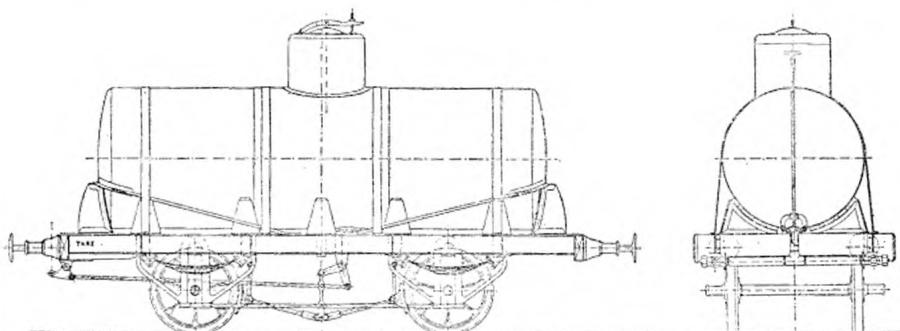


Fig. 12. — Vagon-citerne

Le système d'attache de la citerne sur la plate-forme est variable : tantôt les supports sont transversaux, tantôt ils sont longitudinaux ; ces supports sont en bois ou en fer.

En Amérique, les wagons-citerne sont de très grandes dimensions et installés sur des plates-formes à bogies.

Matériel d'exportation. — Le pétrole s'exporte soit en fût, soit en vrac. Les fûts sont en chêne et ont une capacité de 180 litres environ ; exclusivement utilisés autrefois pour le transport de l'huile brute, ils sont actuellement de plus en plus réservés au transport des produits raffinés.

Presque toutes les exportations se font aujourd'hui par wagons-citerne si l'expédition se fait par voie ferrée, par bateaux-citerne si elle se fait par voie fluviale ou maritime.

Les anciens navires pétroliers, qui primitivement étaient chargés de barils, ont été modifiés pour servir à ce nouveau mode de transport ; leur cale a été divisée par deux cloisons longitudinales en trois compartiments étanches distincts, de façon à éviter que la stabilité du navire puisse se trouver compromise par le brusque déplacement du liquide sur un même bord. A l'avant et à l'arrière se trouvent ménagés les espaces réservés aux postes des hommes d'équipage et à la chambre des machines ; ces chambres sont isolées des caisses à huile par des cloisons étanches (¹).

Les compartiments étanches ont une forme légèrement conique permettant de maintenir à vide la stabilité du navire sans avoir recours au water-ballast. Cette forme facilite également le nettoyage de l'intérieur de la cale pour loger le fret de retour.

A l'exposition du pétrole figuraient un modèle en réduction et un plan détaillé d'un magnifique steamer, le *Prudentia*, appartenant à la maison Deutsch, construit spécialement pour le transport du pétrole en vrac. Ce navire, qui peut être considéré comme le type du vapeur pétrolier, présente une longueur de 95^m,10, une largeur de 12^m,19 et une profondeur de 8^m,50.

Le transport des huiles brutes par les pétroliers (*tank-steamers* ou *tank-ships*) a réalisé un véritable progrès pour l'exportation dont il a réduit sensiblement la dépense.

Chez MM. Deutsch le service des raffineries est fait par navires-citerne, et le port de Rouen a vu successivement arriver dans son bassin les navires *Chigssell*, *Fergussons*, *Prudentia*, *Russian-Priace*, *Caucase*.

Les wagons-citerne ou les bateaux-citerne se remplissent au moyen de râteliers de chargement. Dans la partie du panorama consacrée aux États-Unis, on pouvait voir la représentation du chargement d'un train de wagons-citerne. Le long d'un quai, formé par une estacade en charpente, existe une grosse conduite alimentée par les réservoirs à pétrole et mise en communication avec les wagons par des branchements convenablement espacés. La citerne reçoit l'extrémité

1. Voir l'article sur la Marine à l'Exposition de 1889, par MM. Godron et L. Piaud (9^{me} partie, 3^{me} Fascicule pages 238 et suivantes).

mobile des branchements en sorte qu'il suffit d'ouvrir les vannes pour remplir à la fois tous les wagons.

On conçoit, sans autre explication, que le même système s'applique au remplissage des bateaux-citernes et des navires.

Matériel de navigation fluviale. — Pour le transport à l'intérieur, indépendamment des wagons-citernes et des barils, MM. Deutsch ont organisé une flotte de bateaux-citernes (*), les uns pour le transport des huiles brutes des ports d'embarquement aux distilleries, les autres pour l'expédition de l'huile raffinée des raffineries aux dépôts.

Les bateaux de 500 tonnes et au-dessus comportent un aménagement de citernes rectangulaires remplissant entièrement la coque du bateau et réunies entre elles par une tuyauterie commune.

Pour le transport sur les canaux les citernes ont la forme cylindrique, qui est à la fois plus simple et plus économique.

Voitures-citernes. — Ces voitures d'une contenance de 1800 à 2500 et 3000 litres, suivant qu'elles doivent être conduites par un ou par deux chevaux, servent au transport des huiles raffinées de la raffinerie aux consommateurs eux-mêmes.

La citerne est en tôle mince cylindrique ou rectangulaire; elle est munie d'un dôme d'expansion, d'un trou d'homme de nettoyage et d'un raccord de remplissage et de vidange.

On munit ces voitures de mesureurs divers, automatiques ou portatifs.

Ce mode de transport est très usité en Amérique et en Angleterre pour toutes les livraisons à faire aux débitants.

RAFFINAGE DU PÉTROLE

Le pétrole brut se présente ordinairement sous la forme d'une huile brune dichroïque; sa densité varie suivant les lieux d'origine, elle est ordinairement comprise entre 0,780 et 0,920.

Il est constitué par des mélanges en proportions variables d'hydrocarbures homologues du gaz des marais.

Tous ces hydrocarbures sont caractérisés par une grande indifférence chimique : les uns sont gazeux à la température ordinaire, les autres ont des points d'ébullition plus ou moins élevés; certains bouillent à une température supérieure à 300 degrés centigrades.

Suivant l'état physique qu'ils affectent, densité, viscosité, inflammabilité,

1. Voir l'article sur la Marine à l'Exposition de 1889, par M.M. Godron et L. Piaud (9^{me} Partie, 3^{me} Fascicule pages 238 et suivantes)

point de vaporisation ou de congélation, etc., l'industrie les utilise à des usages spéciaux. L'industrie du raffinage des huiles brutes consiste à séparer et à recueillir les divers produits commerciaux; elle y parvient à l'aide de distillations fractionnées et de traitements chimiques.

En classant les produits de la distillation par ordre de volatilité, on trouve tout d'abord :

Les gaz incondensables à la température ambiante qui sont recueillis dans les raffineries et utilisés comme gaz d'éclairage ou de chauffage, et qui, liquéfiés par refroidissement énergique ou par pression, servent dans l'industrie à l'extraction des parfums, à la fabrication de la glace, etc.;

Les carbures très volatils, rhigoline, éthers de pétrole, gazoline, etc., employés pour la production de l'air carburé, des essences de dégraissage, la fabrication des vernis et la peinture ;

Les liquides non volatils au-dessus de + 35 degrés centigrades utilisés comme huiles d'éclairage soit pour l'usage domestique, soit pour des emplois spéciaux, navires, chemins de fer ;

Les huiles à point d'ébullition élevé et de consistance visqueuse employées au graissage ;

Enfin les matières épaisse ou solides : vaseline pour pharmacie et parfumerie, paraffine et goudrons.

En dernière analyse, il reste comme produit ultime de la fabrication une sorte de coke, très brillant, très pur, qui est une excellente matière première pour la fabrication des crayons destinés à l'éclairage électrique.

Tous ces produits figuraient dans la galerie circulaire de l'exposition panoramique. On pouvait en même temps se rendre compte de l'importance des établissements fondés par MM. Deutsch ou avec leur concours, par l'inspection des photographies représentant ces diverses usines dont voici la nomenclature :

France. — Raffinerie de pétrole à Pantin ; usine de Saint-Loubès (Gironde) créée en 1879 ; usine de Rouen « la Luciline », créée en 1876, puis déplacée et agrandie en 1881.

Espagne. — Deutsch y C^{ie}, raffineries de pétrole d'Alicante, de Barcelone, de Santander, de Séville, créées en 1881.

Autriche-Hongrie. — Mineraloil Raffinerie actien Gesellschaft ; raffinerie de Fiume (Dalmatie).

Russie. — Société commerciale et industrielle de naphte de la mer Caspienne et de la mer Noire ; puits et raffinerie de pétrole de Bakou ; docks et entrepôts de Batoum.

États-Unis. — Continental Oil Schipping Company ; docks et entrepôts de Point-Bruce (Philadelphie).

Matériel des raffineries. — Le matériel des raffineries de pétrole figurait avec de grands détails dans l'exposition technique organisée par la maison Deutsch ; à côté des vues de ses principales raffineries d'Amérique et du Caucase et de celles des diverses usines françaises et étrangères de MM. Deutsch, figuraient des plans en relief de leurs deux plus importantes usines françaises, la « Luciline » de Rouen et « la Luciline », de Pantin ainsi que des dessins et des plans à grande échelle du matériel nécessaire par cette industrie.

L'établissement de Rouen peut être considéré comme le type le plus parfait de ces usines ; son étendue est de 4 hectares. Placé sur le bassin même affecté aux pétroles sur le port de Rouen, il est relié au chemin de fer par un embranchement spécial. Sa situation lui permet donc de recevoir à sa porte, même par les plus grands navires, tous ses produits bruts, et de réexpédier ensuite ses produits raffinés, soit par voie fluviale, soit par voie ferrée, dans tout l'intérieur de la France.

Le matériel de cet établissement considérable, distribué de la façon la plus méthodique, est groupé en deux parties complètement séparées, ainsi qu'on pouvait s'en rendre compte par l'inspection du beau plan en relief, exécuté par M. Adrien Müller, ingénieur de la Maison Deutsch, qui figurait dans la Galerie des Machines.

D'un côté de l'usine sont groupés les magasins ou réservoirs à produits bruts et raffinés avec les ateliers pour la préparation des emballages et les magasins d'expédition.

De l'autre côté sont placés tous les ateliers de fabrication.

Entre ces deux groupes séparés par une large voie se trouve la machinerie actionnant toutes les pompes de l'usine.

Les réservoirs servant à emmagasiner les huiles brutes et les produits raffinés sont en tôle de fer ou d'acier soigneusement rivée ; ils sont cylindriques et munis de deux trous d'homme : l'un inférieur pour le nettoyage ; l'autre supérieur, sur le couvercle en calotte sphérique, est à joint hydraulique. Il assure ainsi une fermeture hermétique tout en maintenant à l'intérieur une pression uniforme malgré les variations de température.

Les dimensions de ces réservoirs sont variables ; elles atteignent parfois 30 m. de diamètre et 10 mètres de hauteur.

Les tôles qui les composent ont des épaisseurs allant en décroissant de la base au sommet. C'est dans une partie de ces réservoirs que les tank-steamer à leur arrivée envoient, à l'aide de puissantes pompes, les huiles brutes qu'ils apportent des pays de production. L'agencement en est si bien compris qu'en moins de trente-six heures un tank-steamer de 4 000 tonnes peut décharger toute sa cargaison.

Les réservoirs servant de dépôt aux produits raffinés sont plus variés et géné-

ralement plus petits que les réservoirs à huile brute, en raison de la diversité des produits issus du raffinage.

Tous ces réservoirs sont reliés par des canalisations en fer, d'une part, aux diverses pompes de l'usine, et, d'autre part, avec les magasins d'expédition où se fait la mise en barils de bois, en tonnelets de fer ou en bidons en gros fer-blanc.

Ces magasins d'expédition sont de vastes halles avec charpentes en fer, soigneusement dallées, bien ventilées et dans la construction desquelles il n'entre que des matériaux incombustibles. Là, les emballages, barils, tonnelets, bidons ou caisses arrivent tout préparés et leur remplissage s'opère avec une précision remarquable au moyen de remplisseurs automatiques.

Des ateliers de tonnellerie, d'échaudage, de séchage, de collage, de peinture et d'estampillage des barils complètent la première partie de l'usine.

Fabrication. — Le matériel de fabrication des raffineries comprend deux classes d'appareils :

Les appareils de distillation et de rectification ;

Les appareils servant au traitement des produits distillés par des agents chimiques.

Les appareils de distillation sont de deux classes : les appareils à feu direct et les appareils chauffés à la vapeur.

Il serait trop long d'entrer dans le détail complet de ces gigantesques chaudières, auxquelles MM. Deutsch ont apporté dans ces derniers temps des perfectionnements importants ; nous ne pouvons en donner qu'une description sommaire.

Les chaudières à feu direct sont de deux espèces :

Les chaudières de première distillation, c'est-à-dire celles qui reçoivent le pétrole brut, elles sont en tôle de fer ou d'acier ; les blak-pots ou chaudières dans lesquelles on distille les résidus de la première distillation, elles sont en fonte.

Le type de chaudière de première distillation adopté à « la Luciline » est la chaudière cylindrique horizontale de 8^m,40 de long sur 3^m,80 de diamètre (fig. 13). Sa capacité est de 100 000 litres. Ces chaudières sont construites en tôle de fer de premier choix, leur épaisseur est de 0^m,014, elles sont à double rivure. A leur partie supérieure se trouvent un dôme et un col de cygne conduisant les vapeurs aux serpentins ; deux trous d'homme placés l'un à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure de l'un des fonds, opèrent le refroidissement et la ventilation rapides de l'appareil et permettent un nettoyage facile.

A leur extrémité postérieure, celle opposée au foyer, elles sont munies d'une vanne en fer ou en acier pour le décantage à chaud des résidus dans les blaks-pots.

Ces appareils sont supportés sur le foyer par des oreilles latérales laissant un libre jeu à la dilatation ; cette disposition, jointe à une construction bien raisonnée du fourneau qui assure un chauffage uniforme, suffit pour conjurer toute espèce de fuite.

La construction des serpentins réfrigérants est faite de telle sorte qu'à l'aide de puissants déflegmateurs on peut séparer rationnellement et de premier jet les divers produits de la distillation suivant leur poids spécifique et leur degré d'inflammabilité.

Chaque serpentin a un développement de 400 mètres, les liquides qui circulent à leur intérieur n'ont aucun contact avec l'air ambiant ; des appareils spéciaux, adaptés aux boîtes de séparation, servent à retenir les gaz incondensables à la

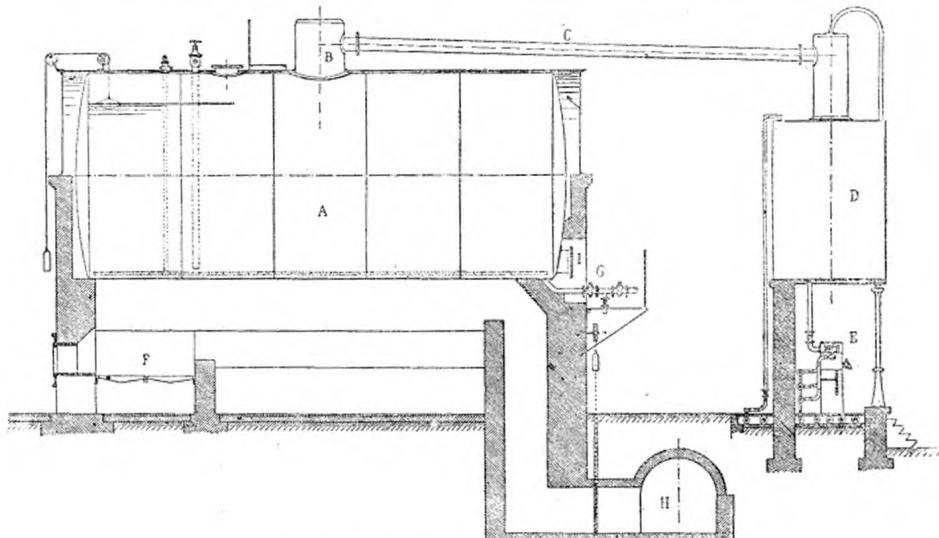


Fig. 13.— Chaudière de première distillation.

température ordinaire. Ces gaz ainsi captés sont conduits par une canalisation spéciale dans une série de gazomètres d'où ils sont extraits soit pour servir à l'éclairage de l'usine, soit pour être utilisés comme combustible sous les foyers mêmes des appareils distillatoires.

Ces gaz qui constituaient autrefois une gêne pour le voisinage et un danger permanent d'incendie pour l'usine, trouvent chez MM. Deutsch leur utilisation raisonnée.

La première distillation ne peut pas être conduite jusqu'à la fin dans les appareils en tôle parce qu'il se forme rapidement un dépôt de coke et que les chaudières courraient de trop grands risques de détérioration. La distillation est

arrêtée à un certain degré et les résidus goudronneux sont alors décantés à chaud dans des appareils en fonte, les blak-pots ou les *diabes* comme on les appelle dans les usines de MM. Deutsch ; c'est dans ces appareils que la distillation est poussée jusqu'à la production du coke.

Les blak-pots (fig. 14) ont la forme d'un cylindre vertical terminé par un fond sphérique dont l'épaisseur est de 0^m,08.

Le poids de l'appareil est de 15 000 kilogrammes.

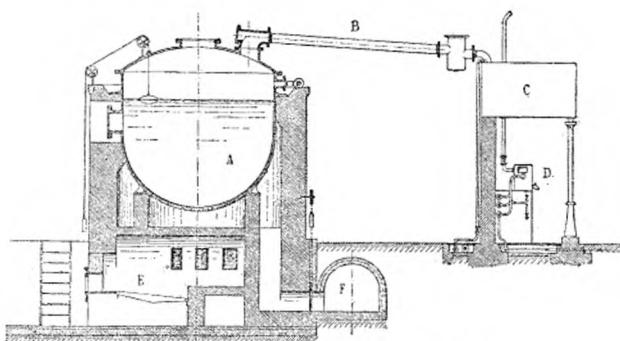


Fig. 14.— Blak-pots pour la distillation des produits goudronneux.

Ces appareils sont également munis de trous d'homme pour leur nettoyage et leurs serpentins possèdent des déflegmateurs spéciaux permettant de séparer du premier jet les produits les plus volatils provenant de la dissociation des huiles lourdes et de les isoler des produits inflammables.

Ces blak-pots, de même que les chaudières de premier jet, sont disposés en batteries de 8 ou 10.

Les produits distillés, fractionnés dès leur condensation, sont dirigés, suivant leur densité et leur degré d'inflammabilité, dans une série de réservoirs où ils se trouvent classés méthodiquement. Une grande partie de ces produits peut, grâce au système ingénieux de déflegmation employé par MM. Deutsch, entrer directement dans les moyennes des différents produits raffinés sans subir d'autre traitement physique ; mais on comprend qu'en agissant sur des masses aussi considérables et avec une allure de distillation aussi rapide, la séparation d'un produit à l'autre ne puisse se faire d'une façon absolument nette ; il y a donc quelques produits intermédiaires qui doivent être soumis à une nouvelle rectification.

Cette opération se pratique, pour les essences aussi bien que pour les huiles, dans des chaudières chauffées par des serpentins à vapeur directe ou indirecte.

Par cette rectification on sépare des essences les carbures à densité élevée qu'elles ont entraînés mécaniquement et dont la présence les rendrait grais-

seuses ; on extrait de même, des huiles destinées à l'éclairage, les huiles plus volatiles qu'elles contiennent ou même les gaz qui s'y trouvent dissous et qui les rendraient inflammables au-dessous de la limite commerciale.

Les rectificateurs à essences ont des formes assez variables, leur col de cygne est muni d'une série de déflegmateurs. MM. Deutsch ont imaginé un appareil de rectification sous pression à l'aide duquel ils obtiennent à l'état liquide les carbures de la série saturée C^5H^8 , C^6H^{10} ... dont la densité est inférieure à 0,625 et le point d'ébullition est au-dessous de 0. Les plans de tous ces appareils figurent dans le pavillon spécial du pétrole.

Tous les produits distillés, soit qu'ils proviennent des chaudières de premier jet, soit qu'ils aient été obtenus dans les blak-pots, soient qu'ils aient subi la rectification, sont, après avoir été mélangés entre eux d'une manière convenable pour produire les divers types commerciaux, soumis à des traitements chimiques dans des appareils spéciaux appelés *agitateurs*.

Agitateurs. — L'importance de ces appareils est très grande, aussi leurs dispositions ont-elles été étudiées avec un soin extrême.

Il en existe de plusieurs systèmes, qui peuvent se classer en deux catégories :

Les agitateurs mécaniques ;

Les agitateurs à air comprimé.

Les agitateurs de l'un et de l'autre système sont des vases cylindriques verticaux à fond conique dont le diamètre varie de 3 à 6 mètres et la hauteur de 4 à 8 mètres.

L'intérieur est complètement revêtu de plomb.

Dans les agitateurs mécaniques le mouvement est communiqué à la masse au moyen d'une tige animée d'un mouvement vertical assez rapide ; cette tige est terminée par un disque en fer qui donne à la masse liquide un mouvement d'ascension ayant pour effet d'entraîner et de mélanger l'agent chimique avec la masse d'huile à traiter.

Dans d'autres appareils, la tige à plateau est remplacée par une roue à palettes animée d'un mouvement rapide de rotation.

Les agitateurs mécaniques sont généralement de petite dimension et sont surtout appliqués au traitement des essences.

Agitateurs à air comprimé. — Dans toutes les usines de MM. Deutsch les grands agitateurs sont à air comprimé (fig. 15). L'air est envoyé dans l'appareil par une tubulure piquée sur le cône inférieur ; des pompes à grand débit permettent d'en opérer le refoulement sous une pression de 1 à 2 atmosphères.

Les essences et les huiles sont soumises successivement dans ces agitateurs à des traitements à l'acide sulfurique concentré et à la soude ; ces réactifs sont introduits dans les agitateurs par des monte-jus à air comprimé actionnés par des pompes spéciales à haute pression et à faible débit.

Parmi les perfectionnements ou les améliorations qui ont été apportés à ces appareils par MM. Deutsch, on peut citer ceux qui ont été conçus en vue de prévenir les accidents ou d'en arrêter les effets.

Tous les agitateurs sont, dans ce but, munis à leur partie supérieure d'une *araignée* formée par deux tuyaux en croix reliés à une série de tubes en an-

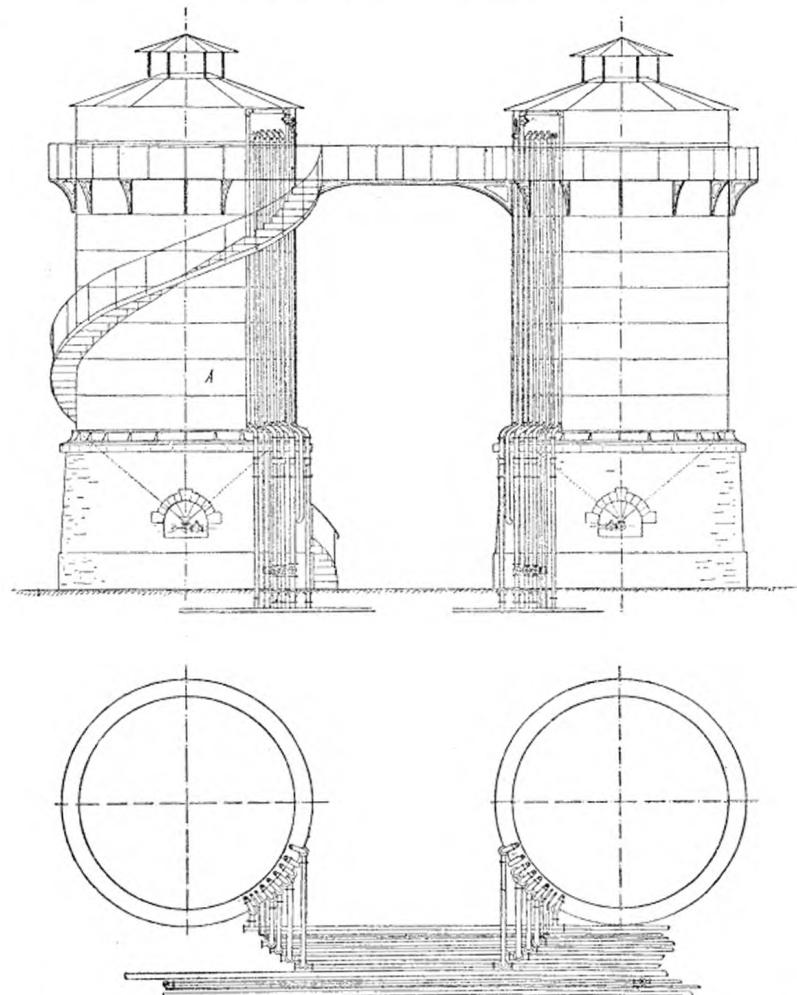


Fig. 15. — Agitateur à air comprimé pour le traitement chimique des huiles de pétrole.

neaux concentriques. Tous ces tubes sont percés de trous, et, en cas d'inflammation du liquide, ils peuvent être mis en relation avec les générateurs et lancer à la surface du liquide de puissants jets de vapeur qui dans la plupart des cas

suffisent à éteindre le feu. Dans le cas où l'incendie n'aurait pu être arrêté par ce moyen, une disposition de tuyauterie spéciale permet de substituer de l'eau à l'huile ou à l'essence qui sont alors décantées par le haut et dirigées dans des réservoirs éloignés.

L'incendie s'éteint de cette façon faute d'aliment et les pertes se trouvent considérablement atténues.

Appareils annexes des agitateurs. — La soude, et particulièrement l'acide sulfurique provenant des agitateurs, se trouvent intimement mélangés à des matières goudronneuses, appelées *goudrons acides*, dont il est généralement assez difficile de tirer parti. Ces goudrons, dans les usines de MM. Deutsch, sont dirigés dans de grandes citernes plombées communiquant entre elles au moyen de siphons, dans lesquelles ils circulent avec lenteur. La séparation des goudrons proprement dits et de l'acide se fait avec une netteté suffisante dans ces décanteurs ; l'acide convenablement saturé est rejeté, tandis que le goudron est distillé à nouveau et fournit des produits utilisables ou bien est employé directement pour le chauffage ou l'éclairage ; dans ce dernier cas on fait usage de pulvérisateurs spéciaux.

L'installation rationnelle des bacs pour la décantation des goudrons acides et des autres produits de lavage est extrêmement importante, car elle permet de recueillir, outre les goudrons, des huiles entraînées mécaniquement qui, sans cette disposition, seraient totalement perdues.

L'épuration chimique est suivie d'une filtration très soignée ; à cet effet, chaque agitateur est mis en relation avec un système de filtre au travers duquel les huiles traitées sont obligées de passer avant d'être dirigées dans les réservoirs des produits achevés.

Pompes. — Les raffineries de pétrole emploient pour établir la circulation des liquides dans leurs diverses opérations un nombre considérable de pompes de toutes dimensions et de tous systèmes.

En Amérique et au Canada, pour le service des pipes-lines, on fait usage d'énormes pompes à action directe du système Worthington à deux cylindres équilibrés, des systèmes Blake, Tangye, etc.

Ces pompes absorbent 200 à 250 chevaux de force et débloquent 300 mètres cubes à l'heure.

Les pompes Tangye et Worthington sont également très employées pour tous les services éloignés des générateurs à vapeur ; les pompes rotatives Greindl sont utilisées pour les transvasements sans grande différence de niveau.

La nouvelle usine de Rouen comprend, outre les pompes à action directe, une série de pompes à courroies et à pistons plongeurs dont la construction a été étudiée particulièrement en vue du travail spécial qu'elles ont à fournir.

SOUS-PRODUITS DU RAFFINAGE DU PÉTROLE

A côté des divers produits, essences, huiles lampantes, huiles à graisser, etc., retirés des huiles brutes par la distillation, se trouve une substance très importante, la paraffine, dont les usages tendent à se généraliser chaque jour. On l'extract des huiles lourdes de deuxième jet provenant des blak-pots.

MM. Deutsch, qui ont imaginé un traitement rationnel tout nouveau pour cette fabrication, avaient exposé les plans de l'usine spéciale qu'ils ont fait construire à grands frais pour la mise en œuvre des procédés qui sont leur propriété.

De puissantes machines à glace des systèmes Carré, à ammoniaque, et Pictet à acide sulfureux, opèrent le refroidissement des huiles lourdes en vue d'amener la cristallisation de la paraffine.

L'huile, convenablement refroidie, est passée dans des filtre-presses placés dans des chambres refroidies.

Les tourteaux de cette opération sont ultérieurement soumis à une pression énergique dans des presses à chaud analogues aux presses de stéarinerie, puis les pains sont lavés à l'essence de pétrole et finalement sont blanchis au noir animal.

MM. Deutsch sont arrivés à produire couramment de la paraffine de qualité extra, fondant à 58-59 degrés ; leur fabrication alimente la plus grande partie de la consommation française qui, autrefois, était tributaire de l'Allemagne et de l'Angleterre.

Ce fait n'est pas sans importance, car on sait que le Département de la guerre consomme une quantité relativement considérable de paraffine pour la fabrication de certaines de ses cartouches et il y avait un intérêt majeur à ce que, en cas de guerre, on pût trouver dans le pays une fabrique capable de suffire à tous les besoins.

A la fabrique de paraffine se trouve annexé un atelier pour le coulage des bougies blanches ou colorées très appréciées comme éclairage de luxe.

Vaseline. — Ce produit est constitué par des hydrocarbures semi-fluïdes que l'on retire des huiles lourdes.

Jusqu'à ce jour MM. Deutsch se sont contentés de livrer la vaseline brute aux usines qui la raffinent, mais ils viennent de monter un atelier dans lequel ils feront subir à ce produit les manipulations nécessaires pour en opérer la purification. Les traitements, comme l'on sait, consistent en épurations chimiques, désodorisation par évaporation, filtrages sur des poudres décolorantes, telles que noir animal, noir de prussiate, argile, etc.

Enfin dans les usines de MM. Deutsch sont installés des ateliers pour l'utili-

sation des acides noirs provenant des agitateurs ; ces acides, débarrassés dans les décanteurs de leurs goudrons, sont utilisés à la fabrication des sulfates de fer, de cuivre et d'ammoniaque ainsi qu'à la préparation des superphosphates de chaux pour l'agriculture.

Ces installations constituent de véritables usines annexes qui permettent d'arriver à une utilisation complète de tous les sous-produits.

Le tableau suivant fait ressortir l'importance des établissements de Messieurs Deutsch :

Industrie des huiles minérales

ÉTABLISSEMENTS DE MM. DEUTSCH, EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

	SUPERFICIE totale des établissements en mètres carrés	CAPACITÉ DE PRODUCTION évaluée en barils de pétrole brut traité	CONSOMMATIONS ÉVALUÉES EN TONNES			FORCE MOTRICE	INGÉNIEURS	OUVRIERS
			Charbon	Acide	Soude			
France...	105.000	390.000 barils 56.550.000 kil.	12.000	2.500	500	800	8	625
Espagne .	112.000	220.000 barils 31.900.000 kil.	6.000	1.200	250	450	4	360
Autriche-Hongrie..	50.000	420.000 barils 60.900.000 kil.	18.000	2.800	600	400	5	300
Russie...	315.000	1.800 000 barils 261.000.000 kil. Et si l'on tient compte des achats sur place: 4.000.000 barils 580.000.000 kil.	30 000	25.000	5.000	»	15	3.500

APPAREILS D'ESSAIS

En dehors du matériel industriel proprement dit, MM. Deutsch ont exposé une série très complète de tous les appareils employés dans les laboratoires de leurs diverses usines : appareils pour l'essai du pétrole brut, pour la fixation du point d'inflammabilité, viscosimètres, photomètres, etc.

Analyse du pétrole brut. — Cette opération s'effectue dans une cornue cylindrique, en cuivre très épais, dont le fond affecte la forme d'une calotte

sphérique. Le couvercle, également en cuivre, s'adapte sur le cylindre au moyen de serre-joints et d'un mastic spécial; il est percé de deux orifices : dans l'un se fixe un thermomètre pouvant indiquer les températures jusqu'à 450 degrés ; l'autre est muni d'un tube refroidi par un courant d'eau et sert pour l'écoulement des liquides qui distillent. On recueille les produits par fraction de 1/20 du liquide brut mis en expérience. On opère généralement sur 3 litres, en sorte que chaque fraction recueillie est du volume de 150 centimètres cubes.

Les produits sont classés suivant leur densité, ainsi qu'il suit :

Essences légères, du commencement de la distillation à	0,725
Essences lourdes, de 0,725 à	0,740
Huiles légères, de 0,740 à	0,822
Huiles lourdes, de 0,822 à	0,845

Dans les environs des points marqués par ce tableau, on recueille le liquide par fraction de 50 centimètres cubes pour mieux saisir le point où la séparation doit être faite.

On note aussi la décomposition plus ou moins facile des huiles lourdes, la couleur de ces mêmes produits et aussi leur teneur en paraffine.

Il reste un résidu de coke que l'on pèse.

Les produits, objets de ce premier classement, sont ensuite rectifiés dans des ballons en verre ou en cuivre munis de rectificateurs Lebel et Henninger.

Mesure des températures. — Ce n'est qu'au laboratoire que l'on détermine la température d'ébullition des divers liquides ; industriellement on se borne simplement à suivre la marche de la distillation en prenant la densité du liquide qui s'écoule. A cet effet les alambics sont munis d'un jeu de trois densimètres spéciaux à échelle appropriée, et d'un thermomètre, dit *de fabrication*, protégé par une gaïne en bois.

Mesure de la densité. — On ramène les densités à la température de + 51 degrés centigrades en se servant des trois coefficients de distillation suivants, qui sont moyens pour les produits considérés.

Essences	0,008
Huiles légères	0,007
Huiles lourdes	0,006

Mesure du point d'inflammabilité. — Les règlements fixent à + 35 degrés le point d'inflammabilité minimum des huiles de pétrole destinées à la consommation comme « huiles lampantes ».

Il est donc de tout intérêt de pouvoir effectuer facilement cette mesure : les appareils de Granier, de Luchaire et d'Abel sont employés concurremment dans les usines. Les résultats qu'ils fournissent sont également bons.

Mesure de la coloration. — La couleur des essences et des huiles est établie d'après l'échelle suivante :

- 1° Blanc eau ;
- 2° Beau blanc ;
- 3° Blanc ;
- 4° Paille clair ;
- 5° Paille ;
- 6° Paille foncée.

On fait usage pour ce classement soit du colorimètre de Duboscq, en adoptant une série de types de liquides colorés, soit du grand colorimètre de Stammer, en comparant une hauteur déterminée de pétrole à des verres colorés d'épaisseurs connues.

Mesure du point de fusion des hydrocarbures solides. — On fait usage du procédé employé ordinairement dans les laboratoires, ou bien on fond sur l'eau une parcelle de paraffine et on note la température au moment précis où la transparence de la goutte fondue disparaît.

Ce dernier procédé est généralement employé par les contremaîtres des usines car il est le plus simple et ne nécessite aucun matériel spécial.

Mesure de la viscosité. — *Viscosimètres.* — On mesure la viscosité des huiles à graisser en les faisant écouler par un orifice déterminé, à une température constante de 50 degrés ou de 100 degrés, l'eau ou l'huile de colza étant prises pour types.

Les viscosimètres, tous semblables par le principe, varient beaucoup dans leurs détails d'exécution : l'ixomètre de Barbe est l'un de ceux qui permet de donner à ces mesures toute la précision qu'elles comportent.

Mesures photométriques. — L'essai des huiles lampantes n'est pas, à proprement parler, un essai photométrique, c'est un essai comparatif d'éclairage. On se sert à cet effet d'une lampe à bec plat contenant 250 grammes de pétrole. La mèche a 17 millimètres de largeur et la hauteur de la flamme est réglée au début de l'expérience à 30 millimètres. On note l'abaissement successif de la flamme et on éteint quand la hauteur de la flamme n'est plus que de 15 millimètres.

Suivant le temps qu'a mis la flamme à s'abaisser on établit le classement suivant :

De 4 à 5 heures, le pétrole est dit.	médiocre.
De 5 à 6 heures	— —	passable.
De 6 à 7 heures	— —	assez bon.

De 7 à 8 heures	—	—	bon.
De 8 à 9 heures	—	—	très bon.
De 9 à 10 heures	—	—	extra.

Lorsqu'on désire faire des mesures photométriques avec toute l'exactitude requise, on emploie le photomètre de Bunsen à tache d'huile et on compare à la lampe Carcel étalon.

Emballages. — Tous les genres d'emballage employés en Europe ou en Amérique pour l'emballage, soit du pétrole brut, soit des produits raffinés, avaient été réunis à l'exposition Deutsch.

Les emballages sont généralement fabriqués dans les établissements les plus importants et situés à proximité des pays de production, à Batoum, au Caucase, à Philadelphie, en Amérique.

Le matériel de fabrication des fûts ou des caisses en bois comprend : des scieries pour débiter les douves, les planches, etc.; des machines à préparer les douves, à faire le joint, à faire les fonds et à assembler les fûts; des machines à couler et à rabattre.

Les estagnons en fer-blanc sont également fabriqués de toutes pièces dans ces usines, au moyen de machines à emboutir, à plier, à souder, etc.

Manutention des barils. — Quand les barils sont en service, il faut, à leur retour dans les usines, les mettre en état convenable. A cet effet, ils sont successivement échaudés à la vapeur dans des appareils spéciaux, puis lavés et mis à sécher. Ils repassent ensuite à la tonnellerie pour être rebattus, opération qui se fait à l'aide de machines à rebattre, puis ils sont encollés mécaniquement. Cet encollage a pour but de former à l'intérieur des barils une couche mince mais continue de gélatine, qui s'oppose au passage de l'huile ou de l'essence au travers des douves. Quand les fûts ont subi ces diverses opérations ils sont prêts pour le remplissage.

Les estagnons en fer-blanc n'exigent, pour leur remise en service, qu'un lavage intérieur et extérieur.

Le remplissage des barils se fait automatiquement à l'aide de robinets enfumeurs, construits de telle sorte que l'arrêt du liquide se produit lorsque le fût est convenablement rempli.

Le remplissage des bidons et des estagnons s'opère au moyen d'un appareil composé d'une plate-forme tournante, sur les côtés de laquelle s'effectuent les opérations successives de remplissage, de soudage, d'enlevage des estagnons pleins et de pose de nouveaux récipients vides.

La disposition de ces appareils divers se comprend aisément, nous ne nous arrêterons donc pas à en faire la description. Tous étaient représentés, soit en réduction, soit en plans et dessins, dans la galerie circulaire du panorama.

APPLICATIONS DU PÉTROLE

L'annexe du panorama, exclusivement réservée aux applications du pétrole, était très intéressante à visiter.

Nous n'avons pas à nous occuper des diverses lampes à l'huile ou à essence, ces appareils ressortissant à la classe 27⁽¹⁾; nous dirons seulement quelques mots des carburateurs à air ou à gaz, des moteurs à essence et des appareils à pulvériser les huiles lourdes en vue des applications de ces huiles à l'éclairage.

Carburateurs. — Les carburateurs sont des appareils à l'aide desquels on sature l'air atmosphérique de vapeur d'essence de pétrole dans le but de lui communiquer des propriétés combustibles et éclairantes analogues à celles que possède le gaz de houille.

Ces appareils ne peuvent ordinairement fonctionner convenablement qu'avec une essence très légère, d'une densité de 0,650, désignée sous le nom de *gazoline*.

Il est peu de problème qui ait exercé autant l'ingéniosité des chercheurs que celui de la carburation de l'air; bien que le principe qui sert de base à tous les carburateurs soit le même, il existe une très grande variété de types; nous ne mentionnerons que ceux qui ont plus spécialement attiré l'attention du jury.

Carburateur Lothamer (médaille d'argent). — Cet appareil se distingue par cette popularité que la carburation de l'air se produit au fur et à mesure de la consommation, il n'y a donc jamais de gaz emmagasiné.

La gazoline soumise à l'évaporation est renfermée dans un réservoir cylindrique où son niveau reste constant, grâce à l'adjonction d'un siphon qui communique avec le vase d'alimentation. L'air nécessaire est introduit non pas par aspiration à l'aide d'un ventilateur, comme dans la plupart des systèmes connus, mais par le refoulement produit par une petite pompe mise en jeu par un moteur alimenté par l'air carburé lui-même. Une circulation d'air chaud compense l'abaissement de température produit par l'évaporation de la gazoline et assure sa complète volatilisation; une soupape très sensible, placée sur le dôme cylindre, établit dans la canalisation une pression constante quel que soit le nombre de bœufs mis en service, en laissant échapper dans l'atmosphère une partie de l'air refoulé avant qu'il n'ait pu pénétrer dans la chambre de carburation. Il résulte de cette disposition non seulement une grande régularité dans les flammes, mais encore une très sensible atténuation de la condensation dans les conduites; on peut dès lors employer des tuyaux de diamètre assez

1. Voir dans le fascicule n° 37, l'intéressant article de M. Lévy.

réduit et leur donner toutes les courbures que les circonstances exigent, sans avoir besoin de poser des siphons.

Ce carburateur convient parfaitement pour actionner des moteurs.

Carburateur Jaunez (médaille d'argent). — Ce carburateur fonctionne sans aucun moyen mécanique : contrepoids, moteur, cloche à air, aspirateur, etc.

Il comprend une cuve surmontée d'un gazomètre à joint hydraulique, un régulateur de pression, une chaudière lenticulaire pour la vaporisation de la gazoline, et enfin un injecteur actionné par la vapeur de gazoline.

Pour le mettre en marche, on commence par insuffler dans le gazomètre une petite quantité d'air, ce qui se fait aisément à l'aide d'une poire en caoutchouc adaptée à un robinet spécial. Cette opération a pour but de former à froid une quantité d'air carburé suffisante pour alimenter le brûleur dans les premiers instants de la fabrication. On allume alors le brûleur et, dès que la lentille est chaude, on y fait écouler un mince filet de gazoline qui se vaporise immédiatement. La vapeur produite traverse l'injecteur en déterminant un appel d'air en proportion convenable pour produire un mélange carburé donnant une bonne combustion. Ce mélange se rend dans le petit gazomètre, puis de là il pénètre dans la canalisation. Cet appareil est bien étudié et donne de bons résultats.

MM. Gourd, et Dubois (médaille d'argent). — Ce carburateur fonctionne soit par un aspirateur à poids, soit par un petit moteur à eau lorsque l'on peut disposer d'eau en charge. Ces carburateurs se construisent sous de grands volumes, ils peuvent être alimentés d'une manière automatique.

Bien que l'emploi de l'air carburé ne soit ni aussi facile, ni aussi économique que celui du gaz de houille, il rend néanmoins de très réels services dans les ateliers, les habitations, etc., situés hors du périmètre des canalisations de gaz, ordinaire.

Production de la force motrice. — Le grand développement qu'ont pris les moteurs à gaz s'explique facilement par les avantages multiples qu'ils offrent à la petite industrie ; dans les endroits ne possédant pas de gaz on peut actionner ces moteurs par de l'air carburé : il suffit d'ajouter à la machine un carburateur d'un modèle convenable. L'allumage du mélange détonant se produit soit par une étincelle d'induction obtenue à l'aide deux éléments de pile et d'une bobine de Rhumkorff, soit par un bec veilleuse.

Parmi les appareils de ce genre qui figuraient à l'exposition du pétrole, on peut citer ceux construits par la Compagnie française des moteurs à gaz, par MM. Rouart frères, M. Roger, MM. Salomon et Tenting et M. Benz. Ce dernier constructeur avait présenté une voiture à trois roues, mue par une machine de son système. L'huile minérale renfermée dans une caisse en cuivre placée

sous le siège tombe goutte à goutte dans le générateur et y forme un gaz détonant qu'on enflamme au besoin d'une étincelle d'induction.

La roue de devant sert de gouvernail. Le moteur peut communiquer au véhicule une vitesse de 16 kilomètres à l'heure; la provision d'essence emmagasinée suffit pour un parcours de 120 kilomètres.

On pouvait voir dans d'autres parties de l'Exposition des moteurs construits pour l'utilisation du pétrole proprement dit : c'est ainsi que, dans l'annexe du quai, les ateliers de Dietrich, à Bourges, avaient établi un moteur dit *sécurité* et que M. Noël avait présenté un moteur à huile de pétrole, mais ces appareils, bien que présentant des dispositions très heureuses, n'ont pas encore pris rang dans le matériel industriel.

C'est une lacune qui ne tardera pas sans doute à être comblée, car les moteurs à explosion, eu égard à tous avantages qu'ils réunissent, nous paraissent devoir être appelés à un grand avenir, mais pour que ce développement puisse opérer, il est nécessaire de remplacer la gazoline ou les essences légères, produits d'un prix relativement élevé, d'un maniement difficile, sinon dangereux, par des huiles à point d'inflammation élevé comme sont celles qui servent journallement à l'éclairage.

Le cadre de ce rapport ne permet pas de décrire toutes les applications industrielles du pétrole ou de ses dérivés, elles sont multiples et rentrent d'ailleurs dans d'autres classes.

On ne peut que mentionner le matériel spécial utilisé par ces diverses industries : chauffage des générateurs, imperméabilisation des tissus, teinture, parfumerie, insecticide, préparation des produits chimiques et pharmaceutiques, etc. Des dessins accompagnés de légendes, pour les appareils de grandes dimensions, et les appareils eux-mêmes, lorsqu'ils étaient de dimension restreinte, figuraient dans la galerie circulaire du panorama, complétant ainsi ce musée technique si intéressant et intelligemment aménagé.

Lucigènes. — Sur la berge de la Seine, au pied du pont d'Iéna, se trouvaient exposés des appareils d'éclairage d'une grande puissance, alimentés par des huiles lourdes de pétrole, de schiste ou de goudron. Nous laisserons à la classe 27 l'appréciation de ces engins au point de vue de leur intensité d'éclairage et du bas prix de la lumière qu'ils fournissent, mais nous dirons quelques mots de la manière dont ils sont construits, parce que c'est à ce point de vue spécial qu'ils ont été examinés et appréciés par le jury de la classe 51.

M. L. Roffo (médaille d'argent). — *Lumière Wells.*

L'appareil comprend un réservoir d'huile et un brûleur.

Le réservoir d'huile est en tôle rivée, sa contenance varie suivant la durée que l'on désire donner à l'éclairage. Il porte à sa partie supérieure :

- 1^o Une petite pompe destinée à comprimer de l'air dans le récipient ;
- 2^o Un tube, d'une hauteur variable, à l'extrémité supérieure duquel se trouve le brûleur.

Le brûleur tout en fer et en acier comprend une tuyère munie d'un très petit orifice par lequel s'échappe l'huile projetée par la pression de l'air du réservoir ; cette huile préalablement vaporisée au contact des parois échauffées du brûleur s'enflamme à la sortie de la tuyère et forme une longue flamme qui se trouve projetée dans l'axe d'une partie conique en fer, percée de trous. Par son passage dans ce cône, elle entraîne une masse d'air suffisante pour porter au rouge blanc les particules de charbon en suspension dans la flamme, en sorte que celle-ci devient extrêmement lumineuse et peut produire une intensité d'éclairage allant jusqu'à 3 500 bougies.

Une petite coupe en fonte placée au-dessous de la tuyère sert à l'allumage ; à cet effet, on y verse une petite quantité d'huile ou d'essence qu'on enflamme au moyen d'une corde d'amianté. lorsque, au bout de 7 à 8 minutes, le brûleur est suffisamment chaud, on ouvre le robinet placé au bas du tube vertical, l'huile pressée par l'air se répand dans le brûleur, se vaporise et s'enflamme.

La chaleur de la flamme communique au brûleur une température suffisante pour assurer la vaporisation instantanée de l'huile, en sorte que la lampe peut marcher automatiquement aussi longtemps que le réservoir peut lui fournir de l'huile.

L'appareil est d'un poids minime, il peut être transporté soit à bras d'homme, soit à l'aide d'un petit chariot dans toutes les parties d'un chantier ou d'un atelier ; le brûleur, qui peut être placé à telle hauteur qu'on le désire, peut prendre toutes les inclinaisons en sorte que la lumière peut être facilement dirigée vers un endroit déterminé ; enfin la dépense d'huile n'excede pas 9 kilogrammes par heure pour les appareils fournissant une puissance d'éclairage de 3 500 bougies.

La grande faveur que cet appareil a rencontrée de la part des constructeurs, des entrepreneurs de travaux publics, du génie militaire, montre que la lampe Roffo répond à un véritable besoin, et les certificats qui ont été produits au jury établissent que son fonctionnement est simple et facile.

Le Lucigène de MM. Rouart frères. — Hors concours. — Est basé sur la pulvérisation des huiles lourdes au moyen d'un courant d'air comprimé.

Le brûleur, qui est la partie essentielle de l'appareil, porte deux tuyaux munis de robinets de réglage : l'un de ces tubes sert à amener l'huile puisée dans un réservoir, l'autre reçoit de l'air comprimé par un moteur restant en fonction pendant toute la durée de l'allumage de la lampe.

Un pulvérisateur vertical lance dans un cône renversé un puissant jet d'huile intimement mélangé d'air, lequel peut être enflammé avec facilité. Un serpen-

tin en fer logé dans un espace annulaire ménagé autour du cône en fer traversé par la flamme, sert à échauffer l'air avant son entrée dans le pulvérisateur.

Un petit robinet latéral adapté au pulvérisateur sert à mettre le brûleur en veilleuse.

L'appareil s'allume, se manœuvre et s'éteint comme un bec de gaz ordinaire ; sa puissance éclairante dépasse 2 000 bougies.

De même que l'appareil Roffo il peut être placé à la hauteur que l'on désire ; ni le vent, ni la pluie, ni les grandes rafales n'ont d'action sur lui, il ne dégage pas de fumée ; le seul reproche qu'on puisse lui adresser et qui est d'ailleurs commun avec le bec Roffo, c'est le bruit strident qu'il produit en brûlant, mais, eu égard aux emplois auxquels ces appareils sont destinés, cet inconvénient peut être considéré comme négligeable.

MM. Deutsch, en montrant l'ensemble du matériel relatif à l'extraction et au raffinage du pétrole, en groupant toutes les applications que reçoit ce précieux combustible, ont offert au public une exposition aussi attrayante qu'utile. Le succès considérable que cette remarquable installation a rencontré dans le monde scientifique industriel et commercial a pu récompenser ces habiles industriels des sacrifices qu'ils ont faits et de la peine qu'ils se sont donnée pour mener à bien une entreprise aussi difficile.

Le jury eût décerné à l'unanimité un grand prix à la maison Deutsch si elle ne s'était trouvée mise hors concours par le fait de la nomination de MM. Henry Deutsch comme membre du Jury de la classe 51.

Il eût été regrettable que d'aussi intéressants documents, qui ont demandé tant de peine pour être rassemblés, fussent de nouveau dispersés ; MM. Deutsch l'ont compris et la plus grande partie des documents composant ce musée du pétrole sont allés enrichir les collections de l'École des mines et du Conservatoire des arts et métiers.

INDUSTRIE DES HUILES VÉGÉTALES

Malgré le développement considérable qu'a pris, depuis l'Exposition de 1878, l'éclairage au gaz, aux huiles minérales et à l'électricité, la vieille industrie de la fabrication des huiles végétales n'a rien perdu de son importance.

Ce fait, qui tout d'abord peut paraître surprenant, s'explique si l'on considère que l'œil habitué à ce luxe de lumière, qui est une des caractéristiques de la fin de ce siècle, ne peut plus se contenter de l'éclairage restreint qui suffisait autrefois, en sorte que tout progrès accompli par les nouveaux modes d'éclairage ne fait que surexciter les besoins et amène ainsi un accroissement de production dans toutes les branches de l'industrie de l'éclairage.

MM. Deutsch, qui sont à la fois grands raffineurs de pétrole et importants fabricants d'huile, ont adopté pour l'exposition du matériel de cette industrie le mode si intéressant qu'ils ont suivi pour l'exposition du pétrole ; de plus, ils ont établi un parallèle entre les anciens procédés de fabrication et les nouveaux, en montrant d'une part les plans de leurs huileries de Graville et d'Harfleur, qui marchent d'après les anciens systèmes, et d'autre part ceux de leur magnifique usine du Havre où sont installés les divers perfectionnements réalisés soit en France, soit à l'étranger.

Cette usine est actionnée par une machine horizontale à condensation, à détentor Correy, de la force de 200 chevaux ; elle travaille 60 000 kilogrammes de graines par vingt-quatre heures.

Le mode d'emmagasinage des marchandises par étages, généralement employé, a été remplacé par celui à rez-de-chaussée, qui permet d'isoler en partie les marchandises, de diminuer les risques et de faciliter la manutention. Des transporteurs Decauville relient tous les magasins.

Une voie de raccordement sur le chemin de fer de l'Ouest permet de recevoir facilement les matières premières et d'expédier les produits fabriqués.

Les différents services sont isolés les uns des autres et sont placés dans l'ordre logique de la succession du travail.

La manutention des graines destinées à la fabrication a été réduite au minimum ; prises aux piles des magasins, les graines placées dans les wagonnets passent sur des bascules munies de compteurs permettant de contrôler avec exactitude les quantités mises journallement en fabrication ; puis elles sont versées directement dans de vastes trémies enfoncées dans le sol où elles sont reprises par des élévateurs qui les conduisent successivement dans les appareils de nettoyage, puis dans les ateliers de fabrication.

Nous ne pouvons décrire en détail le matériel de cette usine, nous nous bornerons à signaler les quelques points suivants qui sont particulièrement intéressants. Les meules en granit, dites *meules de froissage*, ont été supprimées et

remplacées par des cylindres lamineurs multiples, mus par courroies, qui font un travail plus complet, plus rapide et plus régulier. Ces appareils lamineurs constituent pour l'huilerie une modification analogue à celle accomplie par le remplacement des meules horizontales par les cylindres, dans les moulins à blé.

Ils remplacent les rouleaux comprimeurs et les meules.

Les presses de froissage ou de première pression sont du système anglo-américain et comportent chacune quinze plateaux superposés en acier coulé et ondulé, sur lesquels se placent les gâteaux de graines légèrement comprimées à la sortie des chauffoirs à vapeur.

Les étreindelles sont supprimées, de simples serviettes en laine suffisent pour envelopper les gâteaux et les maintenir pendant la pression.

Les tourteaux de première pression, du poids moyen de 6 kilogrammes, sont ensuite écrasés au moyen de meules verticales en granit ; la farine obtenue est ensuite soumise aux presses de deuxième pression.

Ces presses, dites *presses de rebat*, sont d'un modèle entièrement nouveau ; de même que les presses de froissage, elles ne nécessitent pas d'étreindelles.

Chacune d'elles comporte six tiroirs mobiles, garnis intérieurement en bronze, avec plaques perforées et ondulées donnant aux tourteaux l'apparence exacte des anciens tourteaux de presses, tout en permettant un travail plus régulier et plus facile et en procurant une extraction d'huile plus complète.

La manutention dans tous les ateliers s'opère mécaniquement, seul le chargement des presses de froissage et de rebat nécessite l'intervention des ouvriers.

L'huile extraite est recueillie dans des bacs de décantation, d'où elle est enlevée par des pompes qui la dirigent dans des réservoirs spéciaux, exactement jaugeés, dans lesquels on contrôle chaque matin la quantité produite la veille avant de la livrer au travail des huiles brutes.

Les presses sont desservies par des accumulateurs de grande capacité fonctionnant à des pressions de 40, 50, 200 et 250 kilogrammes par centimètre carré ; les diverses pompes qui les actionnent sont du modèle le plus perfectionné. Tous ces appareils sont reliés à des enregistreurs qui permettent de constater à tout instant leur bon fonctionnement.

Le magasin aux huiles brutes peut contenir dans ces nombreux réservoirs une quantité de plus d'un million de kilogrammes d'huile ; le service de ces réservoirs est fait au moyen de plusieurs pompes à action directe Worthington.

L'épuration, installée suivant un système spécial, produit 25 000 kilogrammes d'huile épurée par jour et permet d'obtenir les huiles filtrées et exemptes d'acide au bout de trois jours, tandis que dans les autres épurations on est obligé de laisser reposer l'huile pendant six à sept jours.

L'atelier d'épuration peut contenir plus de 200 000 kilogrammes d'huile.

Le travail dans les ateliers de l'usine est continu et a lieu de jour et de nuit ;

pour rendre la tâche moins pénible aux ouvriers, on a établi de vastes dortoirs où ils peuvent se reposer. A chaque dortoir se trouvent annexés une cuisine et un réfectoire dans lesquels les ouvriers peuvent préparer et conserver leurs aliments.

Les nombreuses photographies de l'usine du Havre permettaient de se rendre compte de son importance, de l'agencement des différents services et de la construction des divers appareils de fabrication.

Un grand plan en relief complétait cette belle exhibition.

Quelques chiffres permettront de compléter ce rapide exposé et de faire ressortir l'importance du travail produit dans les huileries de MM. Deutsch.

Industrie des huiles végétales d'éclairage

ETABLISSEMENTS DE MM. LES FILS DE A. DEUTSCH.

USINES	GRAINES TRITURÉES		PRODUCTION ANNUELLE		
	Journellement	Annuellement	Huile brute	Tourteaux	Huile épurée
<i>Huileries :</i>	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Le Havre . .	60.000	18.000.000	6.840.000	10.800.000	7.500.000
Graville . .	20.000	6.000.000	2.280.000	3.600.000	3.600.000
Harfleur . .	20.000	6.000.000	2.280.000	3.600.000	1.800.000
<i>Épuration :</i>					
La Villette .	»	»	»	»	4.500.000
TOTAUX . .	100.000	30.000.000	11.400.000	18.000.000	16.800.000

Industrie des huiles végétales d'éclairage

ETABLISSEMENTS DE MM. LES FILS DE A. DEUTSCH

USINES	CONTENANCE des magasins		OUVRIERS		NOMBRE de presses		MOTEURS	CONSOMMATION de charbon Fines anglaises
	Épuration	Huiles brutes	hommes	femmes	froissage	relat		
<i>Huileries :</i>		kilogr.	kilogr.				chx	tonnes
Le Havre	200.000	1.000.000	100	12	12	32	200	1.400
Graville	60.000	150.000	35	5	4	12	40	432
Harfleur	50.000	250.000	35	5	6	12	35	378
<i>Épuration :</i>								
La Villette	»	»	»	»	»	»	»	»
TOTAUX	»	»	»	»	22	56	275	2.210

Cette exposition était complétée par une remarquable collection de graines oléagineuses traitées par la maison. On remarquait principalement les colzas, lins et chênevis indigènes ; les graines exotiques, colzas Guzerat jaune et brun, des Indes, et toutes les nombreuses variétés de colzas de ce grand pays producteur : Soumeance, Ferrozepore, Delhi, colza de Calcutta, colza de la côte de Coromandel, etc. ; les gros lins bruns et bigarrés de Bombay ; toutes les variétés de colzas et de navettes récoltés en Europe, et enfin les graines de la Plata et du Japon. A côté de ces graines figuraient les ricins, les arachides des Indes et de la côte d'Afrique, les diverses variétés de sésame ainsi que les graines auxiliaires : pavots, cameline, coton, etc.

L'exposition de MM. Deutsch montrait aussi les différents types d'huiles obtenues avec ces graines ainsi que de beaux spécimens d'huile doublement épurée et dépourvue d'acidité, destinée aux lampes de luxe.

Enfin on remarquait quelques types de tourteaux employés, les uns pour la nourriture du bétail, les autres pour l'engrais des terres et qui sont expédiés non seulement dans toute la France, mais encore par navires entiers au Danemark, en Suède et en Norvège.

CH. BARDY.

LA DISTILLERIE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. E. BOIRE

ADMINISTRATEUR-DIRECTEUR DE LA SOCIÉTÉ DES SUCRERIES DE BOURDON

AVANT-PROPOS

Le rapport officiel sur le Matériel et les procédés de l'Industrie de l'Alcool ayant paru depuis la publication de nos premiers fascicules, et ayant été fait magistralement par un de nos industriels les plus distingués, M. E. Boire, Administrateur-Directeur de la Société des Sucreries de Bourdon, nous ne pouvons mieux faire que de publier ce mémoire en y ajoutant les gravures de quelques-uns des objets exposés les plus intéressants.

P. HORSIN-DÉON

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DE L'INDUSTRIE DE L'ALCOOL

La distillation de l'alcool, dont l'origine remonte aux temps les plus reculés, a été pendant longtemps une industrie essentiellement agricole, annexée à de grandes fermes dans le but d'utiliser certains produits de la culture, et surtout pour accroître la fertilité du sol par l'emploi des résidus que laisse cette industrie.

Dans ces distilleries agricoles, les opérations réduites à leur plus simple expression ne produisent que des flegmes ou alcools impurs qui sont raffinés, rectifiés dans des établissements industriels, avant d'être livrés à la consommation.

Les perfectionnements apportés dans le matériel et dans les procédés de dis-

tillation, le développement considérable de la culture de la betterave, l'utilisation des mélasses de sucrerie dont la quantité s'est accrue avec le développement important de l'industrie sucrière, et aussi la facilité de plus en plus grande de se procurer des maïs à bas prix, ont amené l'organisation de vastes établissements dans lesquels la distillation et la rectification sont pratiquées par des procédés industriels, qui, tout en diminuant considérablement les frais de fabrication, ont permis d'augmenter le rendement en alcool des matières mises en œuvre.

Dans tous les pays où une législation spéciale et prudente peut-être n'a pas favorisé le maintien dans la ferme d'une industrie qui paraît jouer un rôle important au point de vue de la prospérité de l'agriculture, les grandes distilleries industrielles se sont rapidement développées au détriment des distilleries agricoles.

Grâce aux améliorations importantes apportées dans l'ensemble des opérations de la distillerie, la qualité de l'alcool produit s'est sensiblement améliorée et beaucoup d'établissements industriels sont parvenus à fabriquer des alcools neutres, complètement dépouillés de leurs impuretés et possédant une grande finesse d'odeur et de saveur.

Cette qualité si recherchée dans les alcools est due non seulement aux matières employées pour les produire et aux appareils qui les distillent, mais aussi aux découvertes de la science appliquées avec des soins éclairés aussi bien dans la préparation des matières premières que dans le choix des levures et dans la conduite des fermentations.

Depuis longtemps les appareils de distillation sont arrivés à un haut degré de perfectionnement. Ceux qui ont figuré à l'Exposition actuelle ne diffèrent de ceux que nous avons vus aux Expositions de 1867 et 1878 que par des améliorations de détail.

Mais les progrès apportés depuis quelques années dans les autres phases du travail, ont été importants. L'application aux betteraves du procédé d'extraction du jus par diffusion employé dans les sucreries ; la cuisson des matières amyloacées par la vapeur employée à haute pression, qui assure la transformation en empois de la totalité de l'amidon qu'elles contiennent ; les perfectionnements apportés dans le matériel et dans les procédés de saccharification par le malt ou par les acides ; le choix mieux entendu des levures employées pour la fermentation, et enfin, le contrôle de toutes les opérations de la distillation par les chimistes des laboratoires que les industriels ont annexés à leurs usines, ont eu pour effet de diminuer considérablement la proportion d'impuretés que l'on trouvait autrefois associés à l'alcool, et d'augmenter notamment le rendement en alcool extra-neutre.

Enfin, pour éliminer les impuretés qui ont échappé aux premières opérations et que l'alcool entraîne avec lui pendant sa distillation, on a, dans le but de

rendre la rectification plus efficace, imaginé différents procédés d'épuration des flegmes afin de les débarrasser des aldéhydes et des huiles de fusel qui constituent ces impuretés si nuisibles non seulement à l'odeur et à la saveur de l'alcool, mais aussi à la santé des consommateurs.

En outre, les résidus des matières amyloacées et notamment ceux du maïs sont traités en vue d'obtenir l'huile qu'ils contiennent, et les procédés employés permettant d'obtenir ces huiles à bas prix, il en résulte dans le prix de revient de l'alcool une diminution sensible qui favorise le développement de la belle et grande industrie qui le produit. Tous ces perfectionnements commençaient pour la plupart à être connus en 1878 lors de l'ouverture de l'Exposition, et bien que ceux qui en font usage cherchent à garder le secret sur la façon dont ils les appliquent, l'emploi de ces perfectionnements tend de plus en plus à se généraliser.

Si la grande industrie de l'alcool a réalisé des progrès importants, surtout dans ces procédés de fabrication, il en a été de même dans l'industrie des liqueurs, qui aujourd'hui emploie un matériel très perfectionné pour la production des eaux-de-vie et autres liqueurs.

L'exposition de 1889 s'est donc ouverte, en ce qui concerne l'industrie de l'alcool en général, avec une application étendue des progrès importants réalisés dans la préparation des matières premières et avec une application généralisée des appareils de distillation les plus perfectionnés.

Le matériel exposé dans la classe 50 comprend, avec l'outillage employé dans la production industrielle de l'alcool proprement dit et des rhums, celui dont on fait usage pour la distillation du vin, des marcs de raisins, de cidres, fruits, etc.

Il doit être réparti en deux catégories distinctes que nous allons examiner successivement, en passant en revue chacune des expositions particulières, et sans nous préoccuper de l'ordre dans lequel s'effectuent les opérations de la distillation.

Matériel pour la fabrication de l'alcool et des rhums.

MM. Savalle fils et C^{ie} (Paris). La maison Savalle, universellement connue par les perfectionnements qu'elle a apportés dans les appareils de distillation a, par une très importante exposition dans la classe 50, rappelé les principaux spécimens du matériel qu'elle construit.

Si, pour produire des alcools de qualité supérieure et d'une finesse irréprochable, il est nécessaire que la préparation des matières premières et la fermentation soient faites avec les plus grands soins et suivant les règles que la science a tracées, il est non moins indispensable, pour extraire l'alcool contenu dans les produits de la fermentation, que les appareils soient conçus pour effectuer,

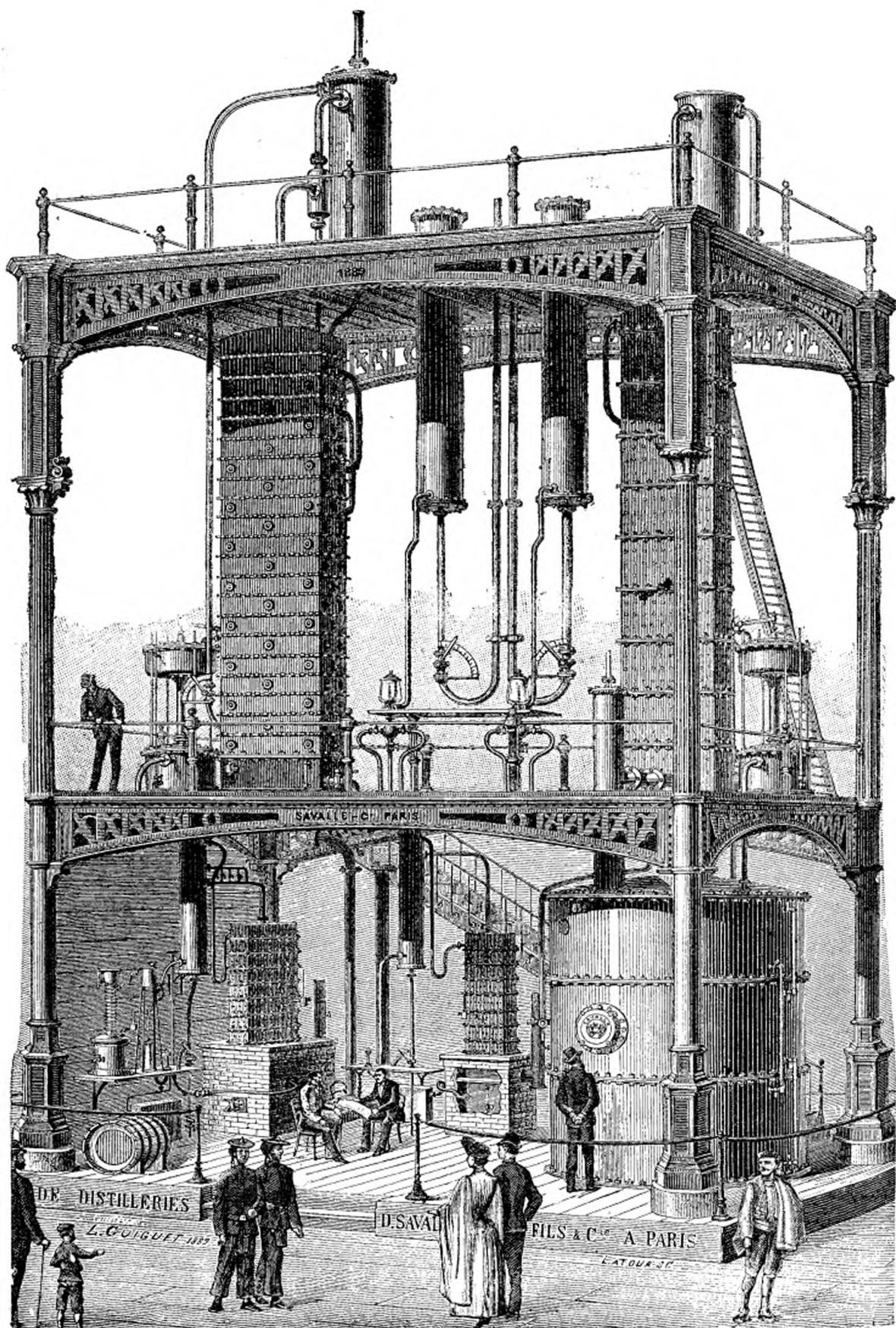


Fig. 1. — Exposition Savalle fils et C°.

dans la plus grande mesure possible, la séparation de l'alcool vinique des impuretés auxquelles il est généralement associé.

Les appareils de distillation perfectionnés et notamment les rectificateurs de la maison Savalle ont depuis longtemps résolu ce difficile problème dans la mesure du possible.

Les Expositions de 1867 et de 1878 nous ont montré tous les perfectionnements que l'industrie de l'alcool doit à cette maison, et nous retrouvons dans les appareils qu'elle a exposés dans la classe 50 l'ensemble de tous ces perfectionnements.

Le matériel exposé par la maison Savalle comprend notamment un appareil de distillation continue accouplé avec un puissant rectificateur. L'un et l'autre étaient installés sur une élégante charpente en fer munie d'escaliers qui permettent l'accès à toutes les parties de ces appareils. Cette charpente supporte en outre les bacs d'alimentation (fig. 1).

Les chaudières de ces deux appareils sont munies de serpentin de chauffe, et ne présentent rien de particulier si ce n'est cependant les dispositions prises pour effectuer le chauffage du rectificateur à l'aide des vapeurs d'échappement de l'usine.

Les colonnes qui surmontent ces chaudières sont à section rectangulaire, et les plateaux de distillation qu'elles comportent sont munis de barboteurs à lumières également rectangulaires. Ces plateaux sont divisés par des cloisons longitudinales, qui donnant lieu à une circulation très active du liquide dans lequel barbotent les vapeurs, augmentent considérablement la puissance de distillation de chaque plateau.

Indépendamment des condenseurs, chauffe-vins, analyseurs et réfrigérants nécessaires au fonctionnement de ces appareils, chacun de ceux-ci est muni d'un régulateur imaginé par M. Savalle pour établir dans les colonnes de distillation un régime de pression déterminé, et muni en outre de l'érouvette également imaginée par lui pour recueillir l'alcool qui sort des appareils et en mesurer le débit.

La condensation des vapeurs d'alcool dans les analyseurs et les réfrigérants exige un volume d'eau considérable que, dans certains cas, il est difficile de se procurer. Pour obvier à cet inconvénient, M. Savalle a adopté des dispositions particulières, qui, à l'aide d'un puissant ventilateur, lui permettent de remplacer l'eau par un courant d'air ambiant activement entretenu et qui suffit pour assurer la condensation des vapeurs.

A côté des puissants appareils de distillation exposés par cette maison, on trouvait également un appareil de dimensions réduites dont la colonne comporte tous les perfectionnements de celle des grands appareils et qui est conçu pour le traitement des vins et des cidres.

L'un de ces petits appareils est chauffé à feu nu, et l'autre est chauffé à la vapeur. Ces deux appareils sont à distillation continue.

La maison Louis Fontaine (Lille), qui a pris part à toutes les transformations que l'industrie de l'alcool a reçues depuis plus de cinquante ans, et qui, dans les grandes Expositions internationales, nous a montré de nombreux spécimens du matériel spécial qu'elle construit, a présenté dans la classe 50 un ensemble important d'appareils pour la distillation et la rectification de l'alcool et notamment (fig. 2) :

1^o *Une colonne à distiller* avec tous ses accessoires. Les plateaux de cette colonne sont garnis de calottes sphériques, dont les bords, au lieu d'être lisses comme c'est l'usage, sont dentelés d'une façon spéciale afin de diviser la vapeur et d'assurer plus complètement son contact avec le liquide à épuiser.

Le tronçon supérieur, disposé en brise-mousses, comporte une série de chicanes destinées à retenir les gouttelettes de liquide entraînées par les vapeurs d'alcool.

Le régime de pression est assuré à la façon ordinaire par un régulateur spécial qui, au lieu d'être en communication directe avec la chambre de chauffe de la chaudière de la colonne, communique avec cette chambre par l'entremise d'un réservoir de vapeur formant une ceinture intérieure dans cette chambre de chauffe. Cette disposition a pour but d'éviter l'introduction dans le régulateur du liquide épuisé de son alcool et dont la viscosité pourrait entraver le bon fonctionnement de ce régulateur.

Le débit de cette colonne à distiller est réglé automatiquement par un régulateur dont le jeu est dépendant du degré d'épuisement du liquide à distiller.

2^o *Un rectificateur discontinu* complet. La colonne de ce rectificateur comporte les dispositions qui viennent d'être indiquées dans l'appareil précédent.

La chaudière est munie d'un ensemble de robinets disposés de façon à éviter les erreurs de chargement et de vidange, qui sont occasionnées quelquefois par l'emploi d'un robinet unique à trois voies.

Dans cet appareil comme dans tous les rectificateurs ordinaires, les opérations de la rectification se font par chargements successifs de flegmes, et sont nécessairement intermittentes.

3^o *Un rectificateur continu.* — Afin d'obtenir une rectification continue des flegmes et de produire, également d'une manière continue, de l'alcool dépourvu des impuretés que la rectification ordinaire élimine, la maison Louis Fontaine a imaginé une disposition spéciale d'appareils qui donne au problème de la rectification continue une solution pratique couronnée par un réel succès.

Pour atteindre le but, le rectificateur dont il s'agit comprend deux appareils conjugués.

Le premier fonctionne à la façon des appareils ordinaires à distiller; comme eux il se compose d'une colonne à plateau montée sur une chaudière. Il reçoit

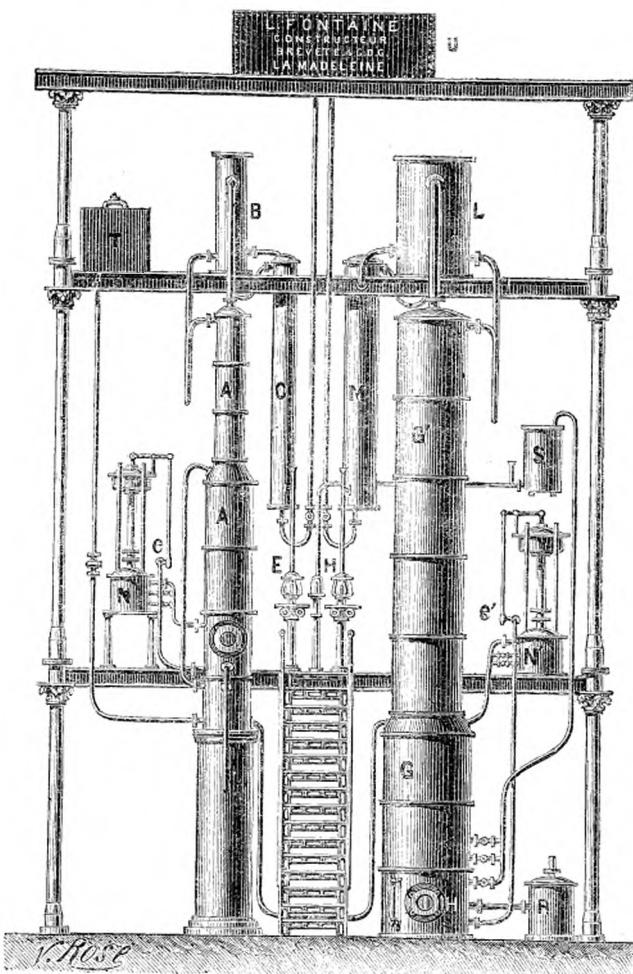


Fig. 2. — Colonne à distiller et rectificateur continu, Fontaine.

les flegmes sur le plateau supérieur, les épure par une distillation strictement suffisante pour éliminer les alcools de tête, c'est-à-dire les impuretés plus volatiles que l'alcool éthylique, et les flegmes ainsi épurés s'écoulent d'une façon

continue dans la chaudière de ce premier appareil, d'où ils passent dans l'appareil suivant où se terminera la rectification.

Ce deuxième appareil se compose d'une colonne ordinaire à rectifier montée sur un cylindre formant chaudière et dans lequel sont ménagés quelques plateaux de distillation. Le tronçon inférieur de cette chaudière reçoit le serpentin de chauffe.

Les flegmes épurés dans le premier appareil sont reçus d'une manière continue sur le plateau supérieur de la chaudière. Les vapeurs d'alcool qui s'en dégagent sont rectifiées à la façon ordinaire dans la colonne qui surmonte cette chaudière et les flegmes ainsi distillés arrivent à la partie inférieure de la chaudière dépoillés de la totalité de l'alcool qu'ils contenaient et ensuite s'écoulent au dehors.

Les vapeurs d'alcool qui se sont dégagées des flegmes à leur entrée dans la chaudière, sont un mélange d'alcool éthylique et d'alcools de queue ou impuretés qu'il est indispensable d'éliminer.

Par le jeu de la rectification qui se produit sur les plateaux de la colonne, et aussi par les rétrogradations, ces impuretés sont recueillies sur les plateaux inférieurs, d'où on les extrait d'une façon continue. L'éprouvette par laquelle sortent ces huiles amyliques préalablement refroidies, sert en même temps à contrôler le réglage de l'alimentation de l'appareil supérieur d'où on les extrait en mettant l'un de ces derniers en communication avec un réservoir qui déverse son trop-plein dans la partie inférieure de la chaudière.

Par l'ensemble de ces dispositions, la rectification des flegmes s'effectue avec une production continue d'alcool de qualité supérieure et dans d'excellentes conditions d'économie.

M. Égrot (Paris). La maison Égrot, par l'importance de ses établissements, par les perfectionnements qu'elle a apportés dans la construction du matériel de distillation, s'est acquis une grande réputation. Ses appareils sont recherchés par les distillateurs et sont très répandus à l'étranger.

L'importante exposition de cette maison dans la classe 50 a mis en relief les principaux spécimens du matériel qu'elle construit, parmi lesquels on remarque des appareils pour la distillation et la rectification des alcools, le matériel de la fabrication des liqueurs et aussi des appareils pour le traitement et la conservation des vins.

On remarque également à côté de ce matériel général pour la distillation une série très complète et très belle d'appareils soigneusement construits pour la fabrication des conserves et pour la cuisine à la vapeur.

Le matériel pour la production des alcools comprend dans son ensemble un appareil de distillation continue et un appareil de rectification disposés de chaque côté d'un très beau pylône en fer donnant accès à toutes les parties des appareils et supportant les bacs d'alimentation (fig. 3).

Ces deux puissants appareils, dont la construction est irréprochable, comportent des dispositions particulières qui sont dues à M. Égrot.

L'appareil de distillation continue (fig. 4), employé pour la distillation des vins, des jus de canne et des mélasses, est très répandu, surtout à l'étranger, où il est très apprécié pour la régularité de son fonctionnement et la bonne qualité des produits qu'il donne,



Fig. 3. -- Exposition Egrot.

La disposition intérieure des plateaux (fig. 5) force le vin à parcourir un chemin très long en rencontrant un grand nombre de bouilleurs cylindriques très petits,

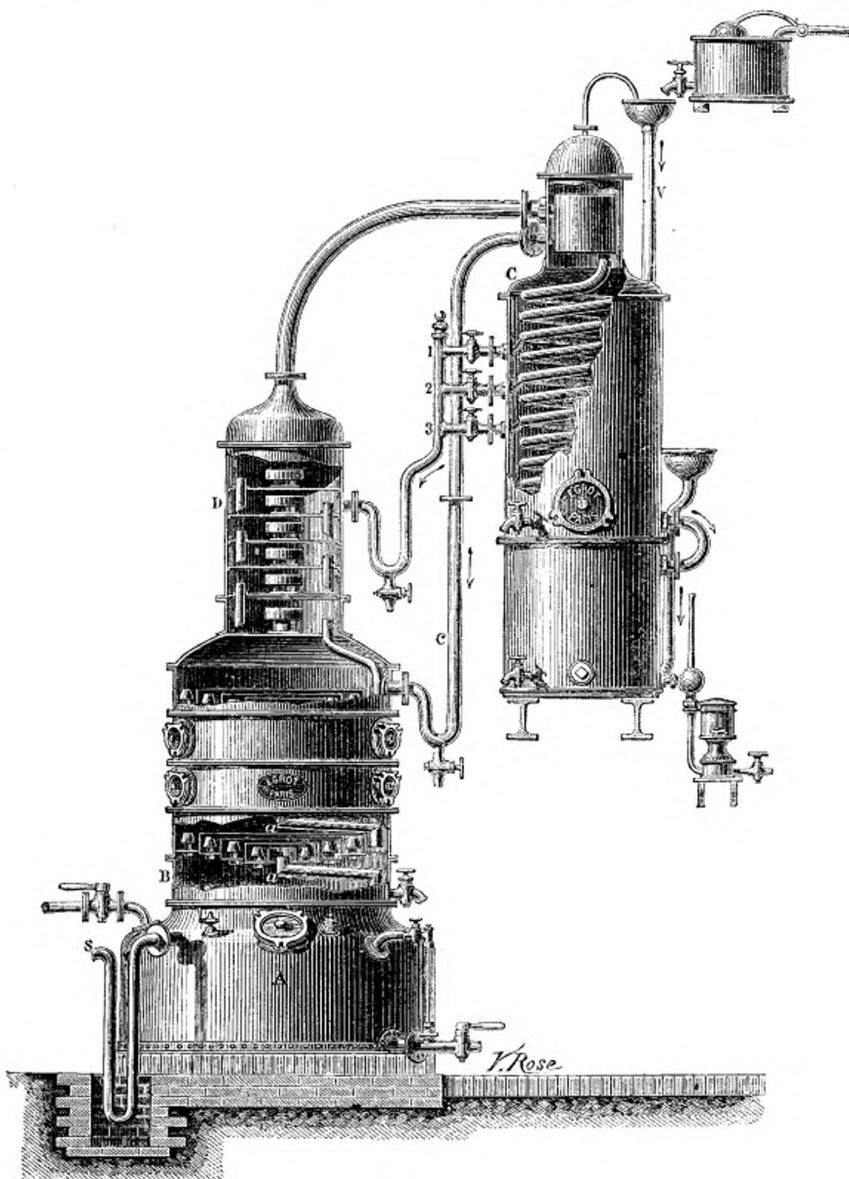


Fig. 4. — Appareil à distillation continue.

ce qui permet d'obtenir un épuisement complet de ce vin avec un petit nombre de plateaux et constitue une des principales particularités de cet appareil.

L'appareil de rectification ne diffère que dans ses détails des appareils déjà connus. La chaudière rectangulaire est construite de façon que le liquide qu'elle contient soit porté à l'ébullition sur une faible épaisseur par un serpentin de vapeur enroulé dans un plan horizontal. Par les dispositions prises, la vaporisation se fait avec une très grande régularité et sans occasionner le moindre entraînement de liquide.

Les plateaux de la colonne comportent une série de calottes annulaires chevauchées, qui permettent de réduire sensiblement la hauteur tout en adoptant un grand nombre de plateaux, et à l'aide de cet appareil on obtient des alcools rectifiés extra-neutres et d'une grande finesse.

A côté de ces grands appareils de distillation, M. Égrot en avait exposé plusieurs autres de dimensions réduites et appropriés à la production des eaux-de-vie de vin, de marc, cidres, fruits, etc.

Parmi ces appareils spéciaux, on remarquait un nouvel alambic brûleur à bascule, très simple dans son ensemble et fonctionnant à feu nu (fig. 6).

Cet appareil comprend d'importants perfectionnements. Le nettoyage et la vidange sont facilités par une disposition spéciale du fourneau qui permet de vidanger la chaudière complètement en la renversant en avant (fig. 7). En outre la condensation des vapeurs est obtenue d'une façon rationnelle et méthodique, en vue d'économiser, dans la plus grande mesure possible, l'eau nécessaire à cette condensation et qui souvent fait défaut là où s'effectue la distillation. A cet effet, l'eau provenant du réfrigérant des produits liquéfiés et dont la température est peu élevée, est répandue en pluie fine sur la partie de l'appareil qui contient les vapeurs alcooliques et produit la condensation de ces vapeurs. Le condenseur est aménagé de telle sorte que le distillateur puisse faire retourner à la chaudière les premiers produits et ne laisser couler à l'éprouvette que des eaux-de-vie parfaitement rectifiées et marquant 60 degrés et plus s'il est besoin.

Cet alambic très simple remplace avantageusement les antiques chaudières

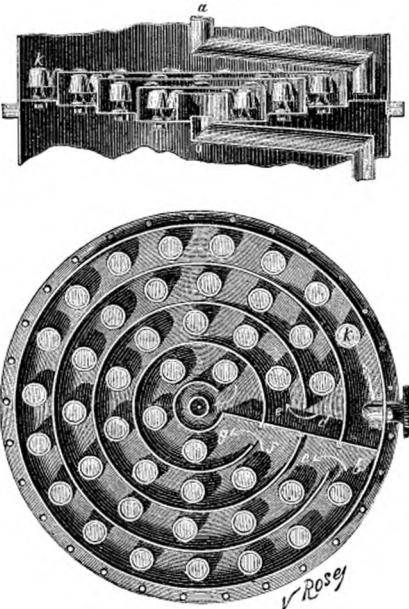


Fig. 5. — Disposition intérieure des plateaux.

qui, en général, ne peuvent fournir des eaux-de-vie qu'après deux ou plusieurs repassages.

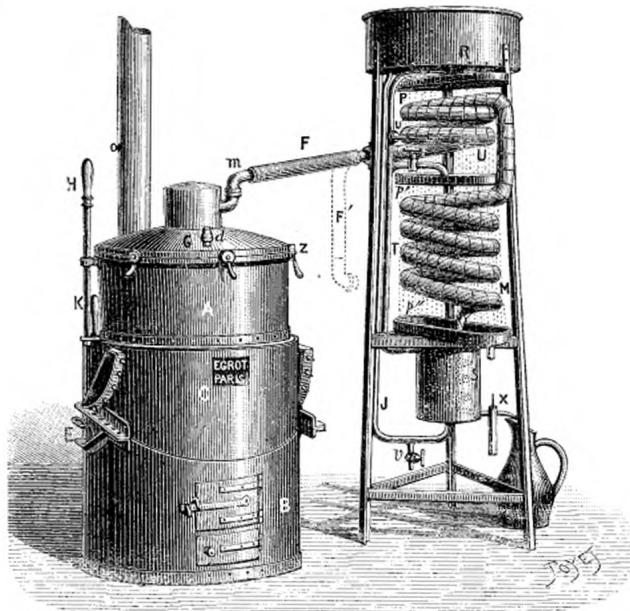


Fig. 6. — Alambic brûleur à bascule.

L'exposition de M. Égrot comprenait également un spécimen du matériel des fabriques de liqueurs, représenté par un laboratoire complet (fig. 7) composé du générateur à vapeur, des alambics et des bassines comportant d'intéressants perfectionnements de détail. Cette exposition comprenait aussi un conge de fabrication mécanique, de création nouvelle, et qui permet de fabriquer de toutes pièces, en moins de cinq minutes, une pipe de liqueurs.

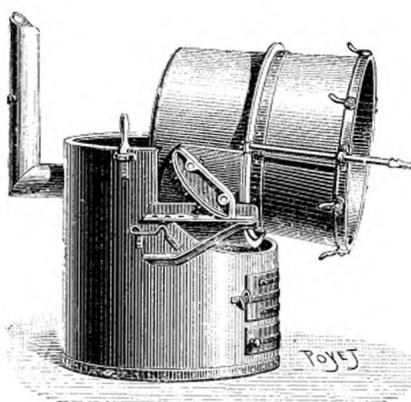


Fig. 7.

Enfin M. Égrot a exposé aussi un appareil pasteurisateur du système Houdart et qu'il construit pour le traitement des vins, en vue d'éviter leur altération.

MM. Warein et Defrance (Lille), dans une exposition très importante, ont présenté différents spécimens des machines et appareils qu'ils construisent pour les distilleries en général.

On y remarquait notamment :

Une installation complète de matériel pour la cuisson des grains et autres matières amylacées en vue de les préparer à la saccharification par le malt ou par les acides (fig. 8).

La cuisson s'opère en vase clos, par la vapeur et sous haute pression, ce qui permet d'amener à l'état d'empois, en un peu de temps, la totalité de l'amidon contenu dans les matières à traiter.

Le matériel exposé se compose d'un cuiseur vertical, système Henze, conjugué avec un broyeur ou dépeleur rotatif, et d'une cuve destinée à recevoir les produits de la cuisson.

Le broyeur rotatif entretient dans le cuiseur un mouvement très actif de la matière à réduire à l'état d'empois, et après l'opération terminée il envoie les produits dans la cuve destinée à les recevoir.

Quand la saccharification doit avoir lieu par le malt, c'est dans cette cuve qu'elle est conduite, et celle-ci est, en effet, munie d'agitateurs et des autres accessoires indispensables (fig. 9).

On remarquait également, dans l'exposition de MM. Warein et Defrance, une imposante installation d'appareils à distiller et à rectifier l'alcool.

Ces appareils, avec tous les accessoires secondaires, tels que régulateur de pression, chauffe-vins, condenseurs, réfrigérants, etc., étaient complètement montés sur une très belle charpente en fer qui supportait les bacs d'alimentation, et qui, par ses escaliers, permettait l'accès de toutes les parties des appareils.

L'appareil à distiller construit par MM. Warein et Defrance est exposé par MM. Collette (Anguste et René), qui réclament les dispositions particulières que cet appareil présente (fig. 10).

Le chauffage de la chaudière est assuré par un faisceau tubulaire ; cette chaudière ne présente rien de particulier.

La colonne, qui est à section rectangulaire, comporte des plateaux disposés en forme de chicanes ; chacun d'eux est formé d'une plaque de cuivre perforée dont trois côtés sont rivés sur la colonne et le quatrième côté, qui aménage la lumière de circulation en chicanes, est courbé en dessous pour former un rebord dentelé.

Par suite de l'ensemble des dispositions adoptées, cette colonne peut fonctionner remplie de moûts plus ou moins épais.

La forme des plateaux facilite la circulation des moûts et par la division qu'elle occasionne dans les vapeurs qui montent, ils assurent une distillation très active.

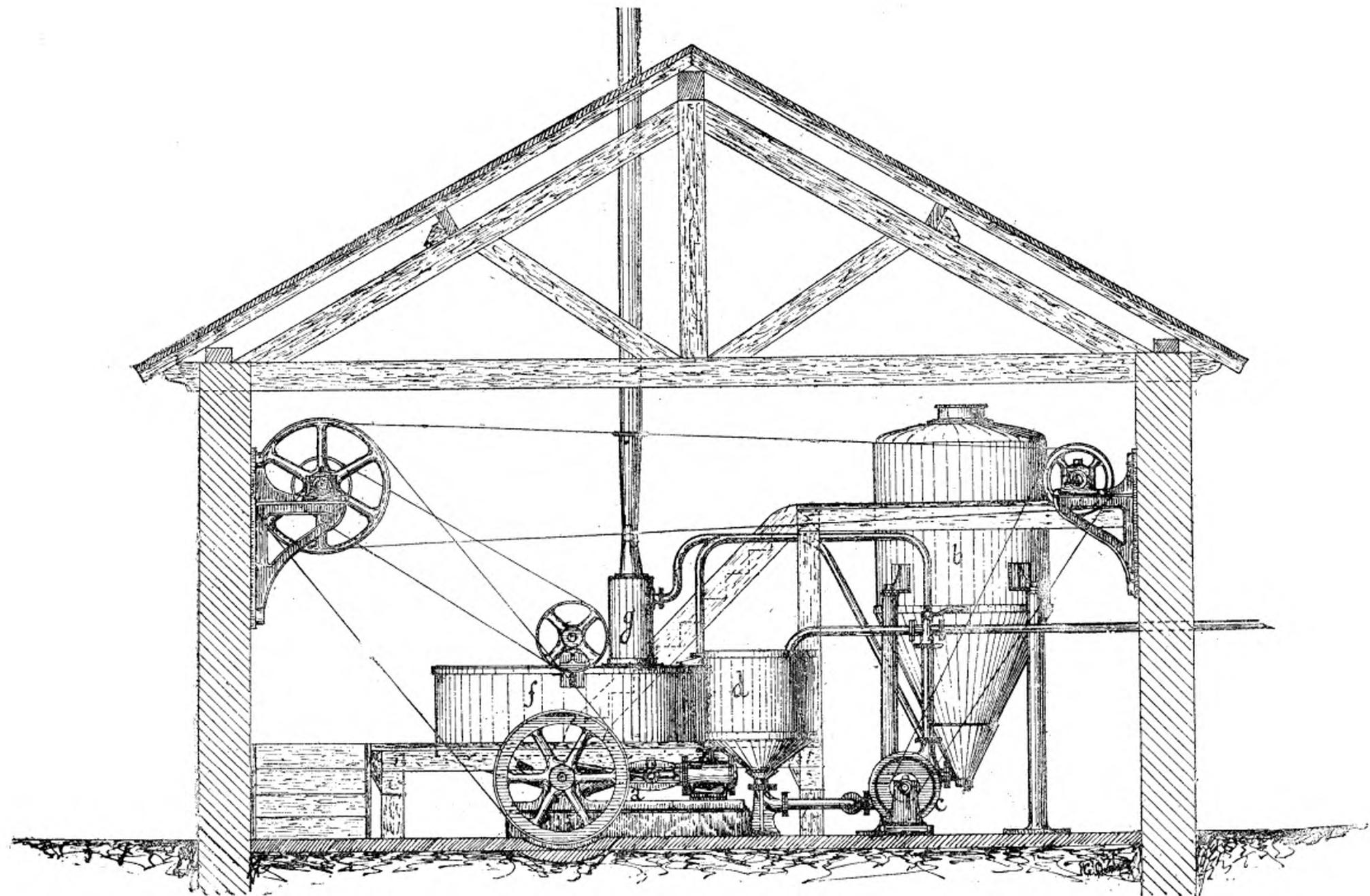


Fig. 8. — Matériel pour la cuisson des grains de MM. Warein et Defrance.

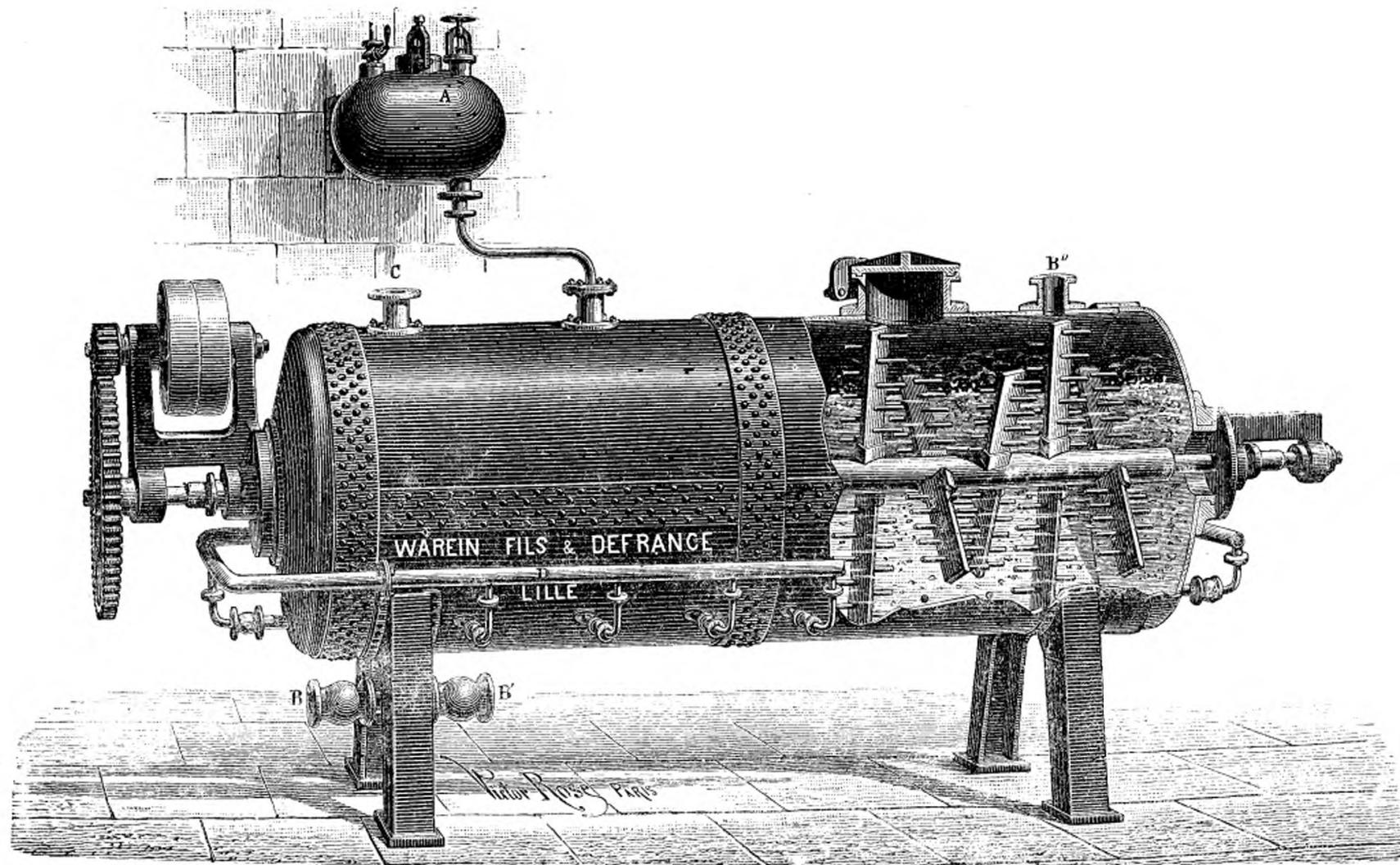


Fig. 9. — Saccharificateur Warein et Defrance.

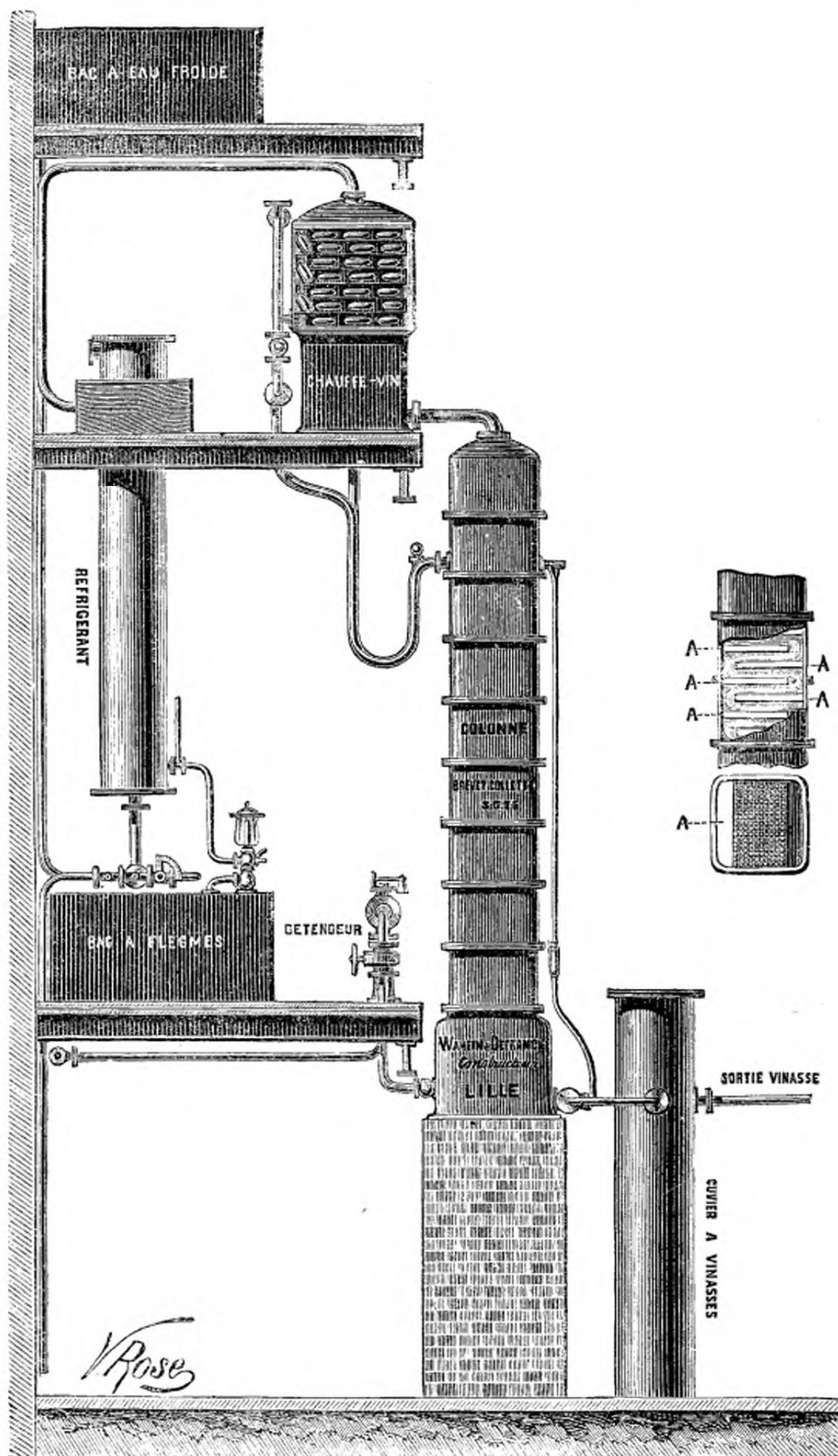


Fig. 10. — Appareil Collette.

En sortant de la colonne, les vapeurs d'alcool, avant de se rendre au réfrigérant, traversent un chauffe-vins à billes très ingénieusement disposé. Les flegmes obtenus sont à un degré très élevé.

MM. Warein et Defrance ont également exposé un rectificateur très bien étudié dans toutes ses parties. La chaudière est munie d'une surface de chauffe suffisante pour utiliser les vapeurs d'échappement. La colonne est cylindrique. Les plateaux sont à perforation.

Ce rectificateur ne diffère que par quelques détails des appareils similaires connus.

M. Kyll (Cologne), qui s'est acquis une réputation méritée dans la construction du matériel de distillation, avait exposé une installation complète de machines et appareils similaires pour le travail des grains dans une distillerie agricole.

L'ensemble de ce matériel comprend notamment un cuiseur, une cuve de saccharification et un appareil à distiller.

Le cuiseur fonctionne à la vapeur à haute pression. Il est vertical et repose sur un bâti en fer qui porte également la machine motrice, les pompes et la transmission du broyeur-dépeleur rotatif conjugué avec le cuiseur.

La cuve de saccharification est munie d'agitateurs actionnés par la transmission du dépeleur.

Tous ces appareils, très bien agencés, occupent un emplacement restreint, et sont montés sur un même bâti indépendant des murs de l'établissement.

L'appareil à distiller est du système Ilgès. La chaudière et les appareils de condensation ne présentent rien de particulier. La colonne comporte une série de barboteurs obliques à rebords cannelés et faisant office de plateaux. Le moût descend de barboteur en barboteur et rencontre sur son chemin les vapeurs qui montent et qui l'épuisent de son alcool. Aucun obstacle ne s'opposant à la circulation des moûts dans la colonne, ils peuvent être plus ou moins épais, sans inconvenient.

M. Paul Barbier (Paris), qui pendant longtemps a été le principal collaborateur de M. Champonnois, auquel l'industrie de l'alcool est redevable de nombreux perfectionnements, a fondé une maison importante pour la construction du matériel de distillation. Dans l'exposition qu'il a organisée dans la classe 50, on remarque notamment les plans et spécimens réduits :

D'une installation de presses continues, pour extraire le jus de betteraves, préalablement réduites en pulpe par l'action d'une râpe. La pulpe, qui reçoit deux pressions successives, est macérée à la vinaisse après la première pression.

D'une macération-diffusion, également pour l'extraction du jus de betteraves. La macération est faite à la vinaisse d'après le procédé Champonnois, dans des

vases ouverts conjugués à la façon des diffuseurs de sucrerie. La vidange des cossettes se fait instantanément par le fond des vases.

D'une distillerie complète, qu'il a construite, et dans laquelle l'extraction du jus des betteraves est effectuée par les procédés de diffusion appliqués dans les sucreries. Cette distillerie, très bien conçue dans son ensemble, comporte d'excellentes dispositions pour la surveillance du travail.

En outre, M. Barbier a exposé un appareil de distillation continue dont la chaudière est chauffée par un faisceau tubulaire dans lequel circule la vapeur. Le tronçon supérieur de la colonne comporte un chauffe-vins auquel est annexé un concentrateur tubulaire, dans lequel, sous l'action d'un filet d'eau, les vapeurs d'alcool sont dépouillées d'une partie de la vapeur d'eau qu'elles entraînent, afin d'obtenir des flegmes d'un haut degré.

A côté de ce matériel de distillation, on remarque également un tamis à six pans très bien construit et destiné aux amidonnneries et aux féculerries.

La Compagnie de Fives-Lille (France), à côté de son exposition considérable de matériel destiné à la fabrication du sucre, avait présenté un appareil de distillation construit d'après les principes adoptés par la maison Savalle. Il diffère cependant des appareils de cette maison par la chaudière qui est indépendante de la colonne, et dont le chauffage est effectué par un faisceau tubulaire. Cette disposition excellente permet un nettoyage facile de la chaudière.

Cet appareil, dont la construction est très soignée, est disposé dans son ensemble et dans ses détails pour la distillation des mélasses de canne, c'est-à-dire pour produire des rhums et des tafias.

La Société des anciens Établissements Cail avait, elle aussi fait figurer dans son imposante exposition de matériel de sucrerie une colonne à distiller, destinée comme la précédente au traitement des mélasses de canne ; cette colonne est le type des nombreux appareils de ce genre que cette puissante maison a installés dans les colonies.

Le chauffage de la chaudière est effectué par un serpentin. La colonne montée sur la chaudière comporte une série de plateaux munis de barboteurs à section rectangulaire.

La circulation du liquide sous les barboteurs est assurée par des cloisons ménagées à cet effet.

Cet appareil très bien construit est disposé de façon à pouvoir au besoin fonctionner pour la rectification de rhums et des tafias.

M. Durin, ingénieur chimiste (Paris), avait présenté dans l'exposition collective de l'Association des chimistes un appareil à rectifier, de dimensions réduites,

et dont la colonne proprement dite diffère essentiellement de celle des appareils connus.

La chaudière, dont le chauffage est assuré par un serpentin à la façon ordinaire, porte à sa partie supérieure un diaphragme perforé sur lequel repose la colonne de distillation ; celle-ci, de forme cylindrique, renferme une série d'ailettes creuses soudées sur un tube central.

Ces ailettes, réparties autour du tube, ont la hauteur de la colonne ; elles sont remplies de perles ou billes et feldspath comprimé et vitrifié et dont le diamètre est d'environ 5 millimètres.

La partie inférieure des ailettes est en communication avec la chaudière du rectificateur par le diaphragme perforé et la partie supérieure débouche dans une coupole qui termine la colonne et qui, par une tuyauterie convenablement agencée, communique avec le condenseur et le réfrigérant de l'appareil.

Les vapeurs formées dans la chaudière ne s'engagent que dans les ailettes où elles se condensent en partie par rayonnement sur les billes. Cette condensation est en outre régularisée par un courant d'eau froide qui traverse le tube central de haut en bas, et dont la vitesse est réglée suivant les besoins de la condensation ; un thermomètre, placé dans le courant d'eau, indique la température, et par suite l'intensité de cette condensation.

Le liquide provenant de la condensation des vapeurs d'alcool descend de perles en perles dans la chaudière en s'appauprissant de plus en plus, et les vapeurs d'alcool rectifié montent dans la coupole d'où elles s'écoulent dans le condenseur et le réfrigérant.

Par l'ensemble des dispositions adoptées, la surface de contact des vapeurs et du liquide alcoolique à rectifier est considérable, et cet ingénieux appareil doit assurer une épuration rapide et profonde des flegmes qui lui sont soumis. Il ouvre, à la construction des appareils de rectification, une voie nouvelle, dans laquelle l'industrie de l'alcool pourra trouver la source d'importants progrès.

Outre les grands appareils de distillation qui figuraient dans la classe 50, pour la fabrication industrielle de l'alcool, d'autres appareils, ayant pour but d'améliorer la qualité des produits obtenus, de contrôler le travail et de traiter les résidus en vue d'en obtenir les matières importantes qu'ils contiennent, ont également pris place dans le matériel général de la distillerie exposé dans cette classe.

Épuration des flegmes. — Les alcools ou flegmes qui proviennent immédiatement de la distillation des moutés de grains, de betteraves, de pommes de terre ou de mélasses sont toujours, et malgré tous les soins apportés au travail, un mélange d'alcool vinique, d'aldéhydes et d'alcools propyliques, butyliques, amyliques et autres désignés sous le nom générique d'huiles essentielles, c'est-

à-dire un mélange d'alcool vinique et d'impuretés très complexes et d'autant plus abondantes que les soins apportés à la fermentation ont été moins grands.

La rectification des flegmes a pour but de faire sortir l'alcool vinique de ce mélange, car il est le seul qui soit propre à la préparation des eaux-de-vie et des boissons en général.

Les impuretés associées à l'alcool jouissent de propriétés particulières ; c'est ainsi que les aldéhydes ont un point d'ébullition inférieur à celui de l'alcool, tandis que les autres impuretés ont un point d'ébullition qui lui est supérieur ; en outre certaines impuretés sont insolubles dans l'alcool dilué.

La rectification ordinaire utilise ces propriétés en formant des alcools de tête qui contiennent les aldéhydes et les éthers, et les alcools de queue dans lesquels on trouve les huiles essentielles. Les alcools du cœur de la rectification sont assurément composés en très grande partie d'alcool vinique, mais ils contiennent encore des traces d'aldéhydes et d'huiles essentielles qui altèrent leur saveur et leur donne une odeur désagréable. En outre les alcools de queue et les alcools de tête ont entraîné avec eux une proportion importante d'alcool vinique que des rectifications successives ne dégageront qu'en partie. On conçoit donc aisément que la façon ordinaire de travailler entraîne avec elle, quoi que l'on fasse, une perte importante d'alcool vinique.

Pour améliorer le travail de la rectification, on a tenté différents procédés ayant pour but d'épurer les flegmes avant de les soumettre à la rectification finale.

La plupart de ces procédés, c'est-à-dire ceux qui font intervenir des agents chimiques qui, en fait, s'ils détruisent les aldéhydes et aussi certaines huiles essentielles, engendrent presque toujours des produits secondaires donnant à l'alcool une odeur et une saveur désagréables ; d'autres procédés, basés sur l'emploi de l'électricité pour ozoniser l'oxygène de l'air employé à oxyder les impuretés et à leur faire subir ainsi une transformation qui leur enlève leurs propriétés nuisibles, n'ont pas jusqu'à présent donné des résultats aussi satisfaisants qu'on pouvait l'espérer.

Enfin un nouveau procédé de traitement des flegmes par des hydrocarbures de pétrole, dont la mise en pratique est relativement récente, paraît devoir donner des résultats supérieurs à ses devanciers.

Mais un procédé d'épuration des flegmes qui est déjà ancien et qui a jusqu'à présent donné des résultats satisfaisants est celui de la filtration de ces flegmes sur du charbon de bois d'essence non résineuse.

Cette filtration s'effectue généralement par un procédé méthodique dans une batterie de filtres convenablement disposée.

Le pouvoir absorbant du charbon sur les impuretés est absolument certain, mais il est faible et il en résulte que pour produire un effet déterminé d'épuration, il faut employer une volumineuse batterie de filtres, dont l'installation est

encombrante et coûteuse. Malgré ses inconvenients, ce procédé d'épuration est le plus usité.

MM. Dreyfus frères (Paris) ont observé que le charbon de bois imbibé d'huile et préalablement dépouillé de l'air qu'il contenait, afin que l'huile pénètre dans tous ses pores, avait un pouvoir épurant très grand. Ils ont en outre remarqué que l'activité de l'opération et son action sur les huiles essentielles étaient d'autant plus grandes qu'il y avait moins d'aldéhydes dans les flegmes.

Ils ont été conduits ainsi à construire un appareil, exposé dans la classe 50, et qui se compose d'une batterie de cinq filtres volumineux, conjuguée avec une pompe à vide utilisée non seulement pour dépouiller le charbon de l'air qu'il contient, mais aussi pour rétablir le vide dans le réservoir qui contient les flegmes, et amener la volatilisation des aldéhydes et des éthers.

Ainsi préparée, cette batterie de filtres fonctionne à la façon des batteries similaires, et les inventeurs assurent que les résultats obtenus sont satisfaisants.

Appareil pour mesurer la puissance des levures. — M. Billet, de Marly-lès-Valenciennes, qui s'est signalé par les perfectionnements qu'il a apportés dans l'industrie de l'alcool, avait exposé un appareil très ingénierusement combiné pour mesurer la puissance fermentescible des levures.

Cet appareil, auquel M. Billet a donné le nom de « Levuro-dynamomètre », se présente sous la forme d'un aéromètre plongé dans une éprouvette remplie d'eau maintenue à la température de 30 degrés.

L'aéromètre, dont la panse est relativement volumineuse, est terminé à sa partie supérieure par un évasement en forme d'entonnoir.

La levure à essayer est introduite dans la panse de l'instrument et mélangée avec un volume déterminé d'une solution sucrée type, qu'elle met en fermentation.

L'activité de cette fermentation est mesurée par l'amplitude du déplacement de l'instrument et par la rapidité de ce déplacement. La tige de l'aéromètre est graduée pour faciliter les observations.

M. Billet emploie le même instrument pour mesurer la quantité de sucre fermentescible contenue dans une solution sucrée. A cet effet, il introduit dans l'aéromètre la solution à analyser avec de la levure en excès, et l'amplitude du déplacement de l'instrument dans l'éprouvette mesure le volume d'alcool produit.

Traitemenr des résidus de la distillation. — Les résidus de la distillation renferment évidemment tous les éléments des matières premières employées, moins l'amidon et le sucre qui ont servi à produire l'alcool; et comme les matières azotées et minérales n'ont pas été modifiées par la fermentation, et qu'elles se retrouvent dans les drêches, celles-ci ont conservé une grande partie de la valeur nutritive des matières premières employées.

Si la saccharification de ces matières a été faite par le malt, les résidus sont immédiatement utilisables pour la nourriture du bétail ; mais si cette saccharification a été faite par les acides, les résidus, pour être utilisés, doivent subir un traitement généralement coûteux, et s'ils sont inutilisés, ils constituent pour le distillateur une source d'embarras et de difficultés.

Ces résidus, quand ils proviennent du traitement des maïs, contiennent une importante quantité d'huile qu'il est intéressant d'extraire.

Il existe différents procédés pour effectuer cette extraction. Ceux qui ont été généralement mis en pratique consistent à sécher et à pulvériser les résidus, puis à les soumettre aux opérations usitées dans les huileries.

Les tourteaux ainsi obtenus et dépouillés en partie de leur huile ont encore une grande valeur nutritive pour l'engraissement du bétail. Cette valeur, jusqu'ici, n'a pu être conservée à ces tourteaux que dans le cas où l'extraction de l'huile s'est faite par pression.

Cependant on a observé que quand l'extraction est faite par le sulfure de carbone convenablement épuré, non seulement l'extraction de l'huile est plus complète, mais le résidu final de l'extraction est parfaitement utilisable pour la nourriture du bétail.

Et comme le traitement des drêches joue un rôle important dans le prix de revient de l'alcool de grains et notamment dans celui de l'alcool de maïs, on conçoit que cette question industrielle ait donné lieu à beaucoup de solutions.

MM. Donard et Contamine⁽¹⁾ ont exposé le spécimen réduit d'un ensemble d'appareils qu'ils ont conçus pour le traitement des drêches de maïs et qui peut être appliqué également pour extraire l'huile des matières oléagineuses en général.

Le procédé qu'ils emploient consiste à faire agir sur l'huile un dissolvant, puis à extraire la dissolution par un déplacement méthodique.

Le dissolvant employé est l'essence de pétrole bouillant entre 60 et 80 degrés

La dissolution étant obtenue est distillée pour en extraire l'essence de pétrole et mettre l'huile en liberté.

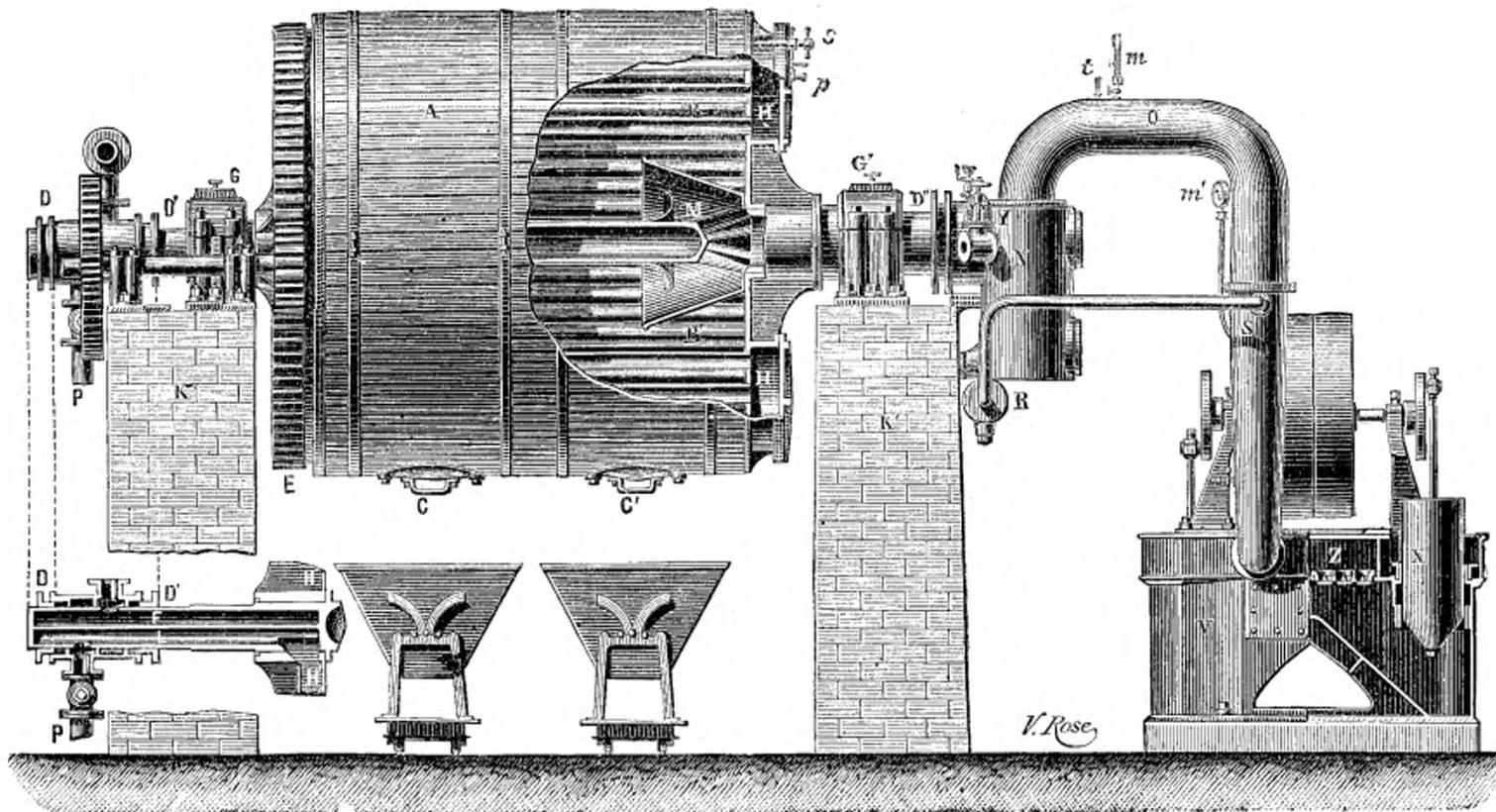
L'essence de pétrole ainsi distillée est condensée pour servir de dissolvant à nouveau.

MM. Donard et Contamine, ayant observé que l'extraction de l'huile était d'autant plus complète que la matière à traiter contient moins d'eau, et d'autant plus rapide que cette matière est moins dure, ont combiné l'ensemble de leurs appareils en conséquence, c'est-à-dire que la matière à traiter est d'abord desséchée, puis soumise au dissolvant.

Afin d'obtenir un résidu poreux, la dessiccation se fait dans le vide.

Le dessiccateur employé est conjugué avec une pompe à vide dont le condenseur absorbe les vapeurs qui se dégagent de la dessiccation (fig. 11).

1. Aujourd'hui Boulet et Donard.



Ce dessiccateur est formé d'un grand cylindre métallique, monté sur un arbre creux et animé d'un mouvement de rotation très lent.

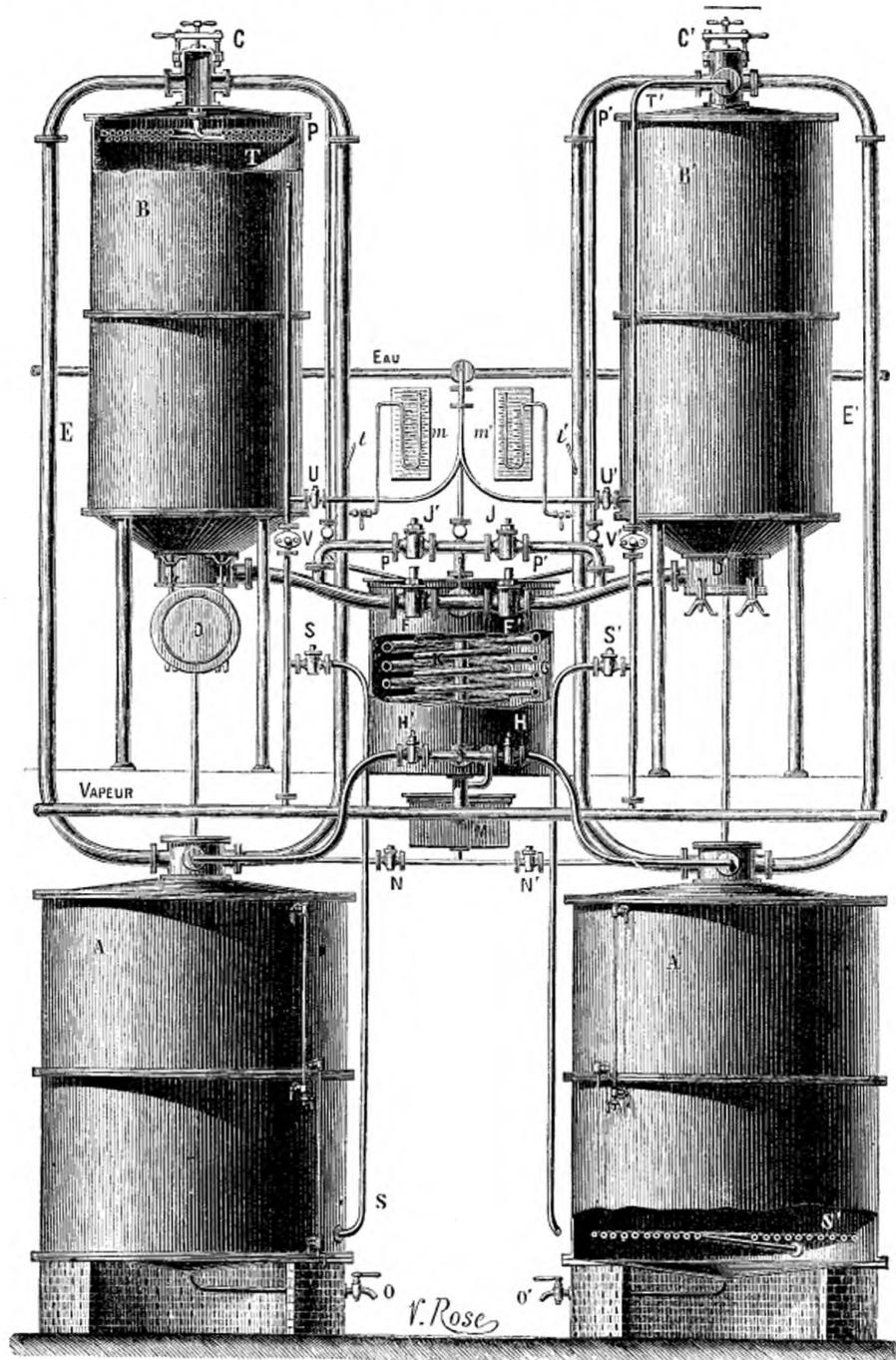


Fig. 12. — Appareil à déplacement.

Le chauffage se fait à la vapeur. A cet effet, le cylindre est muni intérieurement d'un faisceau tubulaire. La vapeur de chauffe arrive par l'arbre creux disposé également pour assurer l'évacuation des produits de la condensation de ces vapeurs (fig. 12).

En sortant de ce dessicateur, la matière est introduite dans l'appareil de déplacement.

Cet appareil est composé de deux réservoirs clos dans lesquels s'effectue la dissolution de l'huile.

Ces réservoirs sont montés sur un plancher en fer. En dessous de chacun d'eux se trouve une chaudière close munie à sa partie inférieure d'un serpentin de chauffe.

Enfin entre les deux réservoirs se trouve un bac contenant un serpentin avec lequel ils sont reliés l'un et l'autre. Ce serpentin peut également être mis en communication avec l'une ou l'autre des chaudières, à volonté.

En outre, les chaudières sont munies de tuyauterie qui relie chacune d'elles avec le réservoir en dessous duquel elle est placée.

L'appareil étant en marche, l'un des réservoirs rempli de matière est en traitement, tandis qu'on remplit l'autre de matière fraîche.

Le liquide, qui sort par le fond du réservoir en marche, traverse le serpentin dans lequel il se refroidit par l'action d'un courant d'eau établi dans le bac qui contient ce serpentin, et s'écoule dans la chaudière placée sous l'autre réservoir. Ce liquide étant composé d'eau et d'une solution d'huile et de pétrole, très légère, celle-ci surnage.

Dans la chaudière placée sous le réservoir en activité, se trouve également un mélange d'eau, d'huile et de pétrole provenant d'une opération antérieure. Par le chauffage du serpentin de cette chaudière, l'essence de pétrole se volatilise et est conduite par une tuyauterie spéciale à la partie supérieure de ce réservoir, où un serpentin réfrigérant la liquéfie. Ramenée à l'état liquide, cette essence de pétrole traverse la matière à épuiser d'huile, dissout l'huile et s'écoule par le fond du réservoir.

L'opération continue ainsi jusqu'à complet épuisement de la matière à traiter puis, s'il y a lieu, la distillation de l'essence de pétrole contenue dans la chaudière en service continue de façon à éliminer les dernières traces d'essence et l'opération est terminée.

On vide le réservoir; la matière qui en sort, très riche en azote, est utilisée pour la nourriture du bétail ou pour la fumure des terres.

On vide également la chaudière à distiller dans un vase florentin où l'huile qui surnage est facilement extraite.

L'autre réservoir étant rempli de matière fraîche, et la chaudière à distiller également alimentée d'huile et d'essence de pétrole provenant de l'opération qui vient de finir, une autre opération peut commencer.

Appareil pour régulariser la distribution et la pression de la vapeur, dans les appareils à distiller. — Il est important, pour le bon fonctionnement des appareils de distillation que le régime de pression sous lequel ils fonctionnent soit établi avec une exactitude parfaite.

Pour obtenir ce résultat, MM. Legat et Herbet (Paris) ont exposé plusieurs appareils dus à M. Legat, et qui sont tous très ingénierusement conçus et irréprochablement construits.

Parmi les appareils de cette maison, on remarque un « régulateur de pression » dont la construction repose sur l'emploi d'un obturateur équilibré, insensible aux variations de pression, et relié à une membrane métallique extensible qui joue le rôle de piston.

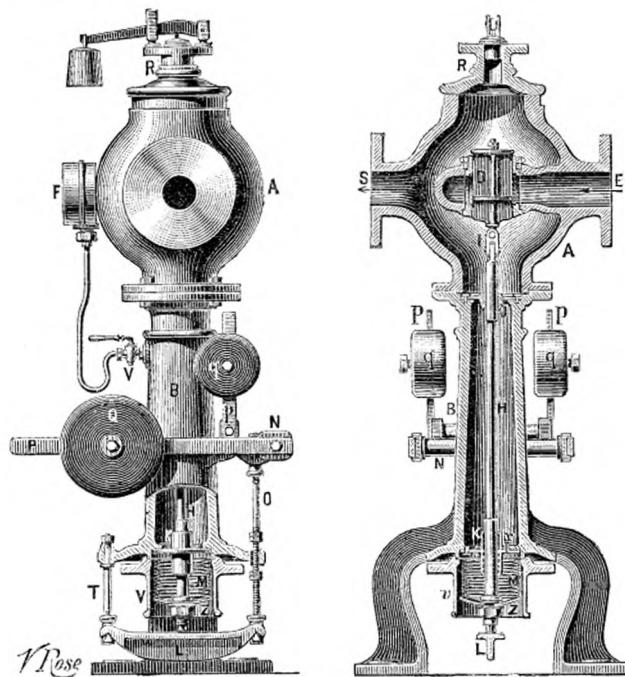


Fig. 13 et 14. — Régulateur de pression, système Legat.

Cet appareil, très répandu, a rendu déjà de nombreux et d'importants services. MM. Legat et Herbet ont exposé en outre plusieurs appareils pour régler automatiquement l'emploi de la vapeur, et aussi un purgeur à soupape équilibrée, qui assure l'évacuation automatique de la condensation des vapeurs employées pour le chauffage par serpentin ou par surface tubulaire.

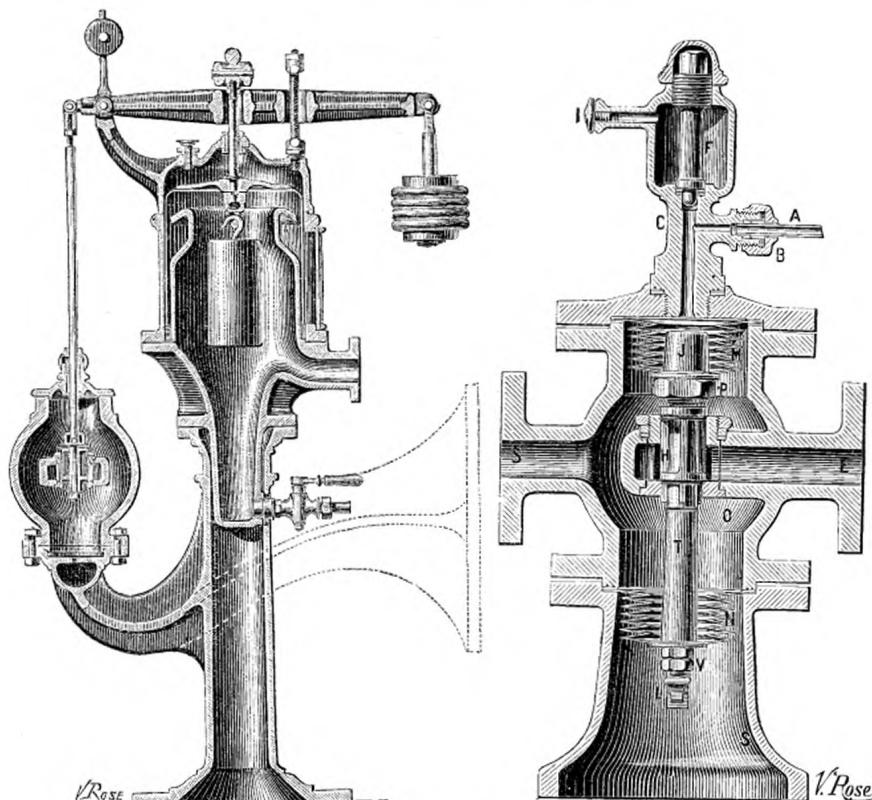


Fig. 15 et 16. — Régulateur pour distillerie de M. Legat.

M. Becker (Beaumont-sur-Oise) a exposé un régulateur de pression dans les colonnes à distiller. Cet appareil, qui présente des dispositions nouvelles, fonctionne avec une grande précision.

M. Meeus (Louis) (Belgique) a exposé une maquette représentant son usine de Wyneghem-les-Anvers qu'on doit incontestablement compter au nombre des plus belles et des plus importantes distilleries du monde.

Le but de l'exposition de M. Louis Meeus est de faire ressortir le système d'irrigations qu'il a adopté pour utiliser dans une vaste prairie dépendant de son usine les eaux rejetées par la fabrication et qui contiennent beaucoup de matières fertilisantes.

Les résultats obtenus, qui sont excellents, sont consignés dans un savant mémoire et sont représentés en tableaux graphiques annexés à ce mémoire. Ils font honneur à ce grand industriel.

MATERIEL POUR LA FABRICATION DES EAUX-DE-VIE, DES LIQUEURS, ETC.

La classe 50, outre le matériel de distillation que nous venons d'examiner, renfermait un grand nombre d'appareils fixes ou portatifs, pour la production des eaux-de-vie de vins, de marc, de raisin, de fruits, etc.

M. Égrot (Paris) avait fait figurer dans son importante exposition de matériel de distillation, que nous avons examinée précédemment, plusieurs spécimens des appareils qu'il construit spécialement pour la fabrication des eaux-de-vie et des liqueurs (fig. 17).



Fig. 17. — Exposition Egrot. Laboratoire complet pour la fabrication des liqueurs.

Cette maison, dont la notoriété est très grande, est au premier rang des constructeurs de ce genre d'appareils.

M. Brehier (Paris), dans l'exposition qu'il avait organisée, présentait à côté de plusieurs appareils pour la concentration du lait, la cuisson des marrons, la pasteurisation des vins, des appareils de distillation parmi lesquels on remarquait :

Un laboratoire complet pour la fabrication des liqueurs et qui se compose d'un générateur de vapeur, des bassines et de l'appareil à distiller dans lequel le réfrigérant en surélévation sur le récipient des flegmes permet de ne laisser couler à l'éprouvette que des produits irréprochables.

Un appareil à cuire, à concentrer ou à distiller dans le vide. — Cet appareil, conjugué avec la pompe à vide, est chauffé au bain-marie. Le couvercle supérieur est creux et reçoit un courant d'eau qui produit par condensation un commencement d'analyse des vapeurs formées dans la chaudière, et ne laisse s'écouler dans le serpentin que des vapeurs riches en alcool.

Un appareil à distiller les bois odoriférants auquel M. Brehier a annexé un condenseur de son système, c'est-à-dire composé de lentilles en cascades.

Les dispositions adoptées dans la construction de ce condenseur mettent à l'abri des engorgements que l'on évite difficilement avec les serpentins.

Un siphon indésamorçable. — Ce siphon du système Brelin, perfectionné par M. Brehier, fonctionne d'une façon remarquable.

M. Deroy fils aîné (Paris), dans une très belle et très importante exposition, avait mis en relief les spécimens des nombreux appareils qui sont construits dans son établissement et parmi lesquels on remarquait :

Un appareil à distillation continue formé de deux tronçons à joints hydrauliques (fig. 18) et dans lequel les plateaux lenticulaires ainsi qu'une lentille de

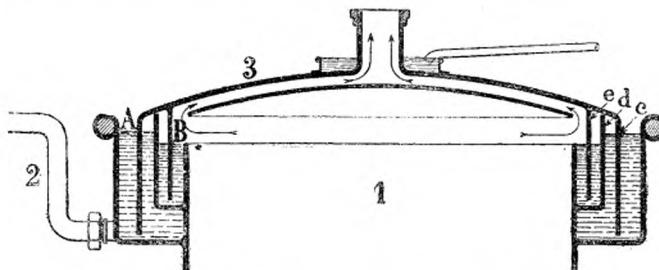


Fig. 18. — Joints hydrauliques des appareils Deroy.

rectification permettent, par les grandes surfaces que ces plateaux présentent, de produire rapidement l'épuisement du liquide à distiller et d'obtenir une eau-de-vie de degré élevé.

Un appareil à distiller dans le vide (fig. 19). — Cet appareil est conjugué avec une pompe à vide analogue à celle qui est employée pour effectuer le serrage

des freins de chemin de fer. Les vapeurs d'alcools, avant d'arriver dans la pompe, sont condensées dans un serpentin multiple.

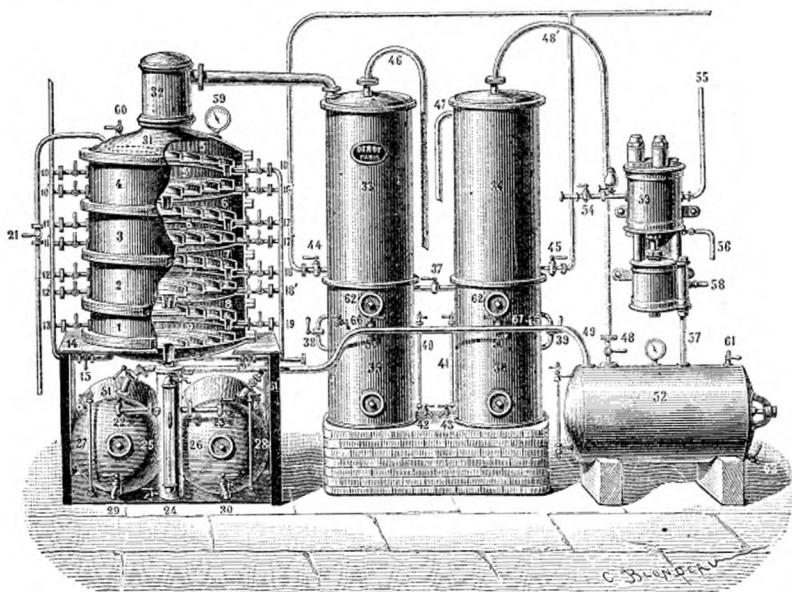


Fig. 19. — Appareil à distiller dans le vide Deroy.

Un alambic brûleur (fig. 20), dans lequel les vapeurs formées dans la chaudière, sont avant d'arriver dans le serpentin, dépouillées d'une partie de la vapeur d'eau qu'elles entraînent. A cet effet le chapiteau de la chaudière est presque plat et recouvert par une toile constamment humectée par l'eau tiède qui provient du réfrigérant. L'évaporation qui se produit sur ce couvercle emprunte à l'intérieur beaucoup de calories, et produit par conséquent un refroidissement qui, en occasionnant la condensation d'une partie de la vapeur d'eau, ne laisse sortir de la chaudière que des vapeurs riches en alcool. Cette disposition permet d'activer considérablement l'opération de la distillation.

Un alambic brûleur à lentille (fig. 21).— Cet alambic est construit comme le précédent ; mais il est destiné à distiller des matières peu riches en alcool. Dans ce but, et pour diminuer la durée de l'opération, il est muni d'une lentille de rectification, et il comporte aussi un chauffe-vin (fig. 22), monté sur le réfrigérant et qui déponille au passage les vapeurs d'alcools d'une partie de la vapeur d'eau entraînée.

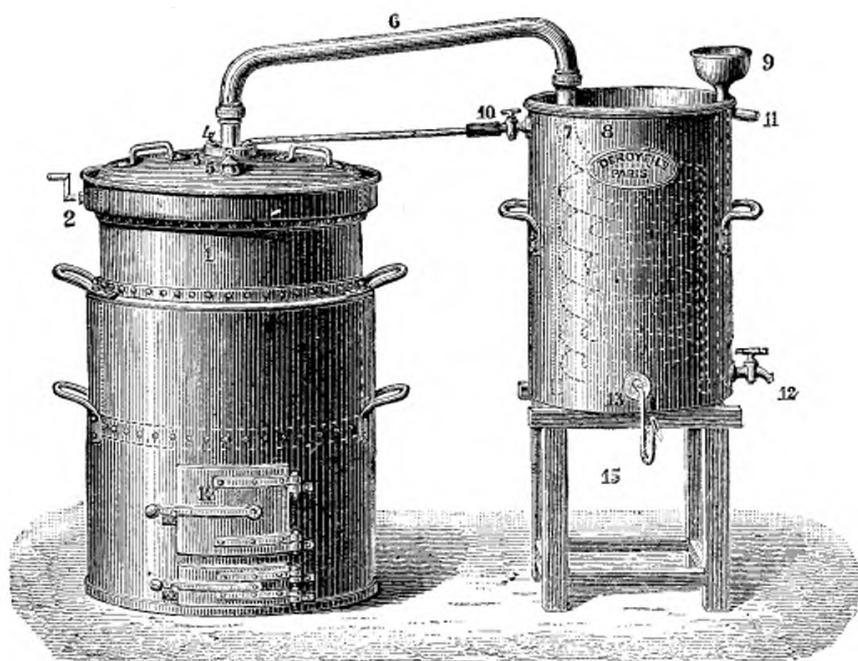


Fig. 20. — Alambic brûleur Deroy.

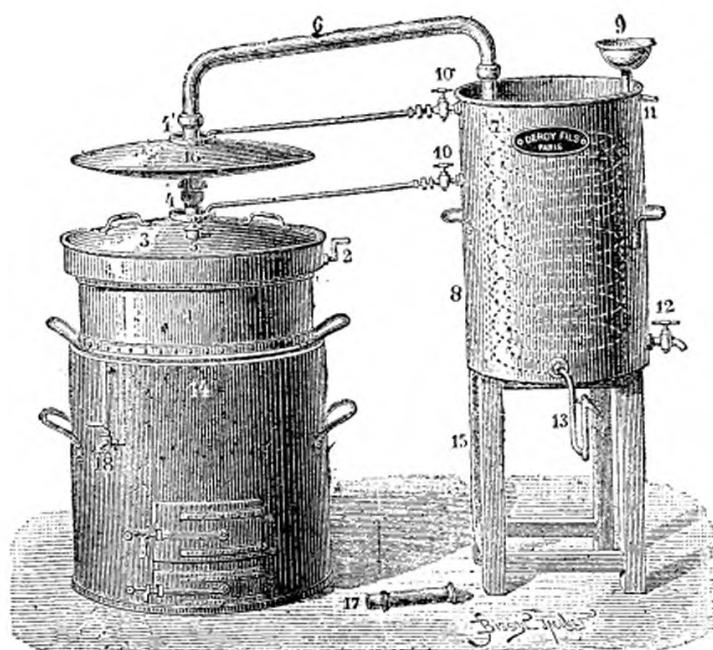


Fig. 21. — Alambic brûleur à lentille Deroy.

Outre tous ces appareils, M. Deroy a exposé un outillage formant laboratoire pour la fabrication des liqueurs, des alambics à bain-marie et aussi un grand

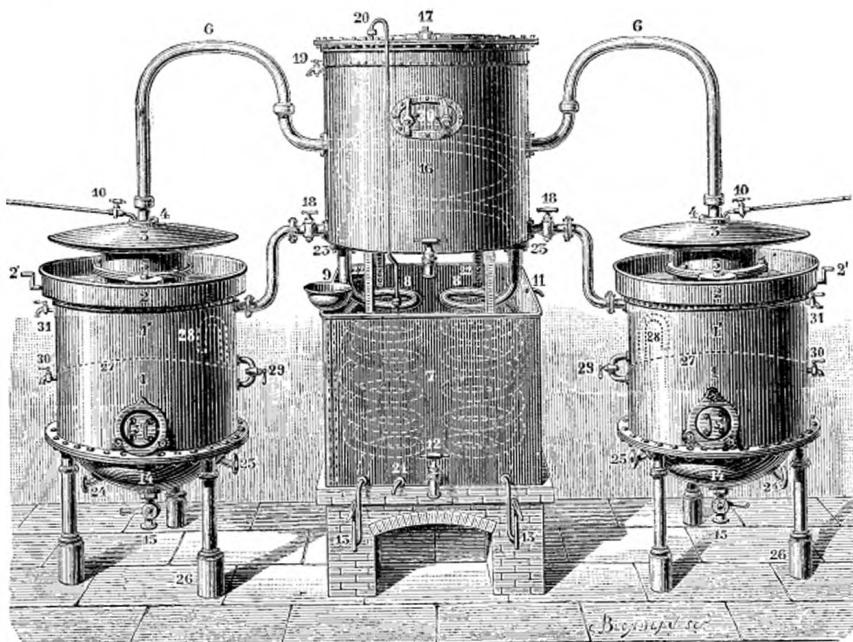


Fig. 22.—Alambics à lentilles avec chauffe-vin Deroy.

nombre de petits appareils de démonstration qui peuvent être utilisés pour des essais de distillation et de rectification, et qui sont les spécimens réduits des appareils qu'il construit.

M. Chauveau (Paris) avait exposé un appareil très bien construit et destiné à la distillation du vin. Les plateaux sont facilement démontables et permettent un nettoyage rapide de l'appareil. La vidange est disposée de telle sorte qu'il ne peut sortir que des vinasses épuisées.

M. Letureq (Florentin) (Paris) avait exposé le spécimen réduit d'un appareil à distillation continue. Les dispositions prises pour assurer le bon fonctionnement de cet appareil sont très ingénieuses.

MM. Hervé et Moulin (Bordeaux), qui construisent beaucoup d'appareils pour la distillation et la production des eaux gazeuses, ont exposé un appareil à distiller, dont la colonne présente des dispositions particulières.

Cette colonne, montée sur une chaudière ordinaire, comporte deux plateaux à perforation. Entre ces deux plateaux, un autre plateau plein supporte en son milieu un appareil formant chicanes et dans lequel les vapeurs qui doivent nécessairement le traverser en passant du plateau inférieur au plateau supérieur abandonnent une partie de la vapeur d'eau qu'elles ont entraînée.

L'eau provenant de la condensation s'écoule au dehors par une tuyauterie ménagée à cet effet.

Les vapeurs d'alcool enrichies par la condensation qui s'est produite sont recueillies dans le réfrigérant.

M. Joya (Joanny) (Grenoble) a exposé un appareil pour distiller les marcs de raisin. Dans cet appareil la chaudière est indépendante des vases de distillation. Une ingénieuse disposition est prise pour faciliter le démontage du couvercle de ces vases et pour permettre un nettoyage rapide. L'ensemble est monté sur un châssis mobile.

M. Greffe à Tullins (Isère) avait présenté également un appareil mobile pour la distillation des eaux-de-vie, appareil dans lequel les dispositions générales sont excellentes pour faciliter le démontage et le nettoyage.

M. Beaupied (Joseph) (Bruxelles) a proposé un appareil à distiller dont il a exposé un modèle réduit et qui ne présente aucune particularité importante à signaler.

M. Prud'hon (Luis) (Valparaiso) avait exposé un alambic soigneusement construit et très bien conçu pour assurer un bon fonctionnement et un nettoyage facile.

Appareils à pasteuriser les vins. -- Bien que ces appareils ne rentrent pas dans le cadre du matériel ordinaire de l'industrie de l'alcool, et que l'examen des appareils similaires pour la pasteurisation des bières ait été fait dans un autre rapport, nous signalerons en quelques mots les pasteurisateurs plus spécialement conçus pour le traitement des vins.

M. Landé (Alexandre) (Libourne) avait présenté un appareil remarquablement étudié pour chauffer les vins d'après le système Pasteur et conserver leur bouquet.

M. Philippi (Jacques) (Chambéry) avait également exposé un pasteurisateur construit très ingénieusement pour le traitement des vins, et aussi pour la pasteurisation du lait.

M. Égrot (Paris) avait également présenté un appareil à pasteuriser, construit d'après le système Houdart, et qui a déjà été mentionné dans l'examen de l'exposition de ce constructeur.

LA TANNERIE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

Ch. BARDY

Presque toutes les grandes maisons qui construisent des appareils pour l'industrie du cuir, de la tannerie, de la mégisserie, etc., avaient répondu à l'appel de la Commission d'organisation et se trouvaient brillamment représentées au Champ de Mars.

Le matériel exposé se faisait surtout remarquer par les progrès apportés dans la construction mécanique, par des modifications de détail, par des perfectionnements ingénieux, résultant d'une connaissance plus approfondie de toutes les questions techniques, mais dans tout l'outillage exposé il n'a pas apparu des inventions réellement nouvelles, témoignant de grands progrès accomplis depuis l'Exposition de 1878.

On pouvait cependant voir à l'Exposition de 1889 plusieurs machines qui, bien que déjà connues en 1878, ne figuraient pas à la dernière exposition ; c'est ainsi que la machine à refendre les cuirs en triples, de M. Berendorf ; les pelains ou agitateurs automatiques et la machine à cylindrer de M. Tourin ; les machines à dorer et le foulon-hérisson Poisson présentés par M. Lutz ; les modèles de tonneau foulon et de lisseeuse exposés par M. Bossière se trouvaient exposés pour la première fois.

Toutes ces machines parfaitement étudiées sont déjà anciennes ; elles forment le fond de l'outillage de toutes les tanneries ; il est par conséquent inutile d'en faire la description.

Il aurait été intéressant de voir les appareils servant aux nouveaux procédés de tannerie, notamment ceux employés par le tannage électrique, mais, malgré la bonne volonté du constructeur, les inventeurs n'ont pas cru devoir les laisser exposer.

En passant rapidement en revue les diverses expositions de cette partie de la classe 51, on peut citer les appareils suivants qui ont plus particulièrement été remarqués par le jury :

Les machines à faire les ballots de cuir, présentées l'une par M. Berendorf, l'autre par M. Allard. Ces deux machines sont du même système.

Machine à travailler les cuirs en corroirie de M. G. Baruelle fils, à Décise (Nièvre). — La combinaison des bielles et manivelles fait décrire à l'outil une courbe dont la partie correspondant à la course utile est à peu près rectiligne ; l'outil pendant la course neutre se relève à 0^m,40 au-dessus du cuir en œuvre. L'outil travaille en tirant d'avant en arrière, sa course est d'environ 0^m,75, et il peut donner 80 coups d'étire par minute, correspondant à une surface travaillée de 8 à 10 mètres carrés.

La table de travail est formée par une série de lamelles en bois superposées qui forment ressort tout en conservant la rigidité désirable en rapport avec le travail à effectuer ; son mode d'attache permet les flexions et cependant empêche l'entraînement du cuir sous l'action de l'outil. Un système de leviers et de crémaillères permet, soit de donner à la table tous les niveaux sous l'outil en marche, soit de provoquer l'arrêt instantané de son action, ce qui rend presque impossible le déchirement du cuir en travail.

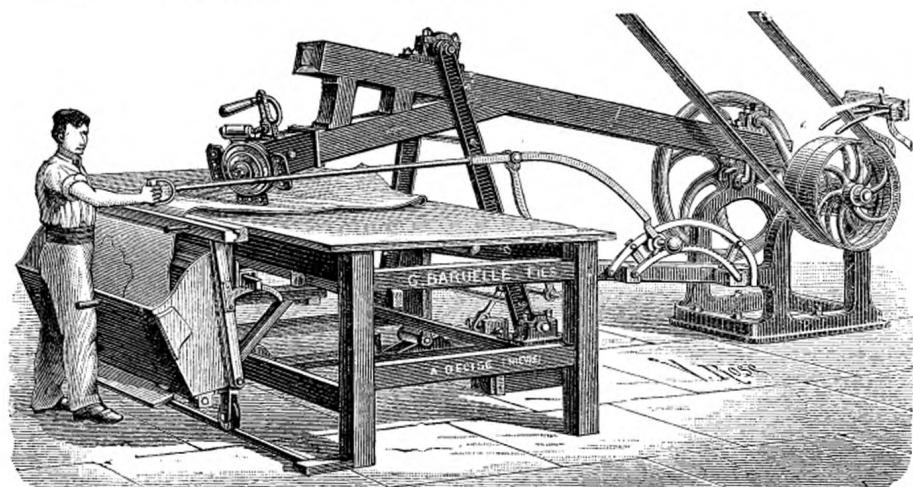


Fig. 1. — Machine à travailler les cuirs en corroirie de M. G. Baruelle.

Différents organes : pince-peau, revolver pour le chargement rapide de l'outil, etc., complètent heureusement cette machine.

La machine de M. Baruelle possède un porte-outil d'une disposition nouvelle qui, pour un quart de révolution, présente successivement quatre outils de nature différente et peut ainsi, à la volonté de l'ouvrier, employer des étires de

différentes façons. Cette modification permet de passer avec facilité du travail des cuirs épais au travail des cuirs minces sans crainte de déchirement ou d'efflureuse.

Machine à rebrousser et machine à cylindrer de M. G. Tourin fils. — La première de ces machines figurait déjà à l'Exposition de 1878 ; diverses modifications ont été apportées depuis cette époque dans le but d'en rendre le fonctionnement plus pratique, mais l'organe fondamental de la machine, la table, en forme de clavier, n'a subi aucun changement.

Dans les machines à rebrousser et à crépir, l'outil doit rester inébranlable dans sa marche, le mouvement de flexion doit se produire par la table ; ces principes sont habilement réalisés par la rebrousseuse de M. Tourin.

L'ébourreuse du même constructeur est judicieusement combinée, mais elle ne peut façonner la peau, c'est-à-dire en faisant sortir la chaux avant l'opération du tannage ; sous ce rapport elle est inférieure à la machine à ébourrer et à façonner exposée par M. Berendorf.

Les pelains et agitateurs automatiques de M. Tourin sont très intéressants ; ils permettent, par un simple embrayage, d'agiter alternativement dans les deux sens tous les cuirs suspendus dans les coudreuses et de faire monter et descendre les peaux dans les pelains. La masse du liquide étant remuée sans cesse, les peaux se présentent dans toutes leurs parties à l'action du liquide qui est lui-même maintenu bien homogène par l'agitation, en sorte qu'aucun dépôt ne peut se produire au fond des cuves, même avec des liquides très chargés en parties solides.

Les machines à triturer les bois de teinture sont répandues dans le monde entier ; depuis 1878 elles présentent des améliorations importantes sous le rapport de la construction.

Les machines à triturer les bois de tannerie, à grand débit pour une faible force, sont appelées à rendre de grands services partout où l'écorce devient rare et surtout dans toutes les tanneries où l'extrait est fabriqué sur place.

Les moulins à moudre les bois pour la tannerie, bien que ne présentant pas des dispositions absolument nouvelles, ont été cependant modifiés en vue de rendre leurs applications possibles dans les petits établissements.

Parmi les mieux construits on peut en première ligne citer ceux présentés par M. Berendorf, puis ceux de MM. Allard frères, G. Lütz, Huxam et Brown.

M. Albert Huguet (médaille d'argent) a exposé une presse à tanner du type Bréval perfectionné. Dans les anciennes presses Bréval la pression était obtenue par un système de leviers et de bielles qui portaient des contrepoids ; dans le modèle exposé, ce système est remplacé par deux leviers réunis par un fort ressort en acier pouvant exercer une pression de 10 000 kilogrammes sur chacun

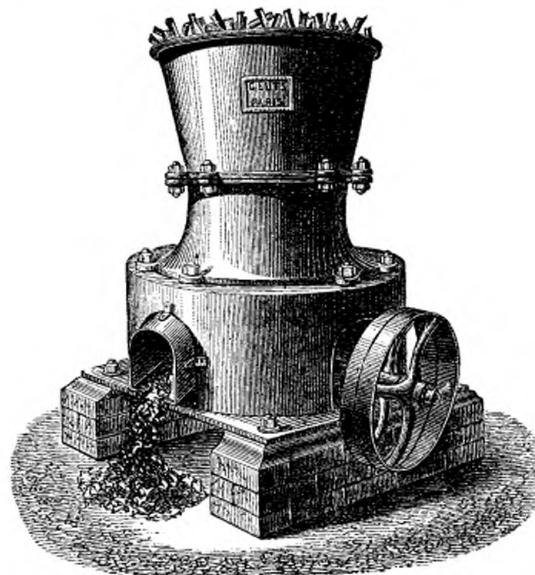


Fig. 2. — Machine à triturer les bois de teinture de M. Lutz.

des tourillons du cylindre presseur. Grâce à cette modification la pression se trouve proportionnée à l'épaisseur de la couche de tannée qui passe entre les

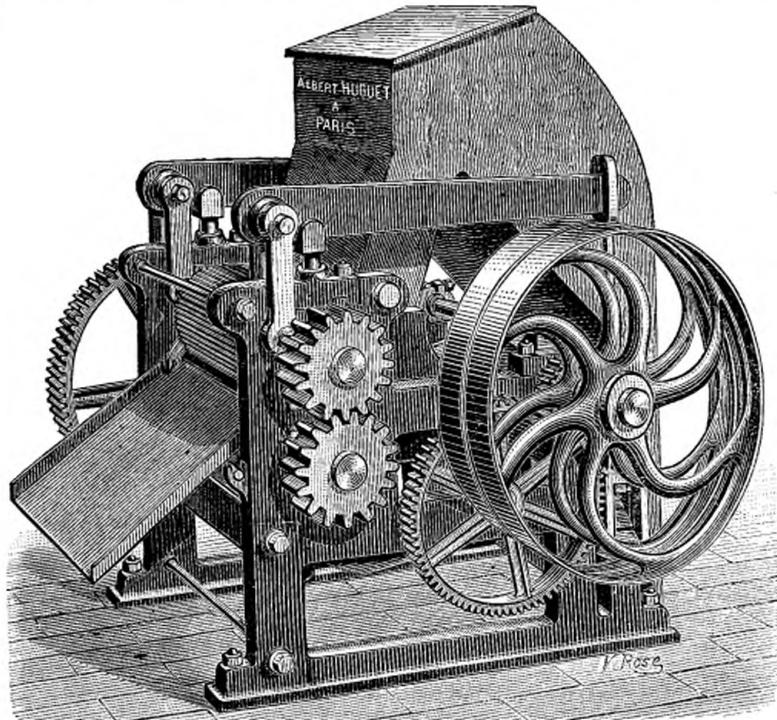


Fig. 3. — Presse à tanner de M. A. Huguet.

cylindres et le montage de la presse est plus simple puisqu'il n'y a plus besoin de construire de fosses pour loger les contrepoids.

De plus, le troisième cylindre de la presse Bréval a été supprimé et remplacé par une pièce qui pousse la tannée humide entre les deux cylindres presseurs et assure une alimentation proportionnelle au débit de la presse. Cette pièce est mue au moyen d'un arbre à vilebrequin et de deux bielles ; elle porte de chaque côté un couteau acieré qui tranche très nettement la couche de tannée sèche en formant ainsi un matelas très homogène, ce qui ne se produisait pas avec les anciennes presses qui laissaient toujours passer une certaine quantité de tannée mouillée sur chaque côté du ruban de tannée pressée.

Enfin, dans la nouvelle combinaison, la règle percée de trous qui était placée entre les trois cylindres et dont la fonction était d'éliminer le jus est remplacée par une grille dont les barreaux sont constamment nettoyés par une sorte de peigne solidaire de la pièce qui pousse la tannée, en sorte que toute obstruction se trouve évitée.

Le modèle exposé pouvait débiter 500 kilogrammes de tannée sèche à l'heure, quantité suffisante pour alimenter un générateur de 40 mètres carrés de surface de chauffe.

M. Lütz (médaille d'or) avait une exposition très complète des diverses machines usitées dans le travail des cuirs et des peaux : machines à mettre au

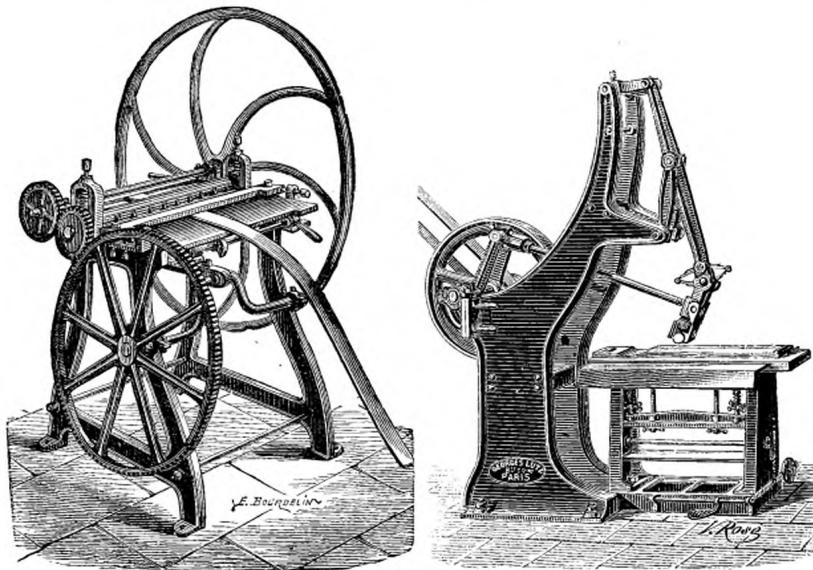


Fig. 4, 5. — Machines de M. Lutz.

vent, à étirer, à refendre les cuirs en croûte, à doler, à couper les cuirs de courroies, à cambrer les peaux, etc., ainsi qu'une très belle collection d'outils à main qui sont une des spécialités appréciées de cette maison.

Le jury a plus spécialement remarqué :

La machine à fendre les cuirs en croûte qui sert à égaliser les cuirs ;

La machine à cambrer les tiges de bottes et de bottines qui permet de cambrer 120 paires de tiges par jour avec un seul ouvrier ;

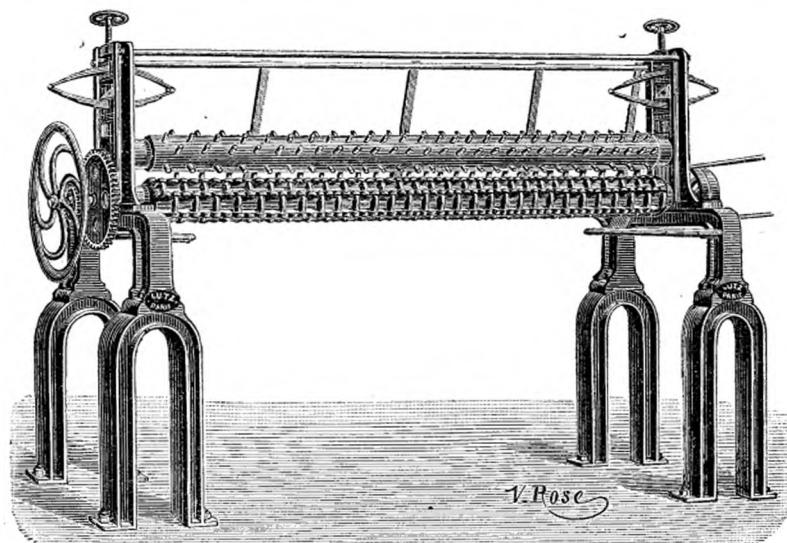


Fig. 6. — Machine de M. Lutz.

Les machines à couper, égaliser et jonctionner les cuirs de courroies. A l'aide de ces machines on peut obtenir des cuirs d'une largeur égale, d'une épaisseur uniforme et dont la jonction s'opère avec une régularité mathématique, opérations qu'il était autrefois difficile de bien réaliser à la main;

Enfin la machine à tendre et à allonger les courroies possédant un dispositif particulier à l'aide duquel on peut enruler les courroies au fur et à mesure de leur allongement partiel, en sorte qu'elles quittent la machine façonnée en rouleaux tout prêts pour l'expédition.

M. Bossière (médaille d'argent) avait une collection très complète et très bien exécutée d'outils manuels et de machines en bois.

Les machines pour le travail de rivière de M. Molinier (médaille d'argent)



Fig. 7. — Outils de tanneur de M. G. Bossière.

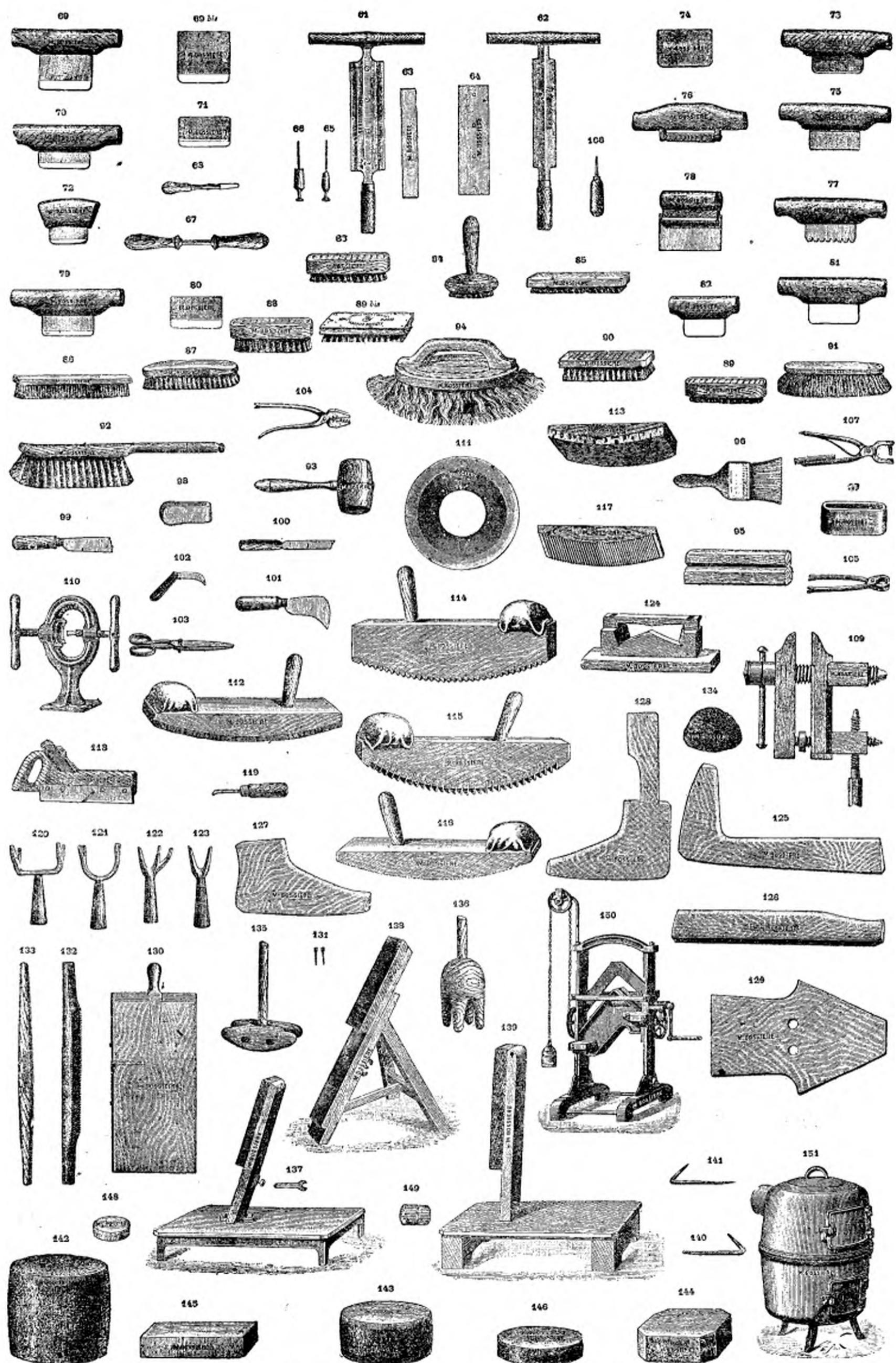


Fig. 8.—Outils de tanneur de M. G. Bossière.

ont reçu des perfectionnements depuis 1878 tant sous le rapport du pince-peau, du tirage mécanique permettant de repiquer les peaux aux endroits difficiles : culées, croisements des épaules, etc., que sous celui de l'affûtage des couteaux qui, dans la machine exposée, se fait sans démonter la lame et exige à peine un quart-d'heure.

M. Droin (mention honorable) a imaginé et construit une machine à couper les cuirs épais dans laquelle le réglage du couteau se fait automatiquement suivant l'épaisseur des cuirs et la largeur des chanfreins à obtenir. On évite ainsi les coupes défectueuses dues à la torsion du cuir sous l'outil.

Parmi les machines exposées par M. Berendorf, il convient de citer :

La machine à enrouler les cuirs, à rouleau central. Des rainures, ménagées dans les rouleaux presseurs, permettent de ficeler le ballot avant de le sortir de la machine.

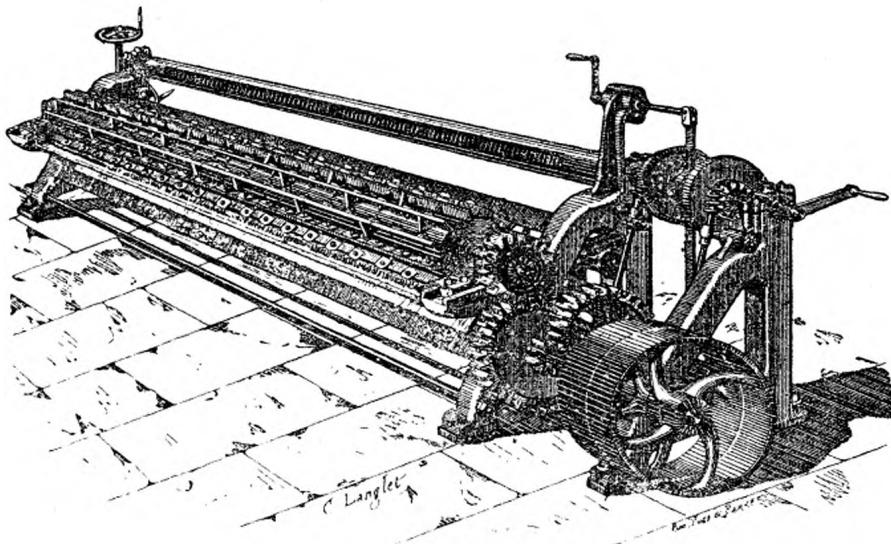


Fig. 9. — Machine de M. Berendorf.

Lorsque le ballot est terminé on soulève les rouleaux presseurs, au moyen de vis de rappel, puis on sort le ballot du bâti avec le rouleau central; celui-ci porte deux crochets qui ont servi à entraîner les cuirs, en le tournant en sens inverse du mouvement d'enroulement ; ces crochets se dégagent et permettent d'enlever sans aucune difficulté le couteau central.

Cette machine permet de faire des ballots très propres et de peu de volume ;

les cuirs emballés de cette façon présentent cette particularité que leur couleur se régularise.

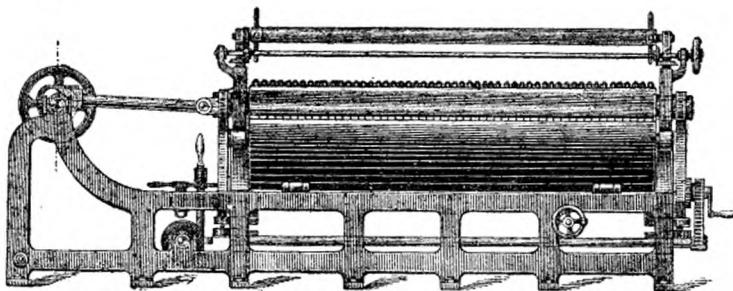


Fig. 10. — Machine de M. Berendorf.

Malheureusement les habitudes commerciales ne permettent ce mode d'emballage que pour les pays d'Orient, de telle sorte que, réduite à ce seul débouché, la machine devient à peu près invendable eu égard à son prix de revient élevé.

(La machine de la maison Allard repose sur le même principe, elle ne diffère de la machine de Berendorf que par le remplacement des vis de rappel des rouleaux presseurs par des engrenages. Le constructeur a, de plus, remplacé le métal par le bois).

La machine à ébourrer comprend un tablier élastique en acier sur lequel on étend le cuir à travailler ; le cuir, saisi par un rouleau entraîneur, glisse en remontant sur le tablier pendant qu'un autre rouleau, allant en sens inverse et armé de pierres disposées tout autour de sa circonférence en doubles hélices, frotte sur cette peau et enlève le poil, s'il s'agit de l'ébourrage, ou la chaux s'il s'agit du façonnage.

Un tuyau percé de trous, placé au-dessus de la machine, laisse tomber une pluie d'eau, qui entraîne mécaniquement les impuretés, bourre ou chaux, enlevées par les pierres qui pourraient rester adhérentes aux peaux.

Le mouvement de la peau, celui du rouleau, ainsi que sa pression, peuvent être arrêtés ou diminués par des embrayages placés *ad hoc*.

Le marteau Berendorf dont nous revoyons un échantillon, et qui a rendu tant de services à la tannerie depuis 1842, n'a subi que quelques modifications peu importantes de forme et de détail. Cet outil ayant, on peut le dire, été porté du premier coup à la perfection, ne gagnerait du reste rien à être modifié ; le constructeur, petit-fils de l'inventeur, n'a eu qu'à continuer et à suivre les données de ses prédécesseurs.

MM. Ch. Brigonnet et Naville (médaille d'argent). — Appareils et procédés pour l'extraction à basse température des corps solubles dans les dissolvants volatils.

Le système exposé a pour objet le dégraissage des peaux.

Les peaux de mouton tannées ou mégies sont pour la plupart souillées de grandes taches graisseuses qui en rendent la vente impossible ou qui s'opposent aux opérations ultérieures de la teinture et du vernissage ; il est donc nécessaire de les dégraisser. Le procédé le plus généralement employé consiste à mettre les peaux en contact avec de la benzine lourde dans une tonne montée sur un axe et qu'on fait tourner sur elle-même pendant 20 à 30 minutes. On renouvelle la benzine jusqu'à ce que toute trace de graisse ait disparu, on essore les peaux dans un appareil à force centrifuge, puis on évapore le reste de la benzine retenue dans les peaux en les étendant dans un séchoir à air libre.

Cette méthode est défectueuse : elle exige une manipulation coûteuse, occasionne de grandes pertes de dissolvant (en moyenne 72 kilogrammes de benzine par 100 kilogrammes de peaux traitées), présente de grands dangers d'incendie et enfin est très insalubre pour les ouvriers.

MM. Brignonnet et Naville ont cherché à éviter ces inconvénients en faisant toutes les opérations en vases clos, et en prenant un dissolvant plus volatil dont ils abaissent encore le point d'ébullition, par l'emploi du vide.

Le dissolvant auquel ils ont recours est le toluène extrait des goudrons de houille dont le point d'ébullition, de 110 degrés à l'air libre, s'abaisse à 35 degrés par un vide de 0^m,700. Les peaux peuvent supporter cette température, mais chauffées à 45 ou 50 degrés elles s'altèrent, deviennent raides et cassantes et perdent toute valeur marchande.

L'appareil comprend une tonne en tôle à double enveloppe pouvant tourner sur son axe ; cette tonne est mise en relation d'une part avec un réservoir à toluène placé à l'étage supérieur, et d'autre part avec trois réservoirs inférieurs destinés à recevoir les toluènes salis provenant du traitement. Chacun de ces réservoirs peut envoyer le liquide qu'il contient, soit dans la tonne tournante, soit dans un alambic destiné à séparer par distillation la graisse du dissolvant.

Enfin, la tonne, par l'intermédiaire de son axe qui est creux, peut communiquer par une série de réfrigérants avec une pompe à air qui permet d'y opérer un vide de 0^m,700.

On introduit dans la tonne 150 peaux de moutons, on ferme le trou d'homme et on y fait arriver une quantité de toluène suffisant pour baigner les peaux ; puis on met la tonne en mouvement. Au bout de vingt minutes on soutire le toluène sale, on le remplace par du toluène neuf et on fait de nouveau tourner pendant vingt minutes ; enfin on termine par un lavage au toluène propre. Chacun des toluènes provenant de ces lavages est emmagasiné dans un réservoir spécial. Le premier est seul distillé, les deux autres sont utilisés dans les opérations ultérieures.

Lorsque le dégraissage étant jugé suffisant, le dernier toluène a été soutiré, les peaux très spongieuses retiennent environ une centaine de kilogrammes de

dissolvant ; pour le retirer on met la pompe à vide en mouvement en même temps que l'on envoie un courant de vapeur dans la double enveloppe de la tonne. Si l'on a soin que la température de cette enveloppe n'excède pas 85 degrés centigrades et si le vide est maintenu à 0^m,700, la totalité du toluène s'échappe par distillation sans que jamais la température des peaux dépasse 35 degrés.

L'air rejeté par la pompe contient un peu de toluène entraîné mécaniquement ; on recueille ce dissolvant en obligeant l'air à traverser un serpentin énergiquement refroidi, puis à barboter dans une série de vases laveurs contenant de l'huile de pétrole lourde.

Dans ces conditions la perte de dissolvant se trouve réduite au minimum, puisqu'il circule dans un système absolument clos ; la main-d'œuvre est peu considérable, un seul homme en effet suffit à la conduite de l'opération ; enfin les dangers d'incendie et d'intoxication des ouvriers se trouvent écartés.

L'appareil est bien agencé, tous les raccords des tuyaux sont à baïonnette ; le contrôle de l'opération se fait à l'aide de lunettes convenablement disposées à divers endroits ; enfin il occupe peu de place et fonctionne très régulièrement.

L'emploi de ce procédé a permis de réduire dans une très forte proportion les frais de dégraissage des peaux tout en assurant un travail très soigné.

Une intéressante application de cet appareil a été faite pour l'extraction de l'huile des grains de maïs avant leur transformation en amidon.

MM. *Van Houke et Cie*, de Gand (Belgique), ont imaginé un nouveau mode de teinture des peaux de lapins qui présente d'assez sérieux avantages, surtout au point de vue de la non-contamination des eaux.

Par les procédés ordinairement employés, l'apprêt et la teinture en noir des peaux de lapins se font par deux opérations distinctes : le tannage et la teinture proprement dite, lesquels comprennent différentes phases.

Avant de procéder au tannage on commence par écharner les peaux ; pour cela on les met tremper pendant un certain temps dans l'eau ; puis avec une lame à tranchant légèrement émoussé on racle le côté « chair » de la peau préalablement étendue sur un chevalet.

Les peaux écharnées sont ensuite placées dans un bain de tannage, monté avec un tanin approprié ; on les laisse dans ce bain pendant cinq à huit jours suivant qu'elles sont légères ou fortes. On les rince à grande eau et on les essore à la turbine. Après avoir subi un graissage et un séchage elles sont dégraissées et nettoyées complètement et elles sont portées à l'atelier de teinture.

Pour les teindre en noir, on donne tout d'abord un léger bain de carbonate de soude, on les lave à grande eau, on les sèche aussi complètement que possible à la turbine, puis on les introduit dans un bain d'extrait de campêche dans lequel elles séjournent pendant six à douze heures. On les relève, on ajoute au

bain des mordants de cuivre et de fer, puis on les réintroduit dans le bain où elles séjournent de nouveau pendant deux heures. Après un lavage abondant, suivi d'un turbinage, on les expose à l'air pendant deux heures.

Suivant la qualité des peaux, ces traitements sont répétés cinq ou six fois. Finalement, les peaux sont rincées à grande eau, essorées, séchées, graissées à l'huile de foie de morué, dégraissées au sable et coupées,

M. Van Houke a observé que l'opération du tannage était, dans le cas de la teinture en noir, tout à fait inutile, et que le tanin renfermé dans l'extrait de campêche suffisait amplement à communiquer aux peaux les propriétés que l'opération du tannage a pour but de leur donner.

Dans le nouveau procédé, les peaux écharnées sont directement passées au bain de carbonate de soude, rincées, essorées et portées directement dans le bain d'extrait de campêche dans lequel elles doivent séjourner un temps suffisant. La durée d'immersion varie suivant la nature des peaux, c'est de cette durée que dépend tout le succès de l'opération ; si elle est trop courte, le tannage est impréfait, et les peaux sont perdues.

L'aspect que prend la peau dans le bain est insuffisant pour guider l'opérateur ; la peau, en effet, au bout d'un temps très court d'immersion, se trouve complètement pénétrée par le bain, en sorte que si l'on fait une incision perpendiculaire au poil, on observe que toutes les couches de la peau ont pris une teinte uniforme d'un rouge violet assez foncé, et l'on serait tenté d'arrêter l'opération et de passer en cuivre et rouille. En réalité, la réaction doit être prolongée beaucoup plus longtemps ; après bien des tâtonnements et des essais infructueux. M. Van Houke a fini par observer un phénomène physique très net qui se produit au moment précis où le tannage est devenu complet, en sorte que la sortie des peaux du bain de campêche se trouve indiquée avec certitude. Ce caractère constitue un tour de main que l'inventeur s'est réservé, et qu'il nous a prié de ne pas divulguer ; mais, dans la visite que nous avons faite à ses ateliers, nous avons pu apprécier par nous-même l'exactitude et la fidélité de ce caractère. Nous avons apporté de cette visite des échantillons, dont l'examen ultérieur a confirmé les assertions de M. Van Houke.

Lorsque les peaux ont absorbé assez de tanin dans le bain de campêche, elles sont relevées, puis traitées par les mordants ordinaires de cuivre et de fer. On les termine ensuite de la manière qui a été indiquée ci-dessus.

Les bains de campêche sont remontés en extrait et fonctionnent sans jamais être rejetés ; on les additionne simplement de la quantité d'eau nécessaire pour compenser la perte de celle enlevée par les eaux.

Le procédé imaginé par M. Van Houke est, on le voit, beaucoup plus simple que le procédé ordinaire ; il procure une sérieuse économie de temps, de main-d'œuvre et de tanin ; mais le point le plus important, celui qui a été principalement remarqué par le jury, réside dans ce fait que la méthode nouvelle, non

seulement supprime une grande partie des lavages, mais évite le versement dans les rivières des vieux bains de tannage et des bains de teinture épuisés.

C'est là un progrès important, car la pollution des cours d'eau, par suite de ces lavages et de ces déversements, est un fait très préjudiciable pour les riverains; elle occasionne des dommages sérieux aux usines situées en aval, et elle est une source de dangers pour la population. C'est du reste principalement pour diminuer cette pollution que M. Van Houke a entrepris ces recherches; le problème avait un intérêt extrême pour lui, qui n'a à sa disposition qu'une rivière à petit débit, déjà contaminée par plusieurs usines, tant en France qu'en Belgique. La solution présentée est simple et rationnelle; aussi le jury a-t-il décerné à M. Van Houke une médaille d'or.

LA BRASSERIE & LA VINAIGRERIE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. Ch. BARDY

La brasserie, qui, depuis quelques années, a fait de si rapides progrès par l'emploi de nouvelles méthodes de fabrication, ne tient pas une place bien importante à la classe 50. On est quelque peu étonné de voir qu'une industrie si prospère, pleine de vigueur, qui se transforme chaque jour, soit représentée à la section mécanique d'une manière qui réponde si mal aux progrès accomplis et surtout à la tendance bien accentuée vers le développement et le perfectionnement d'un outillage jusqu'ici très incomplet.

Pour avoir une idée exacte de ce qu'est aujourd'hui la brasserie française, il faut se transporter à la classe 73, section des bières, où sont exposés les plans et les vues en relief des principales installations et transformations faites depuis l'Exposition universelle de 1878.

Ces installations, établies en vue de la fabrication de la bière à fermentation basse, la plus appréciée du consommateur, renferment tous les procédés nouveaux de préparation et de cuisson à la vapeur, de culture et de sélection du ferment et de production économique du froid. Certaines même comprennent le maltage pneumatique, dont l'invention due à un Français, M. Nicolas Galland, était à ses débuts en 1878. Depuis, il s'est propagé surtout en Allemagne, où il est devenu d'un emploi général.

C'est sur ces principes que sont établies les grandes brasseries de Tourtel, à Tantonville ; de Cirier-Pavard, à Saint-Germain-en-Laye ; de la Comète, à Châlons-sur-Marne ; de la Méditerranée, à Marseille, etc.

La seule *installation d'ensemble* exposée à la classe 50 est celle de M. Henri Carpentier, de Paris ; elle correspond à une production journalière de 30 hectolitres de bière.

Le chauffage de tous les appareils s'effectue par la vapeur. La *cuve-matière*

carrée à angles arrondis est à double enveloppe pour le chauffage à vapeur; l'agitateur, placé au centre, est formé de palettes, dont l'inclinaison, variable, devient d'autant plus forte, que la saccharification est plus avancée. Ce dispositif simple permet de réaliser une petite économie de force motrice. Les deux chaudières de cuisson, montées sur un bâti en bois, n'ont rien de spécial, si ce n'est la disposition du chauffage du double fond, établi de telle sorte que les vapeurs condensées retournent directement au générateur, ce qui augmente la puissance de chauffe de ce double fond.

Le refroidissement du moût s'opère en vase clos dans un bac *rafraîchissoir à fermeture hydraulique* par le passage d'un liquide incongelable dans une double enveloppe, de façon qu'en sortant de ce bac, le moût soit à la température de fermentation.

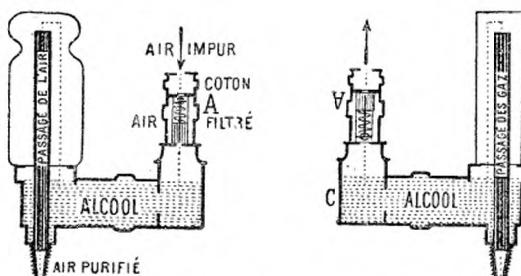


Fig. 1. — Fermeture hydraulique système Bernard Noël et Cie.

L'oxydation indispensable pour obtenir une fermentation régulière et complète se fait par l'envoi d'air stérilisé, qui traverse le bac, dans lequel tournent des disques circulaires, en tôle perforée, qui offrent une surface énorme de refroidissement. Le moût, en même temps qu'il se refroidit, se clarifie et les dépôts sont enlevés par une soupape de vidange placée au point le plus bas. Cet appareil remplace donc le bac rafraîchissoir et le réfrigérant employés habituellement

MM. Geneste, Herscher et Cie, de Paris, exposent un *ventilateur* et un *dégoudronneur*. Le ventilateur est employé pour l'aération des salles de fermentation et pour la germination de l'orge dans le système pneumatique. Le dégoudronneur à air chaud, dont l'usage est général, a permis de supprimer le travail coûteux et ennuyeux du défonçage des fûts. Par l'effet de l'air porté à haute température et envoyé avec une grande vitesse dans les fûts, le goudron se liquéfie à la surface et tous les ferment sont détruits. L'entraînement de l'air chaud, produit par le foyer de coke, se fait par un petit injecteur de vapeur sous pression.

M. Dalbouze, de Paris, a perfectionné le *dégoudronneur* par l'addition d'un

serpentin surchauffeur. Le dégoudronneur exposé est disposé pour servir d'un côté aux petits fûts et de l'autre aux grands foudres.

MM. Marillier et Robelet, de Paris, présentent un *filtre à bière* sous pression d'air de *Stockheim* pour la clarification de la bière. La clarification a lieu au travers d'une masse filtrante en cellulose; cette masse filtrante peut être extraite et renouvelée avec facilité.

La Compagnie industrielle des procédés Raoul Pictet, de Paris, montre *l'appareil Kuhn* pour la *pasteurisation de la bière*.

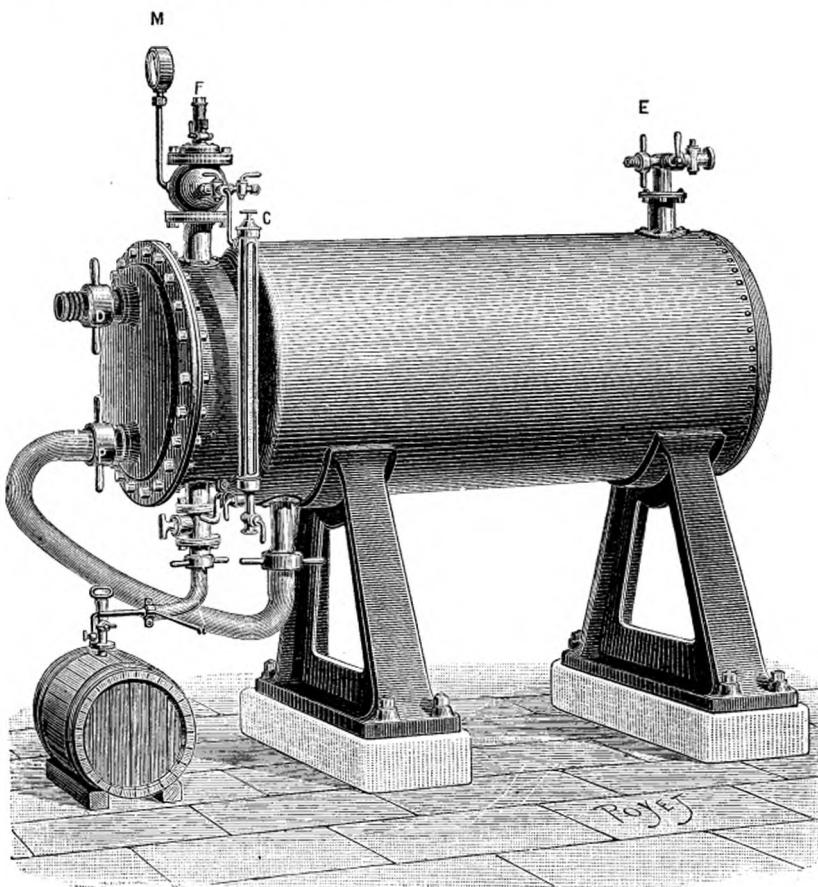


Fig. 2. — Appareil Kuhn.

Cet appareil est à marche intermittente et les opérations de chauffage et de refroidissement s'effectuent dans les mêmes organes, composés d'une double enveloppe et d'un serpentin placé à l'intérieur du vase clos, contenant la charge de bière à pasteuriser.

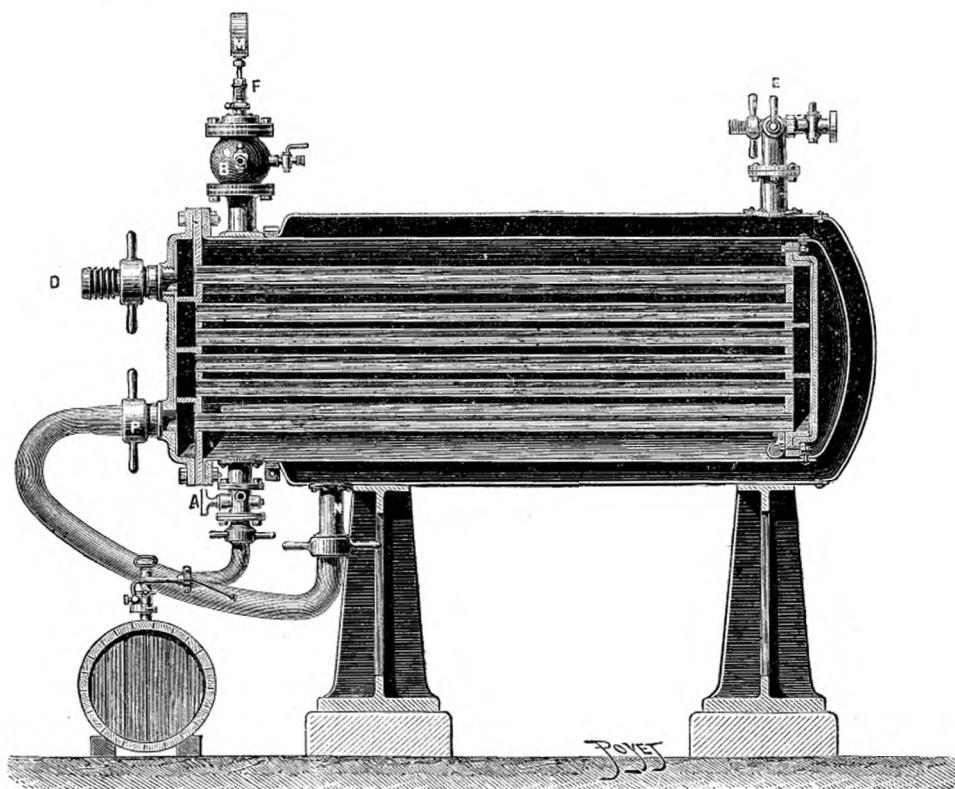


Fig. 3. — Appareil Kuhn.

Le chauffage s'opère par circulation d'eau chaude et le refroidissement par le passage d'eau de source ou de puits et ensuite par circulation de liquide incongelable, dont l'action énergique a pour effet de rendre à la bière sa propriété primitive.

De cette façon les bières faiblement alcooliques, étant filtrées et passées à l'appareil *Kuhn*, sont garanties de toutes altérations et peuvent être, sans emploi d'antiseptiques, transportées en fûts stérilisés à la vapeur ou par méchage.

M. Philippi, de Chambéry, expose un *appareil à* marche continue pour la *pasteurisation* de tous les liquides par le chauffage et le refroidissement à l'abri de l'air; cet appareil s'emploie également pour la bière et lui conserve sa proportion de gaz acide carbonique, ce qui est capital.

M. Baudelot-Migeon, d'Haraucourt (Ardennes), a exposé le *réfrigérant à tubes elliptiques*, que tous les brasseurs connaissent; il n'offre aucune particularité sur les types en usage, qui fonctionnent d'ailleurs très bien.

M. Baptiste, de Darney (Vosges), montre un *lave-copeaux* pour brasseries d'un mécanisme simple.

M. Coquelle, de Paris, présente une série de *robinets* d'une exécution parfaite à l'usage des brasseries.

La Société des brasseries de la Méditerranée, de Marseille, expose de petits appareils de démonstration pour l'application des *procédés Velten* à la fabrication de la bière d'après les principes de M. Pasteur. On peut suivre toutes les précautions prises, depuis les premières opérations jusqu'à et y compris la fermentation, pour n'employer que de l'air absolument pur et éviter l'introduction des germes de l'air. Les beaux résultats obtenus dans la pratique par l'application en grand sont la meilleure preuve de la valeur de cette méthode.

M. Lauth, de Carcassonne, a envoyé le dessin d'une *touraille* de son invention pour le séchage et le touraillage du malt en couches épaisses par insufflation d'air chaud. L'avantage de cette touraille sur celle à un ou deux plateaux est la suppression des ouvriers employés au pelletage, opéré dans une atmosphère étouffante et malsaine. M. Lauth affirme, en outre, que l'emploi de ventilateurs diminue fortement la dépense de combustible.

M. Pinchart-Deny présente une collection de *plaques métalliques perforées* employées pour les plateaux de tourailles et les cuves-matières.

MM. Jay et Jallifier, de Grenoble, montre

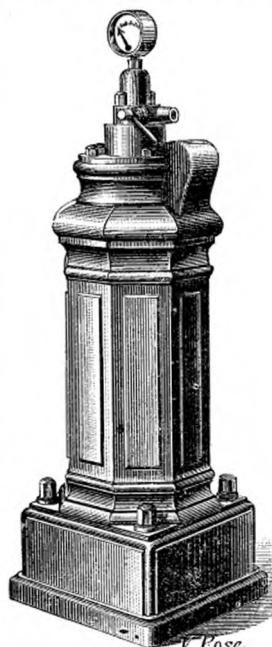


Fig. 4

un *appareil Magnat* pour le *débit des bières* en utilisant à la compression de l'air la pression de l'eau dans les villes qui possèdent une distribution d'eau. La pompe à air se trouve supprimée; elle n'est d'ailleurs presque plus employée et a fait place au gaz acide carbonique.

LA VINAIGRERIE

Fabrication du vinaigre

MM. Agobet et C^{ie}, d'Arcueil, présentent toute l'industrie mécanique de la *fabrication du vinaigre* avec leur méthode par vaisseaux tournants, qui per-

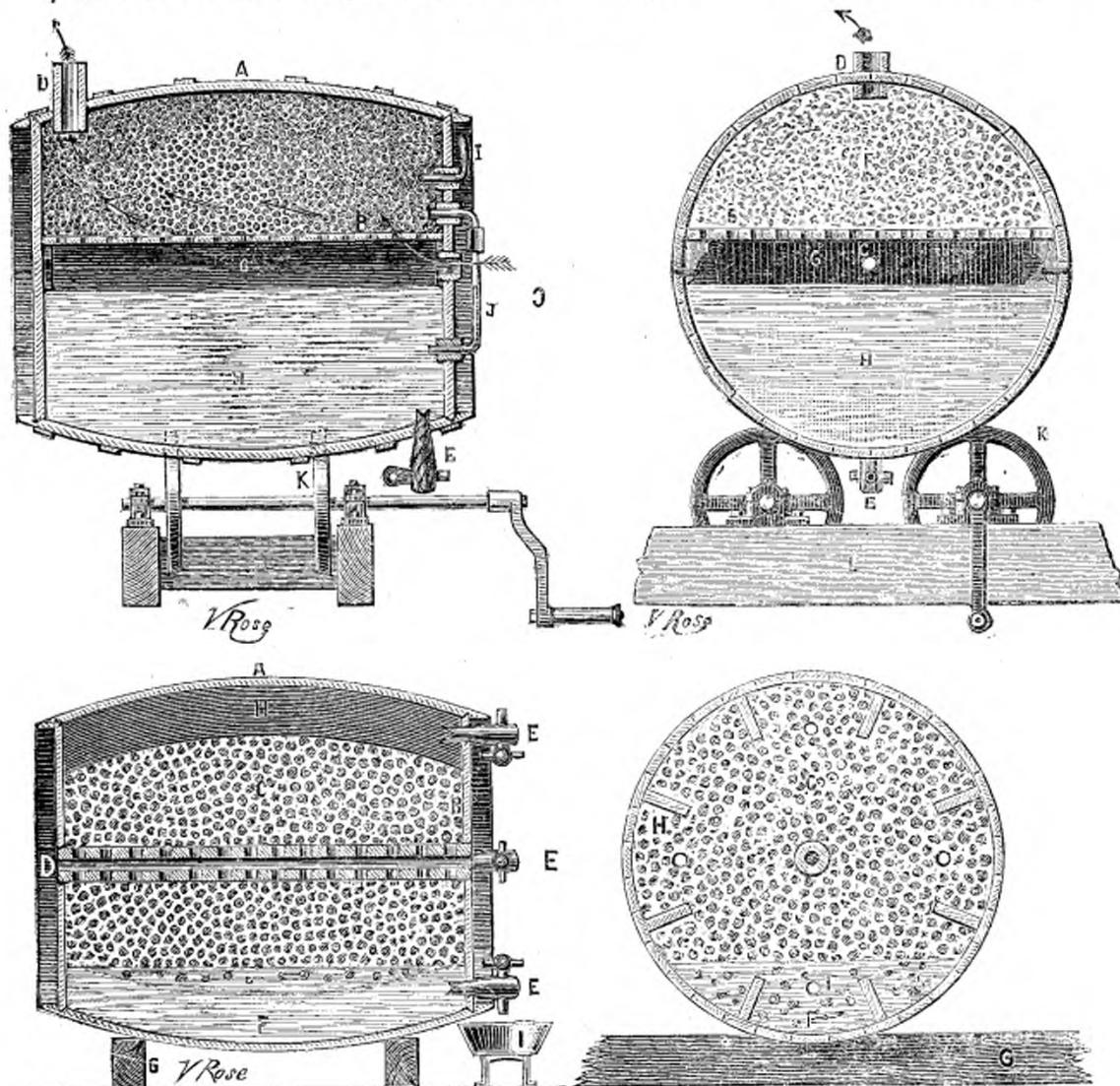


Fig. 1. — Appareils de MM. Agobet et C^{ie}.

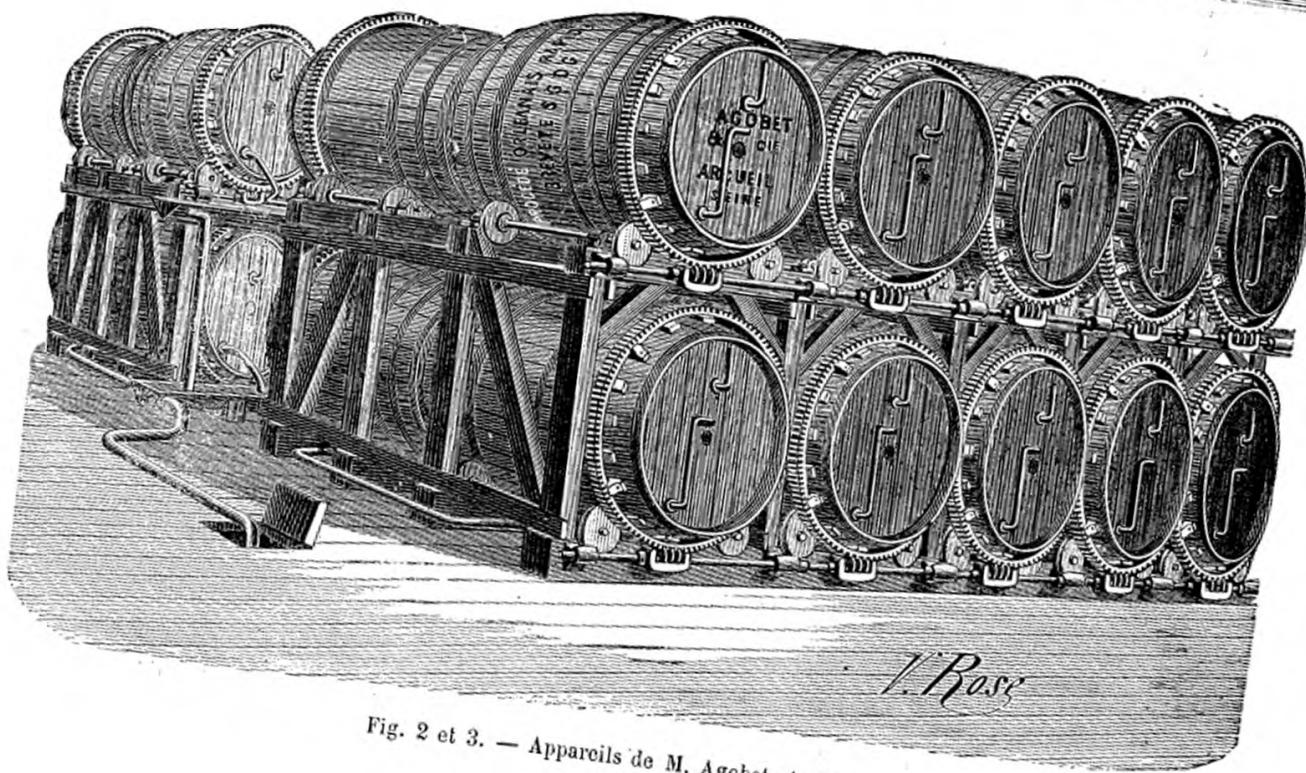
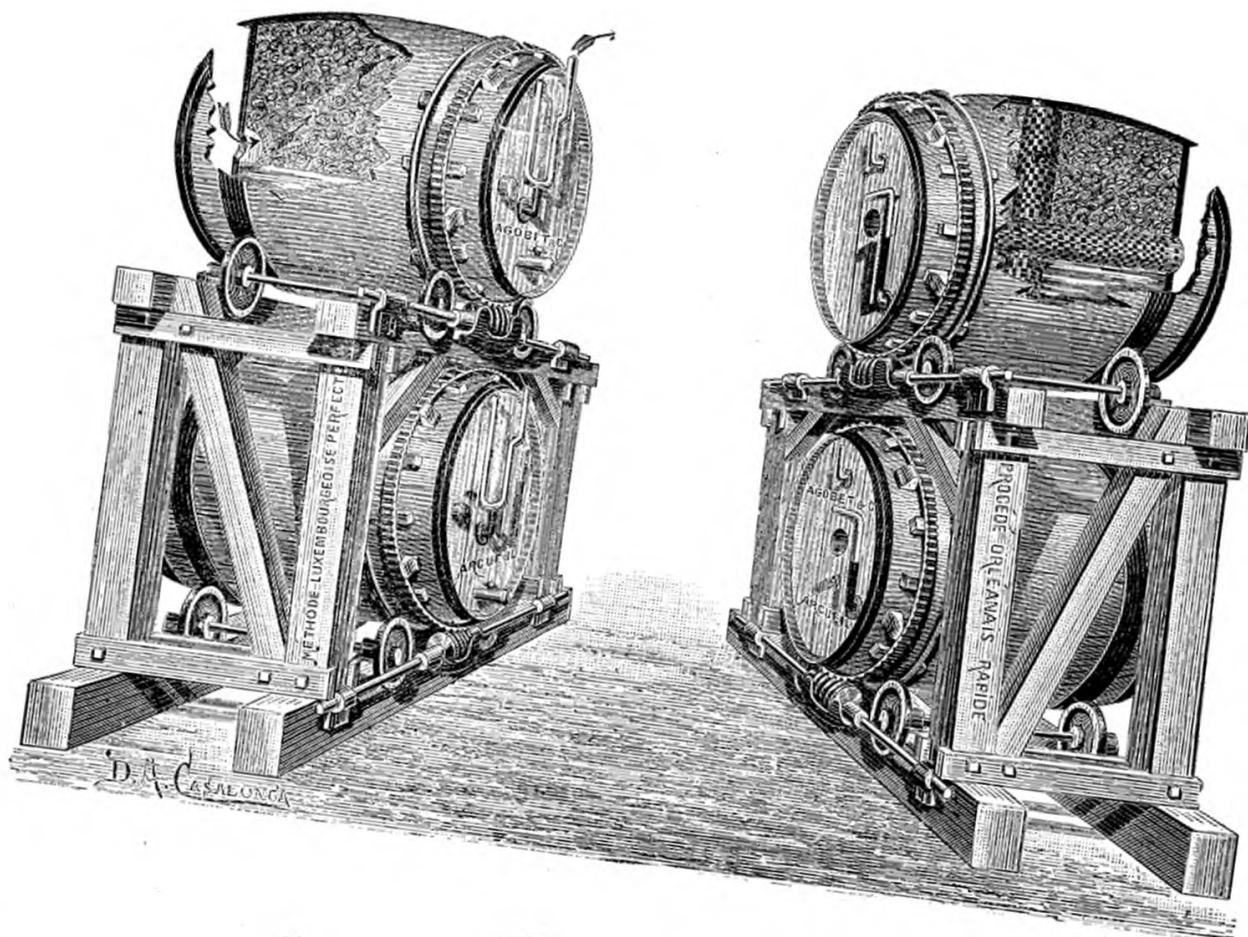


Fig. 2 et 3. — Appareils de M. Agobet et Cie.

met d'acétifier tous les liquides alcooliques. Ces vaisseaux tournants s'emploient pour la méthode orléanaise et pour la méthode allemande ; ils ont l'avantage

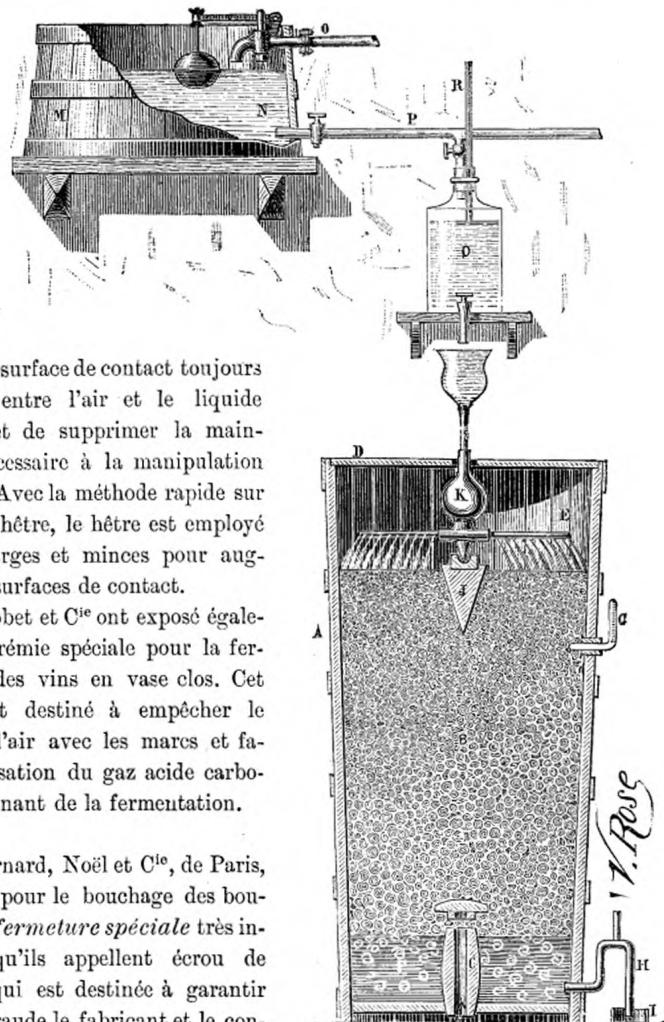


Fig. 4. — Appareil de M. Gobet.

d'offrir une surface de contact toujours renouvelée entre l'air et le liquide alcoolique et de supprimer la main-d'œuvre nécessaire à la manipulation du liquide. Avec la méthode rapide sur copeaux de hêtre, le hêtre est employé en lames larges et minces pour augmenter les surfaces de contact.

MM. Agobet et C^{ie} ont exposé également une trémie spéciale pour la fermentation des vins en vase clos. Cet appareil est destiné à empêcher le contact de l'air avec les marcs et facilite l'utilisation du gaz acide carbonique provenant de la fermentation.

MM. Bernard, Noël et C^{ie}, de Paris, présentent pour le bouchage des bouteilles une *fermeture spéciale* très ingénieuse, qu'ils appellent écrou de sûreté et qui est destinée à garantir contre la fraude le fabricant et le consommateur. Cet écrou de sûreté, qui adhère d'une manière définitive au goulot de la bouteille, est disposé de telle sorte qu'il est impossible d'y introduire la moindre goutte de liquide. La fraude qui consiste à vendre des liquides frelatés ou inférieurs dans des bouteilles portant les marques de maisons renommées se trouve ainsi supprimée.

LA STÉARINERIE
ET
l'Industrie des Corps gras
à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

M. Ch. BARDY

M. Droux (Léon), membre suppléant du jury (hors concours), a exposé un grand appareil à saponifier les corps gras ainsi que les plans d'usines montées pour l'extraction — par ses procédés — de la glycérine contenue dans les lessives des savonneries.

1^e Appareil à saponifier. — Le dédoublement des corps gras neutres en acides gras et en glycérine, opéré soit à l'aide des alcalis, soit par l'eau seule, nécessite l'emploi d'appareils autoclaves susceptibles de résister à une pression de 15 à 20 atmosphères. Presque tous les constructeurs ont adopté pour ces autoclaves la forme d'un cylindre terminé par deux calottes sphériques. M. L. Droux estimant que cette forme n'est pas appropriée, qu'elle ne donne que des vases éminemment déformables et, par suite d'un emploi excessivement dangereux, a proposé de leur donner la forme d'une sphère parfaite, dont chaque point de la surface travaille avec le même effort.

Les derniers modèles construits par M. Droux se composent de deux coupoles hémisphériques embouties d'un seul morceau de cuivre rouge et assemblées à doubles rivures par deux larges bandes de cuivre, placées l'une à l'intérieur et l'autre à l'extérieur de l'appareil.

La sphère ainsi constituée repose sur un socle en fonte. Elle est traversée suivant un diamètre, par un arbre en cuivre passant par deux stuffing-box et armé de trois bras en bronze recevant chacun trois godets percés de trous.

Pendant toute la durée de la saponification, ces godets vont puiser l'eau accumulée à la partie inférieure de la sphère pour la déverser en pluie sur la matière en traitement, condition indispensable pour la bonne marche de l'opération.

Des robinets, munis de clapets, servent à l'introduction de la vapeur comme à la sortie des matières décomposées.

Plus de cinquante de ces appareils ont été construits et fonctionnaient au moment de l'Exposition sans qu'aucun accident eût été relevé ; ce fait est intéressant à retenir, car il est malheureusement patent que les autoclaves cylindriques ont été trop souvent la cause d'accidents suivis de morts d'hommes et d'incendies.

Fabrication de la glycérine. — La glycérine n'a pris d'importance au point de vue industriel que depuis que les progrès de l'industrie stéarique ont permis d'en produire de notables quantités.

La découverte de la nitroglycérine et celle de la dynamite ont contribué dans une large mesure à accroître la consommation de la glycérine et c'est, maintenant, à plus de 20 millions de kilogrammes pour l'Europe, et à plus de 6 millions de kilogrammes pour l'Amérique, qu'il faut évaluer la production annuelle de la glycérine extraite des eaux de stéarinerie.

Dans ces dernières années, une nouvelle source de glycérine est venue augmenter encore l'importance de la production : c'est l'extraction de la glycérine des lessives de savonneries.

Cette nouvelle source fournit annuellement 6 à 8 millions de kilogrammes pour l'Europe et 5 à 6 millions de kilogrammes pour l'Amérique du Nord, en sorte que l'on peut évaluer la production totale de la glycérine à environ 40 millions de kilogrammes et il est à prévoir que cette production ira toujours en augmentant.

Glycérine de stéarinerie. — L'extraction est des plus simples ; il suffit d'évaporer les eaux provenant des saponifications alcalines ou des décompositions aqueuses.

Dans la plupart des usines, ces eaux sont préalablement débarrassées des sels calcaires qu'elles renferment, par le fait même de la fabrication, ainsi que des impuretés qu'elles ont pu entraîner.

Dans les rares usines qui travaillent encore par la saponification sulfurique seule, les eaux acides renfermant la glycérine sont saturées par la chaux avant évaporation, mais les glycérines qu'on en retire sont toujours souillées de matières étrangères qu'on ne peut éliminer économiquement, en sorte qu'elles sont très sensiblement dépréciées sur le marché.

Les procédés d'évaporation des eaux glycérineuses ont varié : on a d'abord évaporé à feu nu, puis avec des serpentins de vapeur et, enfin, avec des appareils travaillant dans le vide, analogues à ceux employés dans les sucreries.

Tous ces appareils laissaient perdre, pendant l'évaporation, de notables proportions de glycérine.

Les appareils les plus en usage aujourd'hui sont ceux qui évaporent les

eaux à basse température en les présentant en couches minces au contact de l'air sur des surfaces convenablement chauffées et constamment renouvelées.

Ces appareils utilisent les vapeurs perdues de l'usine, principalement l'échappement des machines motrices.

M. L. Droux a imaginé deux appareils de ce système, constitués, l'un par un serpentin, l'autre par un cylindre à ailettes tournant horizontalement dans une auge renfermant le liquide à concentrer.

La perte de glycérine, dans ces conditions, est réduite à son minimum : aussi quand la saponification est bien faite, peut-on obtenir jusqu'à 10,5 % de glycérine à 28 degrés Baumé.

Glycéries des lessives de savonneries. — Jusqu'en 1880, on a laissé perdre la glycérine provenant de la fabrication des savons ; on avait bien tenté, à la vérité, de recueillir la glycérine en opérant la saponification des corps gras par l'eau pure, l'oxyde de zinc, les sels de magnésie, mais la fabrication des savons au moyen des acides gras ainsi produits ne pouvait s'appliquer qu'aux graisses animales ou aux huiles de palme.

Les divers essais tentés à Marseille, en Angleterre, aux États-Unis, sur des matières grasses végétales et, notamment, sur les huiles de sésame, d'arachide, de palmiste et d'olive, n'avaient donné que de mauvais résultats en raison de la coloration foncée communiquée aux acides gras formés et, par suite, de la teinte terreuse qu'affectaient les savons.

De plus, ainsi que MM. Arnavon et L. Droux l'ont constaté, la présence de la glycérine pendant l'acte de la saponification paraît indispensable à la formation d'un bon savon.

Pour toutes ces raisons, le traitement des corps gras neutres consistant à isoler d'abord les acides gras pour les transformer ultérieurement en savons a dû être abandonné et l'on a été amené à rechercher les procédés permettant d'extraire la glycérine des lessives épuisées dans lesquelles elle vient en dernière analyse s'accumuler.

Les lessives les plus riches en glycérine sont celles de relargage, c'est-à-dire celles séparées après l'empâtement, mais comme la séparation des lessives ne peut être obtenue que par une addition convenable de sel marin, la liqueur se trouve de ce chef contenir une forte quantité de sel qui en augmente le volume et la densité.

Certains fabricants de savon, notamment ceux de Marseille, ont l'habitude d'établir dans leur travail un roulement de lessives soumises à plusieurs filtrations sur des alcalis plus ou moins épuisés ; cette pratique amène la destruction d'une partie de la glycérine avec formation de produits de décomposition qui se logent dans le liquide.

Enfin, dans les grandes savonneries, à Marseille et en Angleterre, l'alcali em-

ployé est la soude brute sulfureuse ou soude noire, telle qu'elle sort du four à réverbère après la décomposition du sulfate de soude par le charbon. Les produits sulfureux viennent s'ajouter aux diverses impuretés existant déjà et leur présence rend particulièrement difficile l'extraction ultérieure de la glycérine.

Dans tous les cas où le savonnier emploie le carbonate de soude ou la soude caustique, une partie des difficultés disparaissent ; les lessives sont relativement assez pures, mais, malheureusement, les usines qui travaillent de la sorte n'ont qu'une minime production, sont disséminées un peu partout, en sorte qu'il est presque impossible de recueillir économiquement les lessives qu'elles produisent.

Plusieurs procédés ont été préconisés pour extraire la glycérine de ce mélange complexe.

Le premier résultat à obtenir est de se débarrasser des alcalis libres par une saturation à l'acide sulfurique ou chlorhydrique, opération qui commence en même temps l'attaque des sulfites et des hyposulfites existant primitivement dans la liqueur ou engendrés pendant la saturation.

Pendant cette saturation il se produit un fort dégagement d'acide carbonique et de gaz sulfureux en même temps qu'il y a formation de dépôts salins et boueux.

Le liquide, convenablement décanté et filtré, est ensuite soumis à l'évaporation. Les bassines à feu nu ont été abandonnées en raison des dépôts salins ; il en est de même de l'emploi des fours Porion, car la haute température développée détruit une très forte quantité de glycérine.

Les appareils les plus avantageux à employer sont ceux du type par évaporation en couches minces précédemment décrits, mais dont on augmente autant que possible la puissance de production.

Les sels qui se déposent en grandes quantités à la surface de ces appareils pendant le travail sont détachés, tombent dans le bas de l'auge où ils sont ultérieurement recueillis.

Dans le plan d'usine exposé par M. Droux (Compagnie générale des glycérines, usine de Marseille), figuraient 12 cylindres de 2^m,50 de long sur 0^m,80 de diamètre ; ces appareils suffisent à l'évaporation de plus de 50 000 litres d'eau par vingt-quatre heures.

Une succession d'évaporations méthodiques amène la liqueur à une densité d'environ 1.260, correspondant à 30 degrés Baumé.

On l'abandonne alors au repos, une grande partie des chlorures et des sulfates se cristallisent par refroidissement ; mais, malgré cette élimination, elle contient encore une telle proportion de sulfures à divers états et de sels que l'extraction directe de la glycérine en est impossible.

La désulfuration à peu près complète de cette liqueur sirupeuse a été une des difficultés les plus sérieuses de cette fabrication ; plusieurs méthodes ont été employées. M. L. Droux a recours à une oxydation par l'acide sulfurique favorisée par un courant d'air chaud très énergique.

Quel que soit le mode de désulfuration adopté, on concentre le liquide à 35 ou 36 degrés Baumé et l'on obtient un liquide fortement coloré, contenant encore un mélange de divers sels, mais très riche en glycérine, car on peut arriver à en extraire jusqu'à 80 % de glycérine anhydre.

Divers procédés peuvent être utilisés pour arriver à l'extraction de la glycérine : la distillation simple ou la distillation dans le vide ; la distillation à haute température d'un liquide aussi complexe présente d'assez sérieuses difficultés et amène la destruction d'une partie de la glycérine dont les produits d'altération viennent souiller le produit recueilli à la première distillation ; il devient forcément nécessaire de procéder à une seconde distillation.

MM. L. Droux et Depouilly ont donné au problème une solution très élégante ; la méthode qu'ils ont imaginée est une application heureuse des synthèses indiquées par M. Berthelot.

Ils combinent la glycérine avec un acide capable de former des glycérides insolubles dans l'eau, régénèrent en un mot un corps gras neutre ; puis, cette première partie de l'opération étant faite, ils isolent les sels et les substances étrangères par des lavages à l'eau bouillante, puis finalement soumettent à la saponification le glycéride purifié, ce qui d'une part, isole la glycérine, et, d'autre part, régénère l'acide qui peut dès lors rentrer en fabrication.

Voici comment cette opération est réalisée industriellement :

La lessive salée à 36 degrés Baumé, contenant environ 80 % de glycérine, est mélangée avec l'acide oléique du commerce dans la proportion d'une partie de glycérine brute pour quatre parties d'acide oléique ; puis le mélange est introduit dans un cylindre en fonte à enveloppe de vapeur, placé horizontalement sur un foyer ; un agitateur mécanique brasse énergiquement la masse pendant qu'on la maintient à une température de 170 à 175 degrés centigrades.

L'eau contenue dans la matière commence par se dégager, puis la combinaison entre l'acide oléique et la glycérine s'effectue en donnant naissance à une nouvelle portion d'eau qui s'évapore à son tour. Lorsque le dégagement de l'eau cesse (au bout de douze à quinze heures), l'opération peut être considérée comme terminée.

Afin d'éviter l'altération des matières, on a soin de faire continuellement traverser l'appareil par un courant d'acide carbonique, lequel entraîne mécaniquement l'eau engendrée par la réaction.

La combinaison étant achevée, le corps gras neutre (mélange de moléine, de dioléine et de trioléine), renfermant jusqu'à 20 % de son poids de glycérine, est lavé à l'eau bouillante, puis il est saponifié dans les mêmes appareils que ceux en usage dans l'industrie stéarique, en faisant usage des mêmes agents chimiques, eau, chaux, magnésie, etc.

La glycérine obtenue est ensuite concentrée suivant la méthode ordinaire.

Le procédé L. Droux et Depouilly présente le grand avantage de permettre

d'extraire de la glycérine presque pure d'un mélange renfermant une foule de substances étrangères d'une élimination très difficile ; la seule précaution à observer consiste à ne laisser dans la lessive aucune trace de soufre ou de produits sulfurés pouvant se combiner avec l'acide oléique.

Parmi les plans d'installation d'usine, exposés par M. Droux, figurait l'agencement d'un alambic à distiller la glycérine dans le vide, exécuté suivant les données d'un brevet pris par cet ingénieur.

L'appareil comprend :

Un vase distillatoire à parois épaisses, entouré d'une double enveloppe de vapeur surchauffée, et placé sur un fourneau à retour de flammes; un surchauffeur de vapeur, placé côté à côté avec le vase distillatoire, donnant un courant de vapeur surchauffée.

Les vapeurs entraînées par le courant vont se condenser dans une série de cylindres verticaux en cuivre rouge, communiquant entre eux au moyen de tubes recourbés.

A la suite de ces cylindres, dans lesquels la condensation ne s'opère que par le refroidissement de l'air, se trouve un serpentin ordinaire noyé dans l'eau, destiné à condenser les derniers produits utiles, puis un condenseur à injection d'eau froide, analogue aux condenseurs des appareils à cuire des sucreries, et enfin une pompe à air à double effet.

Cette pompe aspire et refoule constamment l'eau injectée dans le condenseur, ainsi que celle provenant de la condensation de la vapeur surchauffée introduite dans la chaudière.

La glycérine condensée dans les cylindres en cuivre ne pourrait en être soumise par simple écoulement; pour pouvoir l'extraire sans rentrer l'air dans l'appareil, les cylindres sont mis en relation par une série de robinets et de tuyaux avec des récepteurs inférieurs dans lesquels vient s'accumuler la glycérine condensée. Environ chaque demi-heure, on interrompt la communication entre les condenseurs et les récepteurs, on laisse rentrer l'air dans ces derniers, d'où l'on extrait la glycérine par simple écoulement.

Le premier cylindre fournit des glycérines toujours moins pures; dans les trois cylindres suivants, on recueille des glycérines d'une densité comprise entre 1,268 et 1,263; dans le cinquième, la densité redescend entre 1,258 et 1,260; dans le sixième et dernier, la densité touche à 1,238, et enfin les produits condensés dans le serpentin noyé dans l'eau ne sont plus que des petites eaux glycérineuses qui rentrent en traitement.

Ces différences de densités s'expliquent par les différences de température régnant dans les condenseurs; c'est ainsi que la condensation s'opère à :

- 160 à 170 degrés, dans le premier condenseur.
- 140 à 150 degrés, dans le second condenseur.
- 125 à 135 degrés, dans le troisième condenseur.

- 115 à 120 degrés, dans le quatrième condenseur.
- 100 à 105 degrés, dans le cinquième condenseur.
- 900 à 95 degrés, dans le sixième condenseur.

Et enfin à la température de l'eau froide (10 à 30 degrés) dans le serpentin réfrigérant.

On comprend que, dans ces conditions, toute la vapeur d'eau comme tous les produits volatils se trouvent aspirés par la pompe à vide, et que la condensation ne fournisse que des produits purs et à haute densité.

En pratique, 100 kilogrammes de lessive désulfurée, concentrée à 36 degrés Baumé, fournissent environ 65 à 70 kilogrammes de glycérine à 30 degrés Baumé, et 100 kilogrammes de glycérine commerciale de stéarinerie à 28 degrés donnent 80 à 85 kilogrammes de glycérine à 30 degrés (densité 1,260) dite *glycérine pour dynamite*. Dans ce dernier cas, il y a, indépendamment des pertes ordinaires, une perte de 9 % correspondant à la différence de densité qui se trouve portée de 28 degrés pour la glycérine brute à 30 degrés pour la glycérine distillée.

Une distillation bien conduite suffit pour donner une glycérine renfermant moins de 1 % d'impuretés.

Cette glycérine convient parfaitement pour la fabrication de la dynamite, mais elle n'est pas assez pure pour les usages de la pharmacie. On lui fait ordinairement subir une seconde distillation et une décoloration au noir animal. Le noir animal doit être soigneusement lavé, c'est-à-dire débarrassé avec le plus grand soin de ses sels de chaux, car, la glycérine-dissolvant rapidement toutes les impuretés du noir, deviendrait bientôt plus impure qu'avant la distillation.

Au lieu de noir d'os, il est préférable de faire usage de noir fabriqué par la calcination du sang.

Actuellement, il n'y a pas un tiers des savonneries qui recueillent leurs vieilles lessives en vue de l'extraction de la glycérine, mais il est à prévoir que ces procédés d'extraction se généraliseront, et que, dans un avenir très prochain, l'industrie trouvera là une source considérable de glycérine.

Déjà les savonneries de Marseille commencent à faire un choix judicieux de leurs lessives, et mettent à part leurs lessives d'empâtages, les seules qui soient riches en glycérine, et qui soient susceptibles d'un traitement véritablement pratique et économique.

M. Droux exposait aussi un appareil, breveté par lui en 1884, destiné à la saponification des corps gras neutres dans les savonneries. Cet appareil comprend une série de cônes métalliques concentriques dans lesquels un courant de vapeur à haute pression aspire la matière grasse neutre, et la projette, mélangée intimement à la vapeur, sur une plaque métallique où elle se trouve divisée à l'infini.

L'ensemble est renfermé dans un vase clos, maintenu sous pression de vapeur

de 10 à 12 kilogrammes, correspondant à la température nécessaire à la séparation de la glycérine.

Dans cet appareil, la saponification des corps gras neutres n'est pas complète, mais la transformation est assez avancée pour que l'extraction de la glycérine des eaux condensées puisse s'opérer avec profit, étant donné d'ailleurs que cette glycérine ne se trouve mélangée avec aucun alcali ou aucun sel, comme dans la saponification ordinaire pour les alcalis, et qu'il suffit d'une simple évaporation pour l'obtenir sous sa forme commerciale.

Le jury a examiné avec beaucoup d'intérêt les appareils et les plans exposés par M. L. Droux; il eût été heureux de pouvoir récompenser ses travaux en lui décernant une médaille d'or.

M. Michel (Alfredo) [Brésil]. Hors concours, membre du jury de la classe 63.

— Cet exposant a présenté trois appareils :

1^o *Autoclaves pour la saponification des corps gras.* — M. Michel s'est proposé de saponifier les corps gras par l'eau seule, sous une pression de 14 kilogrammes; dans ce but, il a réalisé un système composé de deux autoclaves en cuivre rouge, reliés tous deux par une tuyauterie à un récipient non protégé par la maçonnerie, et par conséquent refroidi constamment par l'air ambiant.

Deux tuyaux mettent chacun des autoclaves en relation avec le récipient; l'un part de la partie supérieure et va aboutir au sommet du récipient; l'autre met l'extrémité inférieure du récipient en communication avec le fond de l'autoclave; ce tuyau est par conséquent le plongeur.

Les deux autoclaves sont noyés complètement dans un fourneau en maçonnerie; ils sont chauffés directement par la flamme.

Pour faire fonctionner ces appareils, on les remplit *complètement* d'eau et de corps gras neutres, dans des proportions variables suivant la nature des matières employées, puis on commence le chauffage. La vapeur d'eau s'échappe par le tube supérieur, entraîne des corps gras et se rend dans le récipient supérieur dans lequel elle éprouve une condensation partielle en même temps que la matière grasse se refroidit; ces matières, devenues plus denses, retournent à l'autoclave par le tuyau plongeur, et le même jeu se reproduit pendant tout le temps du chauffage.

Il résulte de cette disposition un brassage énergique des matières en réaction, condition nécessaire pour opérer la saponification.

Cette agitation s'opère sans le secours d'aucun organe mécanique, et sans aucun échappement de vapeur.

Chaque opération porte sur 2500 kilogrammes de corps gras, dure six à sept heures, et consomme 250 kilogrammes de combustible.

Cet appareil est une modification de l'ancien appareil Fouché, qui compre-

naît une petite chaudière, reliée à un grand condenseur, par l'intermédiaire de deux tubes plongeurs.

M. A. Michel a fait le contraire ; il a pris une grande chaudière et un petit condenseur ; de plus, il n'a mis qu'un tube plongeur ; ces conditions sont préférables pour assurer une bonne circulation des liquides.

Le système de saponification de M. Michel fonctionne depuis huit ans à Rio-de-Janeiro, depuis six ans à Buenos-Ayres, et il vient d'être installé à Turin et à Lisbonne. Il présente l'avantage de ne pas nécessiter l'emploi d'un générateur.

2^e Appareil à distiller les acides gras. — Cet alambic se caractérise par les points suivants :

La forme lenticulaire, qui augmente la surface de chauffe et la surface d'évaporation, tout en diminuant le chemin que les vapeurs ont à parcourir avant d'atteindre le col de cygne ;

L'adjonction, à l'extrémité du serpentin, d'une pompe à air qui produit un vide partiel dans l'appareil, vide qui a pour résultat d'abaisser le point d'ébullition des matières grasses ;

L'emploi d'un double fond en fonte, indépendant du corps de l'alambic, et disposé de telle sorte que la vapeur, surchauffée dans un groupe de bouteilles, soit amenée d'abord dans ce double fond, où elle continue à échauffer par contact les parois de l'alambic, en même temps qu'elle récupère de la chaleur par les retours de flammes sur lesquels repose le double fond, puis soit conduite par un double tuyau dans l'intérieur de l'alambic où elle agit par barbotage comme dans les appareils ordinaires.

Ces dispositions, bien étudiées, permettent de chauffer les matières à distiller d'une façon rapide et régulière, d'éviter les coups de feu et leurs conséquences, et d'empêcher la décomposition des corps gras.

3^e Appareil à acidifier. — Il comprend essentiellement une chaudière close, en fonte, de forme ellipsoïdale, munie d'un agitateur à palettes, et pouvant être chauffée par l'intermédiaire d'un double fond. A la partie supérieure de cette chaudière, et communiquant avec elle, se trouve un cylindre en fonte, horizontal, dans l'axe duquel se meut à grande vitesse un agitateur à palettes. Un tube amène les acides gras à traiter au haut d'un diamètre de l'un des fonds du cylindre, tandis que l'acide sulfurique est versé continuellement, en quantité convenable, par une tubulure piquée verticalement sur le tube d'arrivée des corps gras.

Ce dispositif assure un contact intime entre les corps en réaction, condition excellente pour favoriser l'acidification ; les matières mélangées tombent en pluie dans la chaudière où elles sont de nouveau brassées par l'arbre à palettes en même temps qu'elles sont maintenues à la température convenable par la va-

peur circulant dans le double fond. Une vanne inférieure permet de vider l'appareil lorsque l'opération est terminée. Afin de faciliter le départ de l'acide sulfureux formé, dont la présence est nuisible à la réaction, un tuyau terminé par une pomme d'arrosoir lance de l'air sec et comprimé dans le fond de la chaudière ; cet air entraîne mécaniquement l'acide sulfureux et sort de la chaudière par le tube d'aménée des graisses en suivant un chemin inverse du mouvement de ces matières.

Les appareils présentés par M. Michel sont bien étudiés et bien construits ; ils semblent devoir produire de bons résultats ; le jury ne saurait être plus affirmatif à leur égard, car il n'a pu les étudier d'une manière assez complète pour formuler un avis définitif, aucun d'eux ne fonctionnant dans des usines françaises.

M. Morane jeune (grand prix). — Cette maison, dont on a déjà parlé dans la première partie de ce rapport à propos de la machine à fabriquer les cornues à gaz, avait une exposition très complète du matériel de la stéarinerie qui, depuis plus de trente ans, est la principale branche de sa fabrication.

Parmi les objets exposés nous citerons les suivants :

Presses hydrauliques. — Dans ces puissants engins l'ancien cylindre en fonte a été remplacé par un cylindre en fer forgé ou en acier foré ; la disposition des sommiers, des colonnes, ainsi que celle des plaques chauffées a été également modifiée. Ces divers dispositifs appliqués dans des presses à froid et à chaud horizontales ont permis d'augmenter dans une très large mesure le nombre des pains à placer dans l'outil ; les plaques des presses à chaud sont en acier, d'une seule pièce, les conduits sont forés dans la masse et forment serpentin de vapeur.

Les nouvelles presses sont ainsi disposées : un cylindre en acier foré, à faible course, placé au milieu de la longueur de l'outil, dans un sommier principal, se trouve relié, ainsi que la tête du piston, à deux autres sommiers dont l'un est fixe, tandis que l'autre est mobile et roule sur des galets à mesure que le piston du cylindre presseur avance.

Il résulte de cette disposition qu'en faisant mouvoir le piston pour opérer la pression sur le sommier fixe, dans l'un des compartiments de la presse, on opère en même temps la pression dans le deuxième compartiment puisque le piston emmène avec lui le sommier roulant, qui vient opérer sa pression sur le derrière du cylindre formant contre-sommier. La course de ce piston se trouve ainsi réduite de moitié et par suite l'usure du cuir embouti devient moins rapide, le guidage du piston étant assuré par la disposition des colonnes.

La pression s'opère très rapidement ; lorsqu'elle est terminée, deux petits cylindres placés sur les côtés du sommier central, mis en relation avec l'accumulateur actionnant la presse, forcent le piston à rentrer dans son cylindre

lorsque la vidange est ouverte en même temps qu'ils ramènent en arrière le sommier mobile et le remettent dans sa position initiale.

Dans les presses à chaud de ce système, les conduites de vapeur qui encombraient le dessus de l'outil se trouvent reportées au-dessous; elles sont constituées par un seul tuyau qui, grâce à la faible course du piston, peut fournir l'élasticité nécessaire à la manœuvre des plaques.

Les pompes qui actionnent ces presses ont également reçu d'utiles modifications offrant à l'ouvrier la plus grande facilité de visite et d'entretien. Dans l'un des modèles présentés, les pistons, contrairement à ce qui s'est fait jusqu'à présent, sont fixes et portent les clapets, tandis que le corps de pompe, rendu mobile, est actionné directement et se meut sur les deux pistons servant de glissière; on arrive ainsi à donner de très grandes courses, ce qui permet de réduire le nombre des pompes d'une usine tout en obtenant un bon rendement.

Une grande huilerie du Havre, dans laquelle ce système est appliqué, n'a que deux corps de pompe à double action pour alimenter les 80 presses qu'elle possède.

Machine à rogner, polir et marquer les bougies. — La concurrence très grande qui existe dans la fabrication des bougies impose à l'industriel la nécessité de réduire sa main-d'œuvre au minimum; c'est pour répondre à ce besoin que la nouvelle machine a été créée.

Les bougies, placées sur des grands rouleaux, sont dirigées sur deux lignes et d'abord rongées; à cet effet elles viennent en premier lieu se présenter devant deux scies montées sur un parallélogramme dont le mouvement spécial permet à l'ouvrière, par la simple manœuvre d'un volant, de régler les positions suivant la longueur des différentes bougies; ce mouvement fixe en même temps la position des règles de retenue des bougies lorsque celles-ci quittent la scie pour tomber dans la chaîne d' entraînement où elles doivent être polies.

Le tampon polisseur est d'un système nouveau: au lieu de polir successivement chaque partie de la surface des bougies il les recouvre entièrement. Il est animé d'un mouvement rapide de va-et-vient à faible course; la partie frottante est constituée par une toile sans fin, fixée sur des rouleaux qui, à chaque extrémité de la course, tournent sous l'action d'un encliquetage de manière à présenter continuellement une nouvelle partie du linge polisseur.

Cette machine est bien construite, elle pourra rendre de très réels services.

La maison Morane jeune a également exposé quelques types de ses machines créées pour la fabrication du celluloid. Cette nouvelle industrie prend chaque jour une importance plus grande et réclame un outillage puissant et précis.

L'un des appareils présentés est une presse hydraulique verticale destinée à agglomérer les feuilles de celluloid à la sortie des cylindres mélangeurs. La matière à presser est introduite dans un coffre disposé pour être chauffé à l'eau ou à la vapeur; le fond de ce coffre est mobile et à la fin de la pression il peut se

montrer de façon à faire sortir le pain aggloméré sans nécessiter l'ouverture du coffre, ainsi que cela se pratique ordinairement, opération pénible d'où résulte très souvent la rupture des coffres.

En même temps que le pain est poussé hors du coffre, un dispositif hydraulique soulève à une certaine hauteur le sommier supérieur de la presse, ce qui permet de retirer le pain avec la plus grande facilité.

Dans la presse horizontale destinée à mouler le celluloïd sous forme de bâtons de toutes grosseurs, le piston à double effet agit dans un porte-matrice chauffé à la vapeur dans lequel se place la matière à mouler ; différentes filières percées de nombreux trous donnent issue à la pâte ramollie et chassée par le piston. Le changement des filières s'opère très rapidement, grâce à un mouvement de bascule très bien combiné.

Les pains de celluloïd, agglomérés comme il a été dit précédemment, sont le plus souvent débités en lames de diverses épaisseurs ; la machine exposée par M. Morane pour pratiquer cette opération permet d'opérer le tranchage de ces pains et de produire des feuilles aussi minces qu'on le désire (jusqu'à 1/4 de millimètre d'épaisseur). Cette machine comprend un plateau animé d'un mouvement alternatif de va-et-vient à l'aide d'une vis à pas rapide ; c'est sur ce plateau que se fixe le bloc à trancher.

Au-dessus de ce plateau se trouve le couteau trancheur mis en action par un système de leviers et de bielles agissant sur des vis. Un cadran gradué, mis en relation avec le chariot, permet d'assurer la descente très régulière du couteau.

Les plaques de celluloïd ainsi tranchées étant rarement planes, il est nécessaire de les redresser et de leur donner une surface polie ; dans certains cas elles doivent être marbrées. Ce travail s'exécute dans une puissante presse hydraulique pouvant recevoir des plaques en acier de 1^m,560 de long sur 0^m,400 de large. Ces plaques sont creusées, comme celles utilisées par la stéarinerie, et sont chauffées à la vapeur par des tuyaux métalliques disposés à l'arrière de la presse. Elles reposent sur des crémaillères permettant de laisser entre elles les espaces nécessaires au placement des feuilles à presser.

C'est également dans ces presses que se fait le collage du celluloïd sur le linge destiné à faire des cols et des manchettes. On aura une idée de la puissance de ces outils lorsqu'on saura que la pression qui y est développée atteint 1 200 000 kilogrammes.

Enfin l'Exposition comprenait diverses machines aptes à débiter le celluloïd soit en bandes plates pour la fabrication des peignes, soit en cubes de toutes dimensions ; des machines à tailler les dents de peignes, à faire les boutonnières à imiter la piqûre des cols et des manchettes, etc.

Ces divers outils sont bien construits, ils sont estimés non seulement en France, mais aussi à l'étranger ; c'est ainsi que récemment M. Morane a fourni le matériel complet d'une des plus grandes usines de celluloïd de Leipzig.

En 1878, M. Morane jeune avait obtenu un grand prix ; le jury de l'Exposition de 1889 a été heureux de constater que cette maison avait su maintenir le rang élevé qu'elle avait atteint, et il lui a de nouveau décerné sa plus haute récompense.

M. Morane ainé (médaille d'or). — Cette maison est très anciennement et très avantageusement connue pour sa bonne construction du matériel relatif à la fabrication des bougies stéariques. A côté des appareils de la fabrication proprement dits, autoclaves, chaudières à distiller, presses hydrauliques à froid et à

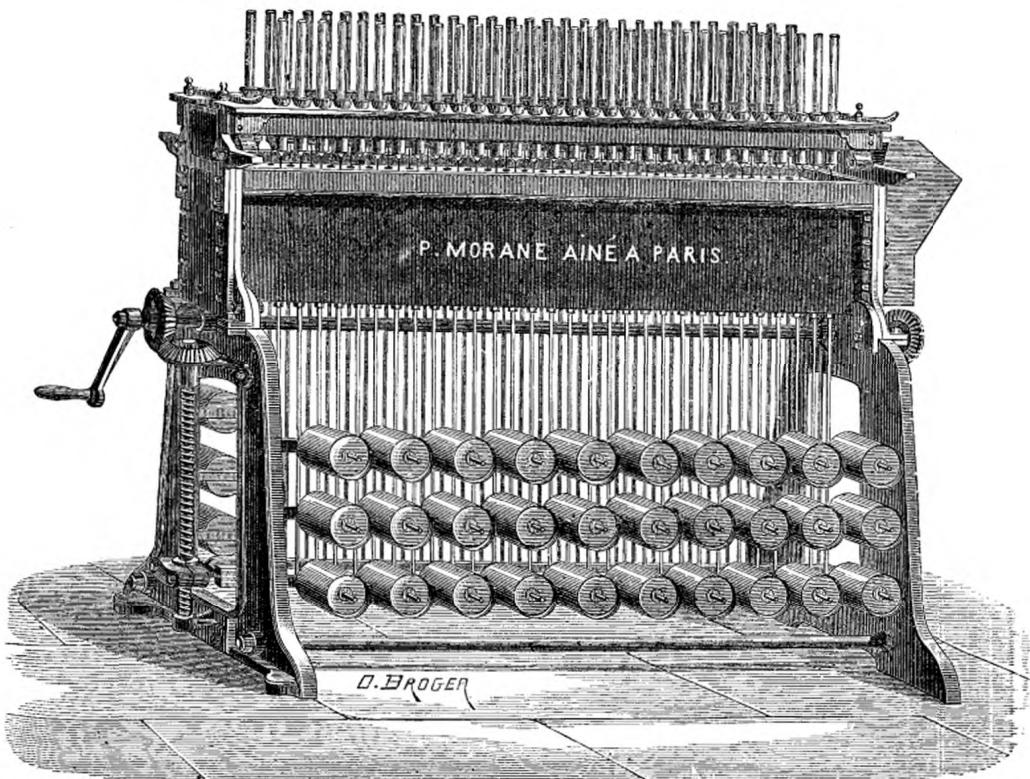


Fig. 1. — Machine à couler de Morane ainé.

chaud, évaporateurs à glycérine, etc., on remarquait une série de machines à couler les bougies qui donnait une idée de la supériorité que cette maison a acquise et a toujours su garder pour cette spécialité qu'elle a créée.

Les machines à couler, à enfilage continu, pour bougies pleines ou pour bou-

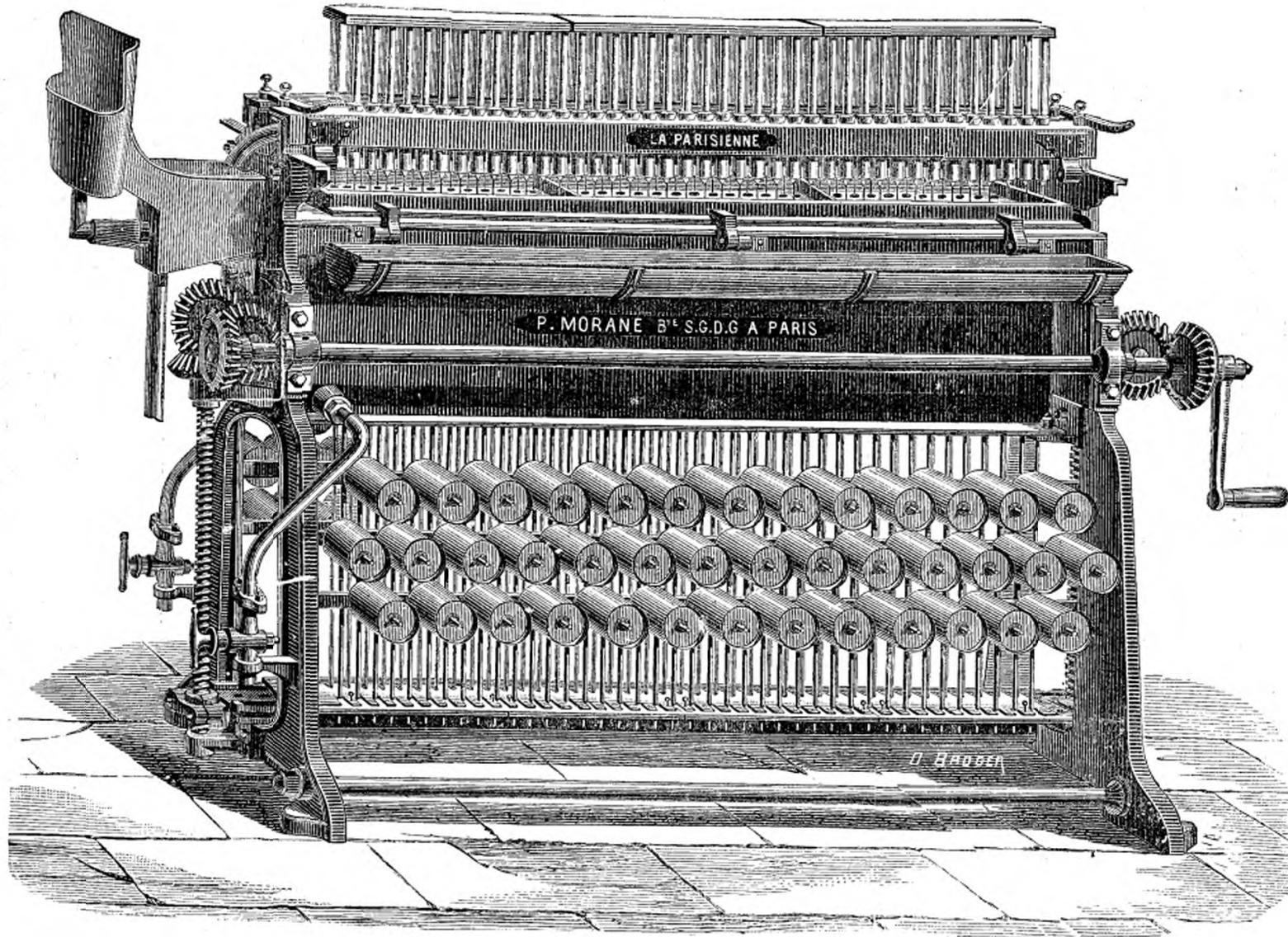


Fig. 2. — Machine à couler la bougie de paraffine de Morane ainé.

gies à trous, sont trop connues pour qu'il soit nécessaire d'en faire la description ; celles exposées ne présentaient pas de caractères réellement nouveaux sur celles ayant figuré à l'Exposition universelle de 1878, elles n'en différaient que par une étude plus complète de certains détails accessoires. Cette remarque n'est pas une critique, c'est au contraire à la constatation d'un fait tout à l'honneur de la maison Morane ainé, puisque c'est la reconnaissance implicite que les types qu'elle a créés étaient si parfaits en 1878 qu'aucune autre machine n'a pu arriver à les supplanter dans cette période décennale.

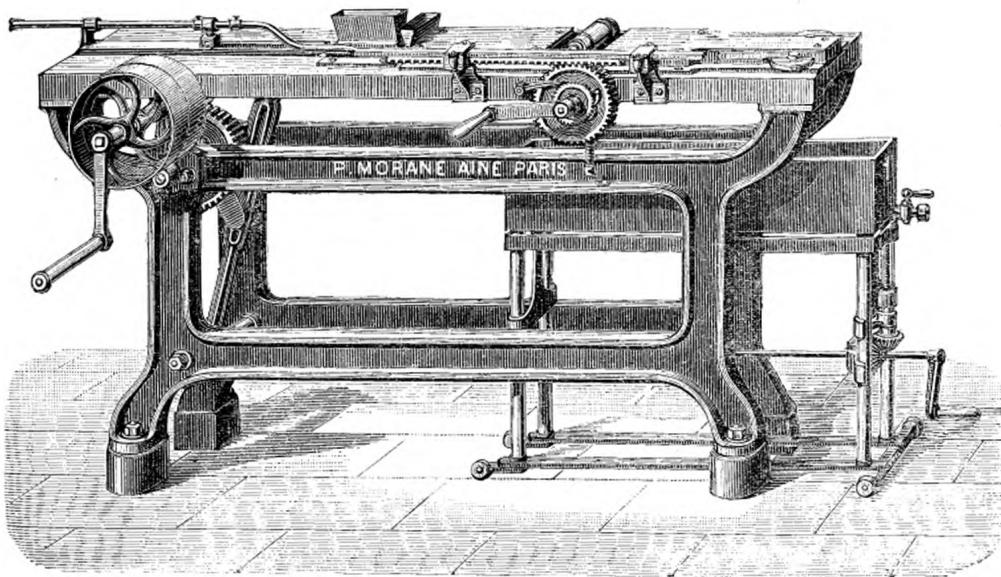


Fig. 3 — Machine de Morane ainé.

La maison exposait aussi une très belle machine à couler les bougies de paraffine et une machine permettant de couler, en toute saison, les chandelles de suif.

Enfin, cette exposition comprenait une machine à fabriquer les étuis à bougies de divers calibres, une machine à fondre les moules de bougies et une très belle collection de moules de diverses formes, cannelés, torses, etc.

MM. Pardailhé-Galabrun frères (médaille d'or). — Ont présenté des machines à couler les bougies pleines ou à trous ainsi que des machines à couler des matières tendres dans lesquelles le décollage de la matière s'opère à l'aide d'un arbre excentré.

Dans certaines de ces machines, le centreur s'écarte pour le démoulage au

lieu de se renverser ; dans d'autres, un dispositif spécial permet de couler des bougies de longueurs variables.

L'exposition comprenait également un beau buffet de pompe à désembrayage automatique avec tige à rotule.

Stéarinerie française (médaille d'or). — La Stéarinerie française, créée depuis l'Exposition universelle de 1878 par la réunion des usines Petit frères, veuve Delapchier et fils et Joret, Chibert, Chancy et Cie, E. Baujard, Besson ainé, avait présenté plusieurs appareils intéressants :

Appareil pour le refroidissement de l'acide oléique. — Les acides gras, provenant des diverses graisses végétales ou animales employées dans l'industrie stéarique, sont des mélanges à proportions variables d'acides solides, stéarique margarine, palmitique, etc., et d'acide oléique liquide.

La séparation de ces produits s'opère, comme l'on sait, par des pressions faites d'abord à la température ordinaire, c'est la pression à froid : puis dans des presses chauffées à la vapeur, c'est la pression à chaud.

L'expérience a démontré que la pression à froid se réalise dans les meilleures conditions possibles lorsque l'acide gras soumis à cette pression est à la température de 18 degrés au minimum. La galette obtenue ne contient plus alors qu'une très faible quantité d'acide oléique, ce qui favorise au plus haut degré l'action de la presse à chaud.

Cette précaution obligatoire à une température relativement élevée a malheureusement pour conséquence de mettre le fabricant en perte, parce que les acides gras solides ont la propriété de se dissoudre dans l'acide oléique et que leur solubilité est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

A 18 degrés, température reconnue indispensable pour une bonne fabrication l'acide oléique dissout 15 % de son poids d'acide stéarique ; or cet acide, perdu pour la fabrication de la bougie, est livré à la savonnerie comme acide oléique, ce qui, eu égard à la différence de prix des deux produits, acide stéarique et acide oléique, constitue une perte minimum de 7 à 8 francs par 100 kilogrammes.

Pour récupérer cet acide stéarique, on a tout d'abord, et pendant de longues années, utilisé le froid naturel des caves, mais la température moyenne de ces milieux étant loin de produire tout l'effet désiré, on s'est adressé aux moyens de réfrigération artificiels et on a eu recours aux machines à glace ; c'est ainsi que les fabriques hollandaises entre autres, favorisées cependant par leur climat, avaient installé des machines frigorifiques qui, dans l'une d'elles, pouvaient produire jusqu'à 5 000 kilogrammes de glace à l'heure.

Ce mode de refroidissement a dû être abandonné à son tour pour trois motifs :

1° Parce que la consommation de glace était hors de proportion avec le résultat obtenu. En effet, la majeure partie du froid produit se perdait au contact de

l'air ambiant constamment réchauffé par l'éclairage artificiel des caves, par la présence d'un nombre assez considérable d'ouvriers, etc. ;

2^e Parce que l'acide oléique refroidi en masse prend un état d'homogénéité qui rend la séparation ultérieure des acides oléique et stéarique presque impossible ;

3^e Parce que la main-d'œuvre était beaucoup trop considérable.

Toutes ces mauvaises conditions résultant de l'application du froid sur l'acide oléique, par rayonnement, ont suggéré à MM. Petit frères l'idée d'appliquer le froid artificiel obtenu par des machines à glace, non plus sur l'acide oléique placé en grandes masses dans des bacs, mais sur cet acide présenté en couches minces renouvelées d'une manière continue.

A cet effet ils ont imaginé un appareil très ingénieux dont voici une description sommaire :

Une roue en fonte, d'un diamètre de 1^m,50 environ et d'une largeur de 0^m,30, présente sur sa jante une crevasse, constituant un espace annulaire dont les deux faces latérales et le cercle de plus petit diamètre sont venus de fonte avec les bras et le moyen, tandis que le cercle extérieur est formé par une feuille épaisse de zinc, convenablement assujettie aux parois de fonte et dont la surface a été soigneusement tournée. L'axe de rotation de cette roue est creux et porte au milieu de sa longueur une cloison qui le divise en deux chambres, communiquant chacune par un tuyau avec l'espace annulaire. Un de ces tuyaux amène dans la roue un courant d'eau refroidie provenant d'une machine à glace, l'autre tuyau sert à évacuer l'eau échauffée par le travail et à la ramener à la machine frigorifique ; deux tubes, passant dans des stuffing-box, permettent l'arrivée et la sortie des liquides pendant le mouvement de la roue.

Une cuvette en zinc, dont le bord inférieur est tangent à la surface extérieure de la roue, sert à alimenter l'appareil ; elle est placée à la partie inférieure de l'appareil. Un cuir convenablement assujetti s'applique contre la roue et s'oppose aux fuites latérales.

Une raclette en acier, légèrement inclinée dans le sens du mouvement de l'appareil, est fixée au bâti et frotte sur la surface extérieure de la roue pendant toute la durée de sa rotation. Cette raclette est également placée à la partie inférieure de la roue, à une très petite distance de la cuvette d'alimentation. Un contrepoids la fait appliquer tout en laissant un jeu suffisant pour éviter l'usure des parties frottantes.

Un bac en tôle, à double fond, refroidi par l'eau sortant de la roue, sert à emmagasiner les acides concrétés.

Le mouvement est communiqué au système par l'intermédiaire d'un pignon engrenant sur des dents venues de fonte sur l'une des joues de la roue ; le sens de la rotation est établi de telle sorte que toutes les parties de la circonférence de la roue se présentent successivement à la cuvette en zinc (en remontant), et

que, par suite, elles passent ultérieurement contre la raclette avant de se présenter de nouveau à la cuvette.

L'appareil est complété par une pompe à piston plongeur mise en relation, d'une part, avec le bac en tôle décrit plus haut et, d'autre part, avec un filtre-presse.

Voici comment cet appareil fonctionne :

La roue étant mise en mouvement, on ouvre le robinet d'alimentation de l'acide oléique de façon à remplir la cuvette en zinc, et on donne accès à l'eau froide ; l'acide oléique se trouvant en contact avec la paroi en zinc refroidie se concrétise immédiatement et forme à la surface de cette paroi une mince couche qui y reste collée et qui se trouve entraînée hors du bain d'acide oléique par suite du mouvement de rotation de l'appareil.

Cette couche, assez molle d'abord, se refroidit de plus en plus, acquiert de la consistance et finalement vient se présenter à la raclette qui la détache et la fait tomber dans le bac inférieur. La périphérie de la roue débarrassée de sa couche d'acide concret se représente de nouveau sous la cuvette d'alimentation où elle se regarnit d'acide oléique à traiter.

Si la température de l'eau envoyée dans la roue a été convenablement déterminée, les acides solides seuls se concrètent et l'acide oléique reste liquide ; de plus, comme le refroidissement s'est opéré d'une manière assez brusque, les acides solides ont pris une forme cristalline éminemment favorable à la pression ultérieure qui doit opérer la séparation des produits.

La pompe puise ce mélange dans le bac et le refoule dans le filtre-presse, l'acide oléique s'écoule, presque complètement privé d'acides solides, tandis que les acides concrétés sont retenus dans les chambres du filtre.

Le jeu de l'appareil étant continu, sa puissance de production est considérable et le refroidissement désiré se trouve acquis avec le minimum de calories négatives nécessaires, la main-d'œuvre étant pour ainsi dire nulle.

Ce procédé de refroidissement par couches minces est susceptible d'être utilisé dans un grand nombre d'industries ; il a été appliqué dans diverses stéarineries de France et de l'étranger, notamment en Hollande, où vingt appareils en service ne consomment ensemble que 300 kilogrammes environ de glace à l'heure, tandis que les mêmes usines consommaient antérieurement plus de 10 000 kilogrammes de glace à l'heure pour produire des résultats extrêmement imparfaits.

Appareil à distiller les acides gras. — Les acides gras obtenus par la saponification sulfurique sont soumis à la distillation dans le but de les décolorer.

Cette distillation s'opère dans de grands alambics, le plus généralement en cuivre, dans lesquels on injecte un courant de vapeur, surchauffée au degré nécessaire pour amener la matière grasse à son point d'ébullition.

Le dernier retour de flamme du foyer surchauffeur de vapeur est utilisé sous la chaudière avant d'être dirigé dans la cheminée.

Dans les appareils ainsi construits la dépense de vapeur est hors de proportion avec la quantité d'acide gras distillé ; de plus, le temps nécessaire pour opérer la distillation étant très long, les acides gras subissent des altérations plus ou moins profondes qui diminuent le rendement.

Pour remédier à cet état de choses, la Stéarinerie française a imaginé un appareil dans lequel la distillation s'opère en provoquant l'ébullition, non plus dans la masse du produit à distiller, mais dans une portion restreinte, et au sein même du corps à distiller. La distillation s'opère, par suite, par petites fractions, comme si l'on faisait usage d'alambics de petites dimensions et l'on évite la complication qui résulterait de l'emploi d'un grand nombre de petits appareils.

Le dispositif très simple auquel on a eu recours comprend essentiellement :

Un tube de forte section placé verticalement dans l'axe de l'alambic et mis en relation à sa partie inférieure avec une coupole dont la concavité regarde le fond de l'alambic.

Ce tube est surmonté à sa partie supérieure d'un chapeau hémisphérique.

La vapeur surchauffée est amenée dans l'appareil par un tube contourné en serpentin, dont l'orifice libre débouche sous la coupole inférieure, dans l'axe du tube vertical.

Ces organes constituent ainsi, au sein de la matière à distiller, une sorte d'appareil évaporatoire, de très petite dimension, constamment alimenté d'acides gras, dans lequel la vapeur s'émulsionne immédiatement avec la matière à distiller et lui abandonne par suite toutes ses calories utiles, pour la porter instantanément à son point d'ébullition.

Les vapeurs mixtes — eau et acide gras — ainsi produites s'élèvent avec rapidité dans le tube central où elles sont protégées contre le refroidissement par la couche d'acides gras dans laquelle tout l'appareil est submergé, et elles viennent déboucher à la partie supérieure du tube avec une grande force.

A ce point, se trouve placé un obstacle en forme de chapeau ou de calotte, contre lequel le jet vient se briser. Par suite de ce choc, les vapeurs se trouvent analysées : les liquides entraînés mécaniquement refluent dans l'alambic, tandis que les vapeurs mixtes, eau et acide gras, se trouvant élevées au droit de la trompe qui relie l'alambic au réfrigérant, s'engagent immédiatement dans le serpentin, sans avoir le temps de subir aucune condensation dans l'appareil.

L'effet étant continu, cette distillation se produit tant qu'il reste du liquide à distiller.

La vapeur ainsi appliquée est tellement bien utilisée que la constitution du liquide mixte condensé dans le serpentin se trouve renversée, c'est-à-dire que contrairement à ce qui se passe d'habitude, la proportion d'acides gras distillés

est beaucoup plus considérable que la quantité d'eau condensée; aussi, au lieu de voir couler un liquide blanchâtre, entraînant des gouttes d'acides gras fondus, on observe que le jet se présente sous la forme d'une masse onctueuse fortement émulsionnée.

Grâce à la rapidité de la distillation (sa durée étant réduite environ à la moitié du temps habituellement exigé), on obtient des acides gras durs, non seulement en plus grande quantité, mais encore d'une très grande blancheur. De plus, la période finale de la distillation (la fin de charge) se trouve réduite au minimum, puisqu'elle ne commence à se manifester que lorsqu'il n'y a plus assez de liquide pour produire le jeu régulier de l'appareil central, c'est-à-dire lorsque la presque totalité du liquide a distillé.

Pince-mèches applicable aux métiers à couler les bougies. — Les divers systèmes dont on fait usage pour la fixation de la mèche dans les moules des machines à couler les bougies ont tous l'inconvénient de ne pas s'assujettir exactement dans l'axe des moules. Il en résulte que, la mèche étant décentrée la combustion se fait sur le côté, ce qui est d'un effet désagréable et fait couler la bougie.

De plus, par suite de la rigidité des organes de la machine, la mèche est souvent coupée par le serrage ou bien elle ne se trouve pas suffisamment maintenue.

Pour parer à ces inconvénients, la stéarinerie française a imaginé un pince-mèche consistant en un cadre fixé horizontalement sur la cuvette porte-moules, au moyen de guides qui évitent tout tâtonnement et rendent sa position invariable.

Des entailles pratiquées sur le pourtour de ce cadre servent à conduire les mèches au moment du démoulage; le fond de ces entailles correspond exactement à l'axe des moules et détermine avec précision la position et par suite le centrage de la mèche.

Une gorge ménagée sur les parois extérieures du cadre est destinée à recevoir les règles de serrage, lesquelles se terminent d'un côté par un levier à crochet, demi-circulaire, et de l'autre par un galet en caoutchouc recouvert de laiton.

Pour procéder au serrage des mèches il suffit, après avoir rapproché les règles des côtés du cadre, de tourner les leviers de façon à enclencher les galets dans des crochets disposés *ad hoc*.

Dans cette opération, les galets en caoutchouc servent d'intermédiaire et permettent de serrer les mèches dans le fond des entailles avec une force suffisante pour en assurer l'immobilité, sans courir le risque de les cisaillement.

MM. Beyer frères (médaille d'or). — La spécialité de cette maison est l'outillage nécessaire à la fabrication des savons de toilette : rabots rotatifs à simple ou à double effet, broyeuses à cylindres en granit, boulonneuses à vis parabolique,

appareils à découper les boudins et les briquettes, presses à main ou à vapeur tamiseurs, concasseurs, chaudières à savon, etc.

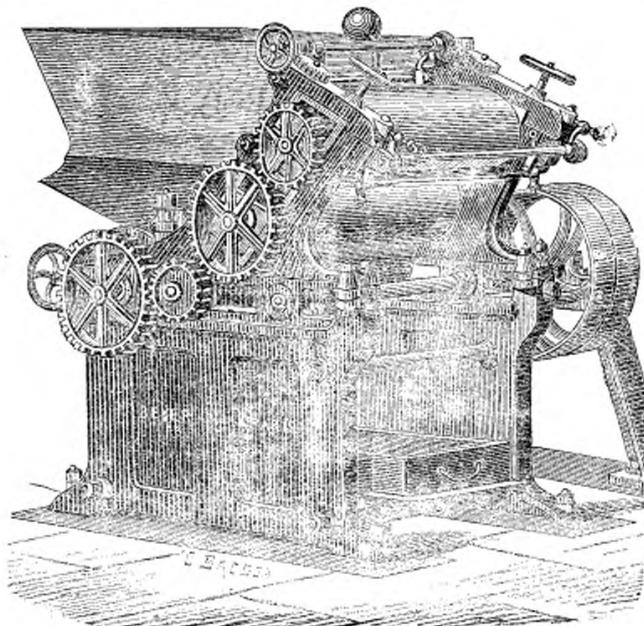


Fig. 4. — Broyeur de Beyer.

On pouvait particulièrement remarquer dans l'exposition de MM. Beyer frères

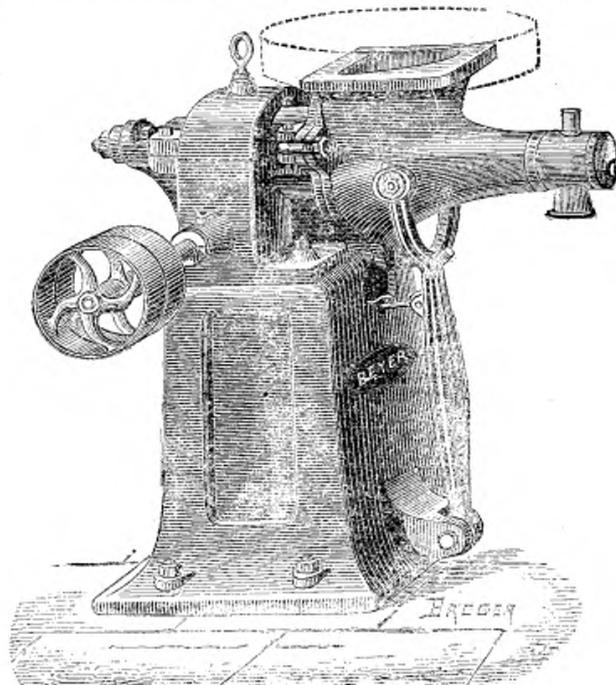


Fig. 5. — Machine de Beyer.

une grande broyeuse, à quatre cylindres en granit, dans laquelle le savon, versé en copeaux puis additionné du parfum convenable, se trouve déversé directe-

ment en rubans minces, dans une boudineuse à vis parabolique, ayant pour fonction de peloter le savon et d'extraire l'air interposé entre les lamelles, d'où il s'échappe en boudins homogènes et parfaitement lisses, lesquels sont recueillis par une ouvrière et coupés ensuite en bondons de la longueur convenable pour être pressés.

Le travail de cette machine ne laisse rien à désirer, son rendement est considérable.

Pour répondre à la grande production de cette machine, les exposants ont construit un modèle de presse à vapeur très bien agencée.

Cette presse est commandée au pied; une très faible pression sur la pédale détermine le coup de presse.

Le piston remonte immédiatement dès que la pression cesse sur la pédale; elle peut être conduite par une femme ou un enfant.

On peut encore citer une machine à agiter les flacons destinée à la parfumerie et à la pharmacie, affectant la forme d'une table sur laquelle les flacons placés horizontalement sont soumis à des secousses énergiques et répétées qui permettent d'opérer en peu de temps des mélanges, des macérations, etc.

La maison Beyer avait obtenu une médaille d'argent en 1867; les progrès qu'elle a accomplis depuis cette époque ont été fort appréciés par le jury qui les a récompensés en lui décernant une médaille d'or.

M. Constantin Zisis (Grèce) (médaille de bronze). A exposé une machine pour fabriquer des bougies à deux mèches; cette machine est à repoussoir, elle offre une grande analogie avec celle du type de A. Morane.

Les mèches de bougies, d'après la manière dont elles sont tressées et apprêtées, se recourbent en brûlant; on doit donc avoir soin de les placer dans la machine de telle manière que, lors de la combustion, la courbure de l'une se produise en sens inverse de celle de l'autre; on étale ainsi la flamme et on assure la régularité du godet.

Une bougie ordinaire brûle environ 10 grammes 5 d'acide stéarique à l'heure tandis que la bougie à 2 mèches brûle à 16 grammes 9. La lumière produite par cette bougie est supérieure, à poids égal d'acide stéarique brûlé, à celle fournie par une bougie à une mèche. La nouvelle bougie pourra donc être employée avec avantage dans tous les cas où l'on désirera produire un éclairage intensif avec un petit nombre de bougies.

Il convient cependant d'ajouter que, dans quelques-unes des bougies qui ont été essayées par le jury, il se produisait à certains moments des vacillements dans la flamme d'un effet peu agréable; cet inconvénient pourra sans doute être corrigé dans une fabrication suivie.

Stéarinerie de l'Est (médaille de bronze). — A exposé deux appareils : *un autoclave et un appareil à distiller les corps gras*.

L'autoclave est disposé pour la saponification par l'eau seule à une pression de 15 kilogrammes ; sa forme est celle d'un autoclave ordinaire de stéarinerie ; à l'intérieur il renferme un mélangeur en bronze composé d'un cylindre ayant à sa partie inférieure un tuyau d'aspiration descendant au fond de l'autoclave et à sa partie supérieure un couvercle traversant une plaque perforée. Au milieu de ce cylindre se trouve un plongeur muni d'un clapet de refoulement et relié à un moteur hydraulique fixé sur le dessus et en dehors de l'autoclave.

Au moyen de ce moteur on imprime un mouvement alternatif rapide de bas en haut au plongeur et on produit dans la masse une agitation très énergique qui amène un contact intime entre l'eau et la matière grasse et facilite la réaction.

La vapeur arrive dans la chambre libre qui se trouve en haut de l'appareil, et non pas par un plongeur ainsi que cela se pratique ordinairement ; cette disposition évite les dangers de retour au générateur.

D'après les renseignements qui ont été fournis au jury, mais qu'il n'a pas été possible de contrôler, la saponification ne laisserait que 1 ou 2 % au maximum de matières neutres et donnerait 10 % de glycérine.

L'appareil à distiller est en cuivre rouge et possède un double fond en fonte destiné à recevoir directement l'action du feu.

La vapeur pénètre dans ce double fond, se surchauffe et est introduite ensuite dans l'alambic par un tube contourné en serpentin.

Le col de cygne de cet alambic est de forte section ; il sert à loger un serpentin en cuivre rouge, à spires rapprochées, disposé horizontalement. Lorsque la première charge introduite dans l'alambic est en distillation régulière, on injecte dans le serpentin des acides gras bruts préalablement chauffés qui, se trouvant noyés dans la vapeur des produits sortant de l'appareil, empruntent à cette vapeur une partie de sa chaleur et se trouvent instantanément portés à une température voisine de leur point de distillation. Ils tombent à cet état dans l'alambic où ils arrivent dans les meilleures conditions possibles pour subir une distillation rapide.

Grâce à cette ingénieuse disposition on peut distiller à marche continue, éviter les commencements et les fins de charge, toujours plus ou moins colorés, et réduire notablement la quantité de goudron produite. (La Stéarinerie exposante déclare ne faire que 1/2 % de goudron).

Le modèle exposé est de la grandeur adoptée dans l'usine de Dijon ; il permet de distiller 5000 kilogrammes d'acides gras par vingt-quatre heures, avec une charge initiale de 1 800 kilogrammes.

A la fin de la distillation, il reste dans l'alambic 250 à 300 kilogrammes de goudron qui sont vidés, acidifiés, puis redistillés à part.

M. Hugues (médaille de bronze). — *Appareil thermodynamique pour la*

saponification aqueuse des corps gras. — Dans ces autoclaves, la matière à saponifier est tenue en agitation constante par un courant de vapeur à haute pression qui, après avoir traversé, chauffé, agité et mélangé les matières, s'échappe au sommet de l'appareil par un tuyau en spirale plongé dans un bac contenant des eaux glycériques à évaporer. La condensation qui se produit dans ce serpentin est évacuée par un clapet régulateur.

Les eaux glycériques de l'usine se trouvent ainsi évaporées sans frais par la vapeur perdue, en même temps que se produit dans l'autoclave un brassage énergique qui favorise la réaction.

L'appareil fonctionne à 15 kilogrammes, l'opération dure huit heures, chargement compris, et la saponification se fait à 2 ou 2 1/2 % près.

Des organes de précision, détendeur et régulateur de pression, sont placés sur la conduite de vapeur reliant l'autoclave au générateur, lequel est alimenté automatiquement.

Les acides gras au sortir de cet autoclave sont peu colorés et aptes à être envoyés directement soit aux presses, soit à la distillation.

Dans le premier cas, les quelques centièmes de matière neutre non saponifiés s'écoulent avec l'acide oléique et sont repris, après refroidissement et filtrage de celui-ci, pour repasser à l'autoclave, mélangés avec des matières neuves.

Dans le second cas, après la distillation des 95 % de leur masse, les matières formant le résidu de la distillation sont reprises par 2 % d'acide sulfurique, puis soumises à leur tour à la distillation.

L'appareil Hugues ne présente aucun caractère de nouveauté, mais tous les détails en sont bien étudiés et sa construction est irréprochable. Il est employé depuis 1883 à la Manufacture de bougies de l'Étoile où il fonctionne avec régularité.

LE MATERIEL DE LA PHARMACIE

à l'Exposition Universelle de 1889

PAR

Ch. BARDY

L'exposition relative au matériel de la pharmacie comprenait un nombre assez restreint d'exposants et présentait peu d'appareils nouveaux; il n'en faut pas moins constater que cette branche de l'industrie chimique présente actuellement un haut degré de perfection et que non seulement elle est à la hauteur des derniers progrès scientifiques, mais encore qu'elle concourt pour une large part au développement de l'exportation des produits pharmaceutiques français si justement estimés dans le monde entier.

Parmi les produits exposés, il convient de citer ceux présentés par les maisons suivantes:

MM. Capgrand-Mothes et C^{ie}, successeurs de MM. Mothes-Lamouroux et C^{ie}, dont les produits sont connus et appréciés depuis si longtemps sous le nom de *capsules Mothes*, se présentaient pour la première fois en France dans une exposition.

Aucune maison n'était plus autorisée qu'elle à montrer l'outillage général et parfait de la fabrication des capsules gélatineuses.

Tous les appareils exposés formaient en quelque sorte la monographie de cette industrie que M. Mothes a créée.

L'un de ces appareils, d'invention récente, et encore sous le bénéfice d'un brevet, mérite une mention spéciale pour les services qu'il peut rendre quotidiennement en pharmacie.

Les praticiens connaissent toutes les difficultés qui se présentent lorsqu'il faut loger des poudres difficiles à prendre ou des mélanges de poudre et de substances liquides de grande valeur thérapeutique (cubèbe et copahu) dans des capsules gélatineuses.

Cette manipulation est tellement difficile qu'elle est généralement éludée par les pharmaciens.

L'encapsuleur inventé par MM. Capgrand-Mothes évite ces difficultés: il se compose d'une boîte en bois formée par trois compartiments ajustés les uns sur les autres à frottement dur.

Le compartiment supérieur porte au milieu de sa hauteur une plaque percée d'un grand nombre de trous dans chacun desquels s'ajuste un petit tube en laiton de 0^m,01 de longueur et du diamètre de l'orifice des capsules à remplir.

Le compartiment intermédiaire est constitué par une plaque épaisse en laiton séparée de la plaque tubulaire par un espace de quelques millimètres.

Cette plaque est percée de trous fraisés qui, lors de la juxtaposition des deux parties, viennent se placer concentriquement aux tubes métalliques; elle est destinée à maintenir la position des capsules lors de l'emplissage et à permettre d'opérer leur fermeture.

Le compartiment inférieur est une sorte de couvercle renversé portant un matelas de liège et d'ouate faisant ressort et appliquant toutes les capsules sur la plaque perforée.

Pour faire usage de l'appareil il suffit de placer dans chacun des trous de la plaque perforée une capsule gélatineuse, de mettre le couvercle inférieur, de relever l'appareil, puis d'y placer la plaque tubulaire: chaque tube de cette dernière pénètre ainsi de quelques millimètres dans les capsules pour lesquelles il forme une sorte d'entonnoir.

On introduit alors dans l'espace libre laissé au-dessus des tubes la poudre médicamenteuse que l'on désire encapsuler, puis, à l'aide d'un mouvement de tamisage, on la fait descendre dans les capsules.

Lorsque celles-ci sont remplies, on enlève la plaque tubulaire et toutes les capsules maintenues par le disque perforé présentent sur un même plan leurs orifices ouverts. On peut alors procéder à la fermeture des capsules par le procédé connu.

L'opération de remplissage s'opère avec une extrême rapidité et la répartition dans les capsules est très régulière.

Placé hors concours en sa qualité de membre du jury de la classe 51 M. Capgrand-Mothes a perdu le bénéfice de la récompense qui aurait pu lui être attribuée, mais le jury a estimé qu'il y avait lieu de faire une mention toute spéciale pour les objets exposés par la maison dont il est le chef et en particulier pour l'encapsuleur de poudres sèches qui peut rendre des réels services à la pharmacie pratique.

M. Billaut, à Paris. Membre expert du jury. Hors concours. — Le chlorure de méthyle, que l'industrie produit actuellement à bas prix dans un très grand état de pureté, grâce aux remarquables travaux de M. C. Vincent, a été dans ces dernières années, appliqué avec beaucoup de succès dans la thérapeutique.

Sous le nom de *stypage*, M. le Dr Bailly, de Chambly (Oise), a utilisé le

chlorure de méthyle à la guérison des affections névralgiques et rhumatismales et en a préconisé l'emploi comme anesthésique dans certaines opérations qui se pratiquent avec l'aiguille, la lancette, le trocart, le thermocautère, etc., ainsi que dans quelques opérations dermatologiques.

Le stypage est une méthode de réfrigération locale qui repose sur l'évaporation rapide du chlorure de méthyle emmagasiné à l'état liquide, dans un corps spongieux.

La mise en pratique de cette méthode réclame l'emploi d'instruments spéciaux qui ont été exposés par M. Billaut. Un nécessaire en bois renferme sous un petit volume les éléments nécessaires à ces opérations; il comprend un récipient à chlorure de méthyle liquide, des tampons spongieux, récepteurs du liquide frigorifique, des pinces isolantes (stypes), destinées au maniement des tampons et un thermo-isolateur.

La pièce la plus intéressante est le récipient à chlorure de méthyle.

C'est un petit cylindre en bronze, d'une contenance de 125 centimètres environ, portant à sa partie supérieure trois appendices :

Un robinet à molette *a*, un ajutage *b* et une vis *c*, servant au remplissage.

Ce petit réservoir, d'un poids très faible, peut être facilement manié à la main, il contient une quantité de chlorure de méthyle suffisante pour plusieurs opérations; lorsqu'il est vide, on peut le charger facilement soi-même au moyen d'un récipient plus gros servant de réserve.

Ces récipients de réserve renferment de 1 à 4 kilogrammes de chlorure de méthyle.

Pour remplir le petit siphon, il faut d'abord le relier avec la réserve par un ajutage double, puis, à l'aide d'un tournevis, on desserre d'un demi-tour la vis *c* puis la molette *a* de deux tours et, enfin, la molette *A* du gros vase, de la même quantité. On entend aussitôt l'air s'échapper en sifflant par le trou latéral de la vis *c*, en même temps que le chlorure de méthyle se précipite dans le petit siphon et le remplit. Lorsqu'il est suffisamment plein, ce que l'on reconnaît au brouillard qui s'échappe par le trou de la vis *c*, on ferme cette vis, puis la molette *A* du grand vase et, enfin, celle du petit vase.

On dévisse alors l'ajutage double qui relie les deux récipients et on revisse l'ajutage *b* sur le petit siphon. Cet ajutage est destiné à faire jaillir le chlorure de méthyle dans le thermo-isolateur.

Cet appareil est un récipient en verre formé de deux tubes concentriques, bouchés à l'une de leurs extrémités, dans l'intervalle desquels a été fait le vide sec, ces deux tubes étant soudés l'un et l'autre à leur extrémité ouverte.

Le tube intérieur sert à recevoir le chlorure de méthyle qui se trouve isolé de la chaleur extérieure par le vide sec; cette condition lui permet de demeurer à l'état liquide sans entraîner, sur le tube extérieur, la précipitation de la vapeur

d'eau de l'air ambiant, précipitation qui, sur un tube ordinaire simple, se fait à l'état de neige et forme une cause énergique de réchauffement.

On peut ainsi conserver pendant plusieurs heures, en vue d'opérations multiples, le chlorure de méthyle, ou tout autre gaz liquéfié, devenu aussi maniable qu'un liquide fixe.

Les stypes sont des pinces en bois dont une des branches est formée par une palette pleine et l'autre par une palette évidée à travers laquelle on fait passer les tampons de coton.

Des pinces plus petites, sans palettes, à mors droits, servent pour les petits tampons.

Les tampons, de diverses formes et de diverses grosseurs, sont formés d'ouate au centre, de bourre de soie à la périphérie, et l'ensemble est recouvert de gaze de soie.

Ainsi construits, ils s'imprègnent facilement de chlorure de méthyle, en permettent aisément l'expression et donnent le moyen d'obtenir l'abaissement de température le plus rapide (quelques secondes), le plus considérable (— 55 degrés à — 60 degrés), le plus prolongé (à l'air libre, 45 à 60 minutes).

Le chlorure de méthyle liquide s'emploie aussi en thérapeutique sous forme de jet ; les siphons qui viennent d'être décrits se prêtent remarquablement bien à cet usage ; il suffit de leur adapter un pulvérisateur.

On sait que, lorsque le chlorure de méthyle jaillit par un orifice, le bord de cet orifice se refroidit énergiquement et l'humidité de l'air s'y condense instantanément en l'oblitérant plus ou moins et en déformant le jet.

Le pulvérisateur, exposé sous le nom de *pulvérisateur réglable à aiguille* permet de combattre, d'une manière absolue, cet inconvénient. Il suffit, en effet de déplacer d'une façon presque insensible l'aiguille en manœuvrant la molette du pulvérisateur, pour annihiler l'effet de la glace produite et pour rétablir ce que l'opérateur désire obtenir.

Les divers siphons énumérés ci-dessus ainsi que le pulvérisateur ont été construits sur les données calculées par M. Vincent, les siphons sont essayés avant leur livraison à une pression six fois plus considérable que celles qu'ils doivent supporter du chlorure de méthyle dans les conditions ordinaires.

L'exécution soignée de ces appareils permet de conserver presque indéfiniment et sans perte le chlorure de méthyle.

M. Égrot. Membre du jury. Hors concours. — La maison Egrot, outre les appareils distillatoires qui ont fait sa réputation, construit des appareils de distillation simples ainsi que tout le petit matériel en fer et en cuivre pour les fabriques de liqueurs, de parfumerie, de produits pharmaceutiques, de conserves alimentaires, etc.

La construction extrêmement soignée de tous les appareils de cette maison

est bien connue et appréciée ; si le jury avait eu à la comprendre parmi ses lauréats il lui aurait décerné une médaille d'or.

M. E. Brehier (médaille d'argent). -- Matériel en cuivre pour la parfumerie et la pharmacie, offrant des dispositions nouvelles bien étudiées. On peut particulièrement citer parmi les objets un petit appareil à cuire et à distiller dans le vide, dans lequel la température peut être facilement entretenue constante et aussi basse que possible.

Cette maison a fait ses preuves ; elle est très avantageusement connue.

A citer encore : les machines à fabriquer les pastilles de Jules Derriey ; l'appareil ingénieux de Théodore Debruge pour la confection des pilules ; les piluliers et les pastilleurs de H. Nègre et C^{ie} ; les cacheteurs de Limousin, de Chapiereau, etc. ; les flacons compte-gouttes posimétriques de Jeannin ; les appareils à préparer les pommades et à pulvériser et mélanger les poudres de N. Palau et C^{ie} ; le système de bouchage hermétique de E. Fournier ; ainsi que les appareils en verre et en porcelaine fabriqués par MM. Bredeville et Paturel et par la maison Millerio. Cette dernière maison mérite une mention toute spéciale pour les efforts qu'elle a tentés en vue de fabriquer en France la verrerie mince analogue à la verrerie de Bohême ; les spécimens qu'elle avait exposés laissent espérer que dans un avenir peut-être peu éloigné les laboratoires ne seront plus tributaires de l'Allemagne pour la fourniture de ces objets spéciaux qui rendent de si utiles services.

TABLE DES MATIÈRES

11^e Partie. — Tome II

INDUSTRIES CHIMIQUES

L'Industrie du Gaz à l'Exposition universelle de 1889 PAR M. AUGUSTE LÉVY.

Avant-propos	3
------------------------	---

CHAPITRE PREMIER.

<i>Fabrication du gaz.</i>	6
Fours à cornues inclinées de M. (Coze)	7
Description	7
Condensateur Pelouze et Auduin	11
Description	11
Machines à faire les cornues mécaniquement de M. Morane jeune	13
Données générales	14
Machines à dresser les tampons de cornues par la Compagnie parisienne du gaz	15
Description	16
Laveur condensateur Chevalet	18
Données générales	18
Scrubber Chevalet	20
Description	20
Produits réfractaires	22
Classe 20	22
Classe 48	22
Classe 51	23
Appareils de M. Lencauchez	24
Four de Saint-Étienne	27
Pyroscopes et lunettes pyrométriques	28
Description	29

CHAPITRE II

<i>Canalisations.</i>	33
Données générales	33
Diagrammes de fuite	38

	Pages
Conduites montantes	42
Diagramme	44
Statistique de Paris.	47
Compteurs	49
Compteurs de fabrication	49
Dispositifs	50
Compteurs d'abonnés	53
Données générales	54
Régulateurs de pression.	55
Régulateurs d'émission	56
Données générales	57
Régulateurs d'abonnés.	60
Description	61
Régulateur Wenham	62
Rhéomètres.	63
Données générales	64
Type de régulateurs.	65
Régulateurs de courant.	69
Données générales	69

CHAPITRE III

<i>Éclairage</i>	72
Considérations générales	72
Bec à récupération	73
Bec Siemens	75
Bec parisien (ancienbec Schulke)	77
Description	77
Bec l'Industriel	80
Description	80
Bec Delmas.	82
Description	82
Bec Guibout-Giroud	84
Description	84
Lampe Cromartie (ancienne).	86
Lampe Cromartie (nouvelle)	87
Lampe Wenham	88
Description	89
Lampe Grégoire et Godde.	92
Lampe Sée	93
Lampe Ezmos	94
Lampe Danischewsky (ancienne)	95
Lampe Danischewsky (nouvelle)	96
Lampe Lebrun-Deselle	97
Inverseurs-récupérateurs.	98
Lampe Gaso-multiplex	100
Bec Sellon	104

TABLE DES MATIÈRES

295

	Pages
Bec Clamond	104
Bec Auer.	105
Bec d'Albo-Carbon	105
Grands bazars parisiens du Havre	106
Grands bazars de Limoges	107
 CHAPITRE IV	
<i>Ventilation.</i>	107
Données générales	108
Bougie.	110
Huile de colza	110
Gaz d'éclairage.	110
Détails sur les sun-burners	114
Graphiques de température	118
» »	119
Éclairage ancien	122
Éclairage actuel	122
Allumage des lampes	123
Intensité lumineuse	124
Ventilation	124
Réseau ou canalisation générale	125
Entrée de l'air frais	126
Aspect général de l'installation.	127
Résultats au point de vue de la température et de la ventilation	128
Température	128
Rayonnement direct des lampes à gaz	129
Ventilation	130
Volume d'air	130
Distances du thermomètre aux flammes du lustre	131
Détail des expériences	131
Effet utile du gaz supposé employé à la ventilation	132
Composition de l'air	133
Éclairage du bureau de la rue Condorcet	136
<i>Ventilation nouvelle</i>	138
École Monge	138
Ventilation	140
Éclairage.	142
Ventilation	144
Température	144
Ventilation d'une salle de chirurgie, 4, rue Jean-Goujon	145
Conclusion	148
 CHAPITRE V.	
<i>Analyse du gaz d'éclairage</i>	151
Données générales	151

	Pages
Appareil de M. Chevalet pour filtrer l'acide carbonique dans le gaz d'éclairage.	152
Vérificateur du pouvoir éclairant et de la densité du gaz de M. Giroud.	154
Dispositif de chronographe électrique de M Gustave Lefebvre.	157

CHAPITRE VI.

<i>Photométrie</i>	159
Photomètre de Foucault	159
Tableau des dépenses par Carcel des divers becs à récupération.	163
Photomètre de M. Mascart	164
Tableau des expériences	165
Expériences de M. de Nerville	166
Résultats obtenus par le photomètre Mascart.	168
Diagrammes	169
Résultats obtenus par le photomètre Weber	170

CHAPITRE VII.

<i>Chaudrage</i>	171
Considérations générales	171
Maison André et C ^{ie} de Lyon.	172
Foyer moderne de M. Gambier, construit par la maison Bizot et Akar	174
Calorifère de la maison Delafollie-Bastide, Castoul et C ^{ie}	175
Calorifère hygiénique de la maison Bengel frères	175
Ateliers de la Compagnie parisienne du gaz, 319, avenue de Paris, à Saint-Denis	176
Foyers à boules, ordinaires	176
Calorifères à boules, ordinaires.	177
Calorifères Tambour.	178
Foyers rayonnants	179
Maison Chabrier jeune et C ^{ie}	186
Maison Deselle.	186
Foyer Wybauw, de la maison Liotard	187
Calorifère l'Incandescent, de la maison Leclercq-Fonteneau	188
Maison Mortimer-Sterling.	190
Maison Piot (ancienne maison Legrand)	191
Poèles et cheminée de la maison Martini fils	192
M. Poinçon-Duval	192
M. Potain.	192
M. Prunier.	192
Maison Wagner	194
Maison Viillard	195
Calorifère Leeds	197
Maison Chas Wilson et fils, de Londres	198
Maison J. Wright, de Birmingham.	202

TABLE DES MATIÈRES

297

	Pages
<i>Cuisine au gaz</i>	204
Préliminaires	204
Menus exécutés avec un petit fourneau portatif	205
Brûleurs à gaz.	208
Cuisinière de la maison André et Cie, de Lyon	210
Réchauds à champignons de la maison Bengel	210
Appareils de la maison Bugnod et Garnier, de Lyon	211
Fourneaux de cuisine des ateliers de la Compagnie parisienne du gaz.	211
Tableau des dimensions	213
Cuisinière universelle de la maison Chabrier jeune	216
Réchauds, fourneaux, poissonniers, construits par les usines du Familistère de Guise	218
Maison Frappart	218
» Leclercq-Fonteneau	219
Appareils de cuisine de la maison Legrand	222
Fourneau de cuisine <i>le Rapide</i> de la maison Martin	223
Maison Octrue (Frankin et Gérard, successeurs).	224
" Picotin	224
" Pinçon-Duval	224
" Liotard	225
" Viellard	227
Compagnie Parisienne	228
Fourneau Viellard, deux feux, trois alimentations	229
Maison Viville.	230
" Chas Wilson et fils de Londres	231
Appareils de la maison Thos Fletcher et Cie, de Londres	233
Maison John Wright, de Birmingham	234

CHAPITRE VIII

<i>Usages domestiques du gaz</i>	235
Thermo-siphon de la maison Chabrier jeune	235
Chauffe-bains	236
" de la maison Leclercq-Fonteneau	238
" " Mortimer-Sterling	240
" " Piet.	241
" " Viellard	242
" " Thos Fletcher	242
Bouillottes de la maison Robin et Knobloch.	243
Bouilloires rapides de la maison Chas Wilson et fils, de Londres.	244
Chauffe-bains « Lighting-Geyser », maison Porcher	244
" Doulton	244
Torréfacteurs	246
Appareils de chauffage des fers à repasser	247

CHAPITRE IX.

	Pages
<i>Emplois industriels du gaz</i>	218
Repassuseuse-liseuse mécanique	248
Nouvelle machine sécheuse-repassuse	249
Machine à griller les tissus	249
Maison Schaible	251
» Hachée	251
» Tretel	251
» Biber	251
Chaudière Thwaise	253
Maison Wiesnegg	253
Régulateur Schlöesing	257
Régulateur Roux	259

CHAPITRE X.

<i>Sous-produits</i>	261
Houille	261
Coke	264
Foyers de la maison Godillot	265
Casse-coke	268
Eléments contenus dans le goudron de houille	269
Hydrocarbures	269
Corps oxygénés	269
Corps sulfurés	269
Corps azotés	270
Schéma de la distillation du goudron de houille	271
Deshydratation	271
Distillation	272
Liste des produits contenus dans la vitrine de la Bibliothèque du Pavillon du gaz	273
Ammoniaque	274
Carburation du gaz et de l'air	275
Carburateur	276
Carburateur système F.-F. Lothammer	277

CHAPITRE XI.

<i>Pavillon du Gaz</i>	278
Description du pavillon	279
Pavillon du Gaz. — Coupe longitudinale	280
» « Rez-de-chaussée	282
» « Premier étage	282
Corniche des plafonds	283
Rosaces lumineuses à ventilation de la maison Wenham	285
Coupe verticale de la salle des fêtes	286
Salle des bains	289
Cuisine	290
Erratum de la page 105	292
Becs Auer	292

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

	Pages		Pages
Akar.....	174	Aduin.....	11
André.....	172-210	Auer.....	105 292

B

Bastide.....	175	Bizot	164
Bengel	175-210	Bugnod.....	211
Biber.....	251		

C

Castoul.....	175	Clamond	104
Chabrier.....	187-216-235	Coze.....	7
Chevalet.....	18-20-152	Cromartie	86

D

Danischewsky	95	Deselle.....	97-186
Delafollie	175	Doulton.....	244
Delmas	82		

E

Ezmos.....	94
------------	----

F

Fletcher.....	233-242	Frappart.....	218
Foucault	159		

G

Gambier.....	174	Godillot.....	265
Garnier	211	Grégoire et Godde.....	92
Gasó	100	Guibout-Giroud	84-154

H

Hachée.....	251
-------------	-----

K

Knobloch	243
----------------	-----

L

	Pages		Pages
Lebrun	97	Lencauchez.	24
Leclercq-Fonteneau	188-219-238	Lévy (Aug.)	3
Leeds	197	Liotard.	187-225
Lefebre	157	Lothammer.	277
Legrand.	222		

M

Martin.	192-223	Morane	43
Mascart	164-168	Mortimer-Sterling.	190-240

N

Nerville (de)	166
-------------------------	-----

O

Octrue.	224
-----------------	-----

P

Pelouze.	41	Piot.	491
Picotin.	224	Porcher.	244
Piet.	241	Potain.	192
Pinçon-Duval.	192-224	Prunier.	192

R

Robin.	243	Roux.	259
----------------	-----	---------------	-----

S

Schaeblé.	251	Sée.	93
Schlösing.	257	Sellon.	104
Schulke.	77	Siemens.	75

T

Thwaise.	253	Trétel.	251
------------------	-----	-----------------	-----

V

Viellard.	195-227-242	Viville.	230
-------------------	-------------	------------------	-----

W

Wagner.	194	Wilson.	198-231-244
Weber.	170	Wright.	202-234
Wenham.	62-88-285	Wybauw.	187
Wiesnegg.	253		

TABLE DES MATIÈRES

11^e Partie.

INDUSTRIES CHIMIQUES

L'Industrie du pétrole à l'Exposition universelle Par M. Ch. BARDY.

	Pages
Préliminaires	293
Exposition de M. Deutsch	294
<i>Vues panoramiques</i>	295
<i>Géologie et géographie du pétrole</i>	297
<i>Exploitation des gisements</i>	298
États-Unis. — Matériel de sondage des puits	300
Matériel fixe	300
Outils de forage	301
<i>Forage des puits</i>	304
Sondage à la corde	304
Tubage	304
Installation de la tige de sonde	304
Travail de la tige de sonde	305
Remontée de la tige de sonde	305
Curage du puits	306
Prix d'un forage	307
Torpillage des puits	307
Dispositions générales d'un puits en service	309
Submersion d'un puits	310
Bouchage des puits	311
<i>Extraction du pétrole au Caucase</i>	311
Tarière à piston pour le forage dans les sables mouvants. — Ta- rière pour l'extraction des pierres	311
Appareil pour extraire les tiges. — Cloche pour les tiges rondes.	312
Coupe-tuyaux	312

	Pages
Derrick russe	313
Kalpak pour puits jaillissants	314
<i>Statistique de production.</i>	315
Production du pétrole brut aux États-Unis.	315
» » » (naphte) au Caucase	316
<i>Matériel de transport</i>	316
Pipes-lines	316
Wagons-citernes	318
Matériel d'exportation	319
» de navigation fluviale	320
Voitures-citernes	320
<i>Raffinage du pétrole</i>	320
France, Espagne, Autriche-Hongrie, Russie, États-Unis	321
Matériel des raffineries.	322
Fabrication	323
Chaudière de première distillation	324
Blak-pots pour la distillation des produits goudronneux	325
Agitateurs	326
Agitateurs à air comprimé	326
» » pour le traitement chimique des huiles de pétrole.	327
Appareils annexes des agitateurs	328
Pompes	328
<i>Sous-produits du raffinage du pétrole</i>	329
Vaseline	329
Industrie des huiles minérales	330
Etablissements de MM. Deutsch, en France et à l'étranger.	330
<i>Appareils d'essais</i>	330
Analyse du pétrole brut	330
Mesure des températures.	331
» de la densité	331
» du point d'inflammabilité	331
» de la coloration	332
» du point de fusion des hydrocarbures solides.	332
» de la viscosité. — Viscosimètres	332
» photométriques.	332
Emballages.	333
Manutention des barils.	333
<i>Applications du pétrole</i>	334
Carburateurs	334
» Lothamer.	334
» Jaunez.	335
MM. Jourd et Dubois	335
Production de la force motrice	335
Lucigènes	336
» de M. L. Roff's	336
» de MM. Rouart frères	337

	Pages
<i>Industrie des huiles végétales</i>	339
Considérations générales	339
Industrie des huiles végétales d'éclairage. — Établissements de MM. les fils de A. Deutsch	341-342

La Distillation à l'Exposition universelle de 1889
par M. E. BOIRE.

<i>Matériel et procédés de l'industrie de l'alcool.</i>	343
Préliminaires	343
Matériel pour la fabrication de l'alcool et des rhums	345
Exposition Savalle fils et Cie	346
Colonne à distiller et rectificateur continu Fontaine	349
Exposition Egrot	351
Appareil à distillation continue	352
Disposition intérieure des plateaux	353
Alambic brûleur à bascule	354
Matériel pour la cuisson des grains de MM. Warein et Defrance .	356
Saccharificateur Warein et Defrance	357
Appareil Collette	358
Epuration des flegmes	361
Appareil pour mesurer la puissance des levures	363
Traitement des résidus de la distillation	363
Dessiccateur Boulet et Donard	365
Appareil à déplacement	366
» pour régulariser la distribution et la pression de la va- peur dans les appareils à distiller	368
Régulateur de pression, système Legat	368
» pour distillerie de M. Legat	369
Exposition Egrot. — Laboratoire complet pour la fabrication des liqueurs	370
Joint hydrauliques des appareils Deroy	371
Appareils à distiller dans le vide Deroy	372
Alambic brûleur Deroy	373
» » à lentille Deroy	373
» à lentilles avec chauffe-vin Deroy	374

La Tannerie à l'Exposition universelle de 1889
par M. CH. Bardy.

Considérations générales	377
Machine à travailler les cuirs en corroierie de M. G. Baruelle .	378
» à rebrousser et machine à cylindrer de M. G. Tourin fils .	379
» à triturer les bois de teinture de M. Lutz	380
Presse à tonner de M. A. Huguet	380
Machines de M. Lutz	381
» »	382
Outils de tanneur de M. G. Bossière	383-384
Machine de M. Berendorf	385

La Brasserie et la Vinaigrerie à l'Exposition universelle de 1889

Par M. CH. BARDY.

	Pages
Considérations générales	391
Fermeture hydraulique système Bernard Noël et Cie	392
Appareil Kuhn.	393
» » » » »	394
<i>Fabrication du vinaigre</i>	396
Appareils de MM. Agobet et Cie	396-397
» » » »	398

La Stéarinerie et l'Industrie des corps gras à l'Exposition universelle de 1889.

Par M. CH. BARDY.

Appareils à saponifier de M. L. Droux	399
Fabrication de la glycérine	400
Glycérine de stéarinerie	400
» des lessives de savonneries	401
Méthode de M. Droux	403
Appareils à distiller la glycérine dans le vide.	404
Autoclaves pour la saponification des corps gras de M. Michel	406
Appareil à distiller les acides gras de M. Michel.	407
» à acidifier de M. Michel	407
Presses hydrauliques de M. Morane	408
Machine à rogner, polir et marquer les bougies.	409
» à couler de Morane ainé.	411
» » la bougie de paraffine de Morane ainé.	412
» de Morane ainé.	413
Appareil pour le refroidissement de l'acide oléique.	414
» à distiller les acides gras	416
Pince-mèches applicable aux métiers à couler les bougies	418
Broyeur de Beyer.	419
Machine	419
Autoclave et appareil à distiller les corps gras (stéarinerie de l'Est)	420
Appareil thermodynamique pour la saponification aqueuse des corps gras de M. Hugues.	422

Le matériel de la Pharmacie à l'Exposition universelle de 1889

Par M. CH. BARDY.

Avant-propos	423
Encapsuleur de MM. Capgrand-Mothes	424
Exposition de M. Billaut	425
» de M. Egrot.	426
» de M. Brehier	427
Expositions diverses	427

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

	Pages		Pages
Agobet	396		

B

Bardy	293-377-391-399	423	Billaut.	425
Baruelle	378		Boire	343
Berendorf	386		Bossière	383
Bernard	392		Boulet.	365
Beyer	419		Brehier	427

C

Capgrand-Mothes	421	Collette.	358
---------------------------	-----	-------------------	-----

D

Defrance	356		Douard	365			
Deroy	371	373		Droux	399	403	
Deutsch	294	330			Dubois.	335	341

E

Egrot	351-370	426
-----------------	---------	-----

F

Fontaine	349
--------------------	-----

G

Gourd	335
-----------------	-----

H

Hugues	422	Huguet	380
------------------	-----	------------------	-----

J

Jaunez.	335
-----------------	-----

K

Kuhn	393
----------------	-----

L

		Pages		
Legat	366	Lutz	380	382
Lothamer.	334			

M

Michel.	406	Morane	408-411	413
-----------------	-----	------------------	---------	-----

N

Noël	392	
----------------	-----	--

R

Roffo	336	Rouart	337
-----------------	-----	------------------	-----

S

Savalle	346	
-------------------	-----	--

T

Tourin.	379	
-----------------	-----	--

W

Warein	356	
------------------	-----	--



