

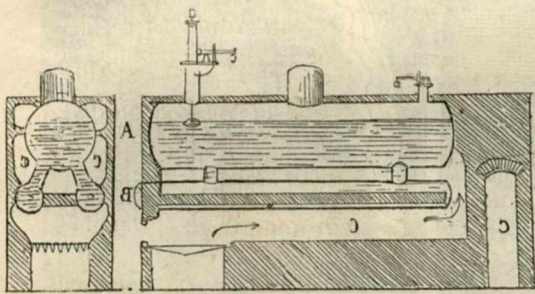
EXPOSITION UNIVERSELLE

LES MACHINES

I. LES CHAUDIÈRES

Les machines! Ce mot ne résume-t-il pas à lui seul toutes les merveilles du progrès moderne? Ne contient-il pas le secret de cet immense développement industriel au spectacle duquel nous assistons, et qui sera dans l'histoire le caractère distinctif de notre siècle? Partout on cherche à remplacer par des moyens mécaniques l'action directe de l'homme; chaque pas fait dans cette voie est un pas de plus dans une ère de prospérité nouvelle, et cette substitution, après avoir eu à triompher de préjugés peu éclairés qui la faisaient repousser d'abord, est aujourd'hui accueillie comme un bienfait, et tend à se généraliser à l'infini. Il est facile de se convaincre de cette vérité à l'Exposition universelle: la mécanique y est l'élément dominant, et parmi les industries si variées, si diverses qui s'y sont donné rendez-vous, il en est bien peu qui, de près ou de loin, ne soient du domaine de l'ingénieur. Nous ne saurions nous proposer d'examiner, même sommairement, toutes les machines qui y figurent. La plupart d'entre elles, qu'on peut désigner sous la dénomination générale de *machines outils*, ne servent qu'à effectuer telle ou telle opération déterminée, ne sont destinées qu'à telle industrie particulière et n'intéressent que les spécialistes. Tout au plus pourrions-nous décrire isolément, comme nous l'avons déjà fait plusieurs fois, celles qui se distinguent par des qualités exceptionnelles ou par l'application d'un principe nouveau. — Une étude intéressante, au contraire, à tous égards, c'est celle de cette autre catégorie de machines qui sont aux précédentes ce qu'est l'âme au corps, la vie à la matière inerte, celle des *machines motrices*, considérées dans leurs différentes applications: machines fixes et locomobiles; machines locomotives et machines marines. Nous commencerons par les machines à vapeur fixes, et avant de passer en revue les moteurs proprement dits, nous avons à parler des appareils produisant le fluide qui les fait agir; des chaudières, dont le rôle est d'une si grande importance à tous les points de vue.

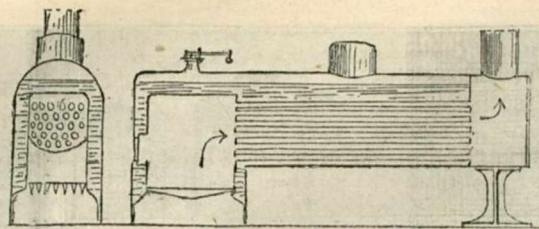
Quelques mots d'abord de deux systèmes devenus depuis longtemps classiques, et qui nous serviront de termes de comparaison pour juger des progrès réalisés: la chaudière à bouilleurs ordinaires et la chaudière tubulaire; la première se compose d'un corps cylindrique



horizontal en tôle A, relié par des tubulures à deux autres cylindres ou bouilleurs B, de même longueur, mais de moindre diamètre. — Le tout est rempli d'eau jusqu'à peu près aux deux tiers du gros cylindre; la flamme et les gaz de la combustion, partant du foyer, lèchent successivement les parois des bouilleurs et de la chaudière en circulant, comme l'indiquent les flèches, dans des carneaux C, pratiqués dans le massif de briques qui supporte et enveloppe tout l'appareil, puis se rendent dans la cheminée.

Le générateur tubulaire est très-encombrant, il utilise mal la chaleur et contient un volume d'eau considérable qu'il ne vaporise que lentement; il n'a guère d'autres avantages que ceux qui résultent de la simplicité de sa construction; ces avantages sont toutefois assez importants pour le faire encore préférer par un grand nombre d'industriels.

C'est par des propriétés en quelque sorte diamétralement opposées que se distingue le système tubulaire. Ici, plus de bouilleurs, le plus souvent même plus de massif en maçonnerie; un seul cylindre de tôle, le foyer placé à l'une de ses extrémités, dans une boîte métallique entourée de tous côtés par le liquide; une série de tubes étroits traversant le corps cylindrique de la chaudière dans toute sa longueur, pour établir la communication du foyer à la cheminée, et baignant dans le liquide; division, par conséquent, de celui-ci dans sa masse par un grand nombre de surfaces métalliques portées à une haute température; utilisation beaucoup meilleure du calorique



et très-grande puissance de vaporisation. — Malheureusement, de graves inconvénients rachètent ces brillantes qualités; la construction est compliquée, les tubes se corrodent et se brûlent rapidement, en occasionnant des fuites qui exigent de fréquentes réparations; ajoutons que ces dernières, ainsi que les nettoyages, sont longs, difficiles et coûteux que la conduite de la chaudière est délicate et exige une attention continue, et l'on comprendra que, sauf quelques cas particuliers, on ait à peu près renoncé, pour les machines fixes, à l'emploi de la chaudière tubulaire telle que nous venons de la décrire. Inventée en 1828 par Marc Séguin, elle est restée à peu près exclusivement adaptée aux locomotives et aux locomobiles.

Remarquons qu'au lieu de prolonger inférieurement le foyer, comme l'indique la figure, on peut le renfermer tout entier, y compris le cendrier, dans un manchon cylindrique que l'on placera dans l'axe du corps de chaudière; on aura ainsi le générateur à foyer intérieur, qui peut, du reste, ne pas être tubulaire, si le manchon se prolonge jusqu'à l'extrémité opposée pour donner passage à la fumée. L'avantage de cette disposition est d'utiliser la totalité de la chaleur rayonnante du foyer, qui, sauf l'espace réservé pour la porte, baigne entièrement dans le liquide.

En résumé, et c'est là que nous voulions en venir, rapidité de vaporisation, utilisation complète du calorique, et, par suite, économie de combustible, réduction du volume des appareils; tels sont les principaux avantages obtenus en divisant le liquide, en multipliant ses points de contact avec les parois métalliques échauffées; arriver à cette division, à cette augmentation de la surface de chauffe sous un volume donné, en évitant les inconvénients graves que nous venons de signaler, en restant dans les meilleures conditions de simplicité et de solidité, tel est, dans sa généralité, le problème à résoudre, et au point de vue duquel nous allons examiner les divers systèmes figurant à l'Exposition.

Parmi les appareils se rapportant sans modification importante aux deux systèmes que nous venons de rappeler, citons seulement les chaudières à bouilleurs de MM. Boyer de Lille, Tenbrinck et Bonnet, fonctionnant pour la machine de l'usine de Graffenstaden, avec réchauffeurs latéraux suivant le principe indiqué par M. Farcot, et dont on retrouve l'application dans la chaudière de M. Quillacq d'Anzin; les générateurs tubulaires de M. Meunier et de M^{me} veuve de Coster, également consacrés au service de l'Exposition, et qui se font remarquer, les premiers, par la disposition bien entendue du foyer, placé dans l'axe même du corps de la chaudière, le second, par celle des tubes qui sont amovibles, ce qui permet de les extraire pour en opérer le nettoyage. L'usine Cail expose également, dans la Galerie des Machines, une chaudière tubulaire de 120 mètres carrés de surface de chauffe, munie de tubes mobiles Berendorf. Ces divers appareils sont sans doute des spécimens de construction remarquables, et se recommandent par des perfectionnements de détail qui ne laissent pas d'avoir leur valeur, mais ils dérivent trop directement des deux types décrits plus haut pour ne pas hériter des vices fondamentaux qu'on leur reproche.

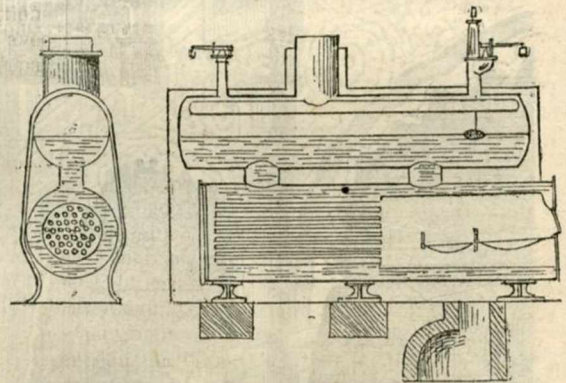
Quelques constructeurs ont eu l'idée de s'affranchir de ces graves défauts en créant un système mixte, participant à la fois aux avantages des deux autres. L'application la plus simple consiste à conserver la configuration générale de la chaudière à bouilleurs, en faisant seulement passer dans le corps cylindrique principal un certain nombre de tubes inaccessibles à la flamme oxydante du foyer, et que les gaz de combustion ne traversent qu'au retour. Nous remarquons comme échantillons de ce système la chaudière exposée par M. Durenne dans le palais, et celle de M. Lecherf, de Fives-Lille, alimentant la machine de cinquante chevaux de M. Flaud, qui donne le mouvement à la section américaine. — Quelque incomplète que puisse paraître cette solution du problème, elle produit déjà de remarquables résultats, au point de vue de la réduction du volume de l'appareil, de la rapidité de mise en pression et de l'économie du combustible.

Les deux belles chaudières de M. L. Chevallier, de Lyon, d'une puissance de 40 chevaux chacune, qui alimentent la machine Duvergier dans la section française, se font remarquer par d'importants perfectionnements apportés au système tubulaire à foyer intérieur. Leur

foyer, dont la vaste capacité permet au gaz de s'oxyder entièrement avant de passer dans les tubes, est entouré d'une chambre d'eau spacieuse, qui en absorbe toute la chaleur rayonnante. La presque totalité du corps de chaudière est occupée par l'eau; un cylindre horizontal de même longueur s'étend à sa partie supérieure et reçoit la vapeur, qui s'y emmagasine en grande quantité et s'y dessèche parfaitement, avant de se rendre à la machine, où elle arrive, par conséquent dans les meilleures conditions. Deux réchauffeurs, placés comme des bouilleurs au-dessous du générateur, contiennent l'eau d'alimentation, qui ne pénètre dans celui-ci qu'à une température déjà très-élevée. Des deux chaudières de M. Chevallier, l'une est à flamme directe, l'autre à deux foyers, placés à chaque extrémité; dans cette dernière, les tubes s'insèrent sur les parois latérales de la boîte à feu, le long desquelles ils reviennent en avant après s'être recourbés; l'ensemble du vaporisateur est amovible; il suffit de démonter les deux joints qui le fixent à l'enveloppe du générateur pour l'en extraire entièrement. M. Chevallier, on le voit, est arrivé à s'affranchir de la plupart des inconvénients du système tubulaire; ses appareils, solides et durables, se recommandent par une grande régularité de marche; ce sont eux qui, avec quelques modifications de détails appropriées aux exigences de l'installation, fonctionnent à bord des bateaux-omnibus de l'Exposition.

MM. Petry et Chaudoir, dans la section belge, Larens et Thomas en France, figurent encore parmi les constructeurs qui ont adopté le système tubulaire à foyer intérieur; MM. Larens et Thomas, dont la chaudière alimente la machine Lecouteux, enferment le foyer et le faisceau tubulaire dans un manchon fermé complètement à son extrémité postérieure, et qui ne tient au générateur que par un seul joint boulonné. Nous aurons à revenir sur ce système à propos des locomobiles, auxquelles il s'applique également avec succès, et nous arrivons aux générateurs de MM. Farcot père et fils, qui fournissent la vapeur aux moteurs de la section autrichienne du palais.

Nous avons eu tout à l'heure à citer M. Farcot en rappelant que c'était à lui qu'était due l'idée des réchauffeurs latéraux; son nom reviendra souvent dans ces études; M. Farcot, qui joint aux connaissances théoriques du savant l'expérience consommée d'un praticien de premier ordre, s'est fait depuis longtemps connaître par des conceptions aussi hardies qu'originales, dont plusieurs, devenues classiques, sont aujourd'hui universellement adoptées. La chaudière que nous examinons pour le moment se compose de deux parties: un générateur tubulaire G et un réservoir supérieur A, portant les soupapes



de sûreté, les appareils indicateurs, etc.; l'eau en remplit un peu moins de la moitié, la vapeur occupe le reste de la capacité, ainsi qu'un dôme dans lequel elle se dessèche avant d'aller à la machine. Dans le générateur tubulaire inférieur, le foyer et le faisceau tubulaire, solidaires l'un de l'autre, sont indépendants de l'enveloppe, dans laquelle ils ne sont maintenus que par deux joints boulonnés, et qu'il suffit de démonter pour extraire tout le système vaporisateur; le foyer est muni à cet effet de galets roulant sur des guides fixés à la paroi intérieure; on le soutient à l'avant par un troisième galet mobile qui s'appuie sur un rail fixé au sol. L'amovibilité est ici aussi parfaite que possible, et nous n'avons pas besoin d'insister sur les avantages qui en résultent. Notons seulement que l'ensemble des deux corps cylindriques ne s'appuie sur le sol que par l'intermédiaire de supports métalliques et d'une légère fondation; le revêtement extérieur, rendu ainsi indépendant, au lieu d'être un épais massif de maçonnerie, peut se composer seulement de deux simples parois de tôle renfermant un enduit plastique. Le rayonnement autour de cette enveloppe est tellement faible, que la température est à peine plus élevée qu'au dehors dans la chambre où fonctionnent, l'une à côté de l'autre, les deux chaudières de 80 chevaux installées à l'Exposition. Notre dessin nous dispense d'énumérer longuement, d'ailleurs, les excellentes dispositions de ces appareils; on remarquera la grande dimension du foyer, la largeur de la surface de

vaporisation, l'harmonie générale des proportions. Ces chaudières ne constituent, toutefois, qu'une petite partie de l'exposition de MM. Farcot. Leurs splendides appareils, répartis dans six classes différentes, se distinguent tous par cette supériorité qui a valu constamment le premier rang à leurs auteurs, et le Jury international, en décernant à MM. Farcot la grande médaille d'or, a rendu justice une fois de plus aux éminents constructeurs dont le nom occupe, dès à présent, une place glorieuse dans l'histoire des machines à vapeur.

M. LEGRAND.

(La fin prochainement).

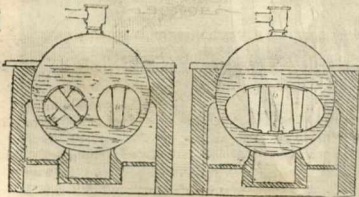


LES MACHINES

I. LES CHAUDIÈRES

(fin)

Après la chaudière Farcot, qui est sans contredit une des plus belles applications du système tubulaire aux générateurs fixes, nous avons à parler du système à foyer intérieur non tubulaire, qui, très-employé à l'étranger et notamment en Angleterre, paraît être beaucoup moins en faveur chez nous. Nous avons déjà dit, en définissant la chaudière à foyer intérieur, qu'elle se compose d'un corps cylindrique traversé suivant son axe par un manchon métallique d'assez grand diamètre, dont le foyer occupe la partie antérieure et dont le reste de la capacité sert de conduit aux produits de la combustion. Ainsi réduit à sa plus simple expression, ce système aurait un inconvénient capital : la chaleur rayonnante du foyer serait, il est vrai, convenablement utilisée, mais en revanche, les gaz qui s'en échappent, se rendant en une seule masse à la cheminée, garderaient presque toute la leur, quand bien même des carneaux de retour de flamme les ramèneraient sur la paroi extérieure de la chaudière. Les perfectionnements ont donc surtout dû avoir pour objet d'écartier cette cause de déperdition de calorique, et consistent, comme nous l'allons voir, à diviser le mieux possible sur son passage le courant gazeux qui traverse la capacité faisant suite au foyer central, qui en occupe toute la longueur, et qui reçoit l'action directe de la flamme. MM. Galloway, de Manchester, le font traverser perpendiculairement par des tubulures coniques allant de l'une à l'autre des parois, et qui remplissent le liquide. La chaudière de MM. Galloway, qui fonctionne dans la Section anglaise, a deux foyers, dont les capacités se réunissent, comme le montrent les deux coupes transversales ci-dessous, en un seul

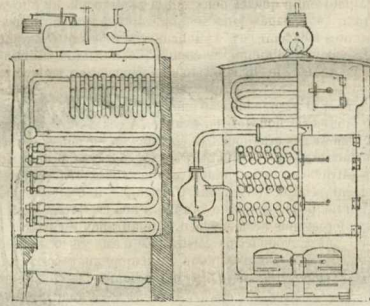


manchon elliptique dans lequel sont rangés les tubes coniques, qui contribuent à maintenir les parois, tout en produisant une augmentation considérable de surface de chauffe. Cette chaudière, qui est très-employée en Angleterre, et qui paraît donner d'excellents résultats, nous offre l'application d'un principe nouveau. Jusque-là, en effet, nous avons vu un certain volume d'eau divisé dans sa masse par des conduits chauffés intérieurement; on s'est depuis longtemps préoccupé d'arriver au même but, l'augmentation de la surface de chauffe, par des moyens opposés, c'est-à-dire en plaçant l'eau dans les tubes et en chauffant ceux-ci extérieurement. Nous venons tout à l'heure quels sont les avantages d'une semblable disposition; mentionnons de suite les deux plus importants : grande puissance de vaporisation, car la division, plus rationnelle, peut être portée beaucoup plus loin; atténuation du danger des explosions, celles-ci ne pouvant jamais être que partielles, et se bornant à la rupture d'un tube de faible volume.

Dans la chaudière de MM. Hédard et Joly, d'Argenteuil, trois gros tuyaux remplis d'eau sont placés obli-

quants dans une série de conduits horizontaux placés à la partie supérieure, dans lesquels elle est fortement surchauffée. A l'arrière, un cylindre transversal, communiquant d'un côté avec les tubes et de l'autre avec les trois bouilleurs, sert de réservoir d'eau et de vapeur. — Cet appareil n'est, en somme, qu'une application assez incomplète du principe que nous venons d'exposer; nous devons le mentionner avant d'arriver à d'autres types plus accentués, en tête desquels il convient de placer ceux de M. Belleville, à qui revient l'honneur d'avoir rendu pratiquement applicable le système dit inexplosible.

Le générateur de M. Belleville est entièrement composé de tubes en fer forgé de sept à huit centimètres de diamètre, étagés dans une chambre quadrangulaire formant four, dont le foyer occupe la partie inférieure.



Comme le montre la figure, les tubes sont rangés par paires que réunit une partie courbée; ils communiquent les uns avec les autres, du côté antérieur, par des boîtes de raccord fermées par un obturateur à écrou, qui se démonte avec la plus grande facilité. Ceux de la partie supérieure, placés transversalement, reçoivent la vapeur formée dans tous les autres et qui s'emmagasine, après s'y être surchauffée et desséchée, dans un réservoir supérieur portant la prise de vapeur, les soupapes et le manomètre. — Vus de face, les tubes se présentent en quinconce, de manière à diviser la flamme et à la répartir également dans toutes les directions; ils communiquent avec un second réservoir latéral par deux conduits donnant accès à l'eau d'un côté, à la vapeur de l'autre, par lequel se fait l'alimentation. Rien de plus simple, on le voit, que cette disposition; les avantages en sont évidents; les tubes, tous identiques, se remplacent aisément en cas d'avarie; la puissance de vaporisation est énorme, non-seulement grâce à la multiplication de la surface de chauffe, mais grâce encore à l'emploi rationnel de la chaleur, la flamme frappant perpendiculairement les tubes au lieu d'en lécher latéralement les parois; enfin réduction de volume dans les proportions suivantes : une chaudière de 60 chevaux à 3^o90 de haut sur 2^o15 de long et 2^o25 de large. Inventées depuis quelques années, les chaudières Belleville ont été accueillies avec une faveur exceptionnelle par l'industrie; la marine impériale, après en avoir fait l'essai sur l'avisio *Argus* et le transport la *Vienne*, en a décidé l'emploi pour tous les canots à vapeur de la flotte.

Nous trouvons encore une application du même principe dans la chaudière Howard, qui fonctionne dans la section anglaise, et qui diffère de celle de M. Belleville en ce que les tubes, placés verticalement, sont reliés à leurs extrémités par de simples tuyaux de communication horizontaux; l'eau les remplit aux trois quarts environ; le reste de leur capacité, ainsi que les tuyaux de communication supérieurs servent de chambre de vapeur. L'ensemble de cette disposition peut paraître plus simple que la précédente; les différentes parties de la chaudière sont par contre d'un accès moins facile, et l'exiguïté de la capacité attribuée à l'eau et à la vapeur nous paraît en outre devoir donner lieu à de brusques variations de niveau, et nuire par conséquent à la régularité du fonctionnement.

En résumé, on le voit, les modèles nouveaux ne manquent pas à l'Exposition; nous venons de passer en revue les principaux, et leur variété atteste des efforts persévérants faits pour améliorer sans cesse. Un seul chiffre montrera à quel point ces efforts ont porté leur fruit; la consommation moyenne de combustible, qui était autrefois de 4 à 5 kilogrammes par heure et par force de cheval, descend aujourd'hui à trois et même à deux kilogrammes, si nous en croyons certains rapports. Un pareil résultat en dit plus que toutes les appréciations sur les progrès réalisés.

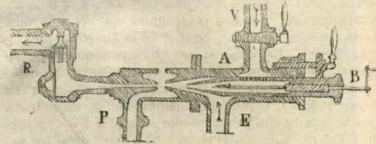
Pour terminer, il nous reste à parler des accessoires des chaudières; ce sont d'abord les indicateurs de niveau d'eau, les manomètres, les soupapes de sûreté, sifflets

d'alarme, tuyaux, robinets, etc., dont les nombreux modèles exposés rivalisent de fini et d'élégance. Nous aurons rendu justice aux plus remarquables de ces appareils MM. Desbordes, Lethullier, Pinel, pour ses indicateurs magnétiques du niveau d'eau, Herdwin, Cornu, Potez et M. Bourdon, dont les appareils se distinguent par cette supériorité que l'inventeur du manomètre métallique se doit à lui-même de conserver.

Le problème de la *fumivortité* continue à donner carrière à l'imagination des inventeurs; les appareils proposés sont nombreux; la plupart sont basés soit sur la mise en mouvement de la masse incandescente du combustible, soit sur l'insufflation dans le foyer d'un jet d'air ou de vapeur. — Nous doutons fort qu'aucun d'eux satisfasse encore complètement aux prescriptions de l'ordonnance de police du 11 novembre 1854; nous ne pouvons toutefois passer sous silence celui de M. Chodsko, qui a du moins l'avantage d'une extrême simplicité; il se compose de deux grilles, l'une supérieure et antérieure que l'on charge de charbon cru, l'autre inférieure et située en arrière, sur laquelle on pousse la bouille coiffée qui brûle la fumée venant de la précédente. Si nous en croyons de nombreux témoignages, cet appareil n'aurait pas seulement l'avantage de produire une fumivortité complète, il donnerait encore une économie de combustible qui n'est pas évaluée à moins de vingt pour cent.

Nous ne dirons rien des pompes et machines d'alimentation, qui n'offrent rien de nouveau, et qui se rattachent du reste plutôt aux appareils moteurs qu'aux chaudières, et nous préférons décrire un appareil qui, bien qu'inventé il y a quelques années seulement, est déjà devenu classique, et tend de plus en plus à les remplacer complètement. Nous voulons parler de l'injecteur Giffard.

Tout le monde sait qu'on active énergiquement le tirage d'une cheminée en faisant arriver dans son axe un jet rapide d'air ou de vapeur, qui met en mouvement la colonne d'air en produisant une force de refoulement ou de simple entraînement; ce principe, connu de toute antiquité, et qui a présidé à l'invention des *éoli-pyles*, est encore fréquemment appliqué aux cheminées des chaudières tubulaires. Nul n'avait songé, toutefois, que cette force d'aspiration fût assez énergique pour mettre en mouvement un fluide plus dense que l'air, l'eau par exemple. — La découverte des propriétés des ajutages coniques fut un premier pas dans cette voie, et c'est à M. Giffard qu'on doit d'avoir été jusqu'au bout en imaginant l'appareil qui a conservé son nom.



L'injecteur Giffard se compose : 1^o d'un canon métallique portant latéralement deux tuyaux, l'un V, à robinet, communiquant avec la chambre de vapeur de la chaudière; l'autre E, avec le réservoir contenant l'eau d'alimentation et se terminant à son extrémité par un troisième tuyau, de refoulement; 2^o d'un second canon métallique entrant à frottement dur dans le premier, et terminé à son extrémité par une tuyère qu'on ouvre ou qu'on ferme en faisant avancer ou reculer une tige à vis au moyen d'une petite manivelle.

La vapeur arrivant par le tuyau V entre à l'intérieur du canon B par de petits trous dont sa paroi est percée, et se précipite par l'extrémité de la tuyère dans le canon A, qui s'amincit en cet endroit pour en épouser la forme conique; obéissant au mouvement d'aspiration qui se produit, l'eau monte dans le tuyau E, puis est refoulée pièce-meuble avec la vapeur sortant de la tuyère, dans l'espace annulaire qui entoure celle-ci, avec une force suffisante pour vaincre la pression intérieure de la chaudière. — La vitesse communiquée au liquide est telle qu'on a pu sans inconvénient établir dans le conduit de refoulement une solution de continuité à laquelle correspond un regard permettant de contrôler le jeu de l'instrument, le filet liquide s'y voyant distinctement.

Un tuyau de purge P permet l'évacuation du liquide qui s'écoule au moment où l'on interrompt ce fonctionnement. Le canon B porte latéralement une manette agissant sur une vis, qui permet de rapprocher ou d'écarter les cônes pour régler l'arrivée de l'eau.

Tel est, dans son principe, cet ingénieux appareil qui diffère radicalement, on le voit, de tous ceux qui ont été employés jusqu'à ce jour. Les avantages en sont tellement nombreux, et tellement évidents du reste, que nous croyons inutile de les énumérer. Son originalité, le succès extraordinaire qui l'a accueilli dès son apparition, quement en face du foyer; la vapeur qui s'y forme passe

les applications nouvelles qui en sont faites chaque jour
sont la preuve des immenses services qu'il est appelé à
rendre et le placent au nombre des inventions les plus
remarquables de ces dernières années.

M. LEGRAND.



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM