

Paul AUGUSTIN-NORMAND

Quelques autres précurseurs des chaudières à circulation accélérée

Extrait de la « Revue Maritime »



PARIS
SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS
GÉOGRAPHIQUES, MARITIMES ET COLONIALES
184, BOULEVARD SAINT-GERMAIN (VI^e)

1031



QUELQUES AUTRES PRÉCURSEURS DES CHAUDIÈRES

A CIRCULATION ACCÉLÉRÉE (1)

L'histoire technique reste presque entièrement à écrire. Les historiens ont longuement étudié les œuvres des littérateurs, des artistes, des savants et surtout des militaires et des hommes d'État : ils ont négligé celles des inventeurs et des ingénieurs, comme si cet ordre d'activité eût été moins digne de mémoire que les précédents. Or, il n'est pas exagéré de penser qu'il n'a pas exigé moins de talent, de science, de travail et souvent d'abnégation et n'a pas eu sur l'évolution de la civilisation une moindre influence (2).

Ce déni de justice apparaît d'autant plus regrettable si l'on considère que les travaux de ce genre se trouvent frappés d'une fatale disgrâce, qui n'atteint pas les autres domaines que nous avons nommés. Les chefs-d'œuvre de la littérature et de l'art, les découvertes des savants, les exploits des grands capitaines, les actes des hommes d'État dignes de ce nom seront à jamais étudiés et admirés. Les manifestations de l'invention

(1) Cf. *Revue Maritime*, n° 107 à 111.

(2) « L'archéologie, écrivait en 1908 M. Anatole Mallet, est en honneur dans toutes les branches, sauf en ce qui concerne les arts et procédés de fabrication; nous sommes plus au courant des détails des civilisations égyptienne et babylonienne que des origines de nos industries; il existe des chaires pour toutes les histoires, sauf pour celle des applications techniques des sciences. » Pussions-nous voir combler cette fâcheuse lacune dans les écoles d'ingénieurs, au Conservatoire des Arts et Métiers ou au Musée de la Marine! Signalons, dans cet ordre d'idées, la fondation en 1920, à Londres, de la Newcomen Society, « for the study of the history of engineering and technology ».



technique, au contraire, sont condamnées à être bientôt rejetées dans l'oubli par l'éclosion de conceptions nouvelles représentant un progrès.

Objectera-t-on que les inventeurs ont recueilli de leur vivant, sous forme de profits financiers, la récompense de leur labeur? C'est rarement le cas pour ceux qui ont ouvert des voies et dont le rôle n'a pas consisté dans le perfectionnement, d'ailleurs si utile, des conceptions de leurs devanciers. Aussi bien, si les littérateurs se plaignent d'être dépouillés de leurs droits d'auteurs au bout d'un demi-siècle, que ne pourraient dire les inventeurs, dont les brevets, déjà exposés à connaître une caducité précoce à l'apparition d'inventions nouvelles, expirent après un laps de temps quatre ou cinq fois moindre?

Il y a deux ans, la *Revue Maritime* a bien voulu accueillir une étude assez étendue (1) où nous entreprenions de retracer les travaux de techniciens qui n'y ont pas trouvé la fortune et qui, pour les plus persévérants, s'y sont même ruinés. Il s'agissait des précurseurs de la classe de chaudières à vapeur qui, à l'heure actuelle, est l'objet de la faveur la plus grande, car elle permet aux navires de réaliser des vitesses élevées et aux centrales électriques de produire à des conditions économiques des puissances considérables. Jusqu'alors, tout au moins en France, on avait enseigné que l'initiateur de ces appareils avait été le commandant F. du Temple, qui avait repris, sans le savoir, une idée de M. Sochet. Nous avons montré que les origines de cet important progrès étaient singulièrement plus touffues et que, si le rôle de du Temple fut bien prépondérant et décisif, il avait eu, à son insu, d'assez nombreux devanciers, dont deux au moins de belle stature : Sir Goldsworthy Gurney et J. M. Rowan.

Nous nous flattions d'avoir épuisé toutes les sources de documentation et fait œuvre définitive. Mais, en matière d'études historiques, il convient de se garder d'une telle présomption. Et celle-ci est d'autant plus téméraire quand il s'agit de l'histoire technique, dont, comme nous le disions, le domaine n'a guère encore été sérieusement exploré.

(1) *Les Origines des Chaudières à Circulation accélérée (1825-1885)*, de novembre 1928 à mars 1929.



Poursuivant nos recherches en vue de pousser jusqu'à l'époque actuelle la relation de ces travaux, nous avons été mis sur la trace de documents anciens que nous n'avions pas soupçonnés. Ils nous ont révélé que la matière était encore plus copieuse que nous ne l'avions établi et que, si Gurney, Rowan et du Temple méritent bien, par leur réalisations persévérantes, d'occuper le rang éminent que nous leur avons assigné, il est, parmi leurs émules secondaires, quelques noms qui nous avaient échappé et qu'il importe de tirer de l'oubli.

Tel est l'objet que nous nous proposons dans le modeste complément que nous apportons ici.

Nous avons fait dater l'invention de la circulation en cycle fermé de deux brevets presque simultanés, dont la demande avait été faite le 21 octobre 1825 par Gurney et le 24 novembre suivant par Eve. Nous avons trouvé, depuis lors, qu'ils avaient été devancés au moins par un brevet, qui présente ainsi une grande importance historique.

Demande en avait été faite le 21 mars 1822 par Alexander Clark, de Dron, paroisse de Leuchars, comté de Fife, Grande-Bretagne du Nord, ce qui confère à nos amis les Anglais un titre de plus à la conception de ce principe si fécond. Il avait pour objet « un perfectionnement aux chaudières et condenseurs de machines à vapeur ». En voici les passages ayant trait aux chaudières :

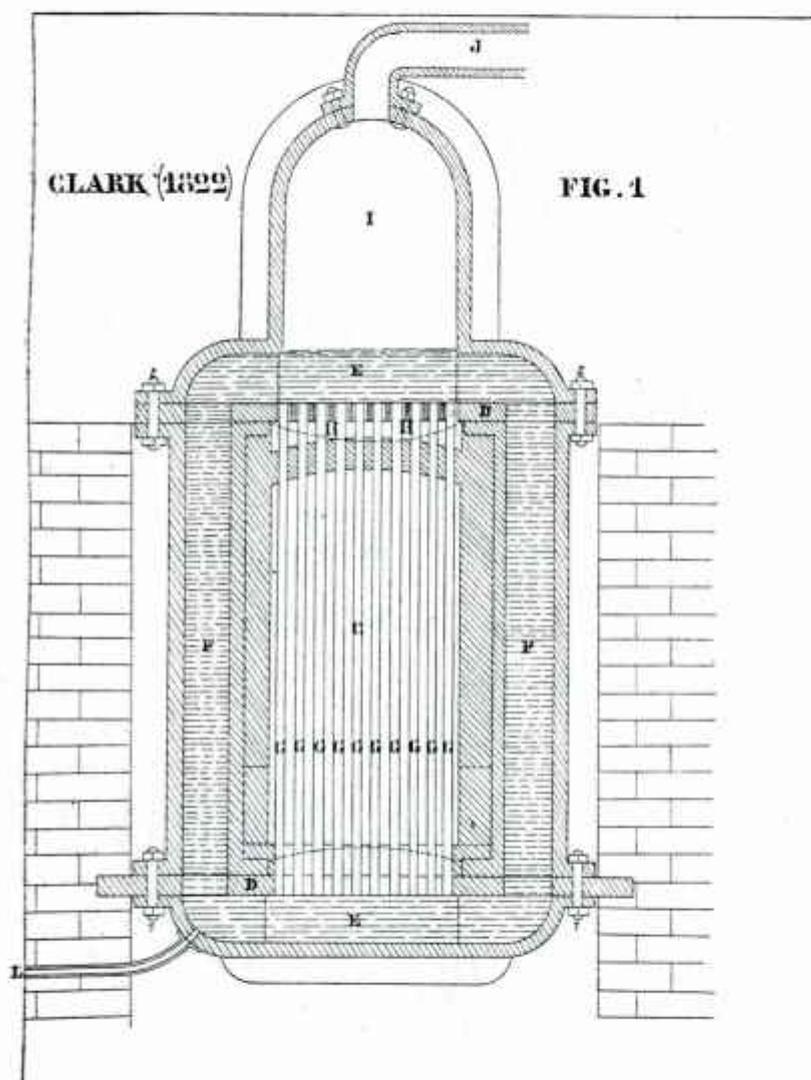
« Mon perfectionnement à la chaudière d'une machine à vapeur s'applique principalement à ce type de machine qui doit fonctionner avec de la vapeur à haute pression. La chaudière est composée d'une quantité de tubes courbes disposés debout, par le moyen desquels une surface grandement accrue est exposée à l'action du feu; ces tubes sont alimentés en eau à partir de récipients dans lesquels leurs extrémités sont insérées et dont on saisira le mieux la construction en se référant aux dessins. La figure 1 est une section transversale de la chaudière et du foyer, obtenue suivant la ligne pointillée Y Z, sur la figure 3; la figure 2 est une section longitudinale des mêmes; et la figure 3 est une section horizontale : les lettres respectives se référant aux mêmes parties sur chacune de ces figures. A est le foyer;



B, le cendrier; C, la chambre de combustion renfermant les tubes. Cet espace est clos dans le haut, dans le bas et sur les côtés avec de la brique réfractaire. D, D, sont des plaques en fonte de fer au travers desquelles passent les tubes; E, E, sont les parties supérieure et inférieure de la chaudière, contenant de l'eau distillée, qui coule par les colonnes perpendiculaires F, F, F, F; ces colonnes supportent la partie supérieure de la chaudière et, par le moyen de boulons et de collerettes, unissent le tout ensemble. G, G, G, etc..., sont les tubes courbes pour produire la vapeur, sur la surface externe desquels agit le feu. Ils sont prévus en feuilles de cuivre, d'environ un dixième de pouce d'épaisseur, qui, par brasure ou soudure au zinc, forment les tuyaux ou tubes, d'environ un pouce de diamètre, qui doivent être courbés selon la forme indiquée sur le dessin, figure 2; cette courbure a pour objet la faculté de se dilater ou de se contracter sans rupture. Les trous dans les plaques de fer D, D, sont percés pour recevoir les extrémités des tubes; ceux de la plaque supérieure sont un peu plus grands que ceux de la plaque inférieure, en vue de permettre le passage de haut en bas des tubes par les premiers; les extrémités des tubes, étant exactement ajustées aux trous, y sont fixées solidement par le moyen d'un mandrin qu'on y introduit et, après l'avoir retiré, une virole, du même métal que celui dont sont faits les tubes, est introduite et enfoncée à bloc; les trous dans les viroles permettent le libre passage de l'eau, comme il sera décrit ci-après. H, H, est un espace vide entre la voûte de brique réfractaire et la plaque supérieure D, pour empêcher la chaleur de la chambre de combustion de détériorer la plaque. I est la chambre supérieure de la chaudière, et J le tuyau pour amener la vapeur à la machine. K, K, K, sont les conduits par lesquels la fumée s'échappe dans la cheminée. L est le tuyau par lequel la chaudière est alimentée en eau; la partie inférieure de la chaudière, les plaques D, D, et la chambre supérieure sont reliées solidement par des collerettes, comme on peut le voir sur les deux premières figures du dessin... La chaudière doit être remplie d'eau distillée jusqu'à la ligne pointillée dans la chambre supérieure; sur cette eau opère le feu, qui, agissant sur la surface externe des tubes G, G, y engendre la vapeur; la vapeur s'élevant dans les tubes s'accumule dans



la chambre supérieure I, et de là passe par le tuyau J dans la machine; une quantité considérable de l'eau s'élevant à travers

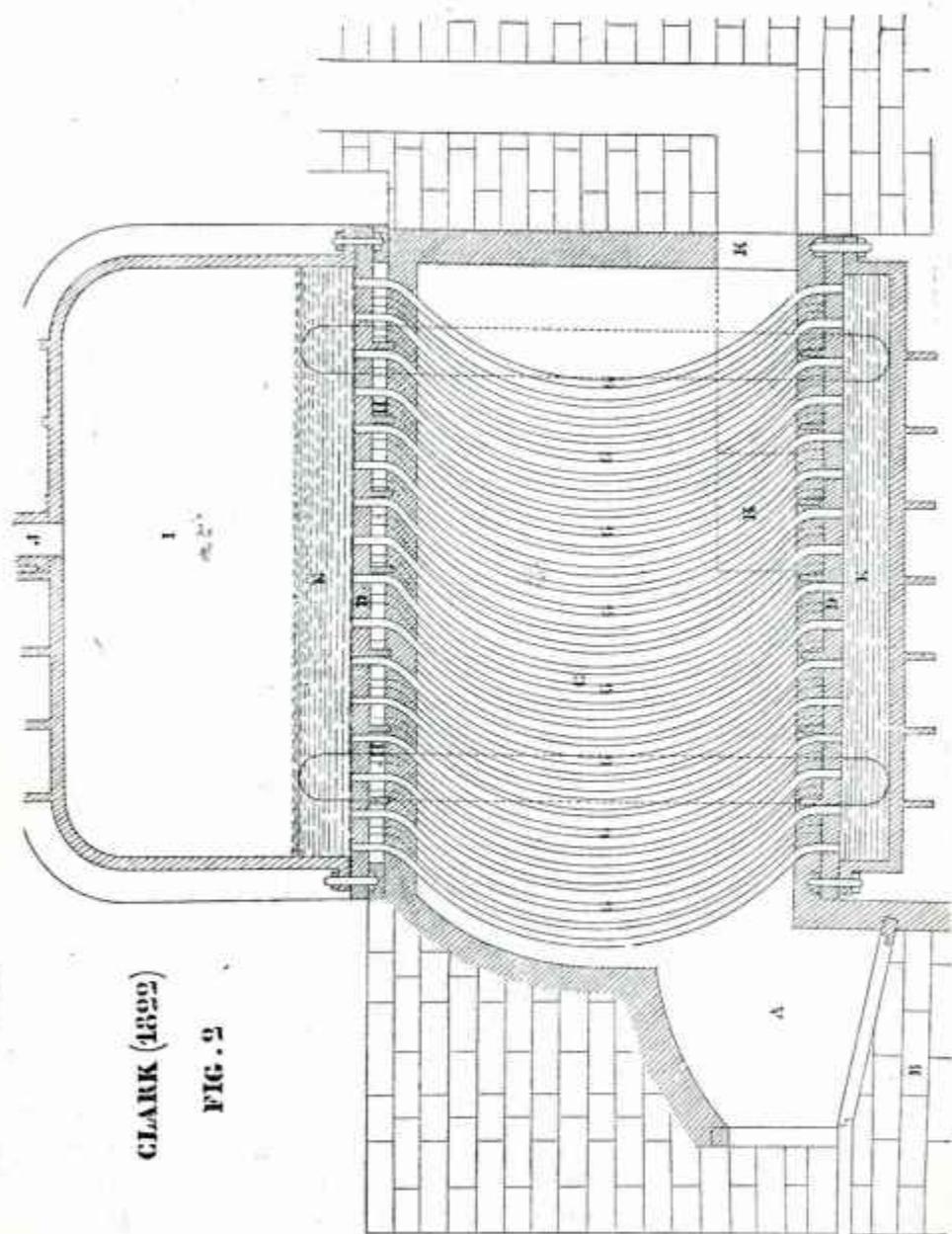


les tubes avec la vapeur retournera par les colonnes F, F, F, F, à la partie inférieure de la chaudière et entrera de nouveau dans les petits tubes G, G, à leurs extrémités inférieures, en sorte

qu'une circulation constante de l'eau est entretenue dans la chaudière.

« ... On observera que, quoique les dessins et la description puissent montrer une forme, des dimensions et des matériaux particuliers pour les chaudières et condenseurs, cependant je ne me limite pas à ce mode de construction ou à ce métal particulier. La chaudière peut être faite plus forte, si une plus haute pression de vapeur est requise, en faisant toutes les parties qui sont représentées en fonte de fer plus épaisses, les boulons plus nombreux et plus forts, et les tubes de la chambre de combustion d'un diamètre plus petit. Le métal n'en doit pas être épais, car cela empêche la transmission de la chaleur à l'eau, occasionnant la dilatation lors du chauffage, et la contraction lors du refroidissement, de la surface extérieure à un degré disproportionné avec la surface intérieure du métal et, en conséquence, un accroissement de fatigue et de risque de rupture. Les tubes peuvent être faits pour supporter une force d'expansion beaucoup plus grande en diminuant leurs diamètres, l'effort étant en proportion de leurs surfaces intérieures. Ces tubes peuvent être mieux fixés dans les plaques D, D (fig. 1), en fraisant les trous sur le côté supérieur de la plaque supérieure et le côté inférieur de la plaque inférieure, et en y écrasant les extrémités des tubes, et en faisant des filets semblables à ceux d'un écrou femelle dans les trous des plaques, dans lesquels filets le mandrin, en étant enfoncé à force, dentèlera le cuivre. Les tubes peuvent être faits droits jusqu'au-dessus du fond de brique réfractaire dans la chambre de combustion et jusqu'au-dessous de la voûte surmontant la chambre de combustion, ce qui fera la chaudière et la chambre de combustion plus aisées à construire. La voûte et le fond peuvent chacun être faits en une, deux ou plusieurs parties, et percés de trous pour l'admission des tubes. Un peu d'argile réfractaire mise le long des tubes rendra les trous aussi étanches que de besoin. Quand quelques-uns de ces tubes demandent à être remplacés, les écrous dont deux sont indiqués à 1, 1 (fig. 1), doivent être desserrés pour permettre au fond d'être abaissé et enlevé, et les écrous dont deux sont indiqués à 2, 2, doivent être desserrés pour permettre au dessus d'être retiré. Les viroles sont indiquées comme étant du même métal que celui dont les tubes sont com-





CLARK (13929)

FIG. 2



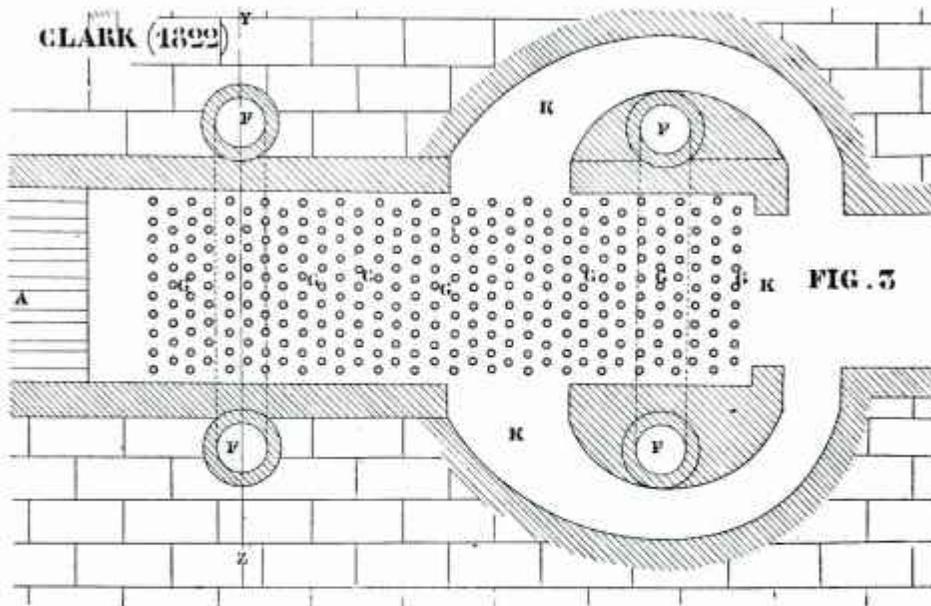
ULTIMHEAT
VIRTUAL MUSEUM

posés. C'est pour empêcher que l'action galvanique n'exerce son effet destructif. Les tubes et viroles peuvent, cependant, être de métal soit semblable, soit dissemblable, et autre que celui ici mentionné. Il doit être entendu que, lorsque la chaudière est utilisée avec un condenseur du type de l'un de ceux décrits dans cette Spécification, l'eau condensée resservira indéfiniment dans la chaudière, si bien qu'une fois que celle-ci est emplie d'eau distillée, une très petite provision additionnelle est seulement nécessaire pour continuer le fonctionnement, car aucune partie de l'eau ne peut s'échapper, sauf celle qui peut se perdre par des fuites de la machine, du condenseur ou de la chaudière. Outre la soupape ou les soupapes de sûreté ordinaires dont les chaudières sont généralement pourvues, ... chaque tube, dont il y a au delà de 300 dans cette chaudière, agit comme une soupape de sûreté, car le plus fort d'entre eux peut éclater longtemps avant que la chaudière ne saute, et leur éclatement peut être limité à la chambre de combustion, ce qui ne peut causer de dommage. Les avantages de ce dispositif de chaudière, par conséquent, sont : 1° sa faculté de fonctionner avec de la vapeur à haute pression sans aucun danger d'exploser; 2° occupera très peu d'espace eu égard à la puissance gagnée et diminuera les dimensions de la machine dans presque la même proportion; 3° exposera une grande surface à l'action du feu et, comme conséquence de la minceur du métal dont sont composés les tubes, ils absorberont la chaleur très rapidement, peut-être trois ou quatre fois aussi vite qu'une chaudière ordinaire de la même étendue de surface exposée au feu; 4° expose peu de surface à l'air extérieur et, la partie qui est exposée étant de métal très épais, très peu de la chaleur peut passer au travers et s'échapper; 5° fonctionnant avec de l'eau distillée, ne requérera que rarement ou jamais d'être nettoyée, et ne sera pas sujette à avoir de dépôt minéral ou salin, ou autre, sur la surface intérieure, ce qui dans les chaudières ordinaires empêche fréquemment la chaleur de se transmettre à l'eau et est cause que le métal à cet endroit rougit et brûle en se perçant, ce qui met la chaudière hors de service.

« ... Avantages de la chaudière et du condenseur quand ils sont employés ensemble : 1° en fonctionnant à la pression pour laquelle la chaudière est calculée, il y aura une économie de neuf



dixièmes de tout le combustible qui est maintenant consommé dans les machines ordinaires à basse pression; 2° en tant qu'applicables aux navires à vapeur, les machines, chaudière et condenseur occupent peu d'espace en proportion du gain de puissance, et la quantité de combustible nécessaire est si petite qu'ils peuvent accomplir de longs voyages avec la propulsion à



vapeur qui a déjà été si largement introduite dans ce genre de navigation. »

Ce brevet étant le point de départ de toute la classe de générateurs qui nous occupe, nous avons cru devoir en citer de longs extraits. La première conclusion qui se dégage de sa lecture, c'est que, de toute évidence, la circulation en cycle fermé dans les chaudières avait été brevetée par Clark trois ans et demi avant de l'être par Gurney. Et elle l'avait été avec des caractères particulièrement rationnels : verticalité et légère courbure des tubes vaporisateurs, aboutissement de ceux-ci, à leur partie supérieure, au-dessous du niveau de l'eau, tubes de retour soustraits à l'action de la combustion et utilisés comme éléments



essentiels de la structure. On aura également noté plusieurs détails qui ne s'imposeront qu'après bien des années de méconnaissance de leur intérêt : les chiffres indiqués pour le diamètre et l'épaisseur des tubes vaporisateurs, la nécessité d'employer de l'eau distillée, l'avantage (qui échappera tout d'abord à du Temple) de recourir au même métal pour la confection des tubes et des viroles en assurant la fixation ; il n'est pas jusqu'à l'espace vide ménagé au-dessus du plafond de la chambre de combustion qui ne fasse un peu pressentir les maçonneries creuses utilisées de nos jours. L'inventeur avait également saisi de façon très nette la sécurité de ce genre de générateurs et, bien avant Craddock et Rowan, le grand progrès que procurerait, tant au point de vue du rendement thermique du cycle moteur que de la diminution du poids par cheval, une forte élévation de la pression initiale.

Il reste que Gurney a conçu la mise en pratique du principe de la circulation en cycle fermé sous plusieurs modalités, dont l'une, la plus ancienne, est beaucoup plus voisine que la chaudière Clark des formes modernes de ce genre de générateurs et que, tandis que nous ne savons rien des applications de cette chaudière Clark, les travaux de Gurney sur les voitures à vapeur constituent des réalisations hautement dignes de mémoire.

On retrouve quelques traits de la chaudière Clark sur une chaudière, de trente ans postérieure, que nous avons décrite dans notre précédente étude : la chaudière Bellford.

On a voulu ranger parmi les plus anciens inventeurs de chaudières à circulation en cycle fermé John Moore, de Bristol, en raison d'un brevet dont il a fait la demande le 6 novembre 1824. C'est là une interprétation très exagérée de ce brevet. La chaudière en faisant l'objet comporte des tubes verticaux émanant d'un réservoir d'eau, situé à la base, et aboutissant à un réservoir de vapeur, situé au sommet et au-dessus du niveau de l'eau ; des tubes de retour, disposés à l'intérieur de la chambre de combustion, ramènent au collecteur inférieur l'eau que l'impétuosité de l'ébullition a pu projeter jusqu'au collecteur supérieur : leur rôle est analogue à celui qui sera dévolu aux tubes de retour des chaudières Rowan et Horton.



Le 14 mars 1849, Thomas Clarke, de Hackney, dans le comté de Middlesex, ingénieur, et Thomas Motley, de la cité de Bristol, ingénieur civil, firent demande d'un brevet qui constitue une des préfigurations les plus caractérisées des chaudières express. Ce brevet a pour objet des inventions fort diverses, notamment une chaudière, qui y est décrite comme il suit :

« La figure 4 représente une section verticale de la chaudière perfectionnée; la figure 5, une section transversale et verticale suivant A B, figure 4; et la figure 6, un plan horizontal suivant C D, figure 4. A est un conduit vertical, la partie supérieure formant un coffre de vapeur; B, un conduit horizontal semi-circulaire relié à une extrémité du tube A; C, C, deux conduits plus petits reliés à l'extrémité inférieure du conduit A; D, D, deux groupes de petits tubes, dont les extrémités inférieures sont fixées aux demi-tubes, C, C, et les extrémités supérieures au tube B, comme il est montré plus clairement sur la figure 5. Le feu est placé entre ces deux groupes de tubes, la flamme et l'air chaud passant au travers et s'y heurtant dans leur trajet à la cheminée. Le tube A est rempli d'eau jusqu'au niveau *a*, remplissant ainsi complètement les petits tubes D, D et partie du tube B d'eau. La vapeur, à mesure qu'elle se forme dans les petits tubes entourant le foyer, se dégage dans B, et de B en A dans le coffre de vapeur. L'eau élevée avec la vapeur dans les petits tubes se sépare dans A, et descend en C, pour être de nouveau entraînée par le courant ascendant dans les petits tubes. Pour permettre à de plus petits tubes, qu'il n'a jusqu'ici été trouvé possible, d'être employés sans qu'ils soient endommagés par la chaleur intense, nous provoquons une plus rapide circulation de l'eau à travers eux qu'il n'y aurait si on la laissait uniquement à son propre pouvoir ascensionnel. Un moyen d'accomplir ceci est pleinement montré sur la figure 4, où E est un axe vertical fonctionnant à travers un presse-étoupe au bas du tube A, et dans une douille au haut du tube. Un aspirateur F est claveté solidement à la partie inférieure de l'axe dans le tube A. Il reçoit un rapide mouvement rotatoire de la poulie G; par son action centrifuge sur l'eau, il l'extraira de A, et la chassera avec rapidité par C, C, et vers le haut par les petits tubes D, D, dans B, où elle montera de nouveau en A pour être encore actionnée



par l'aspirateur. Grâce à cet emploi de moyens mécaniques pour entretenir une rapide circulation d'eau dans les récipients d'eau exposés à l'action du feu, ceux-ci peuvent être faits beaucoup plus petits qu'il n'a jusqu'ici été trouvé possible, sans aucun danger pour eux de subir des coups de feu ou de décomposer l'eau, et cela empêchera aussi la production de tout sédiment dans ces tubes. En faisant les tubes plus petits que jusqu'ici, ils peuvent être faits plus légers avec le même degré de solidité que s'ils étaient de l'épaisseur ordinaire, et ils exposeront une surface de chauffe beaucoup plus grande à une quantité donnée d'eau que cela n'a été jusqu'ici possible. H, figure 4, représente un ventilateur claveté solidement à la partie supérieure de l'axe A (1) et tournant avec lui. Son objet est de prévenir l'entraînement d'eau. L'eau qui est mécaniquement mélangée à la vapeur en sera séparée en passant dans cet appareil, et sera chassée contre les parois du coffre de vapeur par la force centrifuge et retombera en A, laissant la vapeur se rendre sèche à la machine.

« Nous voudrions ici remarquer que ce que nous revendiquons comme perfectionnements dans l'obtention de la puissance motrice consiste :

« Premièrement, dans la production d'une rapide circulation d'eau dans les chaudières à vapeur par des moyens mécaniques.

« Deuxièmement, dans l'action centrifuge d'un ventilateur pour séparer l'eau mélangée mécaniquement avec la vapeur (c'est-à-dire quand il y a ce qu'on nomme « primage »).

« Troisièmement, les dispositions générales de la chaudière ci-dessus décrite. »

Ainsi, bien avant les Rowan (1869 et 1876) et du Temple (1881), la chaudière à trois collecteurs, avec grille entre les collecteurs inférieurs, avait fait son apparition et, reconnaissons-le, en Angleterre. Cette chaudière Clarke et Motley est même supérieure aux chaudières Rowan sous le rapport de la circulation, le niveau de l'eau y étant franchement au-dessus des orifices supérieurs des tubes, et aussi, semble-t-il, sous le

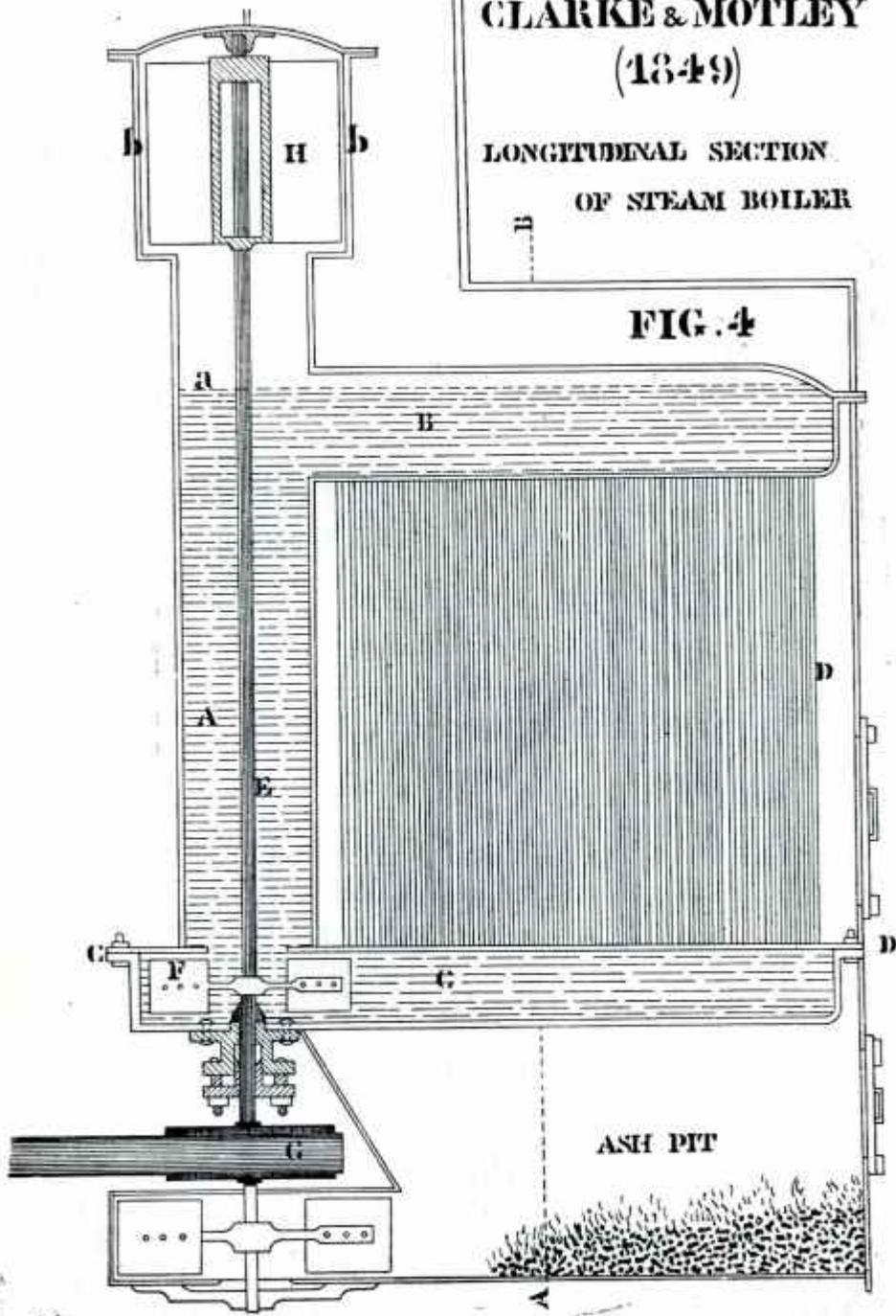
(1) Il faut évidemment lire l'axe E.



CLARKE & MOTLEY
(1849)

LONGITUDINAL SECTION
OF STEAM BOILER

FIG. 4



rapport du diamètre des tubes, qui, sur les chaudières Rowan, était excessif.

Mais ce n'est pas seulement d'une façon générale que sa section transversale (fig. 5) annonce les chaudières modernes à trois collecteurs. Elle fait particulièrement pressentir, parmi celles-ci, et rien n'indique mieux la valeur de cette invention ancienne, celle qui recevra les plus nombreuses applications. Déjà, en effet, nous y trouvons les tubes rectilignes et presque verticaux, les collecteurs d'eau à section hémicirculaire, que, à partir de 1890 et pendant vingt-cinq ans, on exécutera à de si nombreux exemplaires, le parcours direct et transversal des gaz chauds et même (fig. 6) la disposition en chicanes des tubes des rangées successives et, ce qui ne réapparaîtra dans les brevets qu'une quarantaine d'années plus tard et ne passera guère dans la pratique qu'après un nouveau délai d'un quart de siècle, l'attribution de diamètres plus forts aux tubes des rangées les plus rapprochées du feu.

Il est de toute évidence que les chaudières modernes ne sont pas effectivement et pratiquement dérivées de cette chaudière ancienne et que, quand les réalisations décisives de du Temple et de Thornycroft eurent fait prévaloir la conception générale des chaudières à trois collecteurs, le souci des solutions simples, auxquelles les inventeurs doivent toujours tendre, orienta un maître de la construction navale vers des dispositions analogues à celles du brevet, fort peu connu, qui nous occupe. Mais on peut voir là, dans une mesure qui n'est du reste que partielle, un nouvel exemple de ces rencontres d'inventeurs, de ces répétitions, à de longs intervalles, de conceptions dont, dans notre précédente étude, nous avons déjà signalé plusieurs cas.

Sur cette chaudière Clarke et Motley, ce ne sont pas seulement les collecteurs inférieurs, mais aussi le collecteur supérieur qui comporte, pour faciliter l'emboîtement des tubes, des faces planes.

L'idée d'assurer la circulation d'eau par des moyens mécaniques se retrouvera sur une chaudière brevetée en 1862 par Elder et que nous avons décrite dans notre première étude, ainsi que sur un brevet Yarrow de 1919, où des hélices sont logées dans les collecteurs inférieurs. L'augmentation considérable des pres-





FIG. 5

TRANSVERSE VIEW OF THE
SECTION THRO' AB FIG. 4

CLARKE & MOTTEY

(1849)

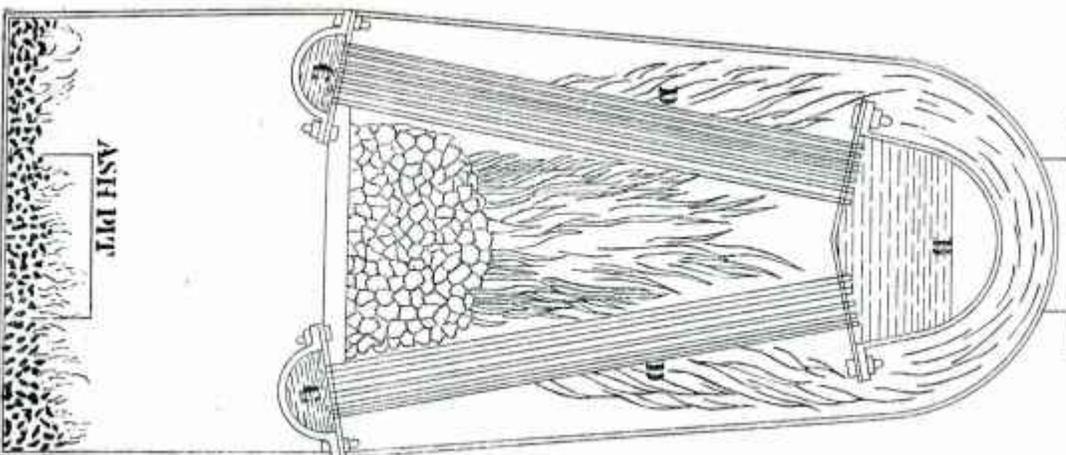
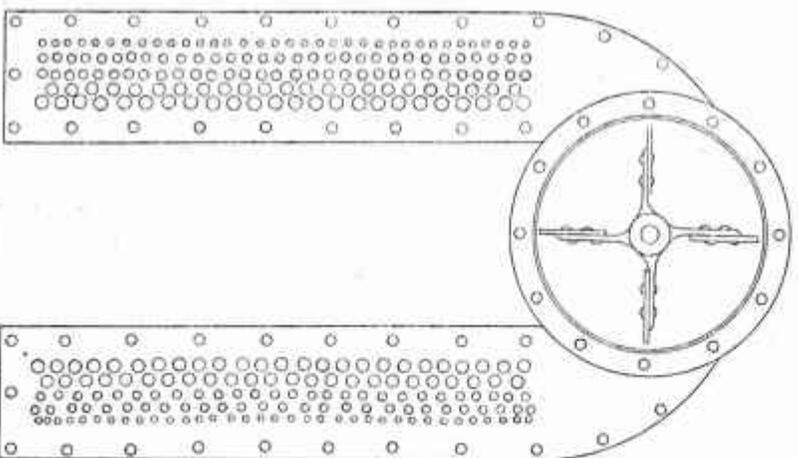


FIG. 6

HORIZONTAL PLAN THRO' CD FIG. 4



sions et des intensités de chauffe où l'on est actuellement engagé pourrait bien imposer le recours à une circulation forcée et montrer ainsi, une fois de plus, que, dans le domaine technique comme dans d'autres domaines, il est des conceptions qui ne prévalent que longtemps après leur première énonciation : dans le cas qui nous occupe, celle-ci était prématurée et sans intérêt pratique, étant donné l'impossibilité, en l'absence de tirage forcé et de métaux résistants, de réaliser des pressions élevées. Remarquons, d'autre part, que Clarke et Motley n'ont préconisé le recours à des procédés mécaniques que comme moyen de rendre la circulation plus intense et qu'ils se rendaient parfaitement compte qu'elle pouvait exister sans cela. Ils avaient aussi une vision très nette de l'intérêt que présentait la rapidité de la circulation pour prévenir sur les surfaces de chauffe les dépôts salins.

La lecture de ce brevet de 1849 nous a enfin appris que la dissociation de la vapeur d'eau sous l'influence de la chaleur était connue dès cette époque, c'est-à-dire quinze ans avant que les expériences de Sainte-Claire Deville ne l'eussent péremptoirement démontrée.

Nous ignorons si cette chaudière Clarke et Motley a donné lieu à applications.

Le dernier brevet que nous nous proposons ici de faire connaître est encore un brevet anglais. Demande en fut faite le 19 mai 1874 par Alfred Fryer, de Manchester. En voici les parties essentielles :

« Mes perfectionnements se rapportent d'abord à cette classe de chaudière à vapeur où la surface de chauffe consiste principalement en tubes de petit diamètre.

« ... Dans ma chaudière perfectionnée je dispose une grille de tubes remplis d'eau, placés très près les uns des autres, disons, à titre d'exemple, à un huitième de pouce (1) d'intervalle. A travers cette grille j'oblige les produits de combustion à passer en se rendant à la cheminée, et ainsi, étant divisés en couches finement laminées, et chacune de leurs parties étant amenée à moins, disons, d'un seizième de pouce de la surface absorbante

(1) $3^{\text{me}}/_{16}$.



métallique, ils cèdent la plus grande portion de leur chaleur en passant à travers une telle grille. Ces tubes sont habituellement courbés presque à angle droit à une distance telle des points d'attache que cela permette à chacun d'eux de se dilater sous l'action de la chaleur sans dommage pour le joint ou attache. Ces tubes courbés sont attachés à chaque extrémité à de plus gros tubes horizontaux et je place ordinairement leurs plus longues extrémités dans une position presque verticale, mais en ayant les extrémités supérieures légèrement inclinées vers le foyer, de façon que, à mesure que la vapeur se formera, elle puisse tendre à quitter la surface chauffée du tube, et aussi en sorte que la poussière heurtant les tubes puisse tomber sans y adhérer.

« Afin de placer ces tubes étroitement rapprochés sans trop affaiblir les récipients où ils sont attachés, je prends deux séries de tubes en grille, les intervalles de tube à tube dans chaque série étant individuellement un peu plus grands que le diamètre des tubes, et j'entremêle ces deux séries de tubes de façon à former une seule grille.

« Si on le juge désirable les produits de combustion peuvent être amenés à passer à travers une seconde grille de tubes (qui peut être utilisée comme un réchauffeur d'eau d'alimentation) afin d'extraire une nouvelle portion de leur chaleur.

« ... La figure 7 représente une élévation en bout (partiellement en section) d'une chaudière faite selon mon système perfectionné.

« ... Sur la figure 7, A représente le principal récipient pour la vapeur et l'eau, que je préfère tenir environ à moitié plein d'eau, l'autre moitié formant un réservoir de vapeur. Ce récipient court sur toute la longueur de la chaudière, et je préfère le faire horizontal. Il est relié aux tubes horizontaux plus petits A^1 , A^1 , situés en dessous, par le moyen des tubes de retour a , a , et des tubes courbés a^1 , a^1 , qui sont représentés courbés aux approches du récipient A, mais à une distance encore suffisante de celui-ci pour empêcher tout dommage aux joints par dilatation. Les tubes a^1 , a^1 , alternent avec des tubes courbés similaires b^1 , b^1 , qui sont fixés dans le haut aux tubes horizontaux B, B, et dans le bas aux tubes horizontaux B^1 , B^1 . Les tubes B, B, sont reliés

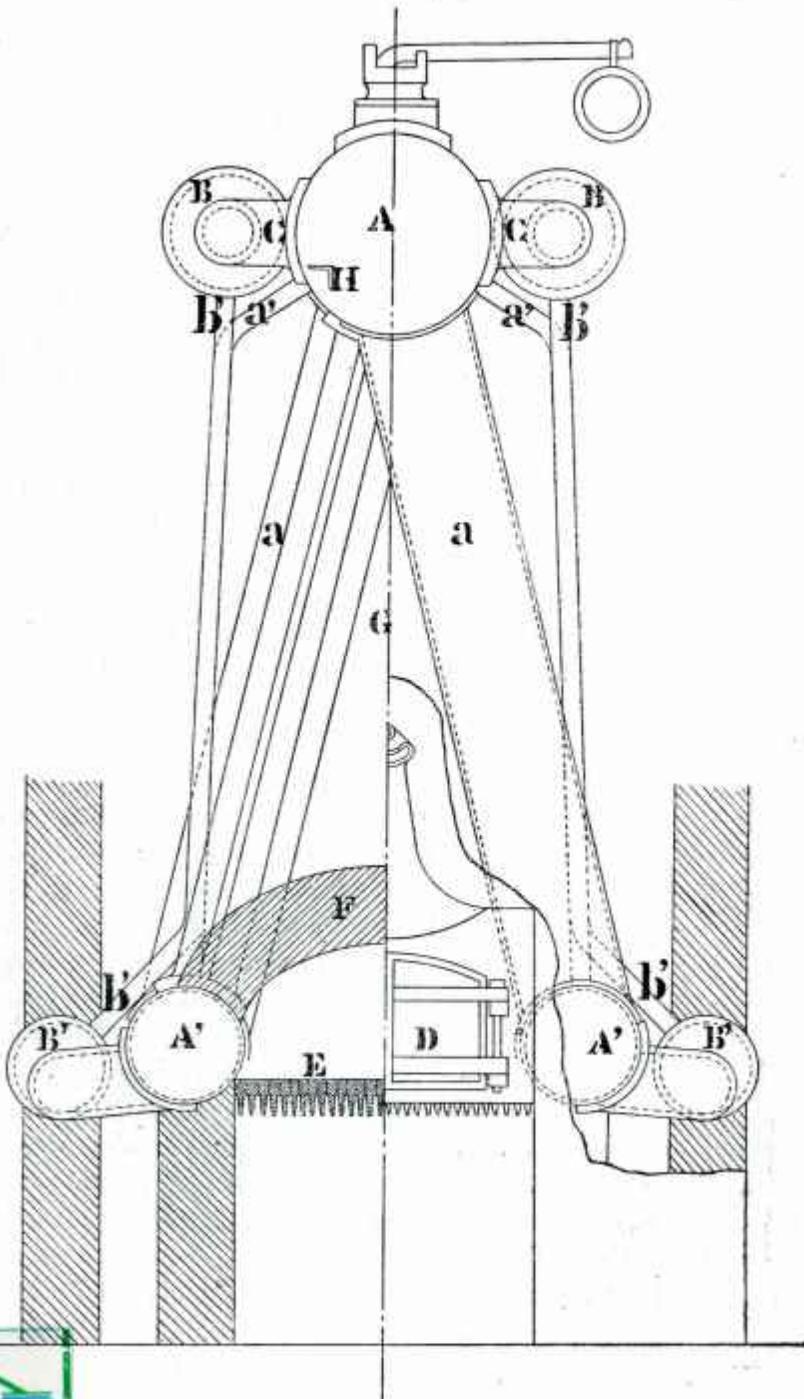


au récipient A par la courte pièce C. D, représente la porte de foyer; E, les barreaux de grille; et F, une voûte de brique réfractaire, ou autre matériau convenable, s'étendant au-dessus du foyer et reposant sur les tubes A', A'. Je préfère placer un foyer à chaque extrémité de la chaudière, car, en procédant ainsi et entretenant chaque foyer alternativement, la fumée provenant du combustible nouvellement chargé dans l'un d'eux sera brûlée en se mélangeant avec les gaz intensément chauds provenant de l'autre, qui est en combustion parfaite. L'intensité du feu est accrue par la voûte de brique réfractaire F qui le surmonte et qui réverbère la chaleur sur le combustible incandescent. Les produits de combustion, après leur sortie de sous la voûte de brique réfractaire, se disséminent dans la chambre G, qui forme une vaste chambre de combustion. La seule voie par laquelle ils puissent s'en échapper et passer à la cheminée est par passage à travers la grille de tubes a' , a' et b' , b' , étant donné que les extrémités de cette chambre sont fermées. Puisque les tubes a' et b' sont très rapprochés (je préfère les placer seulement à environ un huitième de pouce d'intervalle) et qu'ils sont formés de métal relativement mince, les produits de combustion cèdent la plus grande partie de leur chaleur en passant une fois à travers cette grille; si c'est désirable, une nouvelle portion de la chaleur peut être absorbée en faisant passer les produits de combustion, ainsi presque entièrement dépourvus de leur calorique, à travers d'autres grilles de tubes similaires, qui peuvent être utilisées comme réchauffeur d'eau d'alimentation. Dans les petits tubes a' , a' , b' , b' (qui sont intensément chauffés sur une portion considérable de leur circonférence par les produits de combustion qui les heurtent et passent entre eux), il y a un fort courant ascendant de vapeur et d'eau mélangées. Comme les extrémités supérieures de ces tubes s'inclinent vers la chambre de combustion et que c'est ce côté du tube qui est le plus intensément chauffé, et comme les particules de vapeur tendront à s'élever verticalement, chaque particule de vapeur, à mesure qu'elle se forme, s'élèvera à partir du côté chauffé du tube, laissant sa place pour qu'elle soit occupée par une nouvelle portion d'eau, tandis que la vapeur qui s'élève ainsi s'amassera et se dégagera sur le côté postérieur ou plus frais du tube



FRYER (1874)

FIG. 7



jusqu'à ce qu'elle atteigne le récipient principal A, soit directement, soit en passant par les tubes B, B, C, C. A cet endroit, des tôles convenablement disposées pour former écran H sont placées pour faciliter la séparation de la vapeur d'avec l'eau. C'est de ce récipient que la vapeur est puisée. Les tubes a, a , qui ne sont que peu exposés à la chaleur, conduisent le courant descendant de l'eau du récipient A à une extrémité des tubes A^1, A^1 , qui à leur tour alimentent les tubes a', a' ; les autres extrémités des tubes A^1, A^1 , sont reliées aux tubes B', B' , qui de cette façon sont tenus alimentés en l'eau nécessaire pour entretenir la rapide circulation des tubes b', b' Dans le dessin qui est donné de la chaudière, presque toute la maçonnerie est supposée avoir été retirée pour montrer au mieux les détails de la chaudière elle-même.

« ... Je revendique :

« Premièrement, la structure d'une chaudière à tubes d'eau, en substance telle que décrite et représentée sur la figure 7 du dessin ci-joint.

« Deuxièmement, l'usage dans de telles chaudières d'une grille de tubes placés si près les uns des autres que les produits de combustion en passant à travers une telle grille se dépouilleront de la plus grande proportion de leur chaleur.

« Troisièmement, l'entremêlement de deux ou plusieurs séries de tubes d'eau pour former une seule grille dans le but d'amener les tubes à se trouver rapprochés les uns des autres sans trop affaiblir les points de fixation à chaque extrémité de ceux-ci... »

Ce brevet est intéressant à bien des points de vue. Tout d'abord, il constitue, vingt-cinq ans après le brevet précédent et deux ans avant le brevet de F. J. Rowan, un exemple caractérisé de chaudière à trois collecteurs, bien que ceux-ci y soient dédoublés. Il comporte, en effet, la disposition de la grille entre les collecteurs inférieurs, la délimitation de la chambre de combustion à ses extrémités par des murs en maçonnerie et latéralement par des tubes, au tracé vertical desquels il n'est dérogé que dans la mesure où paraissent le requérir les exigences de leur dilatation, enfin une conception juste et clairement formulée des conditions de la circulation, qui se trouve assurée, en outre du tracé vertical des tubes, par l'élévation du niveau de l'eau



jusqu'à mi-hauteur du collecteur supérieur et la présence de tubes de retour situés hors du passage des gaz chauds et ainsi moins chauffés que les tubes vaporisateurs. On peut regretter que, comme dans la chaudière F. J. Rowan et pour une raison différente, ceux-ci soient frustrés du rayonnement de la grille.

Cette chaudière est, en outre, une chaudière à double façade. Cette disposition, pour ce genre de chaudières, avait déjà été brevetée par Craddock (1857) et par Rowan et Horton (1869), mais sans qu'ils la réalisassent. Fryer en indique une qualité qui n'avait pas encore été signalée et qui n'existe qu'à condition qu'il n'y ait pas de séparation des foyers par une cloison transversale, c'est-à-dire sous la forme même où cette disposition connaît, de nos jours, un regain de faveur.

L'utilisation d'écrans vis-à-vis l'orifice des tubes dans le collecteur supérieur, en vue de briser le jaillissement d'eau et de vapeur et de prévenir l'agitation qu'il occasionnerait dans le volume d'eau et les entraînements d'eau avec la vapeur qui pourraient en résulter, se retrouvera dans le brevet du Temple de 1876 et sur des chaudières ultérieures.

Ce brevet Fryer comporte enfin deux autres caractères bien originaux, qui font de lui un des maillons de la chaîne aboutissant aux chaudières express. Le dispositif qui y est imaginé pour réaliser des rangées presque jointives de tubes sans affaiblir les collecteurs où ils s'attachent doit être considéré comme une ébauche de celui que mettra si heureusement au point, en 1885, Sir John I. Thornycroft pour constituer des rangées absolument jointives et fixer ainsi le parcours des gaz et qui trouvera une si large application sur les chaudières Thornycroft, Normand, Mosher et Guyot. Sir John Thornycroft, avec ce don des solutions simples que nous admirions tout à l'heure chez un de ses plus éminents émules et qui est une des caractéristiques du véritable ingénieur, éliminera du dispositif Fryer, si tant est qu'il en ait eu connaissance et n'ait pas conçu le sien de toutes pièces, les collecteurs auxiliaires et, entremêlant, lui aussi, deux rangées de tubes, les fera respectivement aboutir, à chaque extrémité, sur deux génératrices d'un même collecteur.

Le brevet Fryer présente, en outre, croyons-nous, le premier exemple d'utilisation, pour le réchauffage de l'eau d'alimenta-



tion, des rangées de tubes les moins chauffées. Ce n'est que beaucoup plus tard, en 1911 (Yarrow) et 1912 (Thornycroft), que nous verrons réapparaître cette disposition sur les chaudières à trois collecteurs. Bien avant cette époque, Stirling, à son tour, aura recouru à ce principe sur des chaudières d'une conception toute différente, bien qu'également à circulation accélérée, et nous le voyons aujourd'hui d'une application courante sur de nombreux types de chaudières terrestres qui sont comme une féconde et tardive postérité des chaudières Stirling.

Une chaudière conforme au brevet Fryer et construite d'après les dessins de l'inventeur fut essayée à la fin de 1881 (1), c'est-à-dire postérieurement aux premières réalisations du commandant du Temple (1876), mais antérieurement à sa première chaudière à double façade (1884). Elle alimentait une machine compound horizontale construite par Manlove, Alliott, Fryer and Co, de Nottingham. Il ne semble pas qu'elle ait donné des résultats bien satisfaisants, car elle fut remplacée par une chaudière locomotive. C'est la seule application de la chaudière Fryer dont nous ayons connaissance.

Du chapitre d'histoire technique dont nous venons de donner ici le complément, un esprit plus philosophique que le nôtre dégagerait d'utiles enseignements. Et sans doute en serait-il ainsi de presque tout chapitre d'histoire technique, à en juger par le très petit nombre de ceux qui ont fait l'objet d'études approfondies. Qu'il s'agisse des origines des chaudières à circulation accélérée, de l'évolution pratique de la machine à vapeur, exposée avec une immense érudition par M. Mallet (2), ou encore de la genèse de l'hélice propulsive, dont la relation définitive reste à écrire, on peut voir notamment, comme le faisait observer à l'Académie de Marine M. Charles Ferrand, combien le progrès a trouvé de résistance dans l'inaptitude de tant de gens à évoluer, et aussi à quel point les efforts des inventeurs ont été éparés et sans lien entre eux.

(1) *Engineering*, 25 octobre 1895, page 518.

(2) Société des Ingénieurs civils de France, Bulletins d'août et septembre 1908, août et septembre 1910.



De ces deux leçons, la seconde, tout au moins, nous paraît pouvoir conduire à des conclusions pratiques, suggérer de plus fécondes façons de procéder. Aussi voudrions-nous ne pas mettre à cette étude le point final sans y insister un peu.

Le défaut de liaison entre les travaux des inventeurs ou expérimentateurs a certainement rendu le progrès plus lent et plus coûteux. Nous avons vu que, plus d'un demi-siècle après son énonciation par Clark et alors que, durant cet intervalle, maints chercheurs en avaient, sous diverses modalités, conçu l'application, le principe de la circulation en cycle fermé et ses avantages étaient encore si peu connus que du Temple pouvait croire, de bonne foi, en faire la découverte. Et ce que nous disons là de ce principe pourrait, comme on l'a vu également, se dire tout aussi bien de la plupart des modalités de son application.

Durant la période déjà ancienne à laquelle appartiennent les travaux que nous avons exposés, le nombre des revues et associations techniques et l'abondance de leur information étaient certes bien moindres que de nos jours. Mais, si l'on considère quel développement ont pris depuis lors la variété et la complexité des questions techniques (1), on est conduit à penser que nous ne sommes pas encore aussi bien organisés qu'il conviendrait pour coordonner tous les efforts inventifs et expérimentaux qui se déploient et en assurer le meilleur rendement.

Les esprits, cependant, commencent à prendre conscience des inconvénients que présente cette dispersion du labeur technique et de la nécessité de plus en plus impérieuse qu'il y a d'y remédier. Depuis la guerre et sans sortir de notre pays, nous avons vu fonder la Maison de la Chimie, ainsi que l'Association de Documentation scientifique, industrielle et commerciale; à la fin de 1929, une des plus importantes sociétés industrielles a publié une description détaillée (2) du Service de Documentation qu'elle

(1) Le nombre des brevets d'invention pris annuellement a passé, de 1900 à 1930, de 8.420 à 22.001 pour la France, de 8.783 à 18.000 pour l'Allemagne et de 24.660 à 35.242 pour les États-Unis.

(2) *Le Service de Documentation de la Compagnie Alais, Frogès et Camargue* (Bulletin du Comité national de l'Organisation française, novembre 1929).



avait créé dix ans auparavant et sans cesse développé et perfectionné depuis lors.

Cet organisme pourrait utilement inspirer d'autres entreprises industrielles, les consortiums qu'elles forment parfois entre elles, les chambres syndicales auxquelles elles adhèrent presque toujours, les grandes associations techniques et peut-être également plus d'un ministère. Il fonctionne au siège central de l'entreprise et quatre ingénieurs, assistés d'une bibliothécaire et de plusieurs sténo-dactylographes, y consacrent tout leur temps. On y dépouille cent cinquante périodiques, la plupart des ouvrages, français ou étrangers, se rapportant aux objets divers de l'entreprise et, parmi les brevets, tous ceux qui, à la lecture notamment du *Bulletin officiel de la propriété industrielle* ou du *Patentblatt* allemand, ont paru présenter de l'intérêt. Le dépouillement de tous ces documents donne lieu à la confection de fiches, qui sont classées méthodiquement : 145.000 fiches avaient ainsi, en dix ans, été établies. Les usines de l'entreprise envoient, en outre, au Service de Documentation leurs rapports d'essais, qui y sont, eux aussi, méthodiquement classés. S'appuyant sur un tel ensemble de renseignements et les complétant, si besoin, par des recherches effectuées à d'autres sources, l'organisme est en mesure de répondre à toute demande de documentation émanant des services centraux, des vingt usines ou des filiales de l'entreprise. Devançant même ces demandes, il établit un *Bulletin mensuel de documentation*, présenté en deux volumes d'environ soixante-dix pages chacun, qui sont adressés respectivement aux services chimiques et électrométallurgiques et avec lesquels la partie documentaire de certaines revues n'est pas sans présenter, sous une forme plus succincte, quelque analogie.

Un tel exemple d'organisation mériterait, ce nous semble, d'être étudié et imité. Ce n'est pas seulement dans l'industrie chimique que, comme il est dit dans le mémoire que nous venons d'analyser très brièvement, beaucoup de temps « a été perdu, gâché par la mise au point et l'essai de méthodes qu'on croyait nouvelles et qui étaient décrites tout au long dans tel ouvrage, périodique ou brevet étranger ». Il en est de même dans des milieux bien divers : plus d'un lecteur, sans doute, trouverait



dans ses souvenirs professionnels sujet d'en témoigner. Nous vivons à une époque de recherches techniques de plus en plus abondantes et maintes administrations, publiques ou privées, trouveraient avantage à compléter ou retoucher leur organisation pour tirer de cette somme de labeur tout le profit possible,

Les études d'histoire technique n'ont pas pour seule utilité de rendre justice à des chercheurs qui ont contribué au progrès dont nous bénéficions. Il n'est pas interdit d'espérer, en outre, que le récit de leurs travaux, de leurs tâtonnements et de leurs épreuves persuadera des esprits réfléchis qu'il y a lieu de faire en sorte que la marche de ce progrès soit désormais moins sinueuse, moins aléatoire et parfois ainsi moins sanglante.

