

Auteur ou collectivité : Uhland, Wilhelm Heinrich

Auteur : Uhland, Wilhelm Heinrich (1840-1907)

Titre : Les nouvelles machines à vapeur notamment celles qui ont figuré à l'Exposition universelle de 1878, description des types corliss, à soupapes, compound, etc., etc., les plus récemment construits, exposé de l'origine, du développement et des principes de construction de ces systèmes

Auteur : Uhland, Wilhelm Heinrich (1840-1907)

Titre du volume : [Texte]

Adresse : Paris : E. Bernard libraire-éditeur, 1879

Collation : 1 vol. (VII-267 p.-29 f. de pl.) : ill., fig. ; 29 cm

Cote : CNAM-BIB 4 De 52

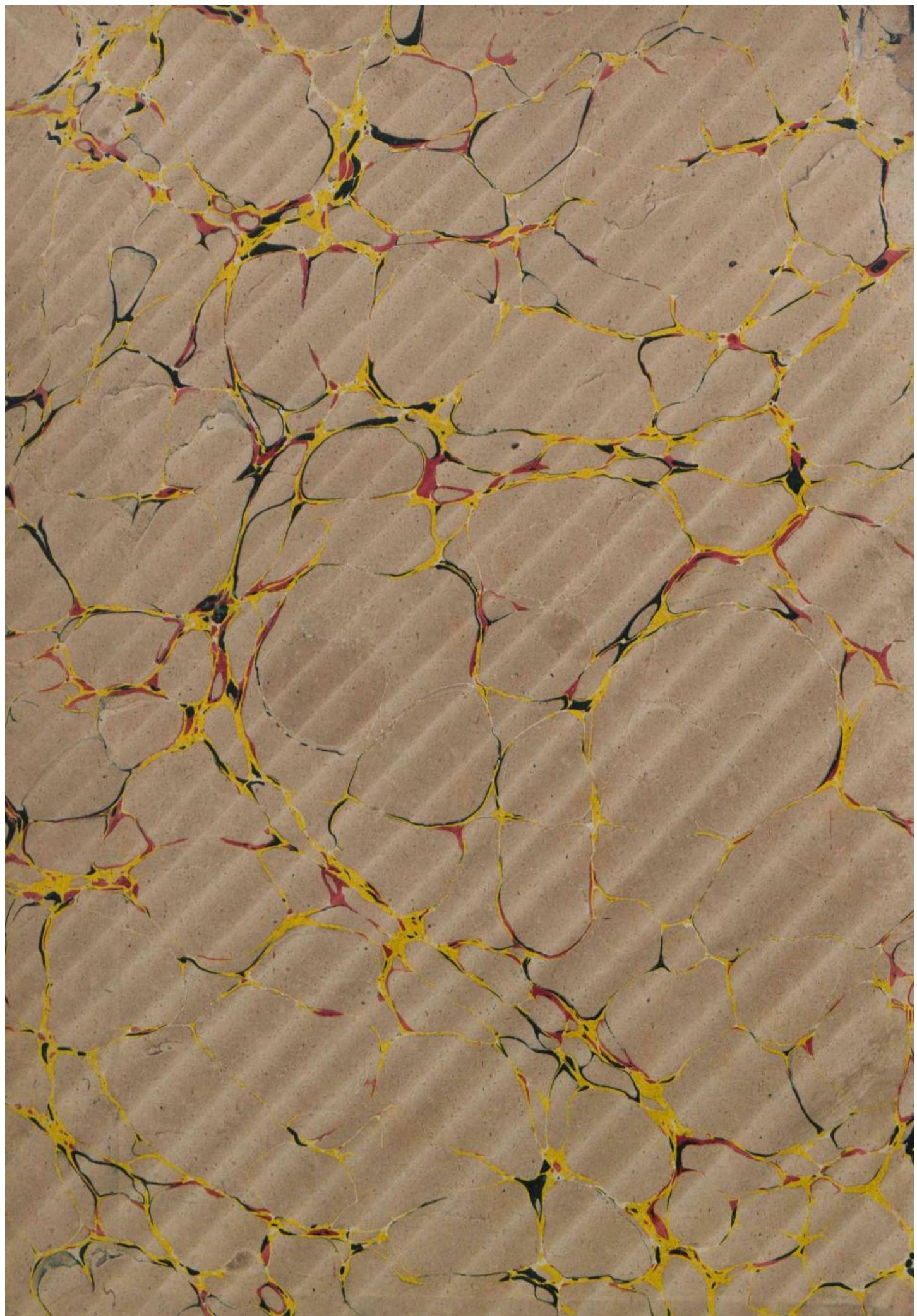
Sujet(s) : Machines à vapeur -- 19e siècle -- Classification

Langue : Français

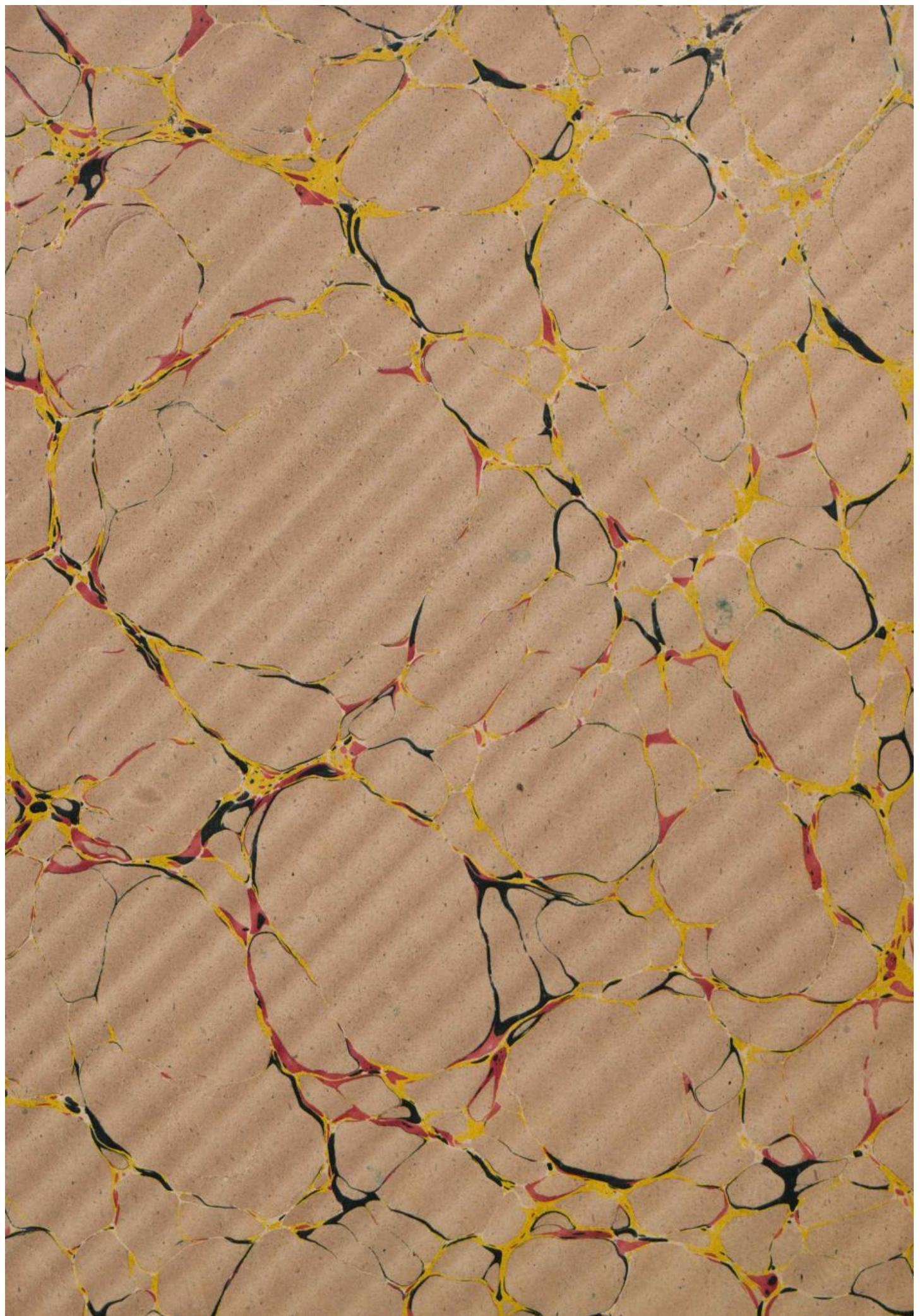
Date de mise en ligne : 21/12/2017

Date de génération du document : 28/2/2018

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?4DE52>



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Beste - 4^e De . 5^e
Atlas - f^e De . 8-

LES

NOUVELLES MACHINES A VAPEUR

NOTAMMENT CELLES QUI ONT FIGURÉ A

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878



CLICHY. — IMPRIMERIE PAUL DUPONT, 12, RUE DU DAG-D'ASNIÈRES. — 208.4.79.

JF De 52

LES

NOUVELLES MACHINES A VAPEUR

NOTAMMENT CELLES QUI ONT FIGURÉ A
L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878

DESCRIPTION DES TYPES CORLISS, A SOUPAPES, COMPOUND, ETC., ETC., LES PLUS RÉCEMMENT CONSTRUIS
EXPOSÉ DE L'ORIGINE, DU DÉVELOPPEMENT ET DES PRINCIPES DE
CONSTRUCTION DE CES SYSTÈMES

PAR W.-H. UHLAND

INGÉNIEUR CIVIL

RÉDACTEUR EN CHEF DU *Praktischer Maschinen-Constructeur.*

TRADUIT DE L'ALLEMAND ET ANNOTÉ

Par M. G. De LAHARPE, Ingénieur-Constructeur
Ancien élève de l'École centrale des Arts et Manufactures.

ET MM.

C. BERETTA, Ingénieur civil,

Ancien élève de l'École des mines

E. DESNOS,

Ingénieur civil

Attachés au service des Machines de l'Exposition universelle.



PARIS

E. BERNARD, LIBRAIRE-ÉDITEUR
3, RUE THORIGNY, 3

1879

CNAM. BIBLIOTHEQUE CENTRALE



1 7501 00211679 4



PRÉFACE

Depuis l'apparition des machines à vapeur comme moteurs pour ainsi dire universels et d'une puissance illimitée, une transformation totale, jusque-là sans exemple, s'est opérée dans l'industrie et le commerce. D'après ce fait capital, et d'après les changements énormes qui en sont découlés dans la vie des personnes et des nations, et jusque dans la marche même de la civilisation, on peut présumer que l'histoire de l'industrie appellera le xix^e siècle le *Siècle des Machines à vapeur*.

L'étude de ces moteurs a fait le sujet de nombreux ouvrages, et l'état de perfection relative où ils étaient parvenus il y a dix ou quinze ans, est actuellement bien connu de tous les hommes spéciaux.

Mais depuis cette époque, il s'est produit dans la construction des machines à vapeur une évolution remarquable. Une ère de liberté a succédé presque partout au régime de l'autorisation préalable pour l'établissement des appareils à vapeur, et leur emploi s'est considérablement développé; il s'en est naturellement suivi des recherches persévérandes, dirigées vers les perfectionnements et améliorations de tous genres.

L'esprit inventif de notre époque s'est donné carrière dans cet immense champ de travail, et les progrès les plus sérieux se sont rapidement succédé de tous côtés. Actuellement les dispositions employées présentent une telle variété, l'horizon en est si vaste, qu'il faut une attention soutenue pour se maintenir au courant de ce qui se fait pour ainsi dire journellement.

C'est surtout vers le perfectionnement des organes qui règlent la détente de la vapeur, que se sont portés les efforts des constructeurs. Aussi les machines à distribution perfectionnée tiennent-elles le premier rang comme importance : d'abord celles

du système Corliss, et le grand nombre de types qui en sont dérivés; puis les machines à distribution par soupapes. Dans le même ordre d'idées, mais avec des moyens différents, se placent les machines qui utilisent la détente par le principe même de leur construction, et qu'on pourrait appeler différentielles. Ce sont celles du système Woolf, dont une variante, actuellement désignée sous le nom de *compound*, a beaucoup attiré l'attention depuis quelque temps.

L'exposition qui vient d'avoir lieu a pour ainsi dire consacré le triomphe de ces divers genres de machines; on les voyait partout aux places d'honneur, hommage bien mérité rendu à leur importance hors ligne.

Les ouvrages spéciaux parus jusqu'ici se sont relativement peu occupés de ces machines nouvelles, en sorte qu'il s'est répandu dans le monde industriel, et même chez certains ingénieurs, des appréciations erronées sur les nouveaux genres de machines à vapeur; et en outre, il s'est assez souvent rencontré que faute d'être au courant de ce qui avait été fait, on s'est attaché à la solution de problèmes déjà résolus.

C'est donc certainement répondre à un besoin sérieux, que de publier un traité méthodique, appuyé de dessins et de documents certains, sur cette partie de la construction mécanique.

D'ailleurs, la connaissance des travaux antérieurs est indispensable au progrès. En résumant les efforts et l'expérience des spécialistes qui ont précédé, et des contemporains, elle sert de guide pour de nouvelles améliorations.

Dans l'ouvrage que nous présentons au public, on a réuni d'une façon méthodique les types les plus remarquables des machines nouvelles, avec les dessins exacts de celles qui ont le plus d'importance. Les particularités de chaque système sont soigneusement décrites, avec les détails nécessaires sur la construction et le fonctionnement.

Un grand nombre des premiers constructeurs de tous les pays se sont empressés de mettre à la disposition de l'auteur leurs dessins d'exécution et leurs résultats d'expériences. Grâce à ce précieux concours, on a pu reproduire les plans d'une centaine environ de types différents, sans compter de nombreuses variantes.

L'atlas, qui dans un ouvrage de ce genre a une importance capitale, comprend les dessins de plus de 70 machines, tracés spécialement avec beaucoup de soin, et cotés de manière à pouvoir être immédiatement utilisés pour le travail.

Pour l'exécution des planches, on a réduit par la photographie les dessins originaux, faits à grande échelle, et les épreuves obtenues ont été directement reportées sur pierre; on peut donc rapporter à l'échelle les dimensions qui ne sont pas cotées.

De nombreuses épures représentent la marche des mécanismes de distribution et de régulation pour les divers types.

On s'est attaché particulièrement, dans la disposition des figures, dans les descriptions, dans les calculs, à satisfaire aux exigences de la pratique; les détails sont traités de telle façon que toute personne au courant de la construction des machines à vapeur puisse faire exécuter les systèmes qui se trouvent décrits.

Dans cette étude des dispositions nombreuses que présentent les moteurs à vapeur, et surtout leurs organes de distribution, l'auteur a commencé par les machines Corliss proprement dites, et les types qui s'y rattachent: ce sont en général les machines à distributeurs circulaires, oscillants ou rotatifs. Puis il a passé à la description des machines à tiroirs plans, à mouvement alternatif. Ensuite se présente l'étude des distributions par soupapes équilibrées (système Sulzer et analogues); et enfin la description de bien des machines diverses, qui ne rentrent d'une manière précise dans aucune des catégories précédentes, soit qu'elles participent des unes et des autres, soit qu'elles constituent des types à part.

La classification adoptée a donc pour base le mode de construction et de fonctionnement des distributeurs. Quoiqu'elle puisse paraître au premier abord quelque peu artificielle, on se rendra aisément compte que le caractère principal, l'action de la vapeur avec détente, se trouvant partout au fond le même, il fallait s'attacher à un caractère de moindre importance pour établir un ordre convenable dans une si grande variété.

Les machines à deux cylindres successifs, avec ou sans réservoir intermédiaire, sont aussi réparties suivant l'ordre de cette classification; et à ceux qui auraient préféré en voir faire une division spéciale de l'ouvrage, nous ferons observer que la disposition à deux cylindres inégaux (système Woolf ou genre compound) n'est au fond qu'un système de distribution, un appareil de détente fixe, que l'on peut rendre variable dans de certaines limites, par l'adjonction de distributeurs secondaires.

Bien que l'auteur ait eu plus spécialement en vue les machines dont la distribution fonctionne avec fermeture instantanée, il lui a paru utile d'ajouter la description d'autres types qui n'ont pas ce caractère, quoique se rattachant étroitement aux premiers. Cela permet de procéder à l'étude comparative des divers genres de distribution perfectionnée, avec ou sans déclanchement.

L'Exposition universelle de 1878 a fourni l'occasion de rassembler des matériaux très intéressants, et les machines les plus remarquables qui y ont figuré, font l'objet de descriptions spéciales.

L'ouvrage de M. Uhland se distingue d'ailleurs par l'abondance exceptionnelle des renseignements techniques, et la clarté des planches et des nombreuses figures intercalées dans le texte. On peut dire que c'est un exposé complet de ce qui s'est fait de plus important et de plus récent dans la construction des machines à vapeur.

Si dès l'abord les machines nouvelles n'ont pas été adoptées en France avec tout l'engouement qui s'est manifesté en Amérique et en Allemagne, il n'en est pas moins certain que la supériorité de ces moteurs, d'ailleurs scientifiquement établie, est maintenant bien reconnue chez nous. La publication d'un traité où se trouvent décrites et discutées toutes leurs variétés importantes ne saurait manquer de rendre de réels services à nos ingénieurs, à nos constructeurs de machines, en un mot à tout le personnel dirigeant de notre industrie mécanique.

C. DE LAHARPE.

LES

MOTEURS DE L'EXPOSITION DE 1878

Les divers moteurs de l'Exposition universelle devant être l'objet d'une étude particulière dans cet ouvrage, il n'est pas sans intérêt de considérer rapidement leur ensemble et de rappeler quelles étaient les conditions générales de leur fonctionnement.

Dès le début des travaux, l'Administration, pour encourager les exposants à faire marcher leurs machines sous les yeux du public, s'était engagée à fournir gratuitement la force motrice nécessaire : vapeur, gaz, eau sous pression ou transmissions en mouvement.

Le Comité technique des Machines eut d'abord à examiner par quels moyens il convenait de faire tourner ces transmissions. Les mêmes raisons qu'aux expositions précédentes firent préférer, à toute autre, l'action de la vapeur. La solution d'un moteur unique, adoptée en 1876 à Philadelphie, fut écartée, non seulement en prévision de l'arrêt général qu'aurait entraîné tout arrêt accidentel de ce moteur, mais aussi pour permettre au plus grand nombre possible de machines de se produire dans les conditions les plus favorables à leur appréciation. On convint, en principe, de faire commander par un moteur particulier chacune des onze sections de la Galerie des Machines, séparées par les passages transversaux ; puis, pour répondre à toutes les demandes, on fut bientôt conduit à distribuer, dans la seule Galerie française, jusqu'à vingt machines motrices, soit une force nominale de plus de 1,200 chevaux. Les constructeurs ne reculèrent devant aucune dépense pour donner à ces installations un éclat proportionné à leur importance. Dans les Annexes, dont la construction avait été décidée beaucoup plus tard, la mise en mouvement des transmissions fut confiée à onze locomobiles, pouvant produire un travail total d'environ 250 chevaux.

Entre le Palais et les Annexes principales, cinq groupes de chaudières de divers systèmes, et dont l'ensemble offrait une surface de vaporisation de plus de 1,400 mètres carrés, fournissaient amplement la vapeur nécessaire à la fois aux machines fixes et à celles des locomobiles que, pour divers motifs, l'on avait renoncé à chauffer directement. Quatre autres groupes de générateurs desservaient les dix machines motrices des sections étrangères. Un réseau de galeries souterraines permettait de faire arriver aux points voulus la vapeur et l'eau de condensation; dans ces mêmes galeries étaient placés les tuyaux d'évacuation communiquant aux égouts. Toutes les précautions furent prises (enveloppes non conductrices,

robinets ou purgeurs automatiques disposés de distance en distance, etc.) pour amener la vapeur jusqu'aux cylindres en d'aussi bonnes conditions que le permettait la longueur inusitée des conduites.

La construction ultérieure des Annexes, entraînant une nouvelle répartition des Classes, avait considérablement déchargé les transmissions du Palais. La plupart des machines n'eurent à développer qu'une faible fraction de leur puissance normale, et des 1,200 chevaux disponibles, la moitié à peine fut utilisée. Les locomobiles, au contraire, durent produire, presque constamment le maximum de leur travail. D'une manière générale, la marche de tous ces moteurs fut caractérisée par une extrême régularité, malgré les brusques variations de charge qui résultaient d'embrayages et de débrayages de tous les instants.

Lorsque l'on considère l'ensemble des machines à vapeur de l'Exposition de 1878, on est frappé de la prédominance des nouveaux systèmes de distribution et de détente, à peine représentés à l'Exposition de 1867. Ce fait, qui dénonce une sorte de transformation dans la construction des machines, est d'autant plus remarquable que les dispositions fondamentales de ces systèmes étaient depuis longtemps connues, et que, jusqu'à ces dernières années, les constructeurs ne semblaient guère portés à les imiter. Le développement si rapide qu'ont pris récemment les nouvelles machines a été surtout favorisé par l'invasion, chaque jour plus profonde, de l'esprit scientifique dans le domaine de l'industrie. La première application des distributeurs séparés, date de plus de trente ans ; la détente dans un second cylindre, de plus de soixante ; l'enveloppe de vapeur remonte jusqu'à Watt ; mais leur emploi n'a commencé à se généraliser que depuis que la théorie mécanique de la chaleur a fait comprendre leur véritable rôle, depuis que les travaux de Combes, de M. Hirn, de M. de Fréminalville et d'autres savants ingénieurs ont fait suivre, pour ainsi dire, pas à pas, l'action de la vapeur, et déterminé les règles à observer pour sa parfaite utilisation.

En même temps que se poursuivait l'étude théorique des machines, d'immenses perfectionnements étaient apportés à la pratique même de leur construction, notamment par l'application de plus en plus générale des machines-outils. La possibilité d'exécuter, avec une précision mathématique, les pièces les plus difficiles, de trouver pour chacune d'elles le métal présentant les qualités les plus convenables, permettait désormais de réaliser une foule de dispositions regardées jusqu'alors comme impraticables.

Les constructeurs se trouvant en possession, à la fois, de conditions à remplir bien définies et de moyens d'exécution plus variés et plus puissants, on comprend que des solutions à peu près également satisfaisantes se soient produites de tous côtés.

La réunion, à l'Exposition universelle, de tant de machines diverses, placées dans des conditions de marche presque identiques, se prêtait admirablement à leur étude comparée. Les critiques n'ont pas manqué aux nouveaux systèmes. On a reproché notamment à quelques types, de n'obtenir les avantages incontestés d'une distribution bien réglée, qu'au prix de mécanismes compliqués, délicats, exposés, au bout de peu d'années de marche, à des détériorations devant entraîner des pertes très sensibles. Un examen minutieux de ces mécanismes permettra de reconnaître ce que ces objections peuvent avoir de fondé, et quelles sont les pièces particulièrement susceptibles de déformation ou d'usure. Les constructeurs en feront leur profit pour l'avenir.

A d'autres points de vue que celui de l'utilisation économique de la vapeur, la plupart des moteurs de l'Exposition étaient remarquables par l'exécution soignée, les formes bien étudiées et le groupement rationnel

de leurs organes. Certaines dispositions très heureuses, appliquées aux types les plus différents, avaient presque pris l'importance d'un caractère général; nous citerons, par exemple, la liaison invariable établie entre le cylindre et les supports de l'arbre du volant.

On ne saurait regarder l'Exposition comme offrant un tableau réduit, mais assez fidèle, de l'état actuel de l'industrie des machines dans les divers pays. Cela serait à peine vrai pour la France et quelques États limitrophes. En général, les proportions n'étaient nullement gardées : certains centres industriels peu connus affirmaient avec éclat leur existence; en revanche, d'autres centres beaucoup plus considérables n'étaient que peu ou point représentés.

Dans son ouvrage, exécuté sur un plan très vaste, M. Uhland a comblé ces lacunes avec une richesse d'informations, de dessins et de documents de toute sorte, que seule sa position, à la tête d'une grande publication technique, permettait de réunir.

C. BERETTA, E. DESNOS.

107
l'heure de la mort. Il fut alors déclaré que l'assassinat avait été commis par un ou plusieurs individus, mais que le meurtrier n'avait pas été identifié. Le corps fut transféré au Centre hospitalier universitaire de Montréal pour être examiné par les experts en toxicologie et en médecine légale. Les résultats de l'autopsie ont montré que l'homme avait été tué par une balle dans la tête. La mort s'était produite environ une heure après l'assassinat. L'enquête a été menée par la police de Montréal et a abouti à l'arrestation d'un suspect, un homme nommé Jean-Pierre Lévesque, qui a été arrêté pour homicide volontaire. Lévesque a été jugé coupable et a été condamné à la prison à vie. Depuis lors, il a été libéré et vit actuellement dans une clinique de réadaptation.

PREMIÈRE PARTIE

MACHINES A DISTRIBUTEURS CYLINDRIQUES OU A ROBINETS

CHAPITRE PREMIER. — DISTRIBUTEURS CORLISS, MANŒUVRÉS PAR DÉCLIC

I. MACHINES DE M. G. CORLISS, A PROVIDENCE (ÉTATS-UNIS)

PREMIER TYPE DE M. CORLISS

A l'Exposition de Philadelphie, en 1876, figurait un modèle de la première machine construite avec le mécanisme de déclenchement de M. Corliss, mécanisme qui jouit aujourd'hui d'une réputation universelle. Cette machine, pour laquelle un brevet fut pris, aux États-Unis, le 10 mars 1849 (1), était à balancier, avec distribution par des tiroirs plans.

Ce premier type, dont nous donnons un croquis (fig. 1), ne présente actuellement qu'un intérêt historique. Mais on y retrouve déjà les dispositions fondamentales appliquées depuis avec toutes les variantes imaginables (2).

(1) D'après le professeur Radinger (*Dampfmaschinen und Transmissionen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika*) la première machine Corliss, à détente variable par le régulateur, aurait été construite en 1848. Son cylindre avait 0^m,813 de diamètre; la course était de 4^m,830, et le travail indiqué, de 260 chevaux.

(2) Nous rappellerons brièvement les dispositions caractéristiques du système Corliss et de ses dérivés, ainsi que les principaux avantages qui en résultent :

1^o A chaque extrémité du cylindre se trouvent deux orifices, l'un pour l'admission, l'autre pour l'échappement. Le même conduit n'est donc pas alternativement chauffé et refroidi par le passage de la vapeur, avant et après son action, circonstance qui, dans les machines ordinaires, détermine alternativement une perte de chaleur et un surcroît de contre-pression, d'autant plus marqués que la condensation est mieux opérée;

2^o Les quatre organes de distribution (tiroirs plans, tiroirs cylindriques ou soupapes), sont reportés, deux à deux, vers les extrémités du cylindre, ce qui réduit considérablement l'influence des espaces nuisibles;

3^o Les distributeurs d'admission sont manœuvrés par déclic. Chacun d'eux, au lieu de recevoir, comme les distributeurs d'échappement, un mouvement continu de la part de l'arbre du volant, est constamment soumis à l'action d'une force extérieure (action d'un contrepoids, d'un ressort ou celle de la vapeur même), qui tend à le pousser vers sa position de fermeture complète. Il n'est écarté de cette position, pour ainsi dire normale, que lorsque certaines pièces, commandées par l'arbre du volant, rencontrent dans leur parcours d'autres pièces reliées au distributeur et les entraînent avec elles. La rencontre a lieu au commencement de chaque période d'admission.

La manœuvre des distributeurs, sauf l'action du régulateur, répond tout à fait, comme on le verra, aux conditions qui sont la base nécessaire d'un règlement précis. Les conduits d'entrée et de sortie de vapeur sont séparés : ils sont aussi courts que possible. L'ouverture des orifices est assez rapide; leur fermeture, à l'instant voulu pour un degré de détente déterminé, est instantanée.

L'introduction est variable à volonté pendant la marche de la machine, mais non pas encore par le régulateur.

Dans la figure 1, les entrées de vapeur sont du côté gauche du cylindre. Deux petits axes F font mouvoir les tiroirs plans, à l'aide de leviers ou de secteurs dentés. A ces axes sont fixés les leviers L , LK , dont les extrémités tournées vers le cylindre sont munies de griffes n , n , venant s'engager sous les talons o , o , des deux bielles E . Celles-ci sont articulées en D , D , sur le disque ou plateau conducteur A , qui oscille autour de l'axe Z . Les arbres F_1 , F_1 , sont de même reliés à ce disque par des leviers L_1 , L_1 , et des bielles E_1 , E_1 . Le mouvement d'oscillation est transmis au disque par la barre B , articulée sur le maneton C , et reliée invariablement à l'excentrique calé sur l'arbre moteur.

Les oscillations du plateau A impriment aux tiroirs d'échappement un mouvement semblable à celui des tiroirs ordinaires. Il en serait de même pour les tiroirs

d'admission, si les deux tiges E restaient solidaires des leviers L , L , ou si les griffes n , n , n'étaient pas dégagées. Ces tiges sont maintenues contre les leviers L , L , par deux ressorts S ; il faut donc, pour que le déclanchement ait lieu, que la résistance de ces ressorts soit vaincue par une action quelconque, écartant suffisamment les tiges d'avec les leviers, de manière que les talons o , o , laissent échapper les griffes. On y arrive au moyen de règles R , R , dont l'extrémité sert de butoir pour les tiges, et les sépare des leviers. La saillie des pièces R , R , est réglée par une barre N , portant deux plans inclinés M , contre lesquels ces pièces s'appuient constamment. Des tringles P , P , rattachent les leviers L , L (celui du bas directement, celui du haut par l'intermédiaire d'un bras K), à deux contrepoids Q , destinés à ramener ces leviers aussitôt que l'effet des règles R , R les a dégagées d'avec les tiges E , E .

Ainsi l'ouverture des distributeurs d'admission a lieu par l'action des bielles, et la fermeture par les contrepoids.

Si la barre N vient à s'élever, les règles R , R se rapprochent des tiges E , E ; leur contact et par suite le déclanchement, ont lieu d'autant plus tôt, ainsi que la fermeture des orifices d'admission. La position de la barre N est réglée par une crémaillère et une vis sans fin T (ou mieux par l'action du régulateur); on peut donc, entre certaines limites, fixer à volonté le degré d'introduction.

mais la liaison qui en résulte n'est qu'incomplète, et il suffit d'un très faible effort pour la détruire. Le régulateur n'a que cet effort à produire, plus ou moins tôt, suivant la position des boules, pour que le distributeur, sous la seule action de la force extérieure, se referme instantanément, sans laminage de vapeur. Ainsi le régulateur n'a pas à entraîner tout le mécanisme de distribution, comme dans les anciennes machines; il n'agit que pendant un temps très court, ce qui lui assure une grande sensibilité (*Trad.*).

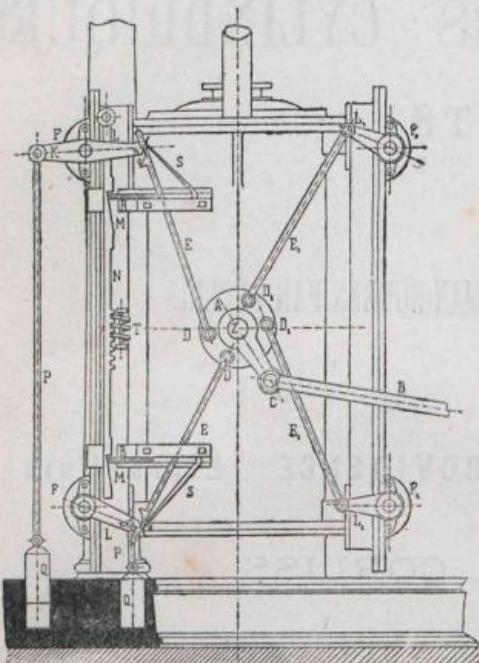


Fig. 1.

DEUXIÈME TYPE DE M. CORLISS.

La première machine à tiroirs cylindriques oscillants, ou, comme on dit généralement, à distributeurs Corliss, fut, paraît-il, construite par l'inventeur en 1850 (1).

La figure 2 reproduit le croquis de l'une des premières constructions de ce type. On y reconnaît à la fois la filiation du premier type, et la transition à celui qui fut introduit plus tard en Europe sous le nom de système primitif de M. Corliss.

La principale différence entre les deux types consiste dans le remplacement des tiroirs plans par des tiroirs cylindriques. Pour faciliter l'intelligence de la disposition, les mêmes lettres dans les figures 1 et 2 correspondent aux mêmes pièces. F, F , sont les axes des tiroirs d'admission; F_1, F_1 , ceux des tiroirs d'échappement.

Ces derniers sont invariablement reliés au plateau conducteur A par les deux leviers L_1 et les deux bielles E_1 . Au contraire, chacun des distributeurs d'admission n'est relié au plateau que d'une manière incomplète, au moyen d'une came ou ergot n , fixée sur le levier L , et venant s'engager sous le talon d'acier o , placé dans une entaille de la bielle E . Les bielles E, E , sont d'ailleurs pressées contre les leviers L, L , par les ressorts S, S . Deux butoirs R , dont la hauteur est réglée par les plans inclinés M, M , de la barre N , qui est manœuvrée par le régulateur, s'opposent, à un moment donné, au mouvement ascendant des bielles, en surmontant la pression des ressorts. Dès que la came échappe ainsi au contact de la bielle, le levier est instantanément ramené, par l'action des contrepoids Q, Q , à la position figurée du côté droit. Pour éviter trop de violence dans ce mouvement, les poids se meuvent dans des cylindres à air, O, O , dont on peut régler l'effet à volonté.

Les leviers ou manettes, calés sur les axes des distributeurs, sont à deux branches, formant entre elles un angle à peu près droit; ordinairement ce sont des équerres d'un seul morceau, $K L$. Il importe de remarquer que la liaison des contrepoids avec les leviers L, L , a lieu par l'intermédiaire de ces équerres et des axes des tiroirs.

Le plateau conducteur A est commandé au point C par la barre d'excentrique.

Les tiroirs sont disposés de manière à fermer les lumières lorsque, les bielles étant déclenchées, les leviers parviennent à leur position extrême en dehors (fig. 2, à droite); ainsi le déclanchement d'une bielle a pour résultat la fermeture instantanée de la lumière correspondante.

Tout le mécanisme étant symétrique, le fonctionnement est le même pour les deux extrémités du cylindre, à part quelques légères perturbations provenant du mouvement de la barre d'excentrique.

(1) D'après M. Radinger (ouvrage déjà cité), c'était une machine à balancier, dont le piston avait $0^m,863$ de diamètre et $2^m,130$ de course.

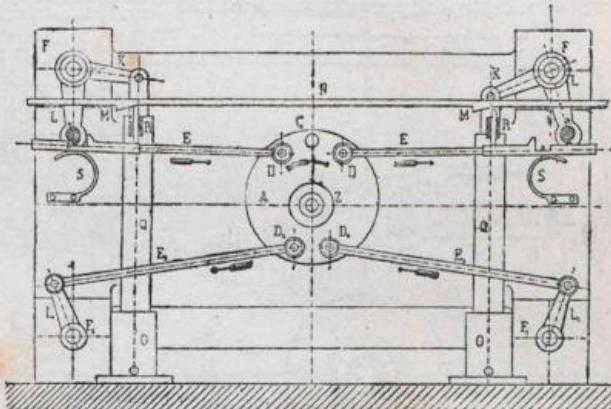


Fig. 2.

TROISIÈME TYPE DE M. CORLISS

A BIELLES SUSPENDUES PAR DES RESSORTS.

Ce type paraît avoir occupé l'inventeur en 1851 ou 1852. Il fut adopté par la compagnie des bateaux à vapeur de Hambourg-Magdebourg, à Buckau-Magdebourg, et par les ateliers de Wilhelmshütte, à Sprottau. Ces usines l'exposèrent toutes deux à Londres, en 1862; aussi l'appelle-t-on assez souvent *Système Corliss 1862*.

On l'exécute encore aujourd'hui presque tel quel, et, comme on le verra plus tard, avec assez de succès. Certains spécialistes d'une compétence reconnue, préfèrent même ce type à tous les suivants. Il mérite donc un examen attentif, d'autant plus qu'il a servi de point de départ à toutes les variétés postérieures de ces machines.

La figure 3 représente la moitié du mécanisme de distribution, qui est symétrique; la feuille 1 en contient un ensemble complet (1). La figure 5 est un tracé géométrique des axes des pièces.

Sur le côté du cylindre, au milieu des quatre tiroirs, est placé le plateau conducteur *A*, qui oscille autour de l'axe *Z*. La barre d'excentrique *B* le commande par le bouton *C*. Le plateau porte quatre autres boutons : les deux supérieurs, *D*, *D*, pour les bielles des tiroirs d'admission *G*, *G*; les deux inférieurs, *D₁*, *D₁*, pour celles des tiroirs d'échappement. L'angle d'oscillation du disque est d'environ 90°. Le tiroir d'échappement *H* est relié invariablement au bou-

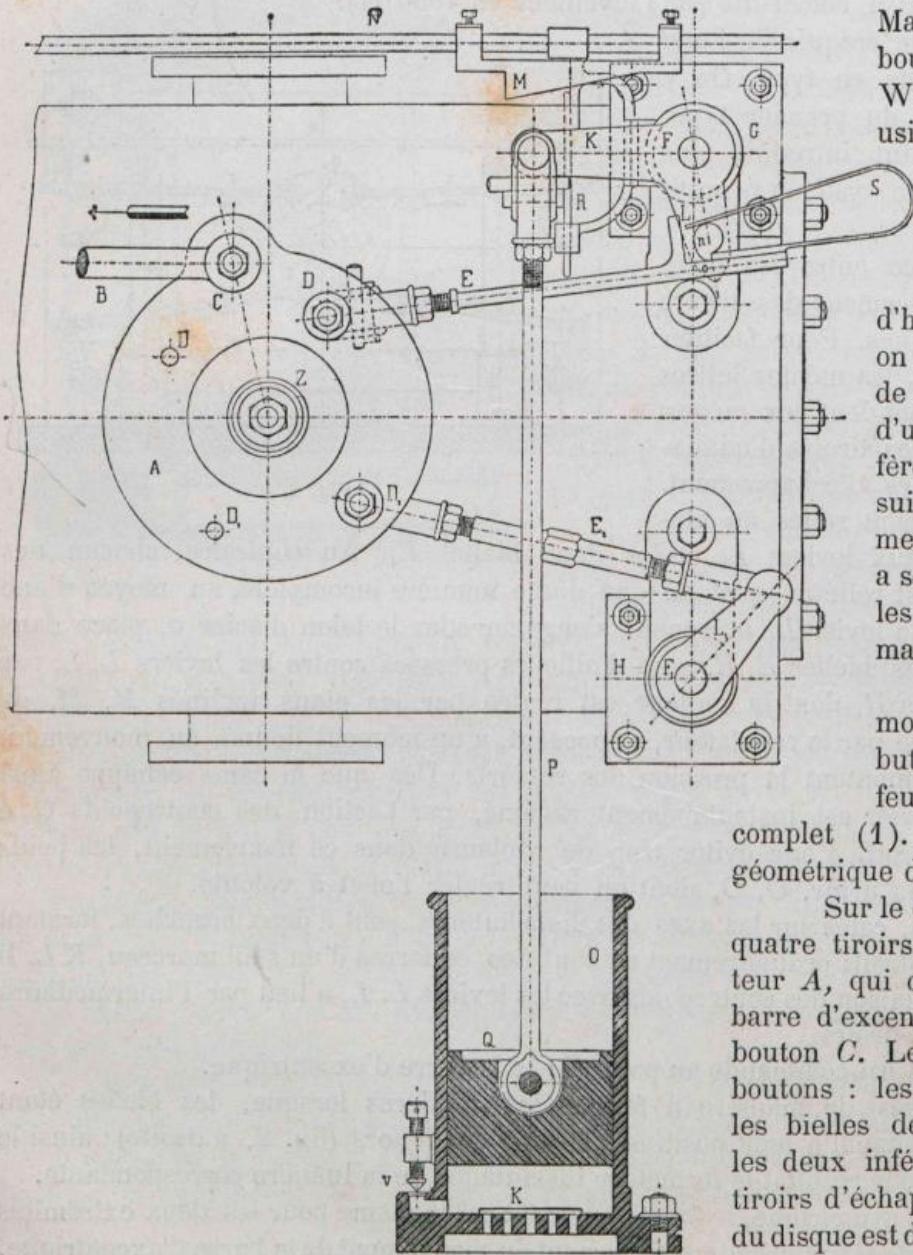


Fig. 3.

(1) Le lecteur voudra bien se rappeler que le terme *feuille* s'applique aux croquis placés à la suite du texte; et le mot *planche* aux dessins grand format de l'atlas.

ton D_1 par l'intermédiaire de la bielle E_1 et du levier L_1 calé sur l'axe F_1 du tiroir; il suit par conséquent tous les mouvements du conducteur. Sur l'axe du tiroir d'admission G est fixé un levier coudé KL , dont le bras L porte à son extrémité un mentonnet n , terminé par une came tournée vers l'extérieur. La bielle E porte un talon o , qui, venant buter contre la came, l'entraîne dans son mouvement vers le disque. Un ressort S soutient la bielle, et l'appuie contre la came, comme l'indique la figure 3; il est disposé de manière à la soutenir encore lorsqu'elle est déclanchée (voir fig. 4), et à la guider jusqu'au moment où le talon o saisit de nouveau la came.

Tant que le déclenchement ne s'est pas produit, le contact de la bielle et du levier est assuré, d'une part, comme on vient de le dire, par le ressort S , et de l'autre par l'effet du poids Q , agissant sur le bras K du levier coudé calé sur l'axe du tiroir. Ce poids est suspendu à la tringle P , et se meut à frottement doux dans un cylindre O , permettant de régler la rapidité de sa chute par l'interposition d'un matelas d'air. A cet effet, le fond du cylindre présente des ouvertures recouvertes par un clapet; l'air y est aspiré quand le poids s'élève, et s'échappe quand il redescend, par un orifice latéral v . En ouvrant plus ou moins cet orifice, on règle à volonté la descente du poids, et par suite la fermeture de la lumière d'admission.

On voit que le poids Q tend toujours à faire tourner le levier KL et à presser la came n contre le talon o . Cela suffit, avec l'action du ressort S , pour assurer complètement le fonctionnement du déclic.

Ainsi la lumière est ouverte par l'action de la bielle, et fermée par l'effet du contrepoids.

Il s'agit maintenant de pouvoir, à un degré quelconque de l'introduction au cylindre, dégager le talon o d'avec la came, de manière que le levier, échappant à l'action de la bielle, tourne par l'effet du poids Q jusqu'à sa position extrême en dehors, et ferme ainsi la lumière d'admission. Il suffit pour cela que la bielle E , dans son mouvement de droite à gauche qui est en même temps ascensionnel, rencontre une résistance qui l'empêche de suivre la came. Celle-ci presse alors la branche supérieure du ressort, arrive au bord du talon o , et échappe. Le levier, devenu libre, tourne aussitôt sous l'action du poids, et la fermeture a lieu.

Le déclenchement est occasionné par une règle verticale R , pouvant se mouvoir librement dans un guidage. Cette règle repose sur la bielle, et peut s'élèver avec elle jusqu'à ce que son extrémité supérieure vienne buter contre une pièce M , en forme de coin, dont on peut régler la position sur une tige horizontale N , solidaire du mouvement du régulateur.

La figure 3 indique clairement que l'ascension de la règle est d'autant plus limitée, que le coin M est plus porté vers la droite.

Les dimensions des pièces et leurs positions relatives sont réglées de telle manière que la bielle E , dans son mouvement oscillatoire, rencontre plus ou moins tôt, suivant la position du coin, la résistance qui produit le déclenchement. Dans l'exemple figuré, les coins sont poussés

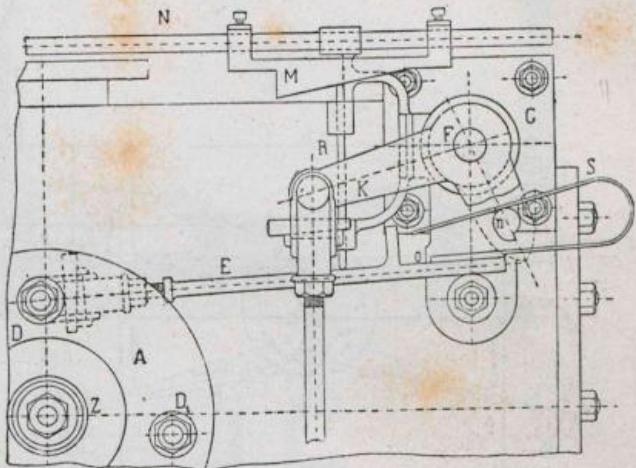


Fig. 4.

vers la gauche lorsque le régulateur s'abaisse, et vers la droite lorsqu'il s'élève; le degré d'introduction est plus ou moins considérable en conséquence.

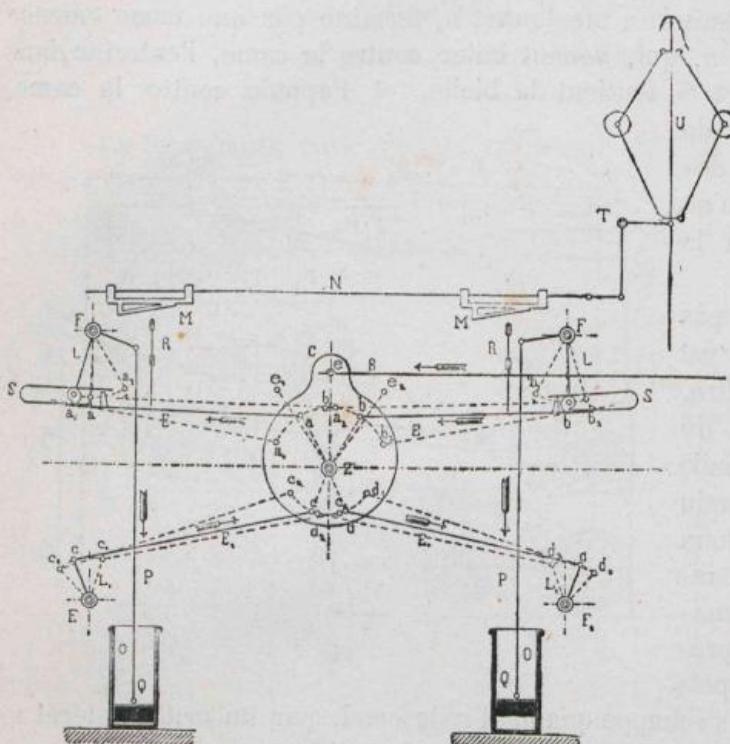


Fig. 5.

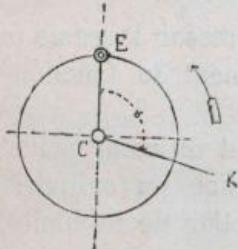


Fig. 6.

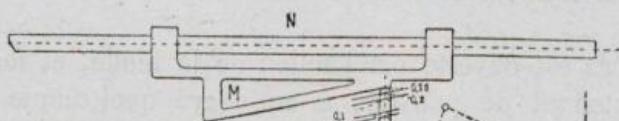
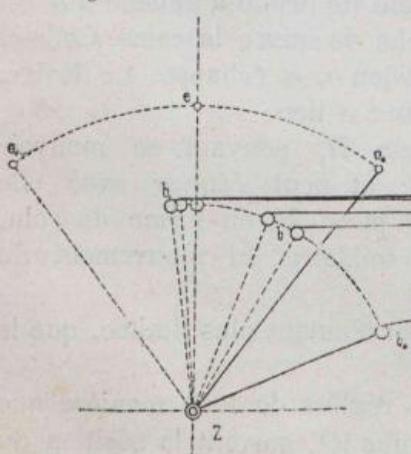


Fig. 7.

piston est à l'extrémité de sa course. A cet instant le tiroir, ayant quelque avance, est déjà un

La disposition générale du mécanisme est très favorable à un déclenchement de ce genre; il faut cependant remarquer qu'on ne peut obtenir d'introduction plus grande que 0,40 de la course, ce qui est quelquefois un inconvénient. Cela tient à ce que le dégagement de la came ne peut avoir lieu que pendant la période d'ascension de la bielle, comme on s'en rendra compte en considérant les figures 5, 6 et 7.

Dans ces figures, pour plus de clarté, le mécanisme n'est représenté que par des lignes d'axes, et les lettres sont exactement correspondantes à celles des figures 3 et 4. La position extrême du levier et de la bielle vers l'extérieur est en Ib_2 (fig. 7); on voit qu'à ce moment il y a un certain jeu entre les deux pièces. La position $II\ b$ est la position moyenne du mécanisme, c'est celle qui est représentée dans la figure 5. La position III correspond au point mort de la manivelle, c'est-à-dire au moment où le



peu ouvert. L'espace entre les positions I et III correspond, comme on le verra, au recouvrement du tiroir, augmenté de l'avance. L'introduction peut varier de la position III à la position extrême intérieure VI b_1 ; entre ces limites, elle peut être réglée automatiquement par le régulateur.

On voit sur la figure 7, que l'ascension de la bielle, au commencement de son mouvement vers l'intérieur, est très rapide, mais va en diminuant, à mesure que la bielle s'approche de la limite intérieure.

Il en résulte que l'écartement des positions initiale et finale du levier L et de la bielle E , pour chacun des dixièmes successifs de la course du piston, va en décroissant. Par conséquent la régulation sera plus précise pour les petites introductions que pour les grandes. En effet, les machines récentes de ce genre travaillent habituellement à haute pression et très faible introduction.

Lorsque le travail de la machine doit varier entre des limites tellement étendues qu'il ne suffise plus de pouvoir régler l'introduction depuis 0 jusqu'à 0,4 de la course, les propriétés de cette distribution sont moins avantageuses. Cependant, en faisant manœuvrer les distributeurs d'entrée et ceux de sortie séparément, par deux conducteurs au lieu d'un, et par deux excentriques différemment calés, on peut arriver à doubler presque le degré d'introduction, et à atteindre environ 0,70 de la course.

Lorsqu'il suffit de pouvoir augmenter le degré d'introduction d'environ un dixième de la course, on peut se contenter de régler l'orifice v de l'échappement d'air des cylindres O (fig. 3), de manière à retarder la descente des poids, et par suite la fermeture des tiroirs. On parvient ainsi, quoiqu'il se produise vers la fin un étramage de vapeur, à une introduction de 0,50.

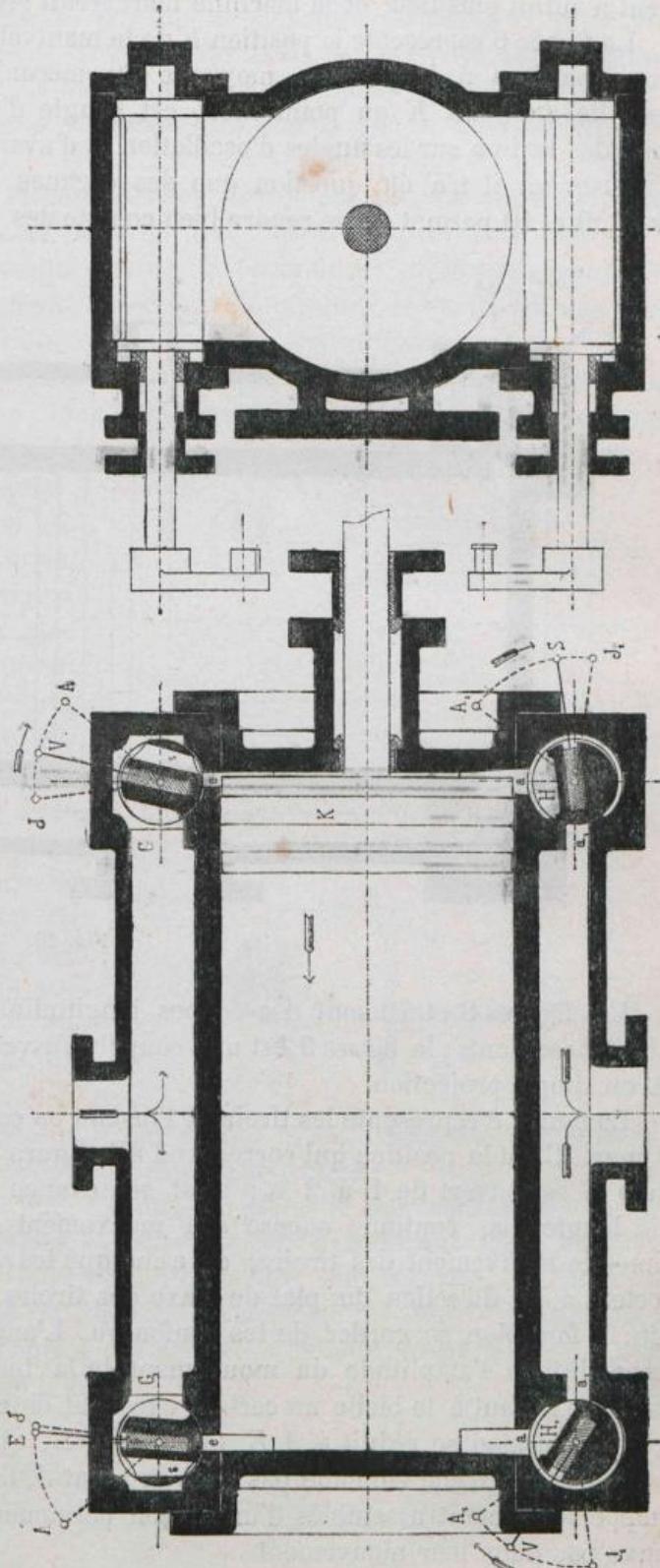


Fig. 9.

Fig. 8.

Si le coin était trop poussé vers la gauche pour que la règle *R* pût venir y buter, le déclanchement n'aurait plus lieu, et la machine marcherait presque à pleine introduction.

La figure 6 représente la position *K* de la manivelle et la position moyenne *E* de l'excentrique, qui correspondent à la position moyenne du mécanisme de distribution, représentée figure 5. L'intervalle du point *K* au point mort est l'angle d'avance. On verra plus loin l'influence des rapports des leviers sur les angles d'oscillation et d'avance.

Jusqu'ici il n'a été question que des organes extérieurs de la distribution : l'examen des figures 8, 9 et 10 permet de se rendre bien compte des dispositions des pièces enfermées.

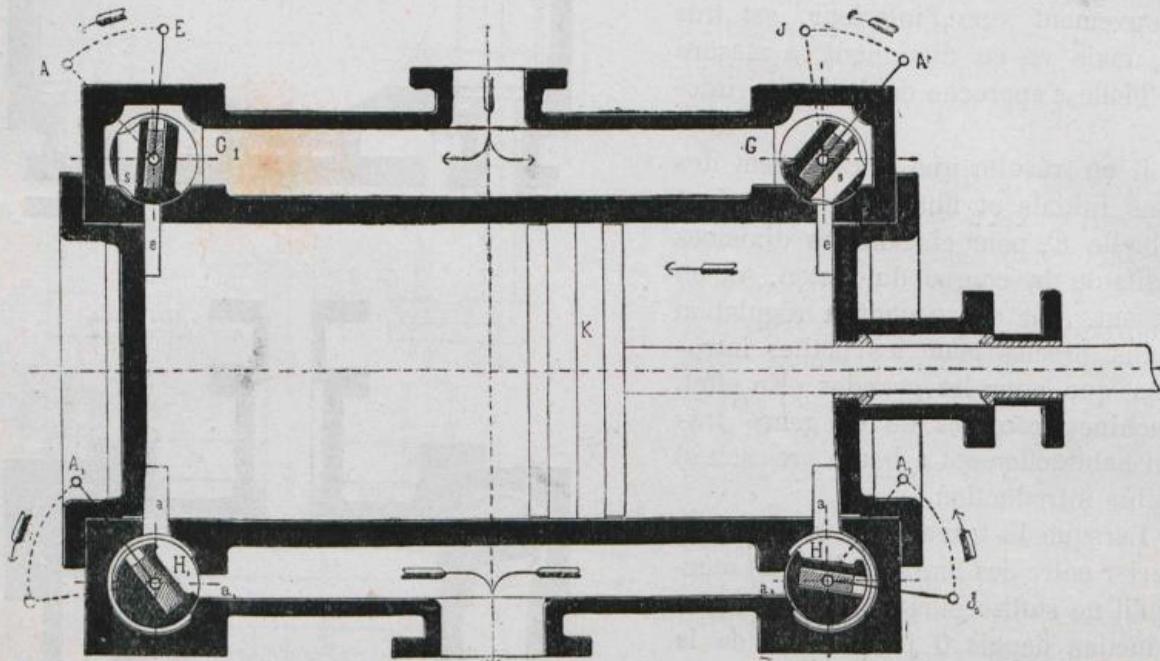


Fig. 10.

Les figures 8 et 10 sont des coupes longitudinales du cylindre, avec coupes transversales des tiroirs oscillants ; la figure 9 est une coupe transversale du cylindre, sur laquelle les tiroirs se voient en simple projection.

La figure 8 représente les tiroirs à l'instant où commence la course du piston, c'est-à-dire au point mort. C'est la position qui correspond à la figure 3 pour l'extérieur. À ce moment, le tiroir d'entrée *G* est ouvert de 1 à 2 %; c'est son avance linéaire; le tiroir de sortie *H*, déjà fermé depuis longtemps, continue encore son mouvement dans le sens de la fermeture. Pour mieux exprimer le mouvement des tiroirs, on a indiqué leurs angles d'excursion ; toutefois les lignes se rapportent à la direction du plat de l'axe des tiroirs, et non point à celle des leviers de commande ; il faut bien se garder de les confondre. L'angle *A J* représente l'excursion complète qui correspondrait à l'amplitude du mouvement de la bielle ; cet angle est d'autant plus petit pour le tiroir, qu'il faut à la bielle un certain excédant de course pour rentrer sûrement en prise. Ainsi l'angle d'excursion se réduit à *A E*, et le point *E*, qui correspond à la position extrême de fermeture du tiroir *G₁*, ne coïncide pas avec le point *J*, limite de l'excursion de la bielle. Les tiroirs d'échappement étant assemblés d'une façon permanente avec les bielles, cette différence ne se retrouve pas dans leur mouvement.

Dans la figure 10, les tiroirs sont représentés au moment où le piston, ayant parcouru environ 0,35 de sa course, est arrivé à la limite d'action du régulateur pour produire le déclenchement. Le plateau conducteur se trouve alors au terme de son oscillation vers la gauche; le tiroir d'admission de droite, G , est dans sa position d'ouverture maxima; il va commencer sa période de retour. Le tiroir d'échappement correspondant, H , est arrivé à son maximum de fermeture, tandis que le tiroir opposé, H_1 , a atteint sa plus grande ouverture en A_1 . Le tiroir d'admission de gauche, G_1 , est encore fermé, mais va être ouvert par le mouvement de retour de la bielle qui le commande.

Comme le montre la figure 9, la largeur (1) des tiroirs est presque égale au diamètre du cylindre. Les lumières sont de même largeur que les tiroirs, et très courtes, forme également favorable à la rapidité de l'ouverture et de la fermeture, les tiroirs ayant très peu de chemin à faire pour découvrir entièrement la section du conduit. Il va de soi que la section des orifices d'échappement est plus grande que celle des orifices d'admission.

Les tiroirs Corliss fonctionnent en réalité de la même façon et dans les mêmes conditions que des tiroirs plans, si ce n'est que leur glace est concave. Ils sont, comme eux, appliqués contre la glace par la pression de la vapeur, ce qui assure l'étanchéité requise. Pour les tiroirs d'entrée, cette condition se trouve remplie de la manière la plus simple, parce que la vapeur tend toujours à appliquer le tiroir sur son siège; et pour avoir une surface convenable de guidage et de support, avec la forme de tiroir des figures 8 et 9, il suffit de conserver un segment s du cylindre, continuant la surface de rotation, et laissant un canal suffisant pour le passage de la vapeur à travers le tiroir. On arrive au même résultat, en élargissant un peu la surface de support qui se trouve près de la lumière e , du côté intérieur, de manière qu'à la limite de son excursion (*Voir* planche III de l'atlas), le tiroir repose encore sur une surface suffisante. Le pourtour du tiroir n'est tourné que sur les seules parties frottantes, qui sont les disques des extrémités et les surfaces d'appui des deux côtés du canal s ; tout le reste présente une surface brute, un peu en retrait du diamètre, ce qui d'ailleurs facilite le tournage.

La meilleure forme à donner aux tiroirs d'admission est celle représentée dans la figure 11. Les axes sont aplatis en forme de palettes et ajustés très exactement dans des mortaises pratiquées dans le corps des tiroirs (fig. 12). Pour plus de sécurité, on met souvent aussi de petits ressorts entre la palette et le fond de la mortaise du tiroir. Dans la figure 12, on voit trois petits trous, servant de logements à des ressorts à boudin, assez faibles; d'autres fois on se sert pour cela de ressorts en forme de lame.

(1) En parlant des lumières et des distributeurs, nous appellerons toujours *longueur* la dimension prise dans la direction du parcours, et *largeur* la dimension transversale. (*Trad.*)

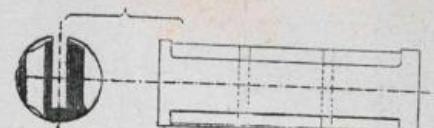


Fig. 11.

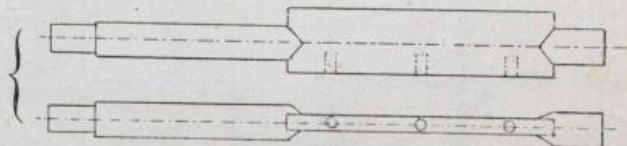


Fig. 12.

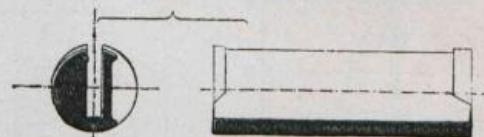


Fig. 13.

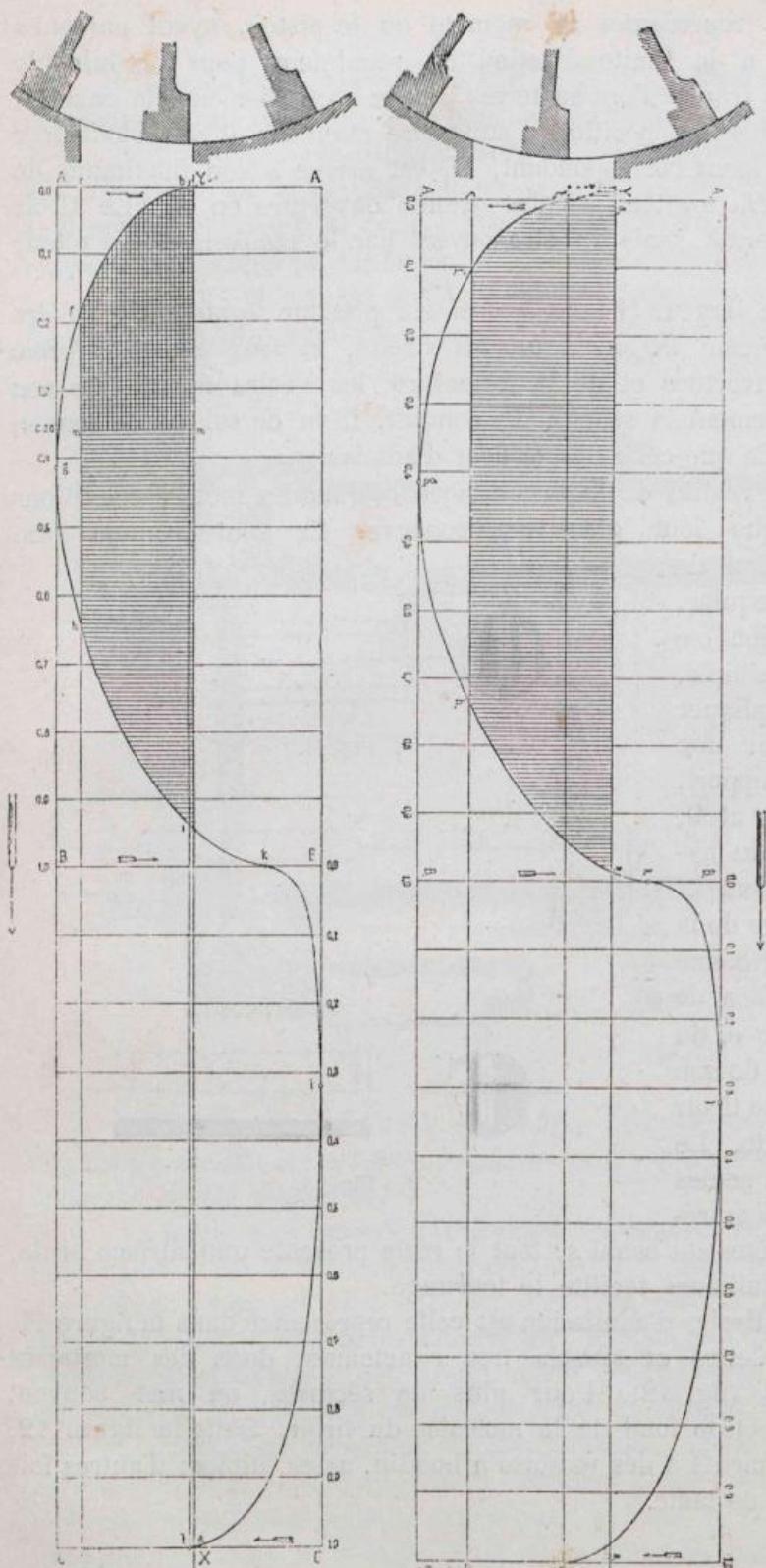


Fig. 14.

Il en est autrement pour les tiroirs de sortie. Ici, l'excès de pression est du côté du cylindre; le tiroir serait donc repoussé de sa glace, si on voulait le faire reposer contre la lumière d'échappement *a*. Par suite, on établit généralement un second conduit *a₁*, à angle droit avec le premier (1), de manière que la vapeur venant du cylindre, enveloppe la plus grande partie du tiroir et l'applique avec une étanchéité suffisante contre la glace correspondant au conduit *a₁*. Pour ne pas créer trop d'espace nuisible, on ne retranche du cylindre complet (*Voir fig. 13*)^{*} qui forme la surface théorique du distributeur, que juste le nécessaire pour donner à la vapeur d'échappement un passage convenable.

Aux deux extrémités des boisseaux des tiroirs sont des couvercles boulonnés; celui de devant, outre la boîte à étoupes qui fait le joint sur l'axe du tiroir, porte généralement aussi le support qui reçoit l'extrémité de cet axe.

On voit sur les dessins que le recouvrement des tiroirs d'admission est suffisant pour obtenir à coup sûr une bonne fermeture. Ce recouvrement est le même que celui qu'on a coutume de donner aux tiroirs plans ordinaires.

Les figures 14, 15, 16 et 17, sont des épures de la marche du bord travaillant du tiroir,

(1) Il sera plus tard question d'une autre disposition, dans laquelle les conduits sont disposés en face l'un de l'autre.

relativement aux arêtes des lumières; elles se rapportent aux tiroirs du côté droit, et les dimensions qui ont servi de base à leur tracé sont prises sur la machine représentée dans les planches II et III de l'atlas. La figure 14 indique la marche du tiroir d'entrée, relativement aux diverses positions du piston pendant un tour du volant, la course du piston étant développée suivant AB , et le retour suivant BC . La ligne courbe figure l'excursion du bord travaillant du tiroir, soit pendant l'aller du piston, depuis A jusqu'en B , soit pendant son retour, depuis B jusqu'en C .

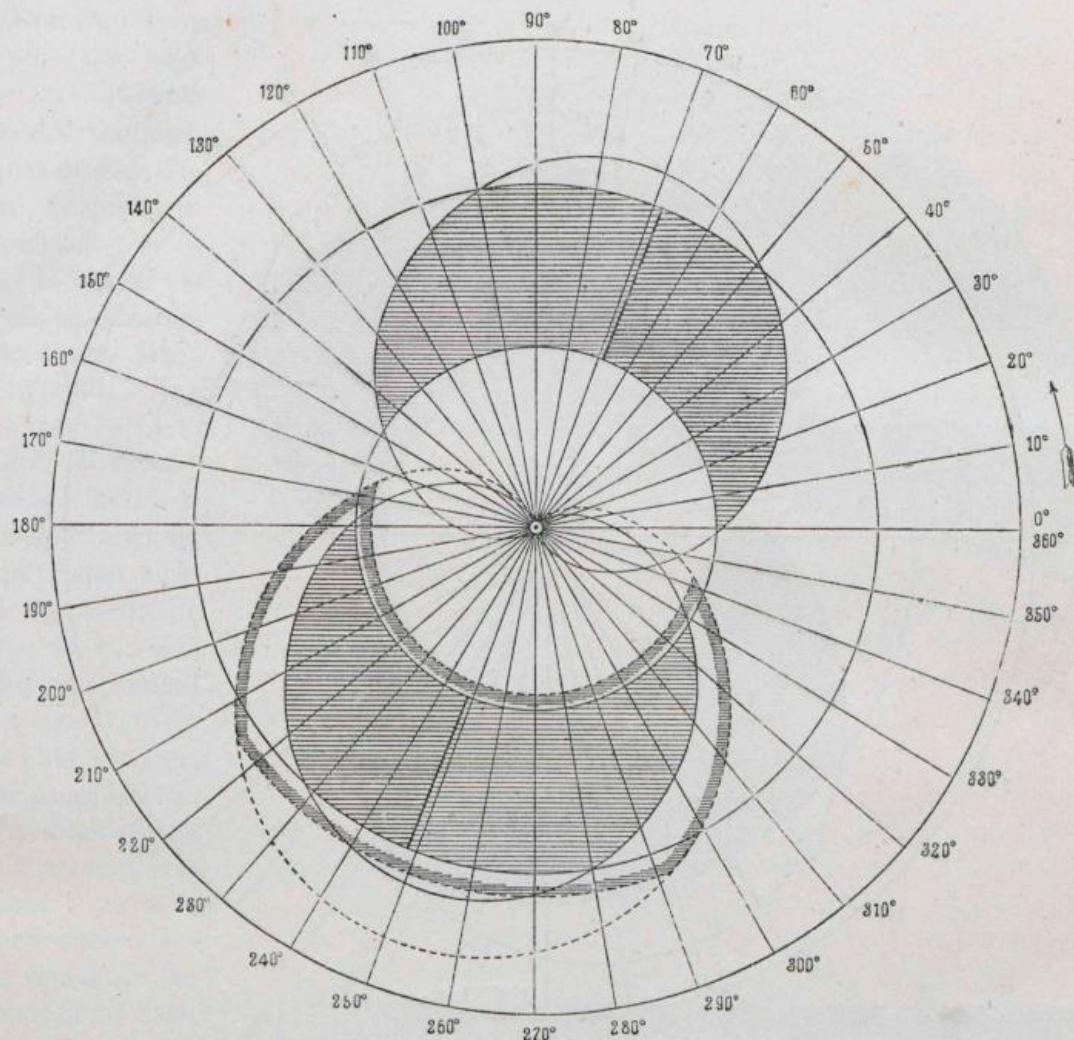
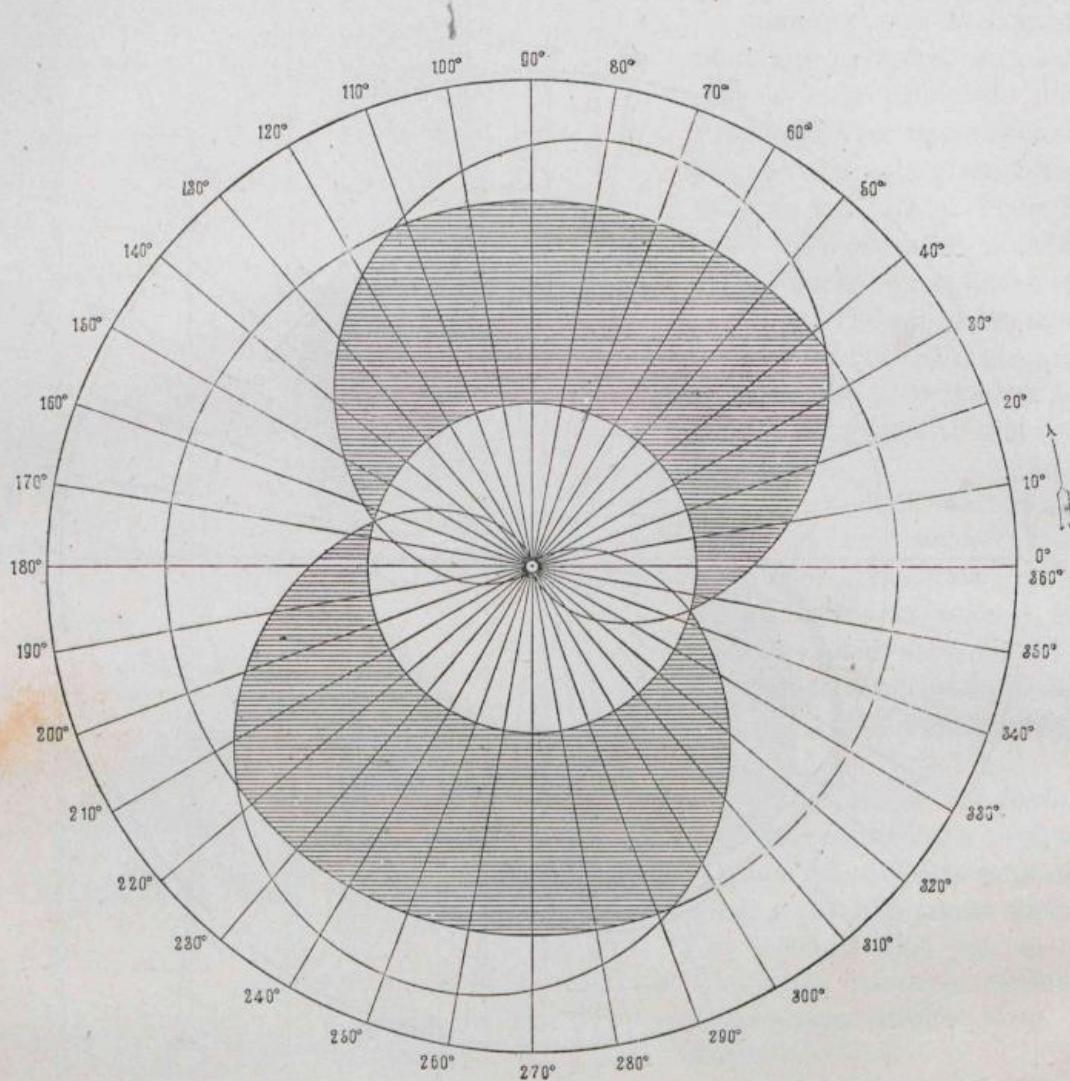


Fig. 16.

Ce mode de tracé, combiné avec les diagrammes de l'indicateur, dont il sera question par la suite, est très commode pour examiner rapidement et sûrement les propriétés de la distribution; il est à la portée de tous les praticiens. En considérant la courbe ainsi décrite par le bord du tiroir, que l'on suppose s'avançant suivant son axe avec le même mouvement que le piston, on voit que la lumière d'admission commence à s'ouvrir au point y , qui fait partie de la courbe correspondant à l'excursion précédente du piston; ce point dépend de l'angle d'avance donné à l'excentrique. Le tiroir continuant son oscillation vers la gauche, la lumière se trouve ouverte au point b ,

(qui correspond au point mort de la manivelle), d'environ 2%, c'est l'avance linéaire v . En poursuivant son mouvement, le tiroir découvre la lumière, jusqu'à ce qu'il dépasse au point f le bord opposé cc ; alors le passage est entièrement ouvert; le tiroir parvient à cette position, environ aux 0,2 de la course du piston. L'oscillation vers la gauche continue jusqu'en g , point où commence l'oscillation de retour. Cette position est la limite extrême à laquelle peut se produire le déclenchement, s'il doit avoir lieu, car il n'est plus possible pendant la période



se fait pendant les 0,95 de la course, bien qu'il se produise un fort étranglement de la vapeur vers la fin. Le tiroir dépasse ensuite le canal vers la droite très rapidement, de sorte qu'au bout de la course, le recouvrement atteint déjà 25%. Le mouvement se continue dans le même sens, pendant le retour du piston, jusqu'en I , environ aux 0,32 de la course; ensuite le retour a lieu, d'abord très lentement, puis en s'accélérant vers la fin, de manière à ouvrir la lumière relativement très vite pour admettre de nouveau la vapeur.

Sans anticiper sur la comparaison qu'il y aura lieu plus tard d'établir entre les différents systèmes de distributions, on peut déjà constater d'après ce tracé, ce qui d'ailleurs est confirmé par la pratique, que la vapeur est distribuée dans ce système, d'une manière très favorable. Cependant il n'y a pas, comme on l'a souvent prétendu, ouverture subite et complète de la lumière. Au contraire, on voit sur l'épure que lorsque le tiroir est fermé de bonne heure, la lumière est loin d'être entièrement ouverte. Cet inconvénient est d'autant plus sérieux, que les machines Corliss travaillent d'ordinaire à de très petites introductions. Il peut donc arriver, dans certaines circonstances, qu'une machine de ce genre fonctionne sans que jamais la lumière soit entièrement ouverte. On corrige ce défaut en faisant la lumière courte dans le sens du mouvement, et très large, sans changer la course du tiroir.

L'épure de la figure 15 donne les mêmes indications sur la marche du tiroir d'échappement. L'aller du piston s'étend de A_1 à B_1 , et le retour de B_1 à C_1 .

L'avance v est ici bien plus considérable que pour l'admission, elle atteint presque $1/3$ de la lumière. D'ailleurs le tiroir se meut très vite, en sorte qu'aux 0,12 de la course du piston la lumière est entièrement découverte; elle reste ainsi ouverte jusqu'aux 0,73

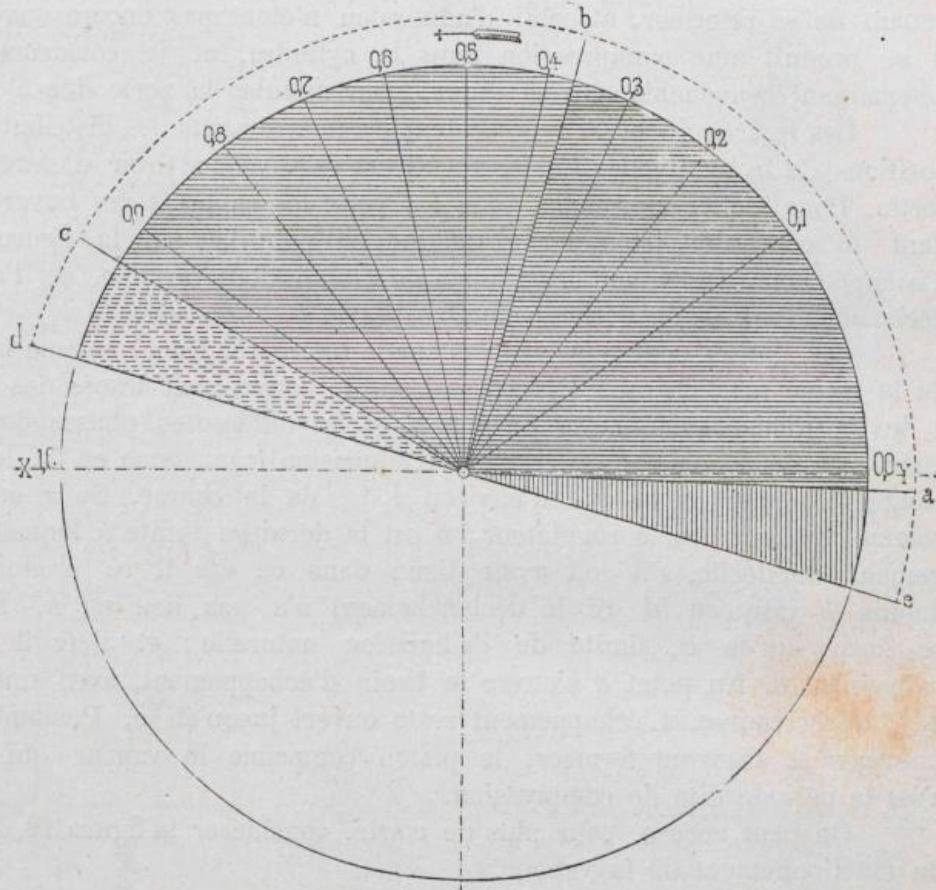


Fig. 18.

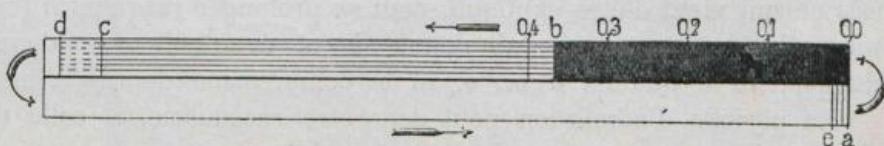


Fig. 19.

de la course; pendant ce temps l'arête du tiroir dépasse de $17^m/m$ la lumière, et atteint son maximum d'écartement en g_1 , entre 0,3 et 0,4 de la course. Puis le tiroir revient, commence au point h_1 à rétrécir lentement l'échappement, et le ferme tout à fait au point i_1 . Au point mort intermédiaire, le tiroir est en k_1 , le maximum de recouvrement a lieu au point l_1 , et la lumière commence de nouveau à s'ouvrir vers les 0,98 de la course.

En comparant les deux épures, on voit qu'à la fin d'une période d'échappement, le cylindre se trouve complètement fermé depuis les 0,97 jusqu'aux 0,99 de la course, le tiroir d'échappement venant de se refermer, et celui d'admission n'étant pas encore ouvert. Pendant cette période, il se produit une compression dans le cylindre, et le constructeur peut s'en servir, en déterminant convenablement sa durée, pour annuler la perte due à l'espace nuisible.

Les figures 16 et 17 représentent les mouvements des distributeurs, rapportés aux diverses positions de la manivelle. La figure 16 est relative au tiroir d'entrée, la figure 17 à celui de sortie. Pour mettre clairement sous les yeux les rapports des ouvertures des deux tiroirs pendant un coup de piston, on a indiqué en pointillé, sur la figure 16, la marche d'un tiroir d'échappement. On y voit les limites de l'admission variable, de l'admission naturelle — sans déclanchement, — de l'échappement et de la compression.

Ces limites sont plus visibles sur la figure 18, tracée comme la suivante d'après les cotes de la même machine que ci-dessus. Dans le cercle sont tracés des rayons, qui correspondent à des positions équidistantes du piston, et les différentes phases de la distribution sont indiquées par des hachures différentes. L'admission commence en a , lorsque le piston n'est plus éloigné du point mort que d'environ 1 % de la course. De a en b l'admission sera limitée comme le permettra le régulateur; b est la dernière limite à laquelle puisse s'opérer le dégagement du déclie, s'il doit avoir lieu; dans ce cas il se produit une période de détente, depuis b jusqu'en d . Si le déclanchement n'a pas lieu en b , la lumière d'admission ne se ferme qu'en c , limite de l'admission naturelle; et alors il n'y a détente que depuis c jusqu'en d . Au point d s'ouvre le tiroir d'échappement, avec une avance atteignant environ 3 % de la course. L'échappement reste ouvert jusqu'en e . Pendant le parcours ea , les deux lumières se trouvant fermées, le piston comprime la vapeur qui reste encore au cylindre; c'est la période dite de compression.

On peut encore, pour plus de clarté, considérer la figure 19, qui est un diagramme idéal du fonctionnement de la vapeur.

Admettons que la bande supérieure, dans cette figure, représente l'aller du piston, et la bande inférieure le retour. L'introduction commence, par le fait de l'avance, au point a , et, d'après ce qui vient d'être expliqué, peut se prolonger jusqu'en b (et éventuellement jusqu'en c); de même la détente se produit depuis b (et éventuellement depuis c seulement jusqu'en d). L'échappement a lieu de d en e , et la compression depuis e jusqu'en a .

La période d'admission peut donc être raccourcie, et celle de détente allongée d'autant, par le fonctionnement automatique du régulateur.

Enfin, il faut observer qu'on peut faire varier les longueurs de toutes les bielles, de manière à régler exactement la conduite des tiroirs. C'est le cas particulièrement pour la barre d'excentrique, dont la longueur a un rapport direct avec l'avance: celle-ci augmente si on allonge la barre, et diminue si on la raccourcit.

QUATRIÈME TYPE DE M. CORLISS

A DÉCLANCHEMENT A FOURCHETTE

En 1858, M. Corliss construisit un mécanisme de distribution qu'il ne fit pas breveter, et qu'il ne parait pas avoir employé depuis. Cependant ce mécanisme se rencontre aujourd'hui fréquemment en Amérique sur les machines du genre connu sous le nom de *Harris-Corliss*, et plusieurs constructeurs l'ont adopté. En 1876, à Philadelphie, M. Corliss exposa

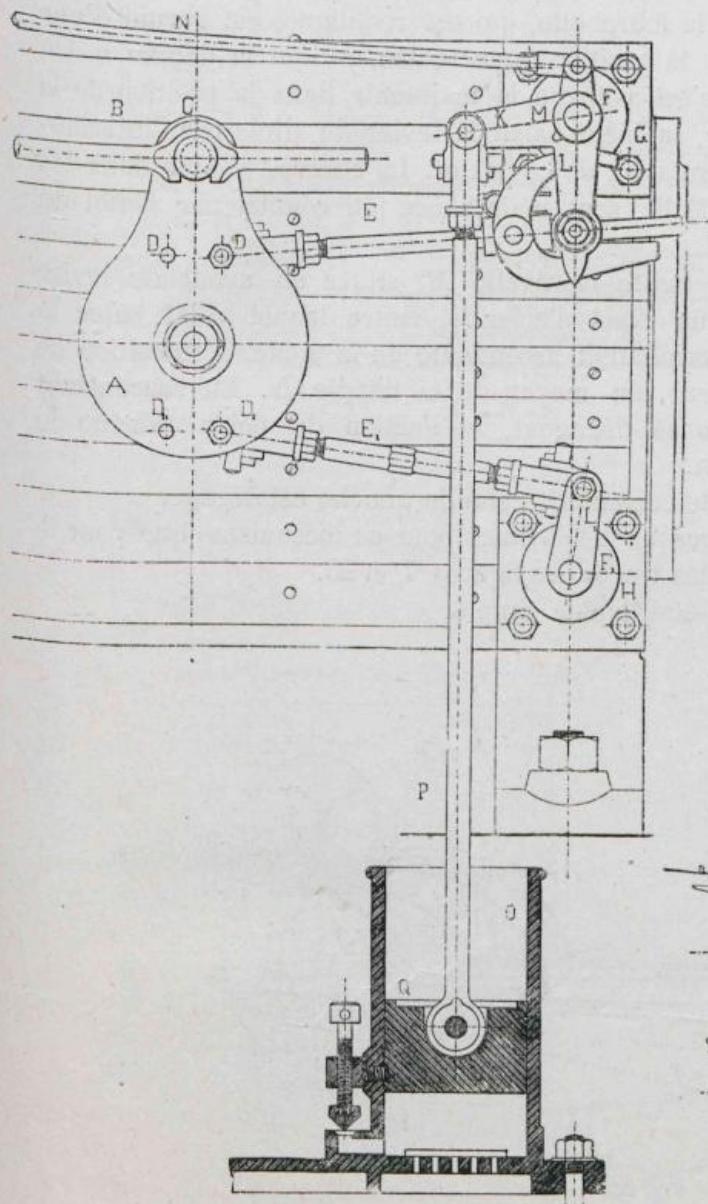


Fig. 20.

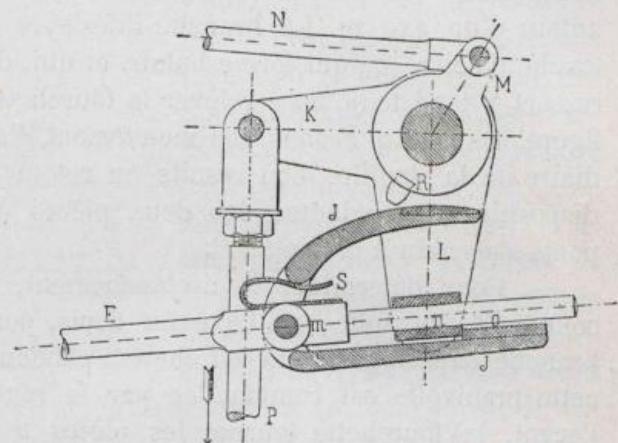


Fig. 21.

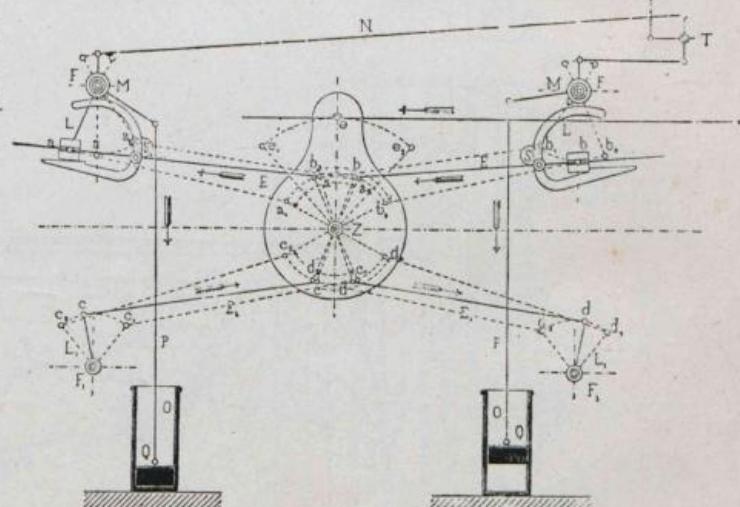


Fig. 22.

un modèle de cette disposition, probablement pour faire acte de priorité (1). Les figures 20 à 23 sont prises sur une machine de Harris.

(1) Ce système a été décrit par Muller-Melchior, *Dinglers' polyt. journal*, vol. CCXXII, 2^e cahier.

La figure 20 est une élévation des organes situés à droite du plateau conducteur, avec coupe du mécanisme de rappel; la figure 21 représente le déclanchement; la figure 22, le tracé géométrique de toute la distribution; la figure 23, l'épure des positions principales des pièces du déclanchement.

Le principe de ce mécanisme est identique à celui du système qui vient d'être décrit, mais la manœuvre du levier se fait par d'autres moyens. Le levier coudé *K L* (fig. 20 et 21), est toujours calé sur l'axe du tiroir, et sur son bras *L* se trouve une douille *n*, pouvant osciller de manière à servir de guidage à l'extrémité de la bielle *E*. En deçà de la douille, sur une partie rectangulaire de la bielle, s'articule une fourchette *J*, qui peut tourner autour d'un axe *m*. La branche inférieure de la fourchette, qui est rectiligne, est garnie d'une touche d'acier, *o*, qui forme butoir, et qui, dans la position représentée, retient la douille *n*. Un ressort *S* tend toujours à relever la fourchette, c'est-à-dire à la maintenir dans la position de la figure. On voit que dans son mouvement d'aller, la bielle saisit le levier du tiroir par l'intermédiaire de la douille, d'où résulte au retour la rotation de ce levier. Ici encore, comme dans les dispositions précédentes, les deux pièces du déclic sont maintenues en contact par l'effet du poids suspendu à la tringle *P*.

Pour déterminer le déclanchement, une petite manivelle *M*, située en avant du levier coudé *KL*, et folle sur l'axe du tiroir, porte un ergot d'acier *R*, contre lequel vient buter la branche supérieure de la fourchette, pendant l'oscillation ascendante de la bielle. La position de cette manivelle est commandée par le régulateur, au moyen de la tringle *N*. En rencontrant l'ergot, la fourchette tourne, les pièces *n* et *o* se dégagent, et l'action du poids ramène le levier coudé, ce qui ferme le tiroir d'admission.

Dans la figure 22, on voit le tiroir de droite enclanché, celui de gauche est dégagé.

Les conditions du déclanchement sont presque les mêmes pour ce mécanisme que pour le précédent, comme on peut le voir en comparant les tracés des figures 7 et 23.

De ces deux systèmes, le dernier est peut-être le plus simple.

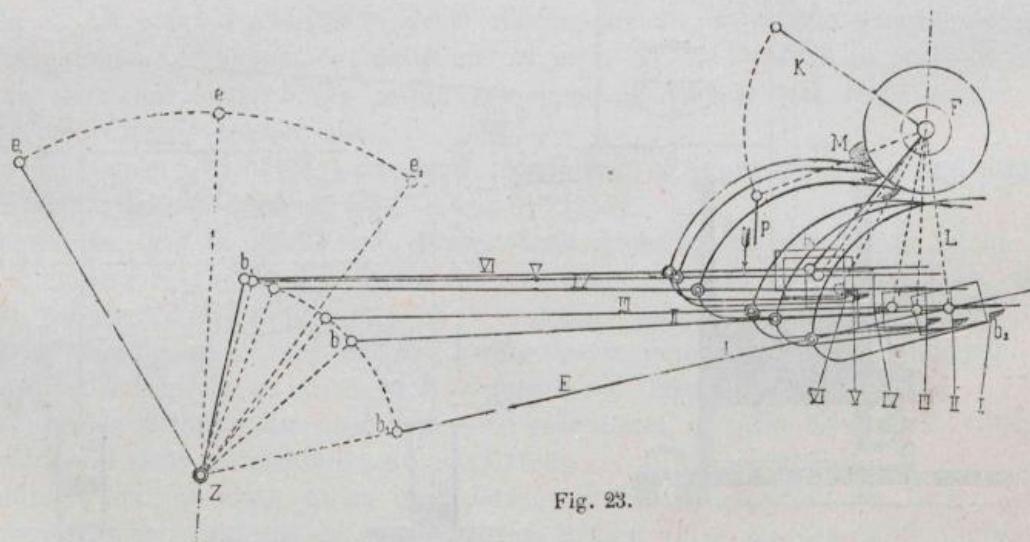


Fig. 23.

CINQUIÈME TYPE DE M. CORLISS

A RESSORTS EN LAME DE SABRE.

En 1867, M. Corliss présenta, à l'Exposition universelle de Paris, une machine à vapeur d'un nouveau type, pour lequel il avait pris un brevet dès 1859.

Cette construction ne conserve que le principe des précédentes. La forme et l'arrangement des détails sont essentiellement différents, notamment la fermeture des distributeurs d'entrée, qui a lieu au moyen de ressorts à lames superposées. La forme de la pièce la plus caractéristique de sa distribution, fait souvent appeler ce type : système Corliss à ressorts en lame de sabre. On

Fig. 25.

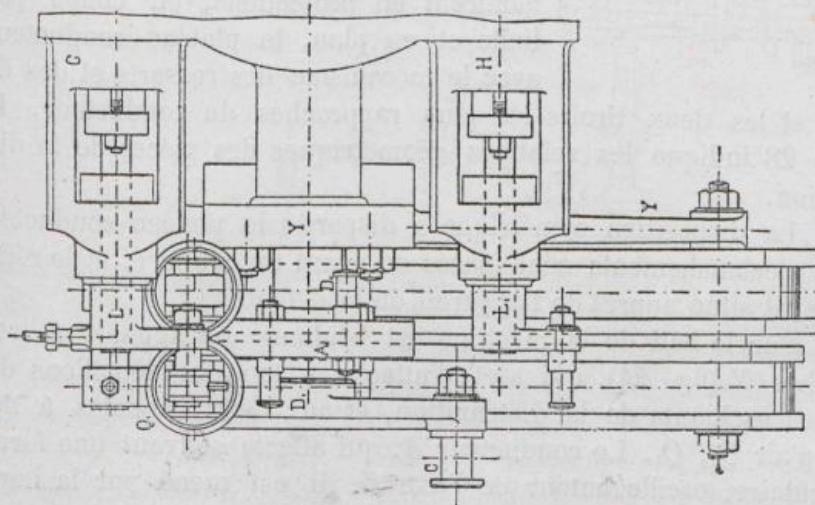


Fig. 24.

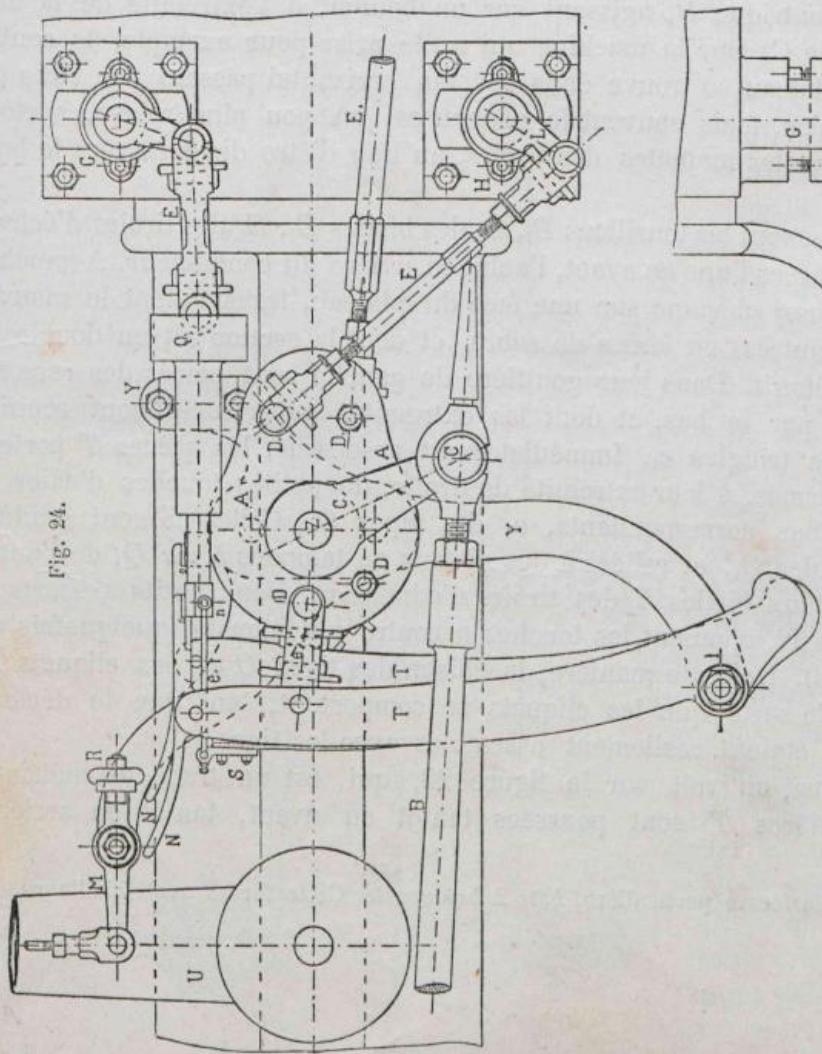
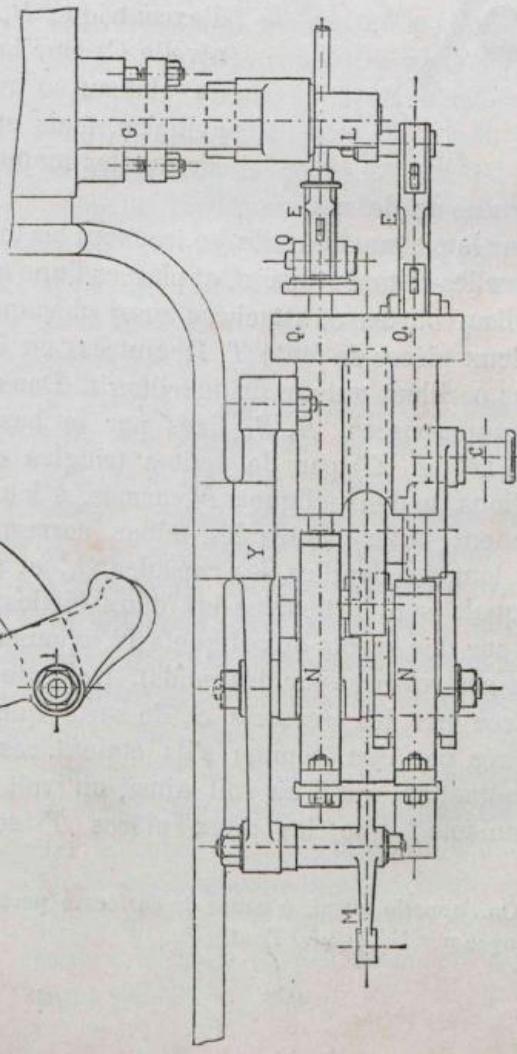


Fig. 26.



le désigne aussi, d'après l'époque où il a été connu en Europe, sous le nom de système Corliss 1867.

Ce qui donne à ce genre de machines une importance encore plus grande, c'est l'apparition du nouveau bâti en porte à faux qu'on nomme *bâti Corliss* (1).

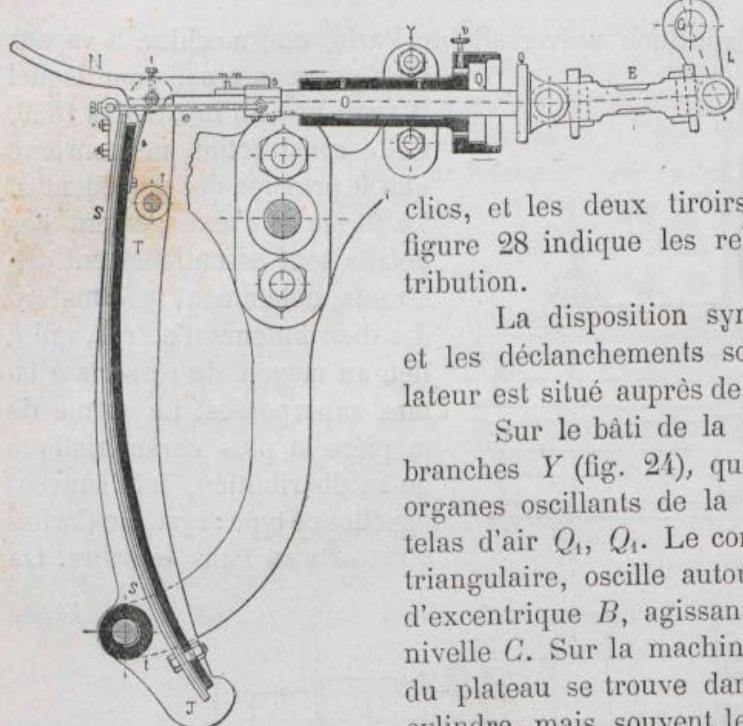


Fig. 27.

Les figures 24 à 31 sont dessinées d'après un modèle de l'atelier Wilhelmshütte à Sprottau. Les figures 24 à 27 montrent en projections, en coupe partielle et en plan, le plateau conducteur, avec le mécanisme des ressorts et des déclics, et les deux tiroirs les plus rapprochés du conducteur. La figure 28 indique les relations géométriques des pièces de la distribution.

La disposition symétrique a disparu; le plateau conducteur et les déclanchements sont placés en avant du cylindre, et le régulateur est situé auprès de l'appareil de la détente.

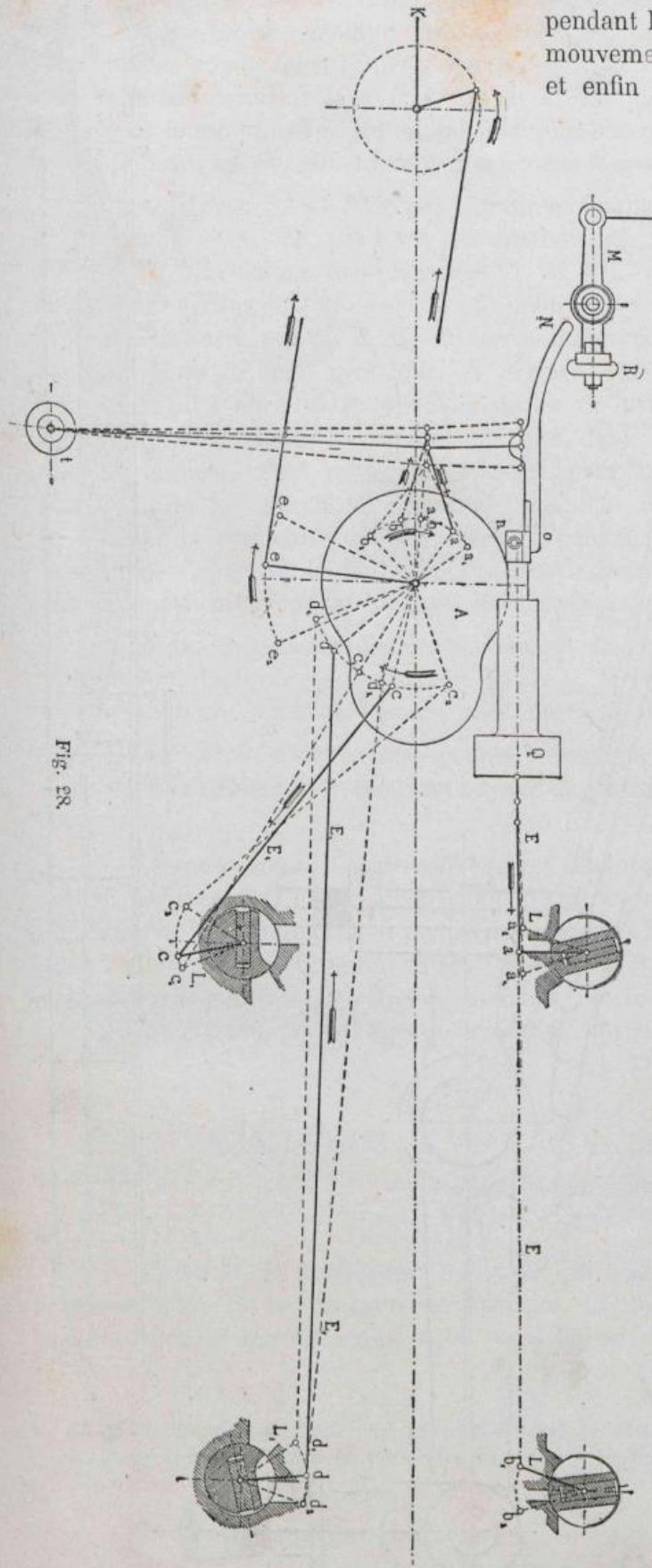
Sur le bâti de la machine est boulonné un support à trois branches *Y* (fig. 24), qui sert d'attache à tous les tourillons des organes oscillants de la distribution, et aux deux capsules à matelas d'air *Q₁*, *Q₂*. Le conducteur *A*, qui affecte souvent une forme triangulaire, oscille autour de l'axe *Z*. Il est mené par la barre d'excentrique *B*, agissant sur un bouton, à l'extrémité de la manivelle *C*. Sur la machine qui a été prise pour exemple, le centre du plateau se trouve dans le plan horizontal passant par l'axe du cylindre, mais souvent le plateau est un peu plus relevé, surtout lorsque les manettes des tiroirs, au lieu d'être dirigées vers le bas,

sont tournées en dessus.

Sur le plateau, à droite, se trouvent les tourillons *D₁*, *D₂* des bielles *E₁*, *E₂* des tiroirs d'échappement; celles-ci sont croisées, et placées l'une en avant, l'autre en arrière du conducteur. À gauche, deux bielles courtes *e*, attachées aussi chacune sur une face du plateau, transmettent le mouvement à deux pièces de fonte *T*, *T*, cintrées en forme de sabre, et dont la section est en double *T*; ces pièces oscillent autour du tourillon *t*. Dans leur gouttière de gauche sont placés des ressorts à lames superposées, *S*, *S*, fixés par le bas, et dont les extrémités supérieures sont réunies aux tiges *O* (fig. 27) par de petites tringles *e*. Immédiatement au-dessus, les pièces *T* portent les tourillons de deux cliquets *N*, armés, à leur extrémité de droite, de petites touches d'acier *n*, qui viennent buter contre les talons correspondants, *o*, des tiges *O*. Celles-ci sont guidées dans les longues douilles des capsules *Q₁*, et reliées à des pistons ou tampons à air *Q*, de l'autre côté desquels sont articulées les deux bielles *E* des tiroirs d'admission. Deux petits ressorts *s*, agissant sur des ergots des cliquets *N*, appuient les touches *n* contre les talons *o* (quelquefois on remplace ces ressorts par des poids). De toute manière, la liaison des tiges *O* et des cliquets *N* est assurée par les ressorts *S*, de sorte que les cliquets se comportent, tant que le déclanchement n'a pas lieu, comme s'ils étaient réellement assemblés avec les tiges.

En admettant qu'il en soit ainsi, on voit sur la figure 28, qui est un tracé géométrique du mécanisme, que les deux pièces *T* sont poussées tantôt en avant, tantôt en arrière,

(1) On l'appelle aussi, à cause de sa forme particulière, *bâti à baïonnette*. Cette forme avait d'ailleurs été déjà employée par M. Allen. (Trad.)



pendant la marche de la machine; il en résulte un mouvement de va-et-vient des tiges O , des bielles E , et enfin des leviers L , reliés aux tiroirs d'admission.

Les tiroirs sont conduits de cette manière à peu près comme dans la distribution précédente, et, quand le déclic ne fonctionne pas, l'introduction dure pendant presque toute la course.

La pièce qui opère le déclanchement est un levier M , muni à son extrémité vers le cylindre d'un couteau R , et dont l'autre bras est relié au régulateur U . Suivant la position des boules du régulateur, le couteau R se trouve abaissé ou relevé, ce qui avance ou recule l'instant où le cliquet le rencontre dans son excursion, d'où résulte le déclanchement. Aussitôt le ressort S , qui a été tendu pendant le retour de la pièce T , se débande et rappelle brusquement la tige O , avec le tiroir qui lui est rattaché. Les matelas d'air Q_1 servent à amortir le choc; on peut en régler l'action par de petites soupapes v .

La figure 29 (page 20), tracée d'après les dimensions de la machine représentée sur les planches VI et VII de l'atlas, indique les circonstances dans lesquelles se produit le déclanchement. On y reconnaît comme précédemment, que les positions successives du cliquet, correspondant à des positions successives équidistantes du piston, sont plus éloignées les unes des autres au commencement de la course, que pour les longues introductions. La position de départ est marquée I; II est la position moyenne, III la position pour une admission de 0,05; IV pour 0,2 et V pour 0,46, dernière limite à laquelle le déclanchement automatique puisse se produire.

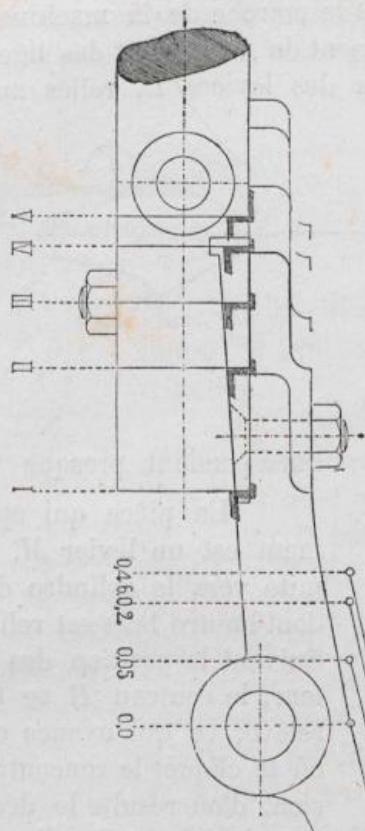


Fig. 30.

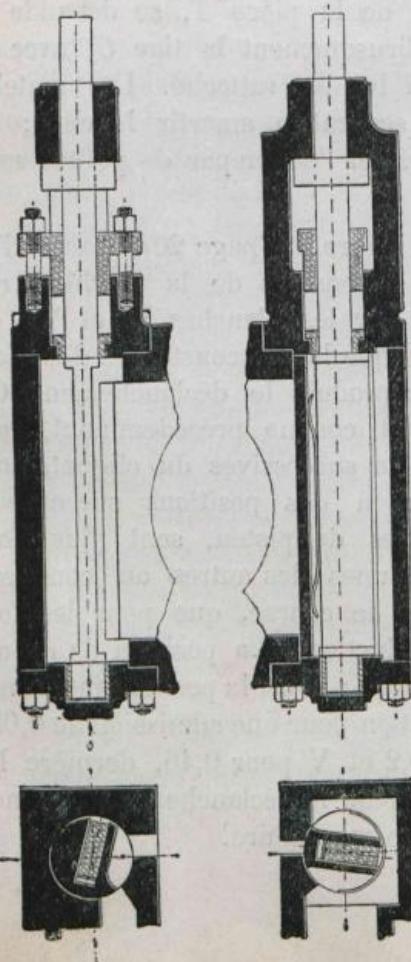


Fig. 31.

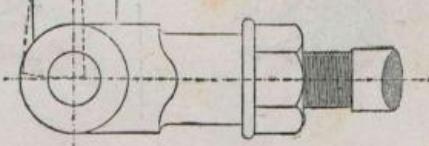
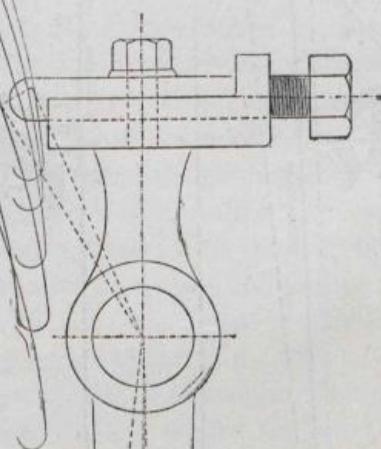
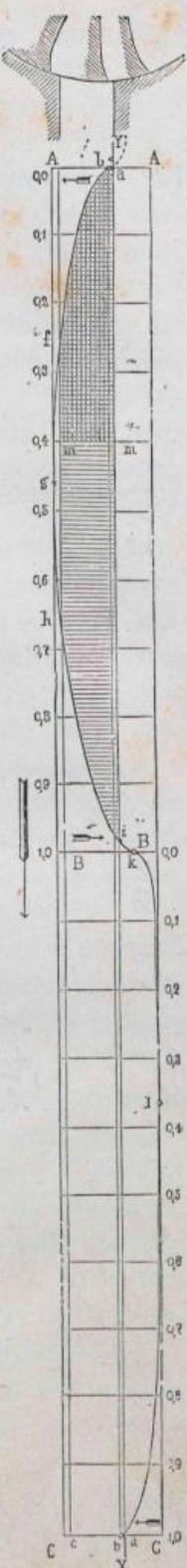


Fig. 32.



Les figures 30 et 31 indiquent l'installation des tiroirs d'entrée et de sortie. Le mécanisme n'étant plus symétrique, comme dans les dispositions avec disque conducteur central, les mouvements des deux tiroirs ont lieu dans le même sens; il faut donc qu'ils soient agencés de manière à ouvrir tous deux leurs lumières en allant à droite, ce qui se fait simplement, dans le cas présent, en élargissant convenablement la glace (Voir aussi planche VII).

Les figures 32 et 33 représentent la relation des mouvements d'entrée et de sortie avec les positions successives du piston; elles sont tracées d'après les dimensions des planches VI et VII. La première se rapporte au distributeur d'entrée, la seconde à celui de sortie. L'avance linéaire du tiroir d'admission est de 2 %, de sorte qu'au point mort, la vapeur pénètre par une fente de cette grandeur. A mesure que le piston s'avance, le tiroir s'ouvre de plus en plus en allant à droite (le sens de la figure 32 se trouve renversé), mais pas aussi rapidement que dans le type précédent, de sorte que la lumière n'est entièrement démasquée qu'au point *f*, correspondant aux 0,25 de la course. L'ouverture complète dure jusque vers les 0,7 de la course; la fermeture se fait assez lentement, elle s'achève vers les 0,99 de la course. Ce serait là la limite de l'admission, dans le cas où elle n'aurait pas déjà été interrompue par le déclanchement et le retour du tiroir.

La limite maxima du fonctionnement du déclic est ici assez élevée, car l'oscillation du tiroir ne se termine qu'en *g*, environ aux 0,46 de la course, et par conséquent le déclanchement peut encore avoir lieu à 0,4 d'introduction.

Les valves d'entrée restent très longtemps dans leur position de fermeture vers la droite; leur mouvement est négligeable depuis 0,2 jusqu'à 0,6 de la course.

Le mouvement des distributeurs d'échappement (fig. 33) est moins favorable. L'ouverture, au commencement de la course, a déjà une avance de 4 %; la lumière n'est entièrement démasquée que vers les 0,34 de la course. L'écartement atteint son maximum entre 0,4 et 0,5, et dès les 0,58 de la course, le passage commence à se rétrécir. La fermeture se fait très lentement, et s'achève si tard qu'à peine peut-il être question de compression.

SIXIÈME TYPE DE M. CORLISS

A DEUX TOURILLONS.

C'est M. le professeur Radinger qui apporta le premier en Europe des détails précis (1) sur ce nouveau système. La feuille 4 représente l'ensemble du mécanisme, et les figures 34 à 36 en indiquent les détails.

(1) *Dampfmaschinen und Transmissionen in den Vereinigten Staaten von Amerika*.
L'auteur a bien voulu nous permettre de mettre à contribution cet excellent ouvrage.

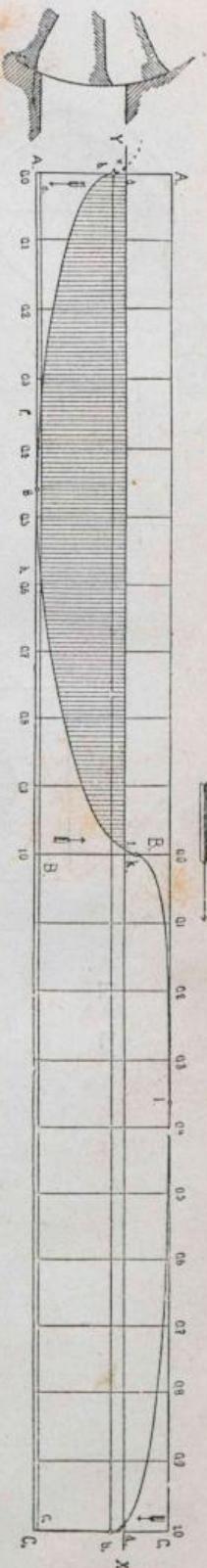


Fig. 33.

Fig. 36.

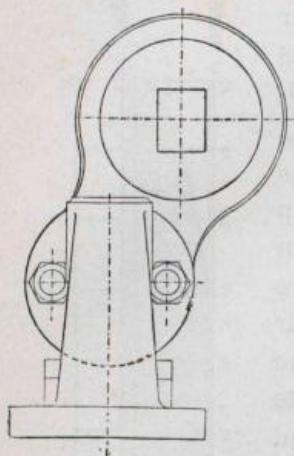


Fig. 34.

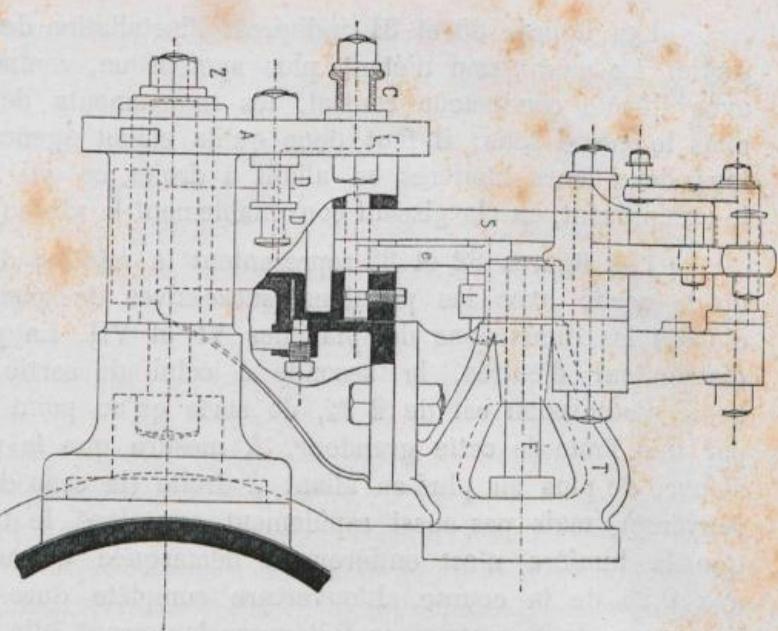
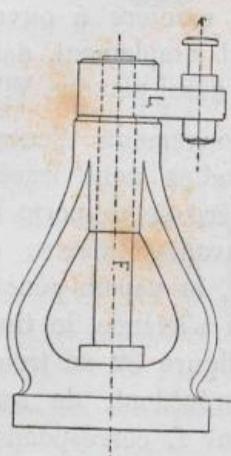
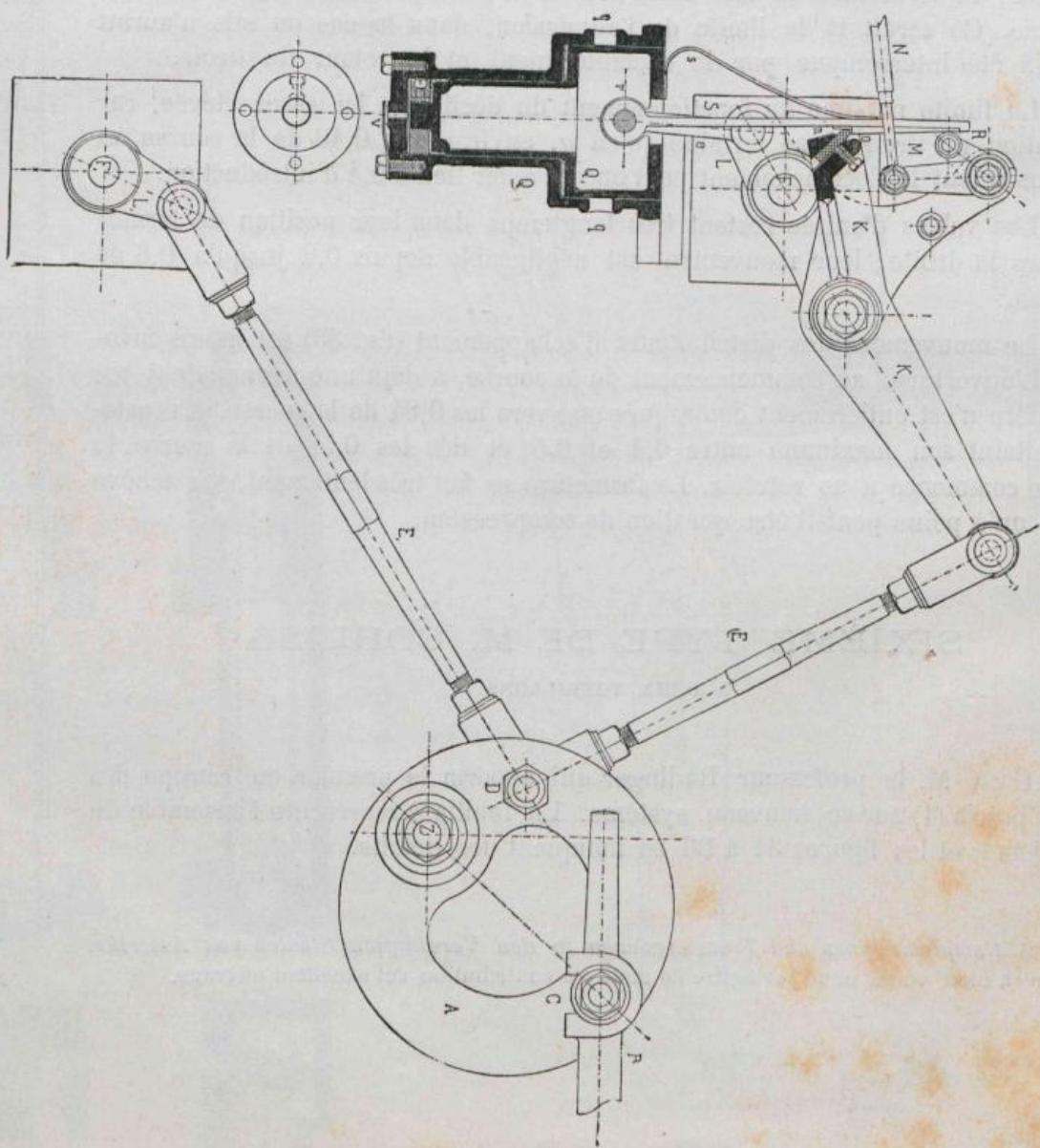


Fig. 35.



Depuis 1875, M. Corliss applique ce système à toutes ses machines à vapeur, et la distribution de la grande machine à balancier, qui fut tant remarquée à l'Exposition de Philadelphie, était basée en principe sur la même combinaison.

On peut remarquer qu'ici l'inventeur est revenu à la disposition centrale. En outre, la fermeture des distributeurs est opérée par la pression atmosphérique ; il n'y a plus ni poids ni ressort.

Le plateau conducteur s'est transformé : il ne porte plus que deux tourillons pour l'articulation des bielles ; pour chaque bout du cylindre les deux bielles d'admission et d'échappement s'articulent sur le même tourillon.

Le plateau *A* (fig. 34 et 35) est excentré par rapport à son axe *Z*, et il est commandé de la façon ordinaire par la barre d'excentrique *B*, agissant sur le maneton *C*. Plus près de l'axe *Z* se trouvent deux tourillons *D*, tournés vers l'intérieur ; chacun d'eux reçoit, tout contre le disque, la bielle *E₁* du tiroir d'échappement, et au delà la bielle *E* du tiroir d'admission. Les deux bielles *E₁* sont directement attelées aux leviers *L₁* des valves, et fonctionnent de la manière connue.

La bielle *E* de l'admission (en ne considérant qu'un côté du mécanisme) ne commande plus directement, même d'une façon intermittente, le levier du tiroir. Elle ne lui est reliée que par l'intermédiaire de diverses pièces, dont nous allons examiner les fonctions.

L'arcade *T*, venue de fonte avec le couvercle de la boîte à tiroir, et qui soutient l'axe *F*, sert aussi de support à une sorte d'équerre fixe, portant divers tourillons. En dessous, cette arcade supporte également, par l'intermédiaire d'une chaise, un cylindre ou capsule à air *Q*. Dans celle-ci se meut un piston différentiel *Q₁*, étanche à l'air ; sa partie inférieure fait le vide derrière elle en montant, tandis que l'air pénètre, par les deux orifices *q*, *q*, sous la partie supérieure, d'un diamètre plus grand.

Lorsque le piston redescend par l'effet de la pression atmosphérique, la partie supérieure fait matelas d'air. Sous le fond du cylindre se trouve un petit clapet *v*, destiné à laisser échapper l'air qui aurait pu pénétrer dans le bas pendant la montée, si le cuir embouti du piston

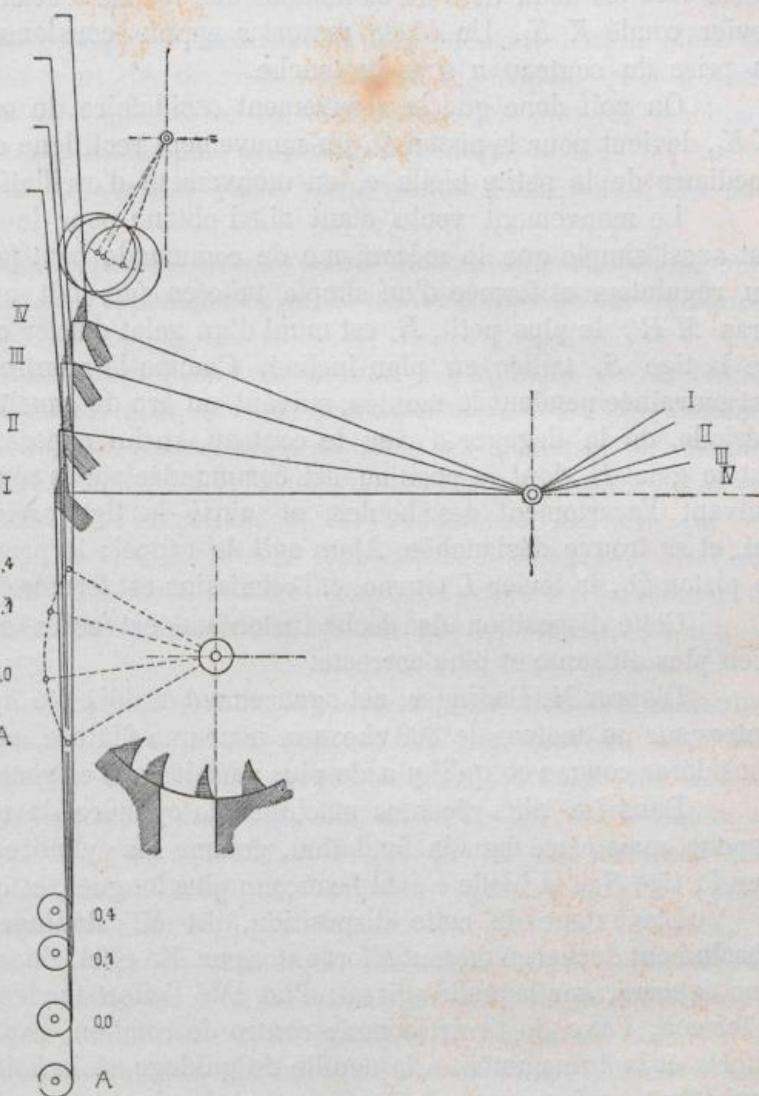


Fig. 37.

ne joignait pas parfaitement. Dans le fond de la partie supérieure de la capsule se trouve fixée une rondelle de cuir, qui a pour but d'empêcher le choc du piston sur la fonte, dans le cas où le ressort d'air manquerait son effet.

Le piston est relié à la manette L du tiroir au moyen d'une petite bielle e , de telle sorte que le tiroir s'ouvre lors de la montée du piston, et se ferme quand il descend. A côté de la bielle e , se trouve une tige plate S , assemblée au même tourillon ; elle s'élève verticalement, et porte vers les deux tiers de sa hauteur une touche d'acier o qui correspond à un couteau n , fixé au levier coudé $K K_1$. Un léger ressort s appuie constamment cette tige vers le levier, et assure la prise du couteau n sous la touche.

On voit donc que le mouvement oscillatoire du conducteur A , transmis au levier coudé $K K_1$, devient pour le piston Q_1 un mouvement rectiligne et se transforme de nouveau, par l'intermédiaire de la petite bielle e , en mouvement d'oscillation du levier L du tiroir.

Le mouvement voulu étant ainsi obtenu pour le distributeur, le mode de déclanchement est aussi simple que le mécanisme de commande peut paraître compliqué. La tringle N , venant du régulateur et formée d'un simple tube en fer, fait mouvoir une douille portant deux petits bras $M R$; le plus petit, R , est muni d'un galet d'acier contre lequel roule l'extrémité supérieure de la tige S , taillée en plan incliné. Comme le montre plus en détail la figure 37, la touche o est entraînée pendant la montée, suivant un arc de gauche à droite, il est donc facile, dans cette période, de la dégager d'avec le couteau, en lui opposant un obstacle convenable. Cet obstacle est le galet R , dont la position est commandée par le régulateur; il fait plus ou moins de saillie, suivant l'écartement des boules, et ainsi la tige arrive plus ou moins tôt en contact avec lui, et se trouve déclenchée. Alors agit le rappel; la pression atmosphérique abaisse violemment le piston Q_1 , le levier L tourne, et l'admission est fermée.

Cette disposition de déclic instantané est assez analogue aux précédentes, mais elle est bien plus élégante et plus correcte.

D'après M. Radinger, cet agencement a déjà été appliqué sur plus de cent machines, entre autres sur un moteur de 300 chevaux pour une filature, et il se comporte fort bien; on peut donc le considérer comme ce qu'il y a de plus parfait dans ce genre.

Dans les plus récentes machines, le cylindre de rappel n'est plus suspendu au cylindre à vapeur, mais placé dans la fondation, comme les cylindres à poids des premiers types. Il s'ensuit que la tige S et la bielle e sont beaucoup plus longues, et que leur mouvement est plus facile.

L'avantage de cette disposition, dit M. Radinger, consiste en ce que l'axe du tiroir est absolument déchargé de tout effort extérieur. En effet, dans les systèmes précédents, cet axe portait une équerre, sur laquelle agissait d'un côté l'effort tendant à ouvrir, et de l'autre celui qui tendait à fermer; l'axe du tiroir, comme centre de rotation, avait à supporter la résultante de ces deux efforts et la transmettait à la douille de guidage, à la boîte à étoupe, sinon même au tiroir. Ici, le seul effort sur la manette du tiroir, est celui qui est nécessaire pour surmonter le frottement. L'effet du vide sous le piston Q_1 , qui produit la fermeture, est transmis directement à la touche d'enlevage, sans agir sur l'extrémité de l'axe du tiroir. C'est là le motif qui a décidé M. Corliss à introduire cette modification importante à son système.

Pour compléter les figures précédentes, on a représenté sur la feuille 4 la disposition d'ensemble d'une toute récente machine de ce genre.

SEPTIÈME TYPE DE M. CORLISS

POUR GRANDES MACHINES A BALANCIER.

Il peut sembler superflu de séparer ce type de construction du précédent, dont il n'est en réalité qu'une variante. Cependant l'agencement des diverses pièces est si original qu'il a paru utile d'en faire une description séparée. Il s'agit ici de la distribution des grandes machines jumelles à balancier, qui à l'Exposition de Philadelphie attirèrent l'attention de tous les mécaniciens, et dont presque tous les rapports ont parlé à juste titre, comme d'une œuvre des plus remarquables.

Quoique nous n'ayons pu nous procurer que des croquis de ces machines, nous nous sommes efforcés de la représenter d'une façon correcte sur la planche II, qui se trouve complétée par les figures 38 et 39 ci-après (1).

Comme on le sait, ce moteur faisait tourner la transmission de la halle des machines à l'Exposition de Philadelphie. Il fut commandé à M. Corliss, par la Commission d'organisation, comme un monument de l'esprit inventif des Américains, et tous les visiteurs ont admiré l'aspect imposant de cette colossale machine, son caractère ornemental et ses proportions inusitées, mais pourtant harmonieuses. L'excellence de l'exécution, et la rondeur de marche qui en résultait furent particulièrement appréciées par les observateurs compétents. D'ailleurs il paraît que M. Corliss avait déjà exécuté dans ce genre des machines beaucoup plus grandes ; le moteur de l'Exposition était donc un type de constructions éprouvées, et non pas seulement, comme on l'a souvent cru, un essai réussi.

Deux machines à balancier, à un cylindre, sont accouplées à la manière ordinaire, avec leurs manivelles à 90° l'une de l'autre. Les pistons ont 1^m,016 de diamètre et 3^m,050 de course. La longueur des balanciers est de 8^m,320, leur hauteur, mesurée au milieu, de 2^m,700. L'axe des balanciers se trouve à environ 9^m,000 du sol; les deux machines sont à environ 2^m,800 d'axe en axe; les bielles ont 7^m,308, presque 5 fois la manivelle. Les supports en A aboutissent au milieu des fondations, tant du cylindre que de l'arbre des manivelles, de manière à éviter toute tendance à la flexion. Du côté du cylindre, la jambe de support est un peu plus courte que du côté de la manivelle, et elle pose sur les pieds du cylindre, avec lesquels elle est boulonnée à la fondation; du côté de la manivelle, le support appuie directement sur la fondation. Des deux côtés cette fondation consiste en une poutre creuse ou coffre de fonte, reposant sur deux chevalets de même métal encastrés dans un bloc de ciment de 3^m,600 de côté (*Voir planche I, fig. 6*). Ces coffres de fondation sont reliés par des solives à double T, de manière à former un système triangulaire qui n'admette aucune déformation. Pour éviter tout déplacement latéral des supports, on a employé de longs étais ou haubans boulonnés par le bas dans la pierre, et on y a enfilé des marches en fonte de manière à en faire un escalier. Il faut remarquer l'idée, si simple en apparence, de masquer par des escaliers les haubans qui étaient ici indispensables, et de leur donner l'air de servir à tout autre chose qu'à leur véritable usage; il paraît que cette dispo-

(1) Les planches de l'atlas étaient déjà achevées lorsque nous avons reçu l'ouvrage de M. Radinger, dont nous n'avons pu profiter que pour la description et les figures qui l'accompagnent. (*Note de l'Auteur.*)

sition a déjà été fréquemment appliquée par M. Corliss. Un cadre en fonte, en manière de galerie, porté par des consoles venues de fonte avec les grands supports, réunit ceux-ci par le haut, et forme avec eux un tout inébranlable. La partie supérieure des supports forme les paliers, d'une dimension colossale; leurs coussinets peuvent être réglés latéralement. Les tourillons des

axes des balanciers sont à collets, de manière que leur liaison contribue encore à la rigidité du cadre supérieur. Les balanciers, en forme d'ailes de papillon, s'accordent avec le caractère d'ensemble de la machine, et cette forme est d'un effet satisfaisant. Chacun d'eux pèse, paraît-il, 11,000 kilogrammes.

Le diamètre du volant denté est de 9^m,052, sa largeur, de 0^m,609; il a 216 dents, avec un pas de 131^{1/2},6. Il est construit en plusieurs parties, le moyeu étant formé de deux plateaux symétriques, entre lesquels sont engagés et boulonnés les 12 bras, chacun d'eux fondu avec un segment d'engrenage de 18 dents. La section des bras (voir planche I, fig. 8) est en forme de croix, et leurs extrémités situées dans le moyeu sont cintrées en croissant, ce qui assure une liaison plus solide que par les modes de construction généralement usités.

Le grand volant denté conduit un pignon de 72 dents, qui a 3^m,017 de diamètre; les deux dentures sont de fonte, et l'on pouvait s'assurer qu'il est possible de faire engraver fer sur fer sans choc et sans bruit, lorsque les axes sont bien posés, que les dents sont convenablement tracées, et surtout ajustées avec soin.

Chaque balancier conduit une pompe à air du type ordinaire de M. Corliss; leur diamètre est de 0^m,863, et leur course de 0^m,609. On trouvera sur la feuille 4, figures 4 à 6, le dessin d'une de ces pompes, d'après M. Radinger. Elles sont toujours disposées verticalement et généralement

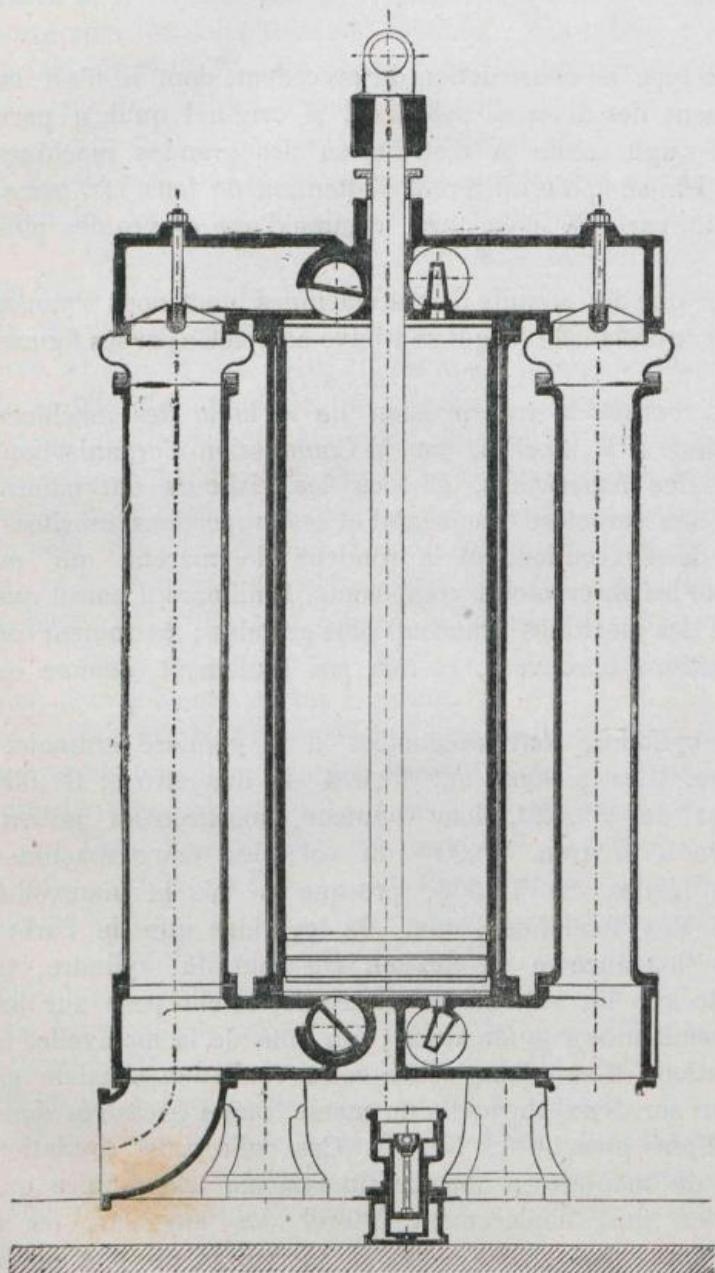


Fig. 38.

commandées depuis la crosse du piston, au moyen d'un levier coudé, dont le bras vertical est 3 ou 4 fois plus long que le bras horizontal qui mène la pompe. La bielle plonge dans la tige du piston, qui est creuse; elle est articulée dans le bas, sur un tourillon. Au moyen d'un étrier qui enserre toute la bielle, et d'une clavette qui se trouve à la partie supérieure, on peut resserrer

les coussinets. Le cylindre de la pompe à air est doublé d'une chemise de bronze. Le piston, la plaque ou siège des soupapes et la tige creuse sont aussi en bronze. Les garnitures du piston et de la boîte à étoupe sont formées de pièces de bois d'érable, et la figure 6 montre leur mode

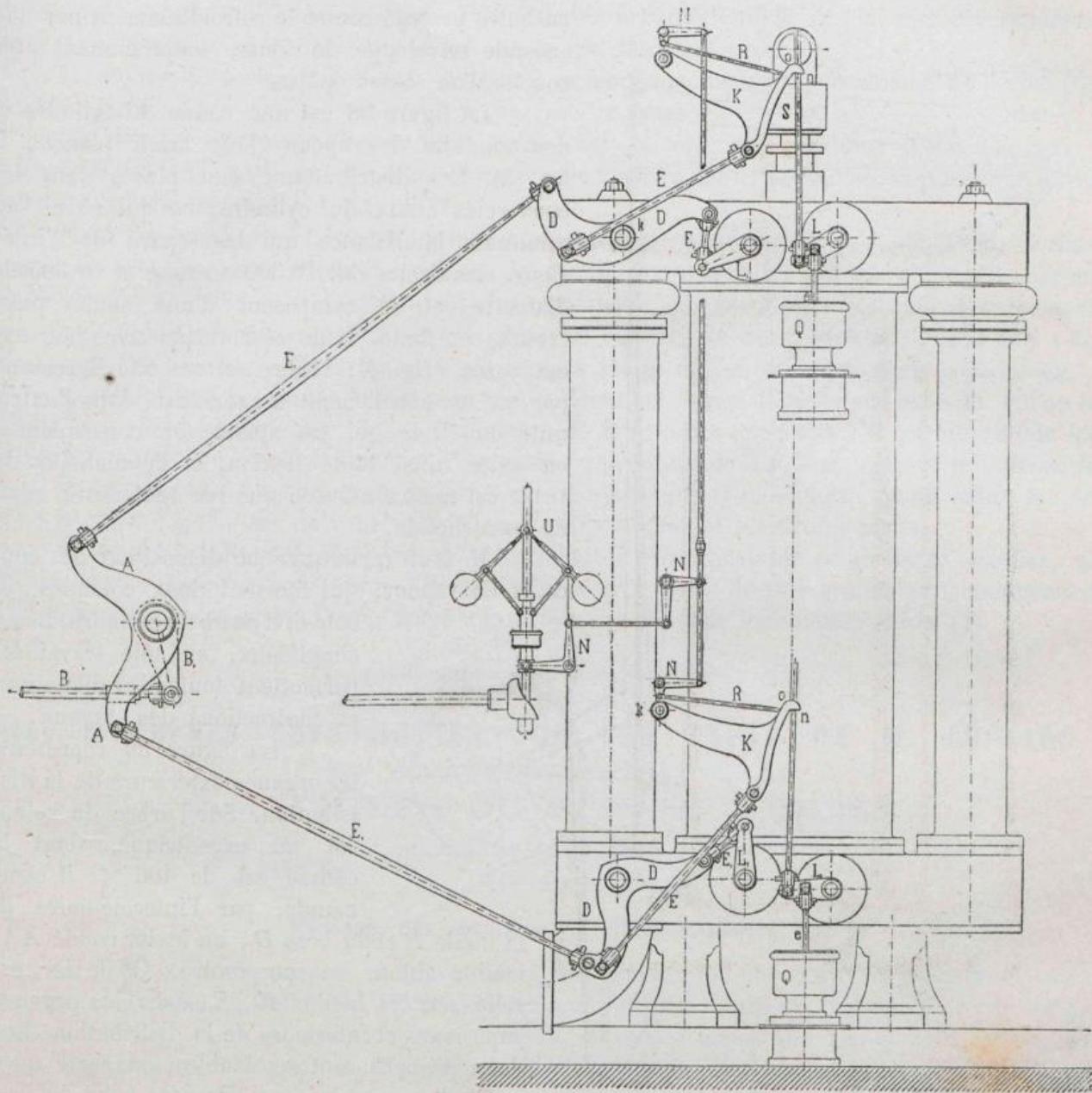


Fig. 39.

d'assemblage. La plaque des soupapes est maintenue en place par de longues vis de pression, introduites depuis le haut. Le piston et la plaque sont munis chacun de six clapets en caoutchouc, dont la disposition est visible sur la figure.

Passons à la description du cylindre et de la distribution, avec l'aide des figures 38 et 39.

Comme on l'a déjà vu, le cylindre, avec 1^m,016 d'alésage, présente 3^m,050 de course, proportion élevée eu égard aux rapports usités dans nos contrées, mais qui paraît avoir contribué à la marche excellente de la machine. Le cylindre est muni d'une enveloppe de vapeur, avec un intervalle de 12%; et par-dessus, il est en outre protégé contre le refroidissement par une seconde enveloppe de fonte, emprisonnant une couche d'air assez épaisse.

La figure 38 est une coupe du cylindre et des conduits de vapeur (*Voir aussi planche I, fig. 5*). Les distributeurs sont placés dans les couvercles creux du cylindre, ce qui réduit au minimum la distance qui les sépare de l'intérieur. Ces tiroirs ont 1^m,300 de long et 0^m,305 de diamètre, et se composent d'une seule pièce creuse, en fonte. Leur assemblage avec leur axe est assez original: l'arbre est emboité librement, par un emmanchement à cannelure, dans l'extrémité du tiroir qui est ajustée en conséquence; on évite ainsi toute flexion, et l'étanchéité du tiroir est mieux assurée que par tout autre mode de construction.

Il faut remarquer la disposition des conduits de vapeur, qui forment deux colonnes, de côté et d'autre du cylindre. Leurs chapiteaux, en tôle travaillée, permettent toutes les dilatations et contractions des tuyaux.

La figure 39 représente les organes extérieurs de la distribution. Sur l'arbre du volant est un excentrique, dont la course est de 406%; il commande, par l'intermédiaire de la bielle *B* et du bras *B*₁, un levier coudé *AA*, mobile autour de son centre. Ce levier est relié par les bielles *E*₁, *E*₂, avec les organes supérieurs et inférieurs de la distribution. Les deux groupes sont semblables, en sorte qu'il suffit d'en examiner un. Prenons celui du bas.

Un levier coudé *D D* conduit la manette *L*₁ du tiroir d'échappement par la bielle *E*₁, articulée sur son bras supérieur. La bielle *E*, qui commande le tiroir d'entrée depuis le bras inférieur, s'articule avec un secteur *K* de forme particulière, oscillant autour du touillon *k*. Sur ce secteur, et de la même façon que dans le système décrit en dernier lieu, se trouve placé un couteau *n*, qui correspond au talon *o*, fixé à la tige d'acier *S*, articulée avec la

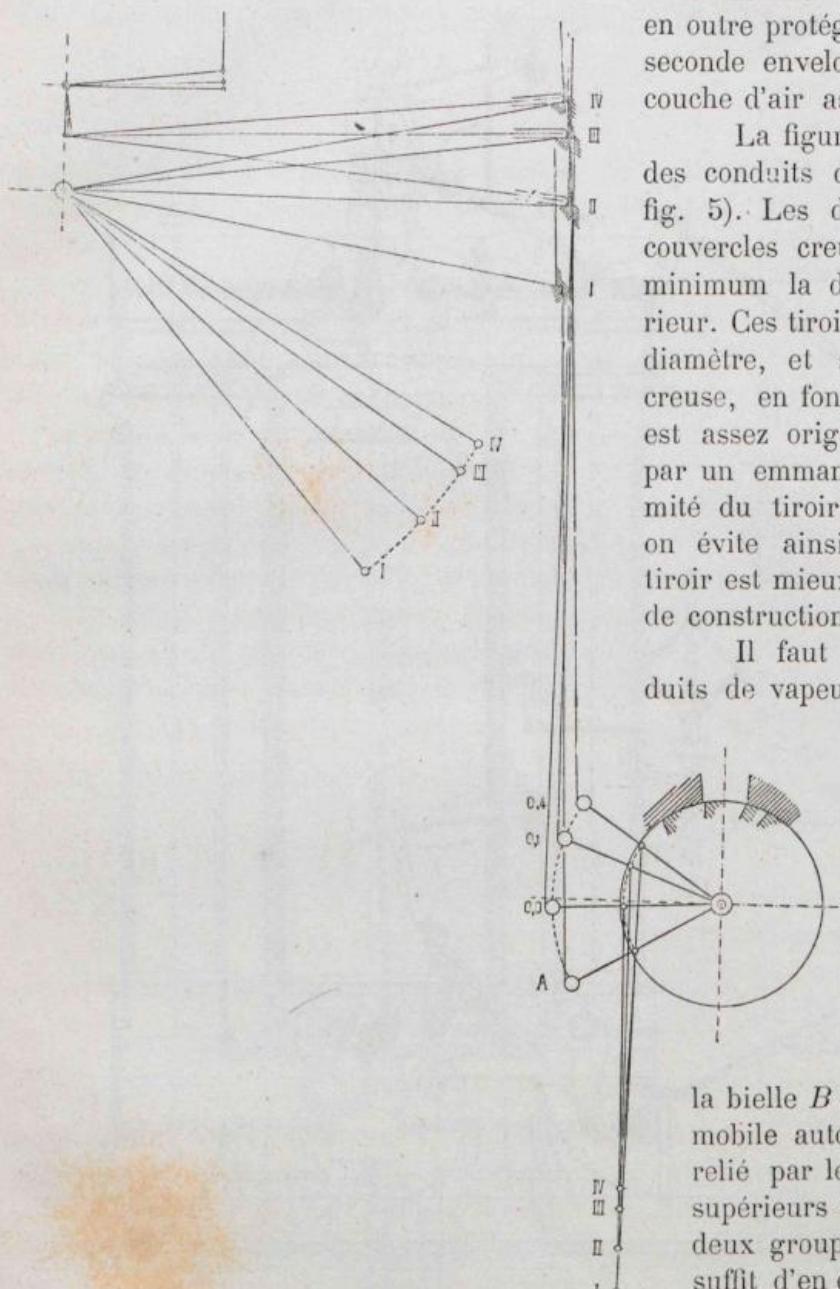


Fig. 40.

*E*₁, articulée sur son bras supérieur. La bielle *E*, qui commande le tiroir d'entrée depuis le bras inférieur, s'articule avec un secteur *K* de forme particulière, oscillant autour du touillon *k*. Sur ce secteur, et de la même façon que dans le système décrit en dernier lieu, se trouve placé un couteau *n*, qui correspond au talon *o*, fixé à la tige d'acier *S*, articulée avec la

manette *L* du tiroir. Le couteau, s'engageant sous ce talon, enlève avec lui la tige, ce qui fait ouvrir l'admission. A la manette est aussi suspendu, au moyen d'une tringle articulée *e*, le piston du cylindre à air *Q*, dont la construction est identique à celui que représente la figure 35. Dès que la partie supérieure de la tige *S*, qui forme un plan incliné, arrive au contact du verrou *R*, relié au régulateur *U* par les articulations *N N*, la tige est repoussée d'avec le couteau *n*, et l'action du piston de rappel ferme le tiroir.

La figure 40 indique d'ailleurs en détail le fonctionnement du mécanisme de déclic, qui est sûr et précis.

Ce moteur, qui pèse plus de 600 tonnes, est calculé pour produire 2,500 chevaux, à 36 tours par minute. Avec une pression de vapeur de 2 atmosphères effectives, sa puissance atteint seulement 1,585 chevaux, à l'indicateur.

Nous avons achevé de décrire les modes successifs de construction qu'a adoptés M. Corliss, sans avoir toujours eu à notre disposition de documents originaux sur ce qui a été exécuté par l'inventeur lui-même; et c'est d'autant plus regrettable, que ses idées remarquables ont souvent été interprétées d'une façon défectueuse à plusieurs égards. Le désir de faire du nouveau a fait méconnaître les avantages de ce qu'on avait sous la main, et l'on a innové sans faire mieux.

Les derniers types de M. Corliss sont particulièrement dignes d'un sérieux examen, et l'on ne saurait trop recommander aux jeunes ingénieurs de les étudier avec soin. Il paraît certain que les modifications récentes proviennent des mûres réflexions de l'auteur, sans rien de hasardé. Ainsi M. Corliss est toujours resté fidèle à ses distributeurs cylindriques, quand même le plus grand nombre des ateliers de construction américains emploient les tiroirs plans.

Si dans l'avenir quelque autre système venait à faire délaisser celui de M. Corliss, cet inventeur n'en conservera pas moins le mérite d'avoir apporté de très grands perfectionnements aux machines à vapeur, et d'avoir frayé une voie nouvelle dans leur construction (1).

II. MACHINES CONSTRUITES SUR LES TYPES DE M. CORLISS

1^o MACHINES DU 3^e TYPE CORLISS

A BIELLES SUSPENDUES.

Machine des Ateliers de Wilhelmshütte.

En 1860, à une époque où il fallait encore des expériences pour pouvoir juger de la valeur du système nouveau, l'atelier de Wilhelmshütte, à Sprottau (Prusse), se mit à construire des machines Corliss, et en exposa à Londres en 1862, en même temps que les ateliers de la Compagnie des bateaux à vapeur de Hambourg-Magdebourg, à Buckau.

(1) A l'Exposition de 1878, le système Corliss proprement dit se trouvait représenté par trois machines :
1^o Celle de MM. Le Gavrian et fils, de 150 chevaux ;
2^o Celle de MM. Lecouteux et Garnier, de 120 chevaux ;
3^o Celle de MM. Corran et Lemarchand, de 120 chevaux.

Au moment où nous mettons sous presse, l'Académie des sciences vient de décerner à M. G. Corliss le prix de mécanique de la fondation Montyon, pour les progrès qu'il a fait faire à la construction des machines à vapeur. (*Trad.*)

La machine de Wilhelmshütte est une copie assez fidèle du troisième type Corliss ; on en trouvera sur la feuille 1 (fig. 1 à 3) une élévation et coupe transversale (1). L'arrangement de la distribution est presque identique à ce qui a été décrit ci-dessus, pages 4 et suivantes. Ce qui caractérise cette machine et la distingue des constructions antérieures et de celles plus récentes, c'est une poutre de fondation, sorte de poutre creuse remplaçant les anciennes plaques de fondation. Le bâti Corliss, en porte à faux, adopté plus tard, ne fut introduit en Europe qu'avec le type suivant. Cette poutre repose sur deux gros blocs de pierre de taille, avec lesquels elle est boulonnée ainsi qu'avec la maçonnerie de fondation ; sa section est un rectangle fermé (souvent aussi on lui a donné une forme en *U*), et son extrémité forme le palier de la manivelle. Sur le bout opposé, le cylindre est attaché d'un côté, et la distribution de l'autre.

Le cylindre est alésé à 0^m,442, la course est de 0^m,858. Les lumières d'introduction ont 338% sur 23; celles d'évacuation ont la même largeur, sur 40% de longueur; les tiroirs ont un diamètre de 0^m,130.

En avant du cylindre, et sur le côté du bâti, sont boulonnées les glissières, formées de rainures en V, dans lesquelles courent les coulissoirs de la crosse du piston, munis d'ailleurs de moyens de réglage.

Le condenseur est placé au milieu, sous le cylindre à vapeur ; la pompe à air, la pompe à eau froide et celle d'alimentation sont un peu sur le côté, et commandées par un balancier mis en mouvement par une bielle suspendue au maneton. Les paliers de ce balancier sont posés sur le réservoir d'air de la pompe à eau froide. Derrière celle-ci est placée la pompe alimentaire, à une distance de 0^m,250.

La pompe à air a 0^m,312 de diamètre sur 0^m,390 de course ; elle puise l'eau au condenseur par le tuyau *a* ; la décharge se fait par le tuyau *b*, et l'arrivée d'eau froide par le conduit *c*. L'orifice *d* sert à l'échappement quand la machine travaille sans condensation.

Le plateau conducteur est commandé par un excentrique et par une bielle qui va directement au plateau ; l'oscillation du conducteur est de 78°; le rayon d'excentricité, de 0^m,130.

Le régulateur, du système de Watt, est conduit par une courroie de 0^m,104 de large, agissant à la partie supérieure de son axe ; il fait 85 tours par minute. La tige venant du régulateur aboutit dans une pompe à huile de la forme la plus simple, composée d'un cylindre dans lequel un poids se meut avec assez de liberté. Le cylindre est plus ou moins rempli d'huile : on en détermine la quantité suivant la vitesse que doit avoir le régulateur. Les pompes de ce genre sont presque généralement adoptées maintenant, pour assurer l'uniformité du mouvement du régulateur. On peut aussi remarquer que les axes des tiroirs sont guidés par leur extrémité. Cela se fait ordinairement par de petites chaises boulonnées au bâti ; on y pratique des trous dans lesquels tournent ces axes.

Les règles ou verrous de déclenchement (fig. 2) sont munis de petits galets en haut et en bas, pour éviter le frottement de glissement sur les bielles. (Depuis, on a renoncé à l'emploi de ces galets, qui s'usent promptement sur un côté, et alors ne tournent plus.) Une vis de réglage permet de limiter la levée des verrous.

Le volant sert de poulie ; son diamètre est de 4^m,390. Cette machine, à la vitesse de 30 tours par minute, fournit un travail effectif de 25 chevaux-vapeur.

(1) D'après Wiebe, Skizzenbuch, 1864, cahier XXXV.

Machine des Ateliers de la Compagnie des bateaux à vapeur de Hambourg-Magdebourg
à Buckau-Magdebourg.

Cet établissement a commencé, en même temps que le précédent, à fabriquer des machines Corliss, et continue encore avec succès. Une de ses machines fut très remarquée à Londres en 1862.

Les machines de cet atelier, comme elles ont été faites par la suite, diffèrent peu de celles de Wilhelmshütte; il suffira d'en donner une élévation (feuille 1, fig. 4), en signalant quelques particularités. Le régulateur adopté est du système Porter; l'agencement du condenseur et des pompes est aussi différent. Le condenseur est piriforme, il est directement suspendu sous le cylindre; les pompes, qui sont horizontales et montées sur une plaque de fondation commune, sont placées un peu plus bas. La pompe à air est la plus rapprochée du condenseur; en avant et sur la même tige, est montée la pompe à eau froide. Un levier coudé, mené par la manivelle principale au moyen d'une bielle, donne le mouvement à tout cet ensemble.

Machine de M. Otto Müller, ingénieur
à Bude-Pest.

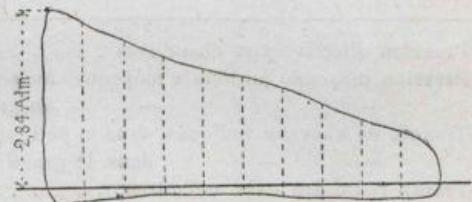
Il pourra paraître au premier abord singulier de trouver dans les planches II et III de l'atlas les dessins d'une machine d'exécution récente, mais construite d'après le type déjà un peu ancien, à bielles suspendues. Mais en examinant les dessins, on se convaincra que c'est en réalité une installation tout à fait moderne et dont le service paraît être excellent.

Cette machine, originairement construite dans le système de Woolf, fut transformée en machine dite *compound* (1); et l'ancien petit cylindre fut remplacé par un autre, en y appliquant le système Corliss. Dans son état primitif, cette machine produisait un travail de 303 chevaux indiqués. Les figures 41 et 42 représentent les courbes que l'on avait obtenues dans un essai à l'indicateur (2). Le petit cylindre était alésé à 0^m,768, le grand à 1^m,422; tous deux présentaient la même course de 1^m,700. La machine faisait par minute 31,3 tours; la pression aux chaudières était de 4^{atm},2, et la détente totale de 5,3 fois le volume de l'admission.

Dans le traité relatif à la transformation, les machines furent garanties pour faire 500 chevaux avec une introduction de 0,45 au petit cylindre, et avec 5^{atm} de pression; le résultat a confirmé ces prévisions. On a remplacé le petit cylindre par un nouveau, de 0^m,710 de diamètre, avec distribution Corliss, et on y a ajouté un réservoir intermédiaire, un appareil de détente pour le grand cylindre, la tuyauterie nécessaire, et les autres accessoires du système compound.

(1) On entend par machine *compound*, une machine à deux cylindres, accouplés suivant le type de Woolf, mais entre lesquels est placé un récipient ou réservoir de vapeur, le plus souvent installé de façon à pouvoir y réchauffer la vapeur qui le traverse en quittant le petit cylindre. Les manivelles sont généralement placées à 90° l'une de l'autre. Ce genre de machines sera étudié dans la suite.

(2) Il faut observer que l'échelle de flexion du ressort qui a servi à tracer les diagrammes représentés sur les figures 41 et 43 est plus petite que celles du ressort employé pour le grand cylindre (figures 42 et 44).



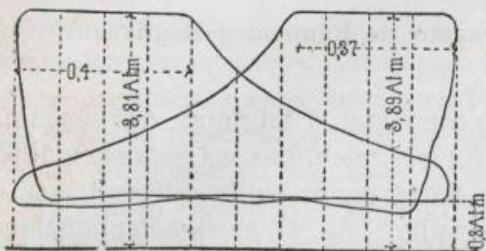


Fig. 43.

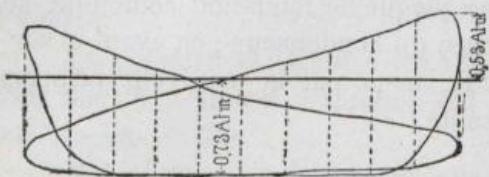


Fig. 44.

L'essai à l'indicateur, répété après la transformation avec les mêmes instruments que la première fois, a donné les diagrammes représentés par les figures 43 et 44. Le travail indiqué, dans le petit cylindre, était de 178,8 chevaux, avec une ordonnée moyenne de pression de $1^{atm},96$; au grand cylindre, on avait 249,4 chevaux, pour une ordonnée moyenne de $0^{atm},64$; soit ensemble 428,2 chevaux. Le rapport de détente était de 10 fois l'admission, et la machine faisait comme antérieurement, 31,3 tours par minute; ce qui correspond à une vitesse de piston de $1^m,77$ par seconde. Pour que l'on puisse comparer la marche des tiroirs d'entrée et de sortie avec les courbes de l'indicateur, nous donnons de nouveau (fig. 45 et 46) les épures qui ont déjà servi à l'étude du mouvement des tiroirs; on se rend facilement compte des relations des deux genres de tracé. On

peut d'ailleurs comparer directement les courbes représentées dans les figures 41 à 44.

Le tableau suivant résume les résultats acquis par la transformation de la machine.

	ANCIENNE MACHINE WOOLF	MACHINE TRANSFORMÉE COMPOUND
Pression effective aux chaudières	$4^{atm},2$	$4^{atm},2$
Pression moyenne (ordonnée moyenne) au petit cylindre	$1^{atm},79$	$1^{atm},96$
— — — — — au grand cylindre	$0^{atm},30$	$0^{atm},65$
Travail, en chevaux indiqués, dans le petit cylindre	189,5	178,8
— — — — — dans le grand cylindre	113,5	249,4
Travail réuni des deux cylindres	303,0	428,2
Rapport total de détente	5,3	10

La vapeur est fournie à la machine par six chaudières à foyer intérieur; la surface de chacune d'elles est de 78^{mq} . La pression moyenne est de $4^{atm},2$.

Le tuyau 1 (planche II), venant des chaudières, a $0^m,154$ de diamètre; celui de sortie a $0^m,275$; les rapports de leurs sections à celle du petit cylindre sont respectivement de 1 à 24 et de 1 à 6,7 (1).

La distribution du petit cylindre est agencée suivant la troisième manière de M. Corliss, avec cette seule différence que les capsules à air, sont boulonnées directement sur le côté du cylindre, au lieu de se trouver placées au-dessous.

La figure 4 (planche III) représente les organes de distribution dans leurs trois positions principales; les tiroirs n'y sont d'ailleurs figurés que dans leur position moyenne, celle qui répond à la situation du mécanisme représentée dans la figure 1 de la même planche. Les manettes des distributeurs se trouvent alors en *a*, *b*, *c*, *d*, l'excentrique en *f*; la manivelle est environ au point *K*, à 16° du point mort, et le piston a encore une petite partie de sa course à parcourir vers la droite.

(1) Comparativement à la section du grand cylindre, ce rapport est de 1 à 27. Il serait plus logique de rapporter la section des tuyaux au volume de vapeur débité par seconde. (Trad.)

A ce même instant, le tiroir d'échappement de droite est sur le point de fermer, et celui de gauche sur le point d'ouvrir, les bielles d'échappement oscillant vers la droite, tandis que celles d'entrée continuent leur chemin du côté gauche.

Les positions extrêmes de gauche des tiroirs d'admission sont en a_1, b_1 , les positions extrêmes des tiroirs d'échappement vers la droite, en c_1, d_1 . Les limites opposées sont indiquées respectivement, en a_2, b_2, c_2, d_2 .

L'avance du plateau conducteur est déterminée par la condition que le recouvrement du tiroir d'entrée, dans la position moyenne, soit égal aux 0,4 de la longueur de la lumière. Pour cette même position du conducteur, le bord de la lumière de sortie doit coïncider avec l'arête du tiroir d'échappement, en tenant compte du recouvrement. L'excursion du conducteur, mesurée au tourillon qui le mène, est de 0^m,238; son angle d'avance, d'environ 9°. L'avance linéaire du tiroir d'admission n'est que de 1^m/m, tandis que le tiroir de sortie découvre environ le tiers de la lumière, au moment du point mort. Il se produit une période de compression de 8 à 10 % de la course; l'espace nuisible équivalant à 2,8 %, il en résulte que le rapport des volumes de la vapeur existant encore au cylindre au commencement et à la fin de la compression, est $\frac{2,8}{9 + 2,8}$, soit environ $\frac{1}{4}(1)$, condition excellente, tant

(1) On pourrait croire qu'il y a ici contradiction entre les indications des

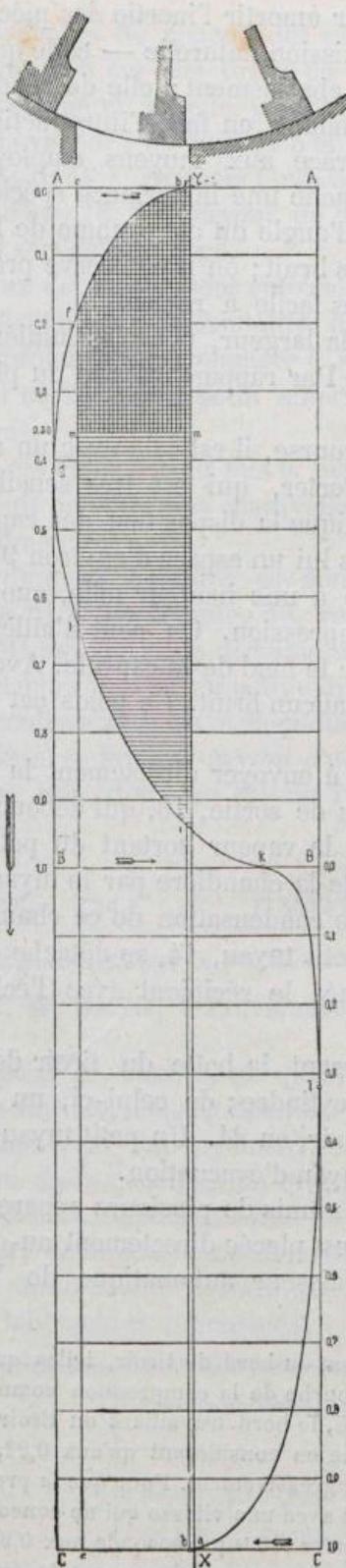


Fig. 45.

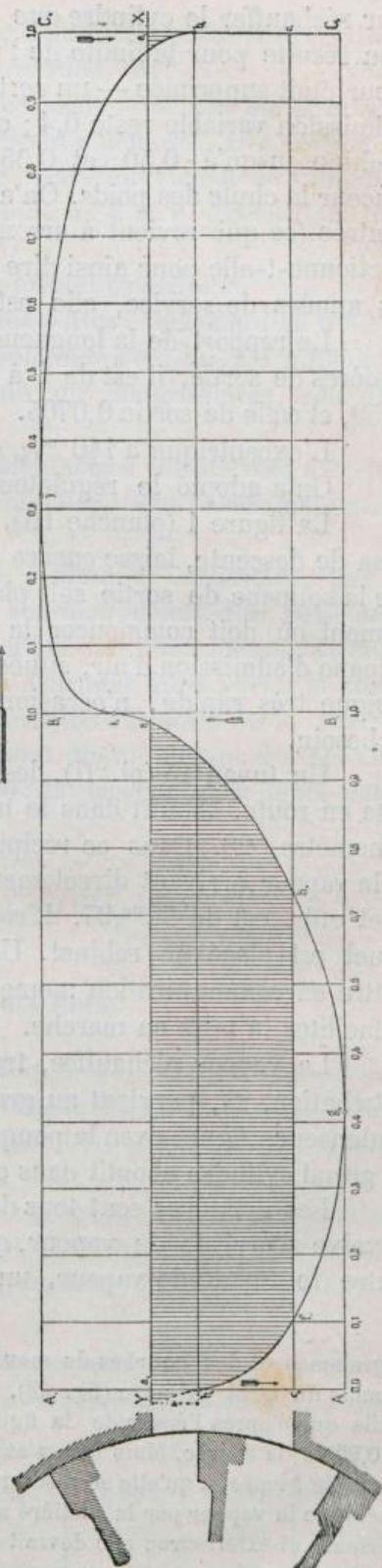


Fig. 46.

pour réchauffer le cylindre que pour amortir l'inertie des pièces en mouvement et éviter tout bruit. Il en résulte pour la limite de l'admission naturelle — celle qui se produirait si l'action du régulateur était supprimée — un certain abaissement ; elle descend aux 0,9 de la course. La limite de l'admission variable reste 0,4 ; cependant, en fait, l'introduction *maxima* peut atteindre dans cette machine jusqu'à 0,50 et 0,55, grâce aux moyens employés pour régler avec beaucoup de douceur la chute des poids. On a attaché une importance spéciale à modérer la vitesse des tiroirs d'entrée (ce qui revient à arrondir l'angle du diagramme de l'indicateur), aussi cette distribution fonctionne-t-elle pour ainsi dire sans bruit ; on n'y observe presque aucune usure, et, même après des années de service, elle est très facile à régler.

Le rapport de la longueur à la largeur, pour les lumières d'entrée, est de 1 à 14 ; pour les lumières de sortie, il est de 1 à 11. Par rapport à l'aire du piston, celle de la lumière d'entrée est 0,059, et celle de sortie 0,0705.

L'excentrique a 140 mm de course, il est calé avec un angle d'avance de 16° .

On a adopté le régulateur Porter, qui est très sensible et d'une construction simple.

La figure 1 (planche III), indique la disposition des capsules à air. Le piston, à son maximum de descente, laisse encore sous lui un espace d'environ 9 mm pour l'air comprimé ; il faut donc que la soupape de sortie soit placée à une hauteur telle, que le piston en masque l'ouverture au moment où doit commencer la compression. On peut d'ailleurs régler à volonté la levée de la soupape d'admission d'air, située sur le fond de la capsule. Avec ces dispositions, la chute du poids, quoique très rapide, n'occasionne aucun bruit. Le poids est évidé, pour qu'on puisse le charger au besoin.

Un tuyau 15 (pl. II), destiné à envoyer directement la vapeur au grand cylindre, pour la mise en route, aboutit dans le tuyau de sortie, 16, qui débouche dans un récipient, 19, muni d'un manomètre, 20. Dans ce récipient, la vapeur sortant du petit cylindre se trouve réchauffée par de la vapeur arrivant directement de la chaudière par le tuyau 2 ; la surface de chauffe disposée à cet effet est de 22 m^2 . L'eau de condensation de ce chauffage est évacuée par le tuyau 9, sur lequel est placé un robinet. Un petit tuyau, 14, se détache de la conduite de vapeur, 17, pour mettre en communication momentanée le récipient avec l'échappement du grand cylindre, afin de faciliter la mise en marche.

La vapeur réchauffée, traversant la boîte du tiroir de détente, 18, et celle du tiroir de distribution, 27, parvient au grand cylindre ; de celui-ci, un tiroir d'évacuation, 25, l'amène au condenseur, figuré avec la pompe à air, en 24. Un petit tuyau, 29, servant à la purge automatique du grand cylindre aboutit dans ce tuyau d'évacuation.

Les cylindres sont tous deux munis de plusieurs appareils accessoires. Immédiatement avant la valve d'arrivée de vapeur, qui est placée directement au-dessus du petit cylindre, se trouvent, contre le tuyau de vapeur, un graisseur automatique de Wilson et un manomètre. D'autres

diagrammes et les courbes du mouvement du bord du tiroir, telles qu'elles résultent des épures. Dans le diagramme du petit cylindre (fig. 43), la courbe de la compression commence vers les 0,90 à 0,92 de la course, tandis que d'après l'épure de la figure 45, le bord travaillant du tiroir ne fermerait l'échappement que vers les 0,97 de la course. Mais cela s'explique en considérant qu'aux 0,92, la lumière d'échappement est déjà plus d'à moitié fermée et qu'elle se resserre progressivement. Pour que la pression ne s'élève pas, il faudrait que l'écoulement de la vapeur par la lumière se fit avec une vitesse qui ne concorde point avec la différence des pressions intérieure et extérieure : elle devrait atteindre 130 m par seconde aux 0,96. Il se produit donc un étranglement assez fort pour occasionner un commencement de compression avant la fermeture, ce dont témoignent les courbes de l'indicateur.

graisseurs sont en outre placés au-dessus de chacun des tiroirs d'admission du petit cylindre et sur le grand cylindre, 12, de même que sur son tiroir de distribution, 27.

Les deux cylindres sont à enveloppe de vapeur, y compris les fonds ; on voit en 3 et 4 les tuyaux qui y conduisent directement la vapeur ; les tuyaux 5 et 6 servent à la purge. Les tuyaux 30, avec un robinet à trois voies, sont destinés à recevoir l'indicateur ; sur l'enveloppe de vapeur du grand cylindre se trouve un robinet d'air, 13. Les tuyaux de purge 5, 7, 8 et 9, débouchent dans une bâche, 11, à laquelle le tuyau 10 sert de décharge.

Les cylindres et tous les tuyaux de vapeur sont entourés de mastic colorifuge.

Les cylindres reposent directement sur la fondation par des pattes ; celles qui se trouvent le plus proches du cadre du bâti, se prolongent de manière à se boulonner avec lui. Le guidage de la tête du piston se fait d'un seul côté, par un patin emprisonné sur les glissières, sous deux règles latérales fixées par des écrous.

Les bielles, dont la longueur est égale à cinq fois la manivelle, sont à tête fermée aux deux bouts. Celle du grand cylindre conduit en outre une manivelle secondaire, dont l'arbre actionne la pompe à air, 24, et deux pompes alimentaires, 26.

Le tiroir de distribution, 27, du grand cylindre, est conduit, comme à l'ordinaire, par un excentrique et une barre, 23 ; mais le tiroir de détente, 18, reçoit son mouvement d'un petit arbre à leviers et d'un excentrique calé à côté de celui de la distribution Corliss. Les deux barres, 21 et 22, de ces excentriques se trouvent en dehors du bâti du petit cylindre. On peut faire varier la course du tiroir de détente, au moyen d'une coulisse avec vis et manette, intercalée à la suite de la barre 22.

La commande de la transmission se fait au moyen d'un volant denté, pesant 25,000 kilos, et placé entre les deux manivelles. Son diamètre est de 7^m,000 ; la largeur des dents est de 260 $\frac{1}{2}$ m., leur pas de 75 $\frac{1}{2}$ m.

2^e MACHINES DU 4^e TYPE CORLISS.

A DÉCLANCHEMENT A FOURCHETTE.

Machine de M. W. Harris, à Providence (États-Unis).

On a déjà vu, à propos du 4^e type de M. Corliss, sur quels principes est basé l'agencement de la distribution dans les machines Harris-Corliss ; nous en donnons sur la planche IV un dessin détaillé.

A part la longueur du cylindre et l'allongement correspondant des diverses bielles, glissières, etc., ce dessin s'écarte peu de la construction originale.

La série de ces machines est établie depuis la force de 13 chevaux, et il est à remarquer que dans les petits modèles le rapport de la course au diamètre est plus grand que d'ordinaire ; il atteint le triple. Ce rapport va en diminuant à mesure que la grandeur augmente, comme on peut le voir par l'extrait suivant du tableau des dimensions.

	PETITES MACHINES.		MACHINES MOYENNES.		GRANDES MACHINES.	
Diamètre du cylindre.	0 ^m ,203	0 ^m ,254	0 ^m ,406	0 ^m ,508	0 ^m ,812	0 ^m ,914
Course du piston.	0 ^m ,609	0 ^m ,762	1 ^m ,218	1 ^m ,066	1 ^m ,524	1 ^m ,524
Nombre de tours par minute.	70	70	60	60	50	50

La vitesse du piston s'élève, assez irrégulièrement d'ailleurs, de 1^m,40 à 2^m,50, ce qui est dans les limites généralement usitées en Amérique.

Il paraît que la distribution Harris-Corliss fonctionne parfaitement avec cette vitesse de 50 à 70 tours; c'est sans doute à cette circonstance qu'on doit attribuer la faveur dont jouit ce type en Amérique, bien qu'il ait été mis de côté, comme on sait, par M. Corliss lui-même.

La disposition générale de la machine diffère peu de celle déjà connue. On retrouve ici le caractéristique bâti à baïonnette, cependant il n'est pas venu de fonte avec le palier de manivelle, mais se trouve boulonné avec celui-ci, comme avec le cylindre.

Le palier est d'une grande longueur; il en résulte que les pièces du mécanisme de la distribution sont rejetées assez loin du cylindre. Cette circonstance peut donner lieu à quelque critique; cependant, avec des précautions convenables, elle n'est pas de nature à altérer le fonctionnement et la durée de la distribution, tandis qu'il y a un grand intérêt à assurer une assiette solide au palier principal.

On a donné aux glissières une forme en V, probablement pour ne pas enfreindre sur les brevets de M. Corliss, ou pour adopter un mode particulier de guidage, car les avantages des simples glissières cylindriques sont bien connus maintenant de tous les constructeurs.

Le régulateur, de l'ancien type de Watt, est placé comme dans les machines de M. Corliss, contre le bâti, vers le milieu des glissières, et du côté de la distribution. Il est muni d'une pompe à huile, et agit sur un double levier, dont les bouts sont articulés avec les deux bielles qui commandent les cames ou ergots de déclenchement des tiroirs d'admission (planche IV, fig. 2). La disposition symétrique des organes de commande nécessite l'emploi de deux bielles.

Pour éviter de donner à l'excentrique une trop grande course, le mouvement est transmis au conducteur indirectement, par l'intermédiaire d'un levier.

La construction des pièces de la distribution se rapporte entièrement à ce qui a été dit plus haut (4^e type, page 15); on en voit d'ailleurs suffisamment le détail sur les figures 7 et 8 de la planche IV. Les distributeurs sont représentés, ceux d'admission dans la figure 5, ceux d'échappement, dans la figure 6.

Dans les palettes de leurs axes sont insérés de petits ressorts à boudin, qui appliquent le tiroir sur son siège. L'étanchéité de ces axes est obtenue par des rondelles encastrées et de longues douilles. De petits tuyaux de purge sont installés pour enlever l'eau de condensation qui pourrait s'amasser, en suintant à travers cette garniture, dans les supports creux des axes des tiroirs; ces supports sont d'ailleurs fermés.

La position des pièces de la distribution, représentée dans la figure 2, correspond au tracé de la figure 4, pour lequel on peut, d'ailleurs, se reporter à l'explication déjà donnée, à propos de la machine Müller. Il faut seulement observer que pour le tiroir d'admission de gauche, le levier est indiqué comme étant en prise avec la bielle, tandis que le tiroir lui-même se trouve figuré déclanché et dans sa position extrême de fermeture.

D'après le tableau de la série des dimensions adoptées, avec un diamètre de 0^m,406, une course de 1^m,218, et une vitesse de 60 tours par minute, sous la pression de 5^{atm},2, on obtient une force de 81 chevaux.

Machine de MM. R. Wetherill et C^{ie}, à Chester (États-Unis).

Les machines Harris-Corliss ne se trouvaient représentées à l'Exposition de Philadelphie que par celle de la maison Wetherill et C^{ie}. C'était une machine horizontale, sur laquelle on

trouve des détails circonstanciés dans le travail, déjà cité, de M. Radinger. La feuille 2 contient des croquis de cette machine, dont le cylindre avait 0^m,305 (?) de diamètre sur 0^m,610 de course.

Cette machine diffère peu de celle de M. Harris. Le principal changement porte sur la forme des fourchettes de déclanchement, que l'on peut voir plus en détail sur la figure 21, page 16, où elles ont été représentées d'après MM. Wetherill et non pas d'après M. Harris ; puis les supports des axes des tiroirs sont autrement disposés ; enfin, ce qu'il y a de plus digne d'attention, c'est l'installation particulière du régulateur.

Cet organe est du système de Watt, sa douille est chargée par l'effet d'un ressort. La double transmission du mouvement gouvernant le levier de déclanchement, est très ingénieuse. Elle est d'abord faite directement, à la manière ordinaire, par une tige descendant du manchon du régulateur, et qui agit sur le levier à trois branches. Puis, outre ce mouvement dans le sens vertical, la tige peut aussi tourner sur elle-même, et sa partie inférieure, qui est filetée, s'engage dans un écrou auquel est reliée, par une fourche, l'une des branches du levier ; il en résulte que la rotation de la tige règle la position du levier et, par suite, celle des ergots qui opèrent le déclanchement des fourchettes. Pour obtenir ce mouvement de rotation, on se sert de trois roues d'angle, placées dans un cadre, à la partie supérieure de la colonne du régulateur. L'une de ces roues est animée d'un mouvement constant de rotation, étant commandée par une petite transmission à corde sans fin. Les deux autres, qui sont folles sur la tige, engrènent avec la première, et tournent constamment en sens contraire l'une de l'autre. Elles portent des goujons saillants, au moyen desquels elles peuvent communiquer leur mouvement à un manchon ovale claveté sur la tige, ce qui se produit lorsque celle-ci, en s'élevant ou s'abaissant, permet aux goujons d'atteindre le manchon. Dès que cet embrayage a lieu, l'écrou inférieur, placé dans la fourche du levier, monte ou descend sur la tige et le levier tourne (1).

Voici maintenant comment fonctionne le régulateur : Un changement de position de la douille, vers le haut par exemple, fait d'abord monter la tige, et il s'ensuit un déplacement direct du levier et des ergots de déclanchement. Mais en même temps les goujons de la roue d'angle supérieure accrochent le manchon ovale, le forcent à tourner, et avec lui la tige. L'écrou situé dans la fourche du levier à trois branches s'élève alors, en sorte que le déplacement direct du levier s'accroît d'un nouveau déplacement, opéré indirectement. Lorsque la vitesse normale de la machine a été rétablie par la diminution de l'introduction, et que les boules du régulateur sont revenues dans leur position moyenne, le levier ne suit pas entièrement le mouvement de la douille du régulateur, parce que la tige de transmission se trouve raccourcie ; le degré d'introduction de vapeur reste donc à peu près celui qui correspond au degré de charge qui a déterminé la modification du régulateur.

On peut dire que ce compensateur a pour but de permettre au régulateur le retour dans sa position normale d'équilibre, afin d'assurer à la machine la plus grande uniformité de marche, tout en conservant aux ergots le déclanchement, la position où ils ont été amenés par le déplacement des boules. Ainsi la position des ergots est déterminée par transmission directe, et ils sont assurés dans cette position par transmission indirecte.

Pendant le fonctionnement, le régulateur s'élève ou s'abaisse de quantités presque imperceptibles, tandis que la vis tourne tantôt à droite, tantôt à gauche ; l'appareil trouve ainsi

(1) Ce mécanisme est absolument semblable à l'appareil connu sous le nom de *Compensateur Denis*, qui se trouvait, à l'Exposition de 1878, appliqué aux machines de la Société centrale de construction, à Pantin. (Trad.)

de lui-même la situation du déclic pour laquelle le régulateur peut se maintenir dans sa position normale.

Lorsqu'on embraye ou débraye subitement toute la charge, le régulateur attaque d'abord la distribution d'un seul coup, par transmission directe. Puis, par l'intermédiaire de l'engrenage, tournant d'abord vite et ralentissant sa rotation de plus en plus, comme pourrait le faire un mécanicien soigneux, il maintient sa machine à l'allure uniforme, et se remet au repos.

L'emploi de ce mécanisme, dont on pourrait faire varier beaucoup les dispositions, est très avantageux dans les machines à détente variable ; il assure à la marche une très grande uniformité.

3° MACHINES DU 5° TYPE CORLISS.

A RESSORTS EN LAME DE SABRE.

Machine de M. E. Reinicke, à Königsberg.

Ce constructeur exposa à Vienne, en 1873, une machine dont l'agencement présente quelques particularités ; elle est représentée sur la feuille 3, figures 1 à 3.

Tout d'abord cette machine se sépare du type original, par son montage sur une sorte de poutre-bâti, de section à double T, qui se trouve intercalée entre le cylindre et le mécanisme de distribution. C'est assez analogue à la disposition représentée sur la feuille 1 ; toutefois dans celle-là, toutes les pièces sont suspendues à la poutre, qui repose sur une fondation inébranlable, en sorte que cette poutre tient lieu de plaque de fondation. Ici, au contraire, la poutre ne se trouve servir qu'à relier le cylindre et le palier de manivelle, tous deux établis séparément sur la fondation. Il est vrai que c'est aussi le cas dans les machines de ce type de M. Corliss, car avec son bâti il n'y a que le cylindre et le grand palier qui reposent sur la fondation ; mais alors la poutre du bâti se trouve venue de fonte avec ces pièces ou tout au moins leur est assemblée d'une façon assez rigide pour que le tout se comporte comme si c'était une seule pièce.

Le cylindre est rattaché à la poutre par dix boulons (on ne peut voir, sur le dessin original, jusqu'à quel point ils se trouvent préservés des effets du cisaillement) ; les glissières, en forme de V, sont aussi boulonnées sur le côté de la poutre ; le palier de manivelle est assemblé de même, à l'extrémité. Par suite de cette disposition générale, les axes des tiroirs sont très longs ; les supports de ces axes, ordinairement fondus avec les couvercles des boisseaux des tiroirs, se seraient trouvés gênants ; on les a remplacés par des plaques de forme elliptique, boulonnées à la poutre, et où sont pratiquées, en haut et en bas, des douilles pour le passage des axes. Cette innovation introduit une certaine complication dans le montage et le démontage de la machine, et, à notre sens, c'est acheter un peu cher l'avantage de pouvoir facilement atteindre le piston depuis le côté intérieur de la machine, considération qu'on avait probablement en vue en adoptant cette poutre.

La disposition générale de la distribution est semblable au type original, sauf quelques détails ; ainsi, de petits poids sont adaptés aux cliquets, pour assurer leur rentrée en prise. Les manettes des tiroirs d'admission sont tournées vers le haut, ce qui conduit à relever notamment tout le mécanisme de distribution.

Le régulateur, du système Buss, est relié à une capacité pleine d'eau, dans laquelle se meut un disque oscillant muni de palettes, tenant lieu de pompe à huile.

La machine est à condensation ; la pompe à air se trouve derrière le cylindre et les deux pistons sont sur une tige commune.

Le diamètre du cylindre est de 0^m,432, la course de 0^m,830, la vitesse, de 46 tours par minute ; dans ces conditions, la machine développe un travail de 42 chevaux.

Le volant-poulie a 3^m,850 de diamètre ; la jante a 0^m,370 de largeur ; en outre, sur la machine exposée, se trouvait une roue dentée, clavetée sur l'arbre principal, et transmettant une partie du travail.

Machine des ateliers du comte Stollberg Wernigerode, à Ilsebourg (Prusse).

La machine d'Ilsebourg, exposée aussi à Vienne, en 1873, se rapprochait davantage des types américains ; cette machine est représentée sur la feuille 5, figures 1 et 2, ses supports et les boîtes des tiroirs sont fondus d'une seule pièce et boulonnés de la façon ordinaire au bâti ; celui-ci est également venu de fonte avec les glissières et le grand palier. Les coulisses de la glissière sont en V, et la crosse du piston est munie, suivant l'usage de M. Corliss, de coulissoirs en gaïac, que l'on peut régler par des coins et des vis. Quant au bâti, sa forme ne devrait pas être imitée sans réserve.

L'appareil de la détente se trouve placé très en saillie, et en même temps trop haut ; cela nuit à son aspect. Dans sa disposition générale, ce mécanisme se rapproche beaucoup de celui de la machine précédente ; mais dans celle-là les pièces du mécanisme des tiroirs, et en particulier le support en Y et les grands ressorts, sont proportionnés de manière à justifier en quelque sorte la position relevée de tout le système de commande. Ici ces pièces sont si éloignées de la fondation que l'on cherche en vain un motif à cette surélévation (1). En examinant les détails, on y trouve aussi des divergences qui ne paraissent pas motivées. Le support en Y, qui sert, dans le type original, d'assise à tout le mécanisme, est abandonné et les diverses pièces mobiles sont fixées à trois consoles séparées, boulonnées chacune isolément avec le corps du bâti. Il faut cependant signaler le mode de réglage du couteau servant à opérer le déclanchement : sa position sur le levier du régulateur se détermine d'une façon très précise par des vis de réglage et d'arrêt.

Dans la coupe en long, le cylindre se distingue de la plupart des autres types par la forme resserrée des boisseaux, qui sont cylindriques et emboitent les distributeurs. Le fond postérieur du cylindre se prolonge très loin en dehors et forme, pour la contre-tige ou queue du piston, un presse-étoupes dont la longueur peut paraître démesurée ; cette saillie est dissimulée par une enveloppe conique. La grande bielle agit sur un plateau-manivelle, qui porte un léger contrepoids.

On verra sur le dessin, l'ensemble du condenseur et de la pompe à air.

La force nominale de cette machine est de 45 chevaux ; le cylindre a 0^m,445 de diamètre ; la course est de 0^m,800 ; la vitesse, de 55 tours par minute. Le volant a un diamètre de 3^m,900. Une couronne de poulie, de 2^m,256 de diamètre et de 0^m,280 de large, boulonnée aux bras du volant, sert à transmettre l'effort de la machine.

Machine de la Société Erste Brünner Maschinenfabrik, à Brünn (Autriche).

Cette machine fut assez remarquée à l'Exposition de Vienne ; elle est représentée sur la planche V de l'atlas, et on en voit (fig. 47) une élévation en perspective. C'est une des meilleures

(1) Dans les machines récemment construites, sur les plans de M. Corliss, le centre du conducteur est toujours placé dans le plan horizontal passant par l'axe du cylindre.

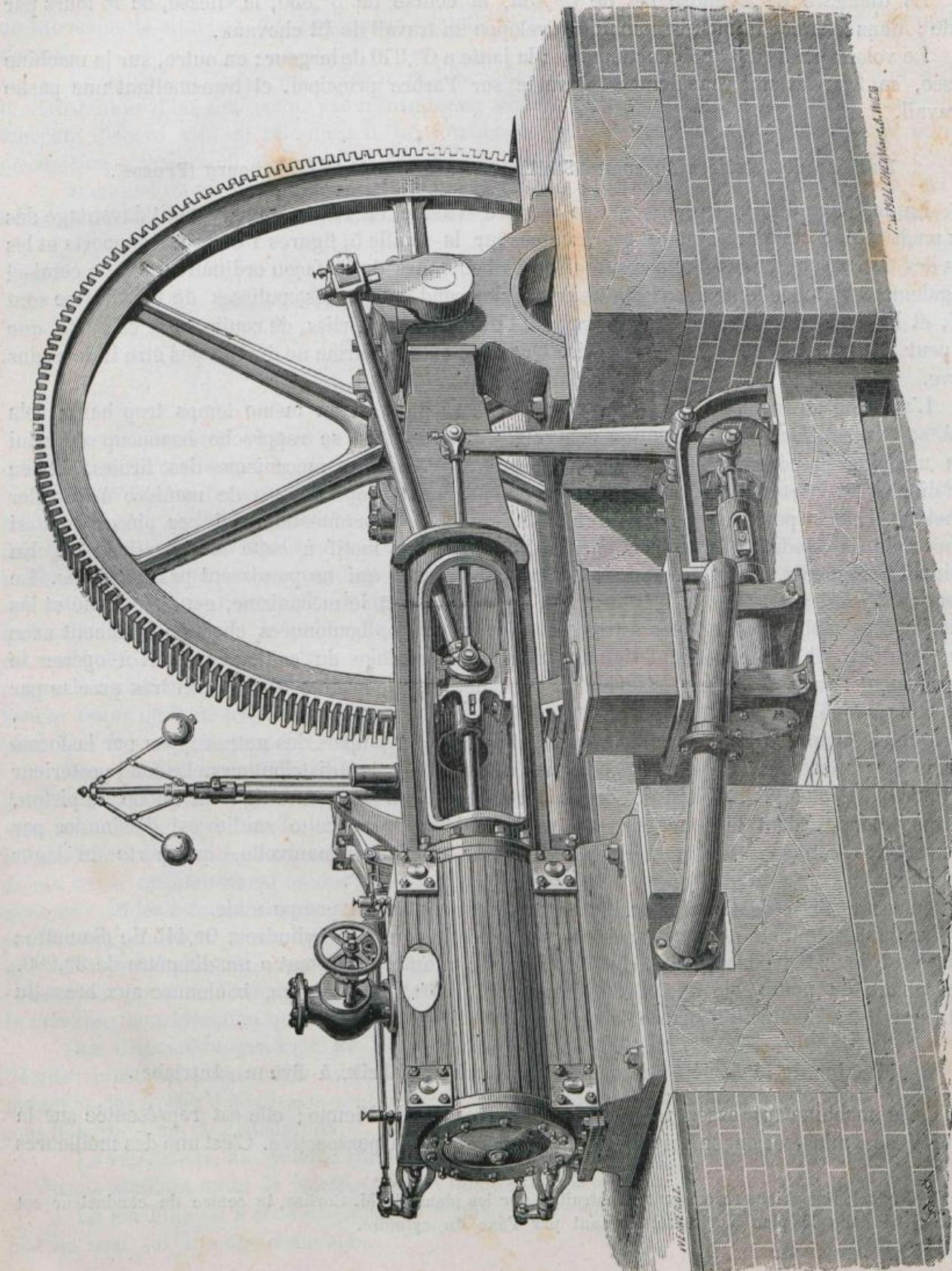


Fig. 47

interprétations du système Corliss. La disposition d'ensemble est satisfaisante, et l'agencement bien entendu de toutes les parties témoigne d'une pratique éclairée.

La machine se compose de trois pièces principales : le cylindre, le bâti et le palier. Le cylindre repose sur un soubassement en forme de boîte, qui lui assure une assise large et de la plus grande solidité. Le bâti est boulonné par un bout au cylindre ; il porte la glissière, alésée suivant une surface cylindrique. Le palier de manivelle est de même boulonné à l'extrémité du bâti, et l'assemblage est rendu immuable par des clavettes de sûreté. Les figures 3 et 4 (planchette V) montrent les sections transversales du soubassement du cylindre et du bâti. De fortes nervures, en même temps qu'elles contribuent à la solidité du bâti, font ressortir la raison d'être des formes adoptées. La vapeur d'échappement traverse le support du cylindre ; de là elle se rend au condenseur par un tuyau latéral situé sous la semelle du support.

Le cylindre est de la forme la plus simple, et venu de fonte avec les boisseaux ou chapelles des tiroirs, qui sont, comme d'habitude, de section rectangulaire. Sur le milieu du conduit d'arrivée qui aboutit aux distributeurs d'admission, se trouve la valve d'arrêt.

Les tiroirs d'entrée sont du type ordinaire ; quant à ceux d'échappement, on a dû les modifier, parce que les lumières de sortie, à l'encontre de ce qui se fait communément dans ces machines, ne sont pas retournées à angle droit, mais se dirigent directement vers le bas.

Cette disposition est représentée en détail dans la figure 5 de la planche V. Il est facile de se rendre compte que l'espace nuisible est ainsi plus grand qu'avec les conduits ordinaires à angle droit ; d'un autre côté, le cylindre se purge plus aisément, avec ces lumières directes et verticales.

La crosse est clavetée sur la tige du piston ; ses coulissoirs sont munis de moyens de réglage (*Voir fig. 4*). On n'a point prolongé la tige du piston à travers le fond postérieur du cylindre, et cela avec raison ; le calcul et l'expérience montrent en effet que dans les petites machines, et même dans les moyennes, cette prétendue précaution contre l'ovalisation du cylindre est tout à fait superflue.

La longueur de la bielle est de 5 fois la manivelle ; ses deux extrémités sont à chape fermée, et les coussinets se règlent au moyen de vis. La manivelle est en fer forgé ; elle est placée immédiatement contre le palier. Celui-ci est proportionnellement très long ; il est massif et robuste, comme tout le reste de la machine ; ses coussinets sont en quatre pièces et ne dépassent pas le corps du palier ; le chapeau déborde des deux côtés, et emboite le palier entre deux ergots.

L'arbre moteur a 0^m,162 de diamètre ; il est renflé à 0^m,190 à l'endroit du volant. Celui-ci est en deux pièces et pèse 3,600 kilogrammes ; la jante sert de poulie motrice, elle a 3^m,800 de diamètre sur 0^m,345 de largeur. Suivant les circonstances locales, on emploie aussi un volant denté, comme le représente la figure 47.

Le condenseur et la pompe à air se trouvent sous la machine ; la commande de la pompe se fait depuis la crosse du piston, par une petite bielle et un levier du premier genre. Le piston a 0^m,240 de course sur 0^m,250 de diamètre ; le volume engendré par son mouvement correspond environ au 1/10 de celui du cylindre à vapeur. La glissière de la crosse du piston est cylindrique, comme la glissière principale ; elle est venue de fonte avec le couvercle antérieur. Les tourillons du levier vertical qui transmet le mouvement à la pompe à air sont soutenus par deux pièces en arcade, boulonnées d'une part sur la fondation, et de l'autre contre le condenseur.

Le diamètre du cylindre est de 0^m,395, et la course, de 0^m,950 ; en marche normale, la machine fait 60 tours par minute. Dans ces conditions, et sous une pression de 4 atmosphères effectives, elle développe un travail de 30 chevaux.

Le mécanisme de la distribution, bien proportionné à l'ensemble de la machine, diffère fort peu du type original ; il est seulement plus élevé par rapport à l'axe du cylindre. Le centre du conducteur se trouve à 0^m,200 au-dessus de cette ligne, ce qui relève les bielles de manœuvre, et oblige à retourner vers le haut les manettes des distributeurs.

Les lumières ont 0^m,315 de largeur ; leur longueur est de 0^m,020 pour celles d'admission, et 0^m,035 pour celles d'échappement ; le rapport de leur section à celle du cylindre est pour les premières de 0,052 ; pour les secondes, de 0,09. Ce même rapport, pour le tuyau d'arrivée qui a 0^m,105 de diamètre intérieur, est de 0,071 ; pour le tuyau d'échappement, dont le diamètre est de 0^m,140, le rapport s'élève à 0,126.

La figure 5 (planche V) contient un tracé géométrique des positions correspondantes du conducteur et des tiroirs. Ceux-ci sont figurés en supposant que le déclanchement ne se soit pas produit, le piston se trouvant à mi-course. A ce moment, le tourillon de la barre d'excentrique étant au point e_2 , le conducteur se trouve à la limite de son oscillation et va commencer son mouvement de retour. La course de ce tourillon, égale à celle de l'excentrique, est de 0^m,200.

La marche des distributeurs d'admission et d'échappement est représentée par deux épures (figures 7 et 7 bis de la planche V), donnant, en demi-grandeur naturelle, le degré d'ouverture des lumières, rapporté aux positions successives du piston.

Le tracé de ces courbes est déterminé d'abord par l'avance de l'excentrique E (fig. 5 bis), qui est de 43° (1) ; en outre, dans la position moyenne du mécanisme, il faut que les tiroirs d'échappement interceptent leurs lumières, de manière qu'à chaque point mort du piston, il n'y en ait qu'une d'ouverte ; enfin on s'est donné l'avance linéaire du tiroir d'entrée ($a b$, fig. 7) égale à 1 $\frac{1}{2}$, 5.

Les épures des fig. 7 et 7 bis ne diffèrent de celles qui ont été étudiées précédemment que par leur tracé en courbe fermée, le trajet de retour étant représenté par l'arc situé du côté opposé aux hachures. On a eu égard, en les dessinant, à l'aberration provenant de l'obliquité de la grande bielle, mais celle qui résulterait de la barre d'excentrique est négligeable ; les courbes ont d'ailleurs été construites par points, de 10 en 10 degrés de la circonférence décrite par le maneton.

On voit, d'après ces diagrammes, que la distribution de la vapeur se fait pour cette machine dans les meilleures conditions. La lumière d'entrée (fig. 7) est déjà entièrement démasquée aux 0,16 de la course. Le point extrême de l'excursion se trouve en g , aux 0,44, mais on peut admettre que la limite de l'admission variable est 0,40. Pour l'échappement, l'avance linéaire $a_1 b_1$ (fig. 7 bis) est de 8 $\frac{1}{2}$; l'ouverture complète de la lumière a lieu vers les 0,2 de la course, en f_1 ; la section commence à diminuer au point h_1 , et la fermeture a lieu en i_1 , aux 0,985 de la course, point où commence à se produire la compression proprement dite.

La figure 6 de la planche V est un croquis d'une machine semblable, accouplée à une pompe foulante ; cette seconde disposition était également exposée en 1873, à Vienne, par la Société dont il est question. On remarquera que le déclanchement se règle à la main, et non par le régulateur. Cela pouvait se faire dans ce cas particulier, la résistance étant constante, en sorte que le même degré de détente peut être maintenu pendant toute la durée du travail. La distribution est d'ailleurs identique à celle de la machine qui vient d'être décrite. Le diamètre du cylindre à vapeur est de 0^m,500, celui du corps de pompe, de 0^m,303 ; la course commune est de 1^m,106.

(1) Il faut observer que, par suite de la disposition du mécanisme, la manivelle étant au point K, l'excentrique se trouve reporté à 180° de sa position théorique (*Trad.*).

Machine de M. J. Körösi, à Andritz, près de Gratz (Autriche).

M. Körösi construit des machines dont les dispositions et les cotes principales sont représentées dans les figures 1 et 2 de la feuille 6 (1). La section transversale du cylindre (fig. 2, côté gauche) présente un arrangement simple et satisfaisant, qui se rapproche assez des dispositions ordinaires ; les lumières sont courtes et très larges, atteignant presque le diamètre du cylindre. Les tiroirs sont en fonte, mais leurs axes sont en bronze ; ils sont soutenus à la manière ordinaire, au delà de la boîte à étoupes, par des supports cylindriques creux.

Les glissières sont en forme de V, et les coulissoaux de la crosse sont munis de vis de réglage.

On observera que la bride du couvercle est prise dans l'assemblage du bâti avec le cylindre. Le piston a 0^m,418 de diamètre et 0^m,863 de course ; la machine fait 60 tours par minute.

Machine des ateliers König Friedrich August, à Potschappel, près de Dresde.

En 1875, dans une exposition de l'industrie saxonne qui eut lieu à Dresde, cette maison présenta une machine très bien exécutée, de la puissance nominale de 20 chevaux ; nous en donnons (feuille 6, fig. 3) un croquis fait spécialement au point de vue de l'arrangement des tiroirs et du mécanisme de distribution. C'est un des meilleurs modèles qu'on ait construits d'après le cinquième type de M. Corliss. Nous ferons remarquer, en particulier, la disposition du mécanisme de distribution ; elle est compacte et bien proportionnée, et pourrait servir de base dans un projet.

Le piston de cette machine a 0^m,320 de diamètre sur 0^m,640 de course ; la plupart des cotes principales sont, d'ailleurs, reproduites sur le croquis.

Machine de MM. Weise et Monski, à Halle sur Saale (Prusse).

Les planches VI et VII de l'atlas représentent une jolie disposition de petite machine Corliss, que construisent MM. Weise et Monski, à Halle.

Les figures 1 et 2 de la planche VI sont des vues d'ensemble de la machine. La disposition générale est très bonne, il n'y a lieu de critiquer que quelques détails, d'ailleurs secondaires : les pattes du cylindre sont un peu grêles, et les gaines des lames de ressort se prolongent outre mesure vers le bas.

Pour une machine à vapeur plus encore que pour toute autre machine, on peut dire que le mode de construction doit être choisi de manière qu'il en résulte dans l'esprit une impression de stabilité absolue ; c'est ce qui fait que les anciennes plaques de fondation, avec leur assise continue, ont encore bien des partisans. Spécialement avec le bâti à baïonnette, il semble tout à fait indispensable que les supports du cylindre soient larges et massifs ; le mieux serait peut-être d'adopter le support en forme de boîte (*Voir* planche V), auquel se sont arrêtés, avec un grand sens pratique, les ingénieurs de la Société *Erste Brünner Maschinensfabrik*.

(1) D'après M. A. Riedler : *Excursionsbericht*.

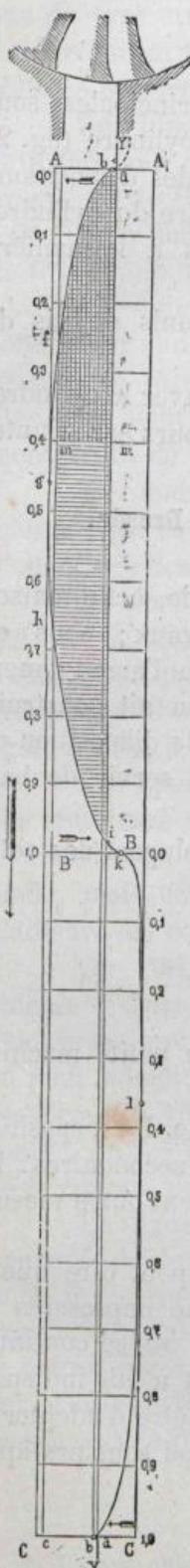


Fig. 48.

A part cette légère critique, la machine de MM. Weise et Monski est très bien établie ; le mécanisme de distribution surtout est excellent comme ensemble et comme détails. Remarquons l'assemblage du cylindre avec le bâti, représenté sur la coupe en long du cylindre (planche VII, figure 1). Le bâti se termine par une embase annulaire qui emboîte une portée correspondante, formée sur l'extrémité du cylindre, et il est boulonné directement avec le cylindre ; le couvercle est ainsi indépendant, au lieu d'être pris entre le cylindre et le bâti, comme par exemple dans la machine de M. Körösi (*Voir feuille 6*). C'est certainement un avantage.

Les distributeurs sont installés comme d'ordinaire ; la figure 1 de la planche VII montre qu'on leur a ajouté, du côté situé vers l'arbre, une petite zone de la surface cylindrique, afin d'assurer un bon guidage. Les supports des axes des tiroirs, venus de fonte avec les couvercles de leurs boisseaux, s'écartent de la disposition habituelle ; ils sont fondus en forme de coquille, et ouverts par leur partie supérieure. De la sorte, on a facilement accès à la boîte à étoupes, et le creux des supports forme réservoir pour recueillir l'huile ou le suif qui peuvent suinter du joint de l'axe.

Le diamètre du cylindre est de $0^m,340$; la course, de $0^m,700$. La machine fait 65 tours par minute, elle est calculée pour développer une puissance de 25 à 30 chevaux, en travaillant sous une pression effective de 5 atm , 25.

La longueur des lumières est de $0^m,020$ pour l'admission, et de $0^m,030$ pour l'échappement ; leur largeur est de $0^m,250$. Les aires de ces orifices sont respectivement 0,0556 et 0,0835 de la section du cylindre.

Le diamètre intérieur de la prise de vapeur est de $0^m,080$; celui de l'échappement, de $0^m,105$; par rapport à la section du cylindre, les aires de ces tuyaux sont respectivement 0,0556 et 0,0962.

La figure 8 (planche VII) représente, par leurs axes, les pièces de la distribution dans leurs positions principales. Les lignes pleines figurent les organes tels qu'ils se trouvent placés au moment où le piston est à son point mort vers la gauche ; ce sont les positions *a* et *b* pour l'introduction, *c* et *d* pour l'échappement. L'excentrique se trouve au même instant au point *f*, il a une avance de 10° ; le manneton du conducteur est au point *e*, et toutes les bielles des distributeurs sont un peu au delà de leurs positions moyennes. L'avance linéaire des tiroirs d'admission est de $2 \frac{1}{2}\%$; pour ceux d'échappement, elle est de $4 \frac{1}{2}\%$.

On a représenté sur la figure 48 la marche du bord travaillant du tiroir d'entrée, par rapport aux positions successives

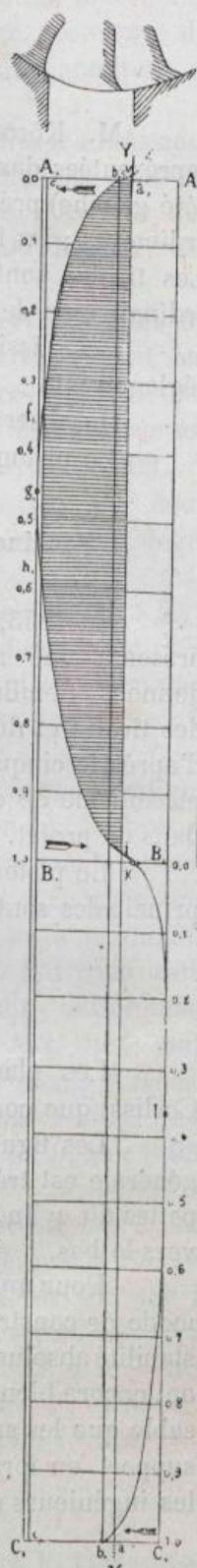


Fig. 49

du piston ; la figure 49 est l'épure analogue, relative au tiroir d'évacuation. La comparaison de ces diagrammes avec ceux qui proviennent de la machine dessinée sur la planche V (fig. 7 et 7 bis) donne lieu de penser qu'il y aurait avantage, dans la machine de MM. Weise et Monski, à augmenter la course de l'excentrique : l'oscillation des tiroirs serait plus grande, et les lumières se découvriraient plus rapidement. La limite d'action du déclanchement se trouve vers les 0,46 de la course du piston, mais, en réalité, elle ne peut atteindre aussi loin, parce que le mouvement du tiroir, et des leviers qui le mènent, est extrêmement faible vers l'extrémité de l'oscillation ; on ne peut donc pas compter avec certitude sur l'action du déclic dans ces circonstances, et il est plus sûr de considérer 0,4 comme la limite extrême de la détente que l'on peut obtenir par le déclanchement.

Le maneton du conducteur est ici placé sur le plateau même, au lieu de se trouver à l'extrême d'une manivelle spéciale (*Voir*, par exemple, figure 24, page 17). Ce maneton est conduit directement par la barre de l'excentrique, son excursion est donc égale à la course de celui-ci, 0^m,160.

Les grands ressorts sont relativement très longs. C'est avantageux, il est vrai, au point de vue du fonctionnement et de la durée, mais il en résulte l'obligation de faire une entaille dans le sol, pour donner aux pièces oscillantes qui les portent, la place nécessaire à leur mouvement. Sur ces pièces, on a placé des vis destinées à régler la tension des ressorts.

Le régulateur est du système Pröll : il est muni d'un modérateur à huile.

Le bâti est fondu avec le palier de manivelle, ce qui ne soulève aucune objection pour une machine de cette dimension. Les glissières sont alésées suivant une surface cylindrique ; les coulisseaux de la tête du piston sont munis de moyens de réglage. On peut remarquer, sur la bielle, le mode particulier de construction adopté pour la tête qui s'articule au maneton.

L'arbre a 0^m,155 de diamètre dans les paliers ; il est quelque peu renflé dans l'intervalle, pour recevoir l'excentrique, le volant, etc. Le palier de manivelle a 0^m,260 de longueur, et le second palier, situé au delà du volant, 0^m,290.

Le volant sert de poulie de commande ; son diamètre est de 3^m,500, et la jante a 0^m,300 de largeur.

III. SYSTÈME DE MM. SPENCER ET INGLIS.

En 1865, MM. J. Spencer et W. Inglis adoptèrent un système de distribution basé sur les principes des machines Corliss, mais avec une modification essentielle dans le mécanisme de déclenchement : elle consiste à employer, comme rappel, des ressorts à boudin agissant sur les pistons des cylindres à air, ce qui simplifie l'installation. D'ailleurs les tiroirs, leurs bielles et le plateau restent les mêmes que dans le troisième type de M. Corliss, celui à bielles suspendues.

Ce système de distribution était une des nouveautés de l'Exposition universelle de 1867; il était appliqué à une machine exposée par MM. Hick, Hargreaves et C^{ie}, de Bolton, qui font encore actuellement beaucoup de machines de ce genre. Sauf quelques différences sans importance, le modèle qui se construit aujourd'hui est le même que celui de 1867, en sorte qu'il a pour lui l'expérience de longues années.

Le mécanisme de MM. Spencer et Inglis est d'un fonctionnement certain, accessible dans toutes ses parties, et il est de longue durée pourvu qu'on le construise avec soin. Il répond donc aux conditions essentielles des appareils de détente. Aucune distribution analogue n'a joui d'une faveur aussi marquée, et jusqu'à ces derniers temps, c'était le plus répandu des types perfectionnés.

Comme on l'a expliqué, la distribution proprement dite de la vapeur ne diffère pas de celle du troisième type Corliss. Nous ne nous occuperons donc que du mécanisme d'enclanchement et de déclanchement, qui est établi dans ce type d'une façon bien supérieure.

Plusieurs systèmes, et particulièrement le type Corliss à ressorts en lame de sabre, encourrent avec assez de raison le reproche que le cliquet n'entre pas toujours en prise, d'où résulte naturellement la perte d'un coup de piston, au détriment de la régularité. Ici au contraire, les touches ou ergots, au lieu d'entrer en prise par un seul côté, saisissent la bielle des deux côtés à la fois, et sont guidés d'une manière si sûre, qu'en aucun cas on ne peut craindre de voir manquer l'enclanchement.

La figure 50 est une élévation de la moitié du cylindre la plus proche de la manivelle, avec vue des pièces de la distribution, le déclic étant

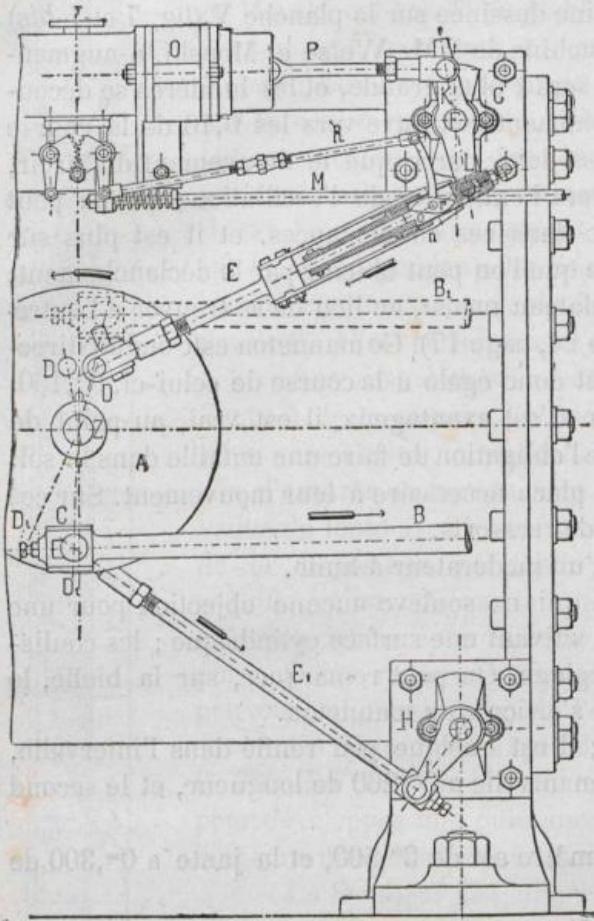


Fig. 50.

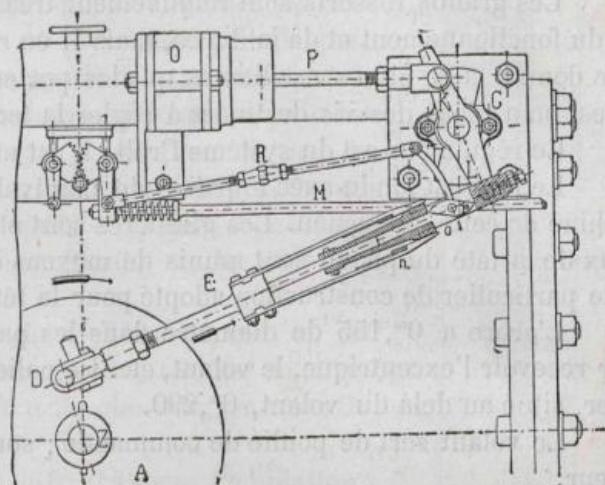


Fig. 51.

supposé en prise. La figure 51 représente les mêmes pièces, après le dégagement du déclic, qui est lui-même dessiné à plus grande échelle sur les figures 52 et 53.

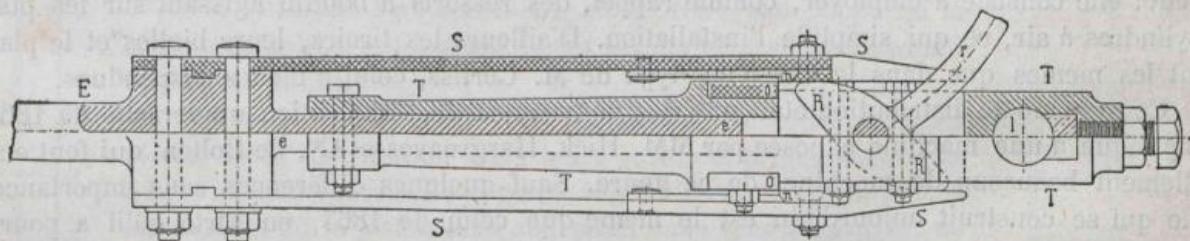


Fig. 52.

On voit sur ces figures que la bielle du tiroir d'admission se compose de deux parties, qui peuvent coulisser l'une dans l'autre; l'une d'elles se meut constamment avec le plateau conducteur, et l'autre est articulée avec la manette du tiroir. La première, *E*, oscille autour du

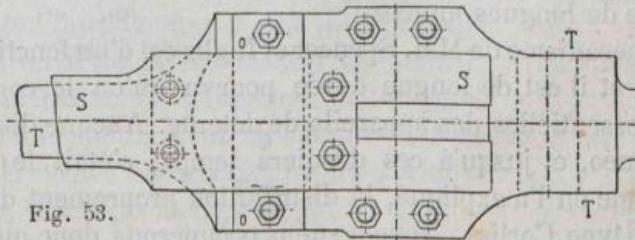


Fig. 53.

tourillon *D* du conducteur, et se termine par une tige cylindrique *e*, glissant à frottement doux dans une douille, qui fait partie de la deuxième moitié *T* de la bielle. La pièce *E* porte un renflement de forme cubique, sur lequel sont assujettis deux ressorts, *S*, *S*, fixés au moyen de boulons ; à leurs extrémités libres, ces ressorts sont munis de touches d'acier, *n*, *n*. En regard, et sur la partie de la bielle qui forme douille, se trouvent des arrêts *o*, *o*, qui sont saisis par les touches, quand les deux moitiés *E* et *T* se sont suffisamment rapprochées en rentrant l'une dans l'autre. Une fois cet enclanchement produit, l'ensemble des deux moitiés *E* et *T* forme comme une seule pièce, par l'effet d'un ressort à boudin, placé en *O*, et qui exerce constamment un effort de traction sur la pièce *T*, par l'intermédiaire du levier ou manette *KL*. Ce ressort tend toujours à fermer la lumière d'admission, et il la ferme en effet, dès que les touches *n*, *n*, sont dégagées d'avec les arrêts *o*, *o*. Pour déclencher ainsi les deux moitiés de la bielle, il suffit d'écarter suffisamment l'un de l'autre les ressorts *S*; cette fonction est remplie par une came *r* (*R* dans la figure 52), mobile autour d'un axe engagé dans la pièce *T*, et qui est reliée au manchon du régulateur par le moyen d'un bras (*r* dans la figure 52), et d'un mécanisme sur lequel nous reviendrons dans un instant. Il est clair que le déclenchement aura lieu d'autant plus tôt, que la position de la came sera plus oblique par rapport aux ressorts *S*, *S*. L'axe autour duquel tourne la came, participe au mouvement oscillatoire de la bielle, ce qui contribue encore à incliner la came par rapport aux ressorts, pendant, la période de déclenchement. Plus le grand axe de la came se rapproche de la direction de l'axe de la bielle, plus le déclenchement tarde à se produire, et inversement.

Ces diverses circonstances sont visibles sur la figure 54, où l'on a représenté une série de

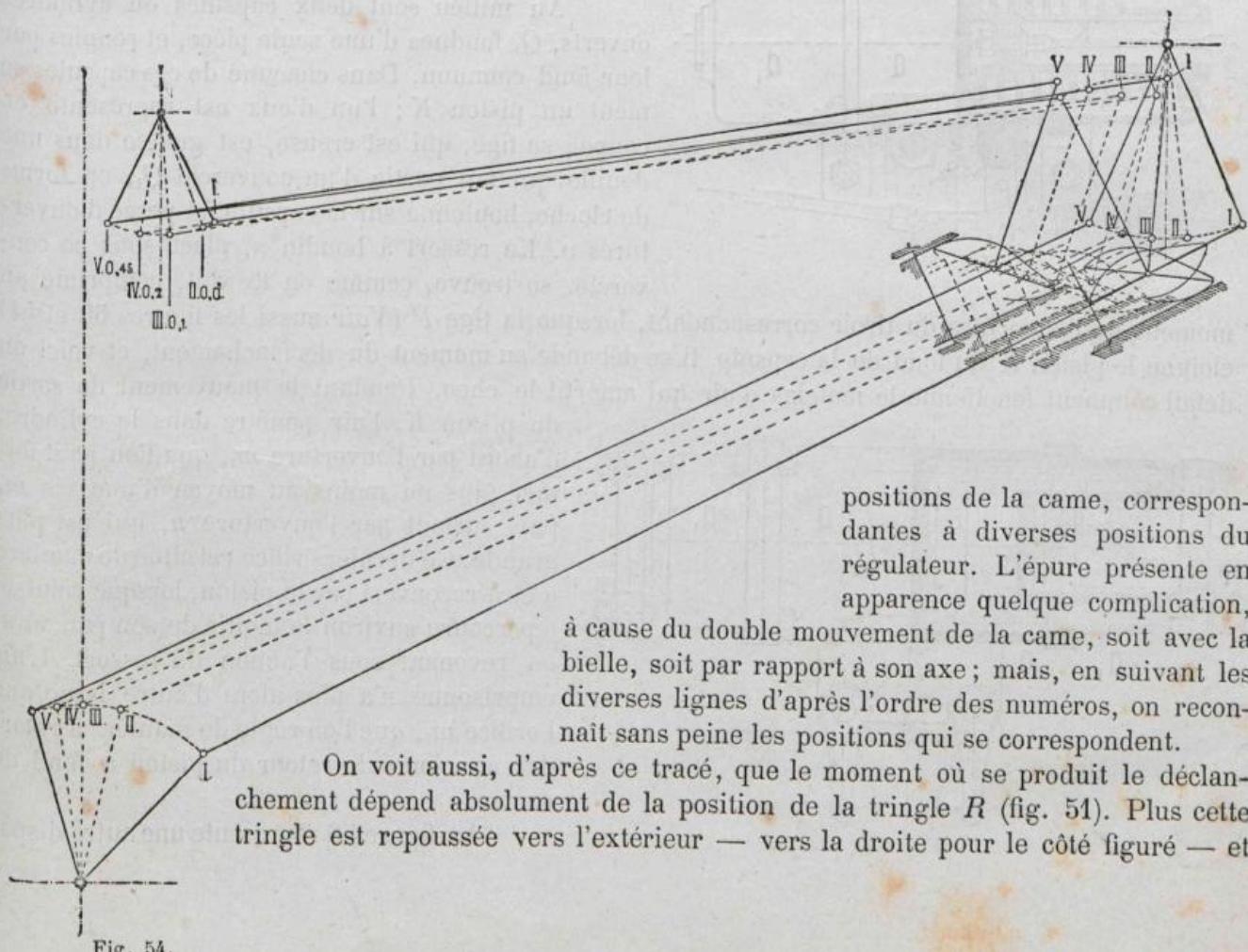


Fig. 54.

positions de la came, correspondantes à diverses positions du régulateur. L'épure présente en apparence quelque complication,

à cause du double mouvement de la came, soit avec la bielle, soit par rapport à son axe ; mais, en suivant les diverses lignes d'après l'ordre des numéros, on reconnaît sans peine les positions qui se correspondent.

On voit aussi, d'après ce tracé, que le moment où se produit le déclenchement dépend absolument de la position de la tringle *R* (fig. 51). Plus cette tringle est repoussée vers l'extérieur — vers la droite pour le côté figuré — et

plus l'admission est courte. Comme il faut que ce mouvement se fasse de la même manière pour chacune des extrémités du cylindre, il y a deux pièces *R*, symétriquement placées et rendues solidaires par des secteurs dentés, en sorte qu'elles se mouvent toujours ensemble et symétriquement ; la tringle *M*, qui transmet l'action du régulateur, est articulée à l'un de ces secteurs, avec interposition d'un ressort à boudin, destiné à amortir les oscillations trop vives du régulateur.

Le levier à deux bras *KL*, calé sur l'axe du tiroir, est rattaché, par une tringle *P* qui s'articule à son extrémité *K*, à l'appareil de rappel, ou de rabat, composé essentiellement d'un piston, fonctionnant dans un cylindre *O* (fig. 50 et 51), et sur lequel appuie un fort ressort à boudin. Ce ressort tend toujours à chasser le piston vers le fond du cylindre, fermant en même temps le tiroir d'admission *F* ; et cet effet se produit aussitôt que, par suite du mouvement de la came, les deux parties de la bielle se trouvent déclenchées. Le matelas d'air qui se forme sous le piston, modère la violence de l'effet du ressort, et permet de régler la rapidité de la fermeture ; il sert aussi à éviter les chocs et le bruit dans le mouvement de tout le mécanisme.

Quant aux détails de construction du mécanisme de rappel, on les trouvera sur les planches de l'atlas (*Voir* en particulier la planche XIII). Cependant nous en donnerons, dans la figure 55, une des dispositions les plus employées. C'est un rabat double, tel qu'il est établi ordinairement sur les machines construites d'après les plans des inventeurs. La partie droite de la figure est une élévation, et la partie gauche, une coupe longitudinale.

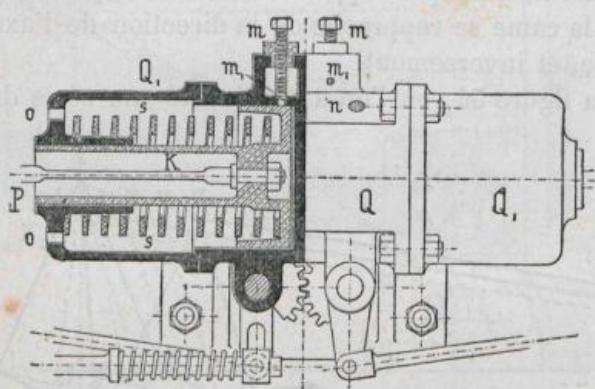


Fig. 55.

moment de l'ouverture du tiroir correspondant, lorsque la tige *P* (*Voir* aussi les figures 50 et 51) éloigne le piston *K* du fond de la capsule. Il se débande au moment du déclenchement, et voici en détail comment fonctionne le matelas d'air qui amortit le choc. Pendant le mouvement de sortie du piston *K*, l'air pénètre dans le cylindre, d'abord par l'ouverture *m₁*, que l'on peut fermer plus ou moins au moyen d'une vis *m*, puis surtout par l'ouverture *n*, qui est plus grande. Ce dernier orifice est situé de manière à être recouvert par le piston, lorsque celui-ci a parcouru environ la moitié de son parcours, en revenant sous l'action du ressort. L'air emprisonné n'a plus alors d'autre issue que l'orifice *m₁*, que l'on règle de manière à retarder à volonté le retour du piston à fond de course.

La figure 56 représente une autre dispo-

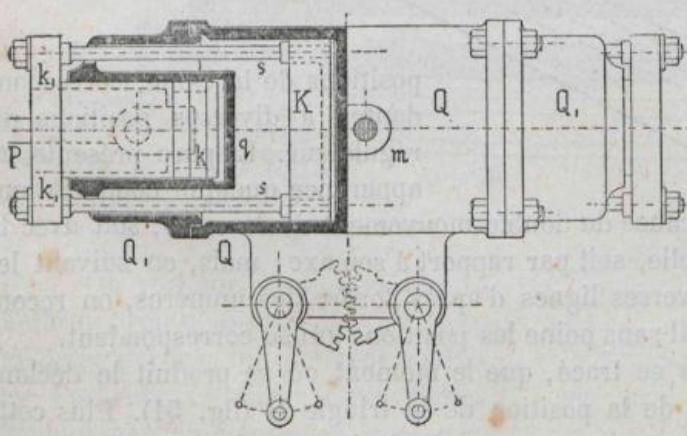


Fig. 56.

sition, qui a été quelquefois employée par MM. Hick, Hargreaves et C^{ie}. Le ressort est supprimé, et c'est la pression atmosphérique qui produit le mouvement de rappel. L'appareil est double, comme le précédent; l'une des moitiés est figurée en élévation, l'autre en coupe. Il y a deux pistons, de différents diamètres, comme dans les récentes machines de M. Corliss. Sur le cylindre *Q*, le plus large des deux, se trouve boulonné un couvercle *Q_t*, avec lequel est venu de fonte le second cylindre *q*, placé dans l'intérieur du premier. Un piston *k*, muni d'une bonne garniture métallique, se meut dans le cylindre *q*, sans cependant arriver tout à fait à fond de course. Il est relié par deux tiges, *s*, *s*, avec l'autre piston *K*. Le dessous du piston *k* est constamment en communication avec le condenseur de la machine, en sorte qu'il s'y produit le vide, et la pression atmosphérique qui s'exerce sur l'extérieur du piston remplace le ressort de la figure 55 (1). Quant au piston *K*, il fonctionne de la même manière que celui du mécanisme décrit précédemment, et avec la même disposition de lumières et de vis de réglage pour l'entrée et la sortie de l'air.

D'ailleurs on pourrait supprimer la communication avec le condenseur; le mouvement du piston *k* vers le dehors suffirait pour produire le vide, comme on l'a vu dans des exemples antérieurs.

IV. VARIANTES DU TYPE DE MM. SPENCER ET INGLIS.

Machines de MM. Hick, Hargreaves et C^{ie}, à Bolton (Angleterre).

Nous décrirons d'abord, comme type de construction courante, une machine faite à Lille, d'après les plans de ces constructeurs, dans les anciens ateliers de M. L. Poillon, où ces moteurs étaient exécutés avec le plus grand soin.

Cette machine est représentée sur les planches XII et XIII; sa force nominale est de 80 chevaux à l'indicateur. Le diamètre du cylindre est de 0^m,405, et la course de 0^m,915; la machine fait 80 tours par minute, ce qui correspond à une vitesse de 2^m,50 par seconde pour le piston.

L'arrivée de vapeur se fait par un conduit en fonte, de section rectangulaire, situé au-dessus du cylindre, et sur lequel est placée la valve d'arrêt, qui est formée d'un tiroir Corliss. Aux deux extrémités du conduit, et au-dessus des tiroirs d'admission, sont placés des graisseurs.

Le cylindre se compose de plusieurs pièces: le cylindre proprement dit, dont la paroi s'arrête, des deux côtés, au bord des lumières; puis l'enveloppe extérieure, également cylindrique, qui renferme la vapeur en pression destinée à réchauffer le cylindre; enfin deux couronnes ou têtes, fondues avec les boisseaux des distributeurs, boulonnées avec l'enveloppe, et sur lesquelles les fonds du cylindre viennent faire joint. Les deux extrémités de l'enveloppe intérieure sont ajustées dans l'alésage de ces deux couronnes, qui, en outre, se prolongent par leur partie inférieure, de manière à former les supports du cylindre.

Sur la couronne du côté antérieur, se boulonne l'embase tournée du bâti.

Les lumières d'échappement ouvrent dans l'intérieur des supports du cylindre, qui débouchent eux-mêmes dans un tuyau en fonte, placé horizontalement sous la machine et communiquant avec le condenseur.

(1) D'après Spons': *Dictionary of Engineering*.

Le bâti est creux, et de section rectangulaire ; il sert de support au régulateur, du système Porter. Celui-ci est commandé par une courroie, et fait environ 170 tours par minute ; sa tringle est reliée à un petit modérateur à air, représenté en détail sur la planche XII, figures 11 et 12.

Le palier de manivelle, muni de vis de réglage, porte sur la fondation par deux pieds ; l'écartement des boulons de fondation, dans le sens de la longueur de l'arbre, n'est que de 0^m,270 ; on préférerait pour ce palier une assise plus large.

Les figures 4 et 5 (planche XII) sont des coupes du bâti et des glissières, celles-ci sont planes.

La bielle a une longeur de 5,5 fois la manivelle ; le pied de bielle est à fourche ; la tête, du côté du maneton, est d'un type rarement employé, surtout avec d'aussi grandes vitesses de piston.

La manivelle est tout entière de la même épaisseur, 0^m,120 ; à l'endroit du clavetage, l'arbre a 0^m,200 de diamètre, le moyeu est donc relativement court.

Le volant, de 3^m,200 de diamètre, est à 6 bras ; il est fondu d'une seule pièce.

La pompe à air est horizontale ; elle est placée en dessous, ainsi que le condenseur. Le diamètre du piston est de 0^m,203, sa course est de 0^m,380 ; il en résulte que le volume qu'il engendre est au volume du cylindre comme 1 est à 9,8.

Les figures 6 à 10 sont diverses coupes détaillées du condenseur et de ses clapets. La commande de la pompe à air est installée d'après le système, actuellement très répandu, qui fut d'abord adopté par M. Bourdon et MM. Farcot : c'est un double balancier vertical, en fer forgé, dont l'axe oscille dans des paliers, venus de fonte avec une chaise posée dans la fosse du condenseur. Le balancier est relié par le haut, au moyen de deux bielles, à la traverse de la tête du piston ; en bas, le même mode d'assemblage le réunit à la tige du piston de la pompe à air. Cette tige, prolongée au delà de la traverse, est guidée dans un manchon cylindrique, faisant partie de la chaise qui supporte le balancier.

La figure 6 de la planche XII représente, en détail, le déclanchement des bielles des tiroirs d'admission.

La figure 9 représente ces distributeurs eux-mêmes. Ils sont munis d'une nervure transversale au milieu, comme aux extrémités. Cette nervure atteint jusqu'à la surface cylindrique tournée, et il se trouve en regard une cloison correspondante, venue de fonte au milieu de la glace ; cette disposition a pour but d'assurer un meilleur contact.

La figure 10 représente les distributeurs de sortie. Les lumières sont directes, et, pour diminuer autant que possible l'espace nuisible, les distributeurs ont à peu près la forme d'un demi-cylindre ; ils sont fondus creux. Lorsqu'ils sont tout à fait ouverts, ils ne produisent aucun étranglement dans le canal de sortie.

Les figures 5 et 5 bis, où les pièces sont représentées par leurs axes, indiquent les principales positions du mécanisme de distribution. Le piston est supposé à son point mort de droite, et l'avance de l'excentrique est prise égale à 20°. A cet instant le tiroir *a* démasque notamment l'orifice d'admission ; quant au tiroir d'échappement, *d*, il a déjà découvert les 2/5 de sa lumière. Les positions simultanées des diverses pièces sont d'ailleurs faciles à reconnaître, ayant les mêmes indices.

Le type qui vient d'être étudié est très répandu, et connu sous le nom de machine Inglis.

Nous donnerons maintenant (*Voir* planches IX et X) la description d'une machine semblable, mais beaucoup plus puissante, construite récemment par MM. Hick, Hargreaves et C^e, pour un laminoir de Crewe.

La machine commande directement le lamoir, qui fait 46 tours par minute ; elle peut marcher à volonté avec ou sans condensation. Sa course est 1^m,524, ce qui correspond, pour le piston, à une vitesse moyenne de 2^m,30 par seconde. Le cylindre a 1^m,016 de diamètre.

Le travail indiqué au cylindre, en marchant sans condensation, est de 476 chevaux ; avec la condensation, ce chiffre atteint 670.

La pompe à air est placée en dessous ; elle est verticale, et le mouvement lui est transmis depuis la crosse du piston par des bielles et des leviers coudés.

La disposition de l'échappement est la même que dans le type qui vient d'être décrit, si ce n'est que le gros tuyau, placé en dessous, et dans lequel débouchent les deux conduits d'échappement, est muni de valves qui permettent de le mettre en communication à volonté, soit avec le condenseur, soit avec l'atmosphère.

Le tuyau d'arrivée de vapeur a 0^m,224 de diamètre intérieur, celui d'échappement a 0^m,360 ; le rapport de leurs sections à l'aire du piston est pour le premier 0,05, pour le second 0,125.

Les fonds sont creux et reçoivent la vapeur de l'enveloppe. Tous deux sont traversés par la tige du piston, qui est, en outre, supportée à son extrémité d'arrière par un coulisseau, fonctionnant sur une glissière.

Le bâti est creux, et de section rectangulaire. D'une part il est boulonné avec le grand palier, de l'autre il s'assemble, par une sorte de bride qui entoure le couvercle du cylindre, avec la couronne antérieure qui contient les distributeurs.

La longueur de la bielle est égale à six fois celle de la manivelle ; du côté de la crosse, elle est à fourche. Les têtes de bielle sont faites dans le genre de celles des machines de navigation.

L'arbre a 0^m,494 de diamètre ; dans les paliers, dont la longueur est de 0^m,524, le diamètre se réduit à 0^m,346.

Le travail du lamoir est très irrégulier ; à certains moments, on fait passer les barres sans interruption, d'autres fois il y a des temps d'arrêt dans le laminage, en sorte que, pour conserver le plus de régularité possible à la marche de la machine malgré ces variations considérables, on a dû adopter un volant de très grande dimension et très lourd. Son diamètre est de 6^m,700 et sa jante a 0^m,416 de large ; les bras, au nombre de 12, sont encastrés dans le moyeu et assujettis par des clavettes ; sur la jante, ils sont serrés entre des ergots, et boulonnés.

On voit sur la planche IX les détails des leviers coudés qui commandent la pompe à air et la pompe à eau froide, et la projection en plan du second palier de l'arbre. Le régulateur est construit dans le système Porter ; il fait environ 300 tours par minute, et il est muni d'une pompe à huile qui lui sert de modérateur.

La figure 1 de la planche X est une élévation des pièces extérieures de la distribution ; la figure 2 est un tracé géométrique des axes des pièces, dans leurs principales positions.

On voit sur la figure 1 que les cames de détente des bielles étant faites d'une seule pièce avec leurs tourillons, on a dû établir dans chaque bielle deux paliers pour ces tourillons. C'est également la disposition représentée dans la figure 53 ; mais il vaut certainement mieux se servir d'un axe indépendant, comme dans la machine construite par M. Poillon (*Voir* planche XIII, fig. 6) ; la construction des bielles est alors bien plus simple.

Le travail développé dans le cylindre devant varier, comme on l'a vu, dans des proportions considérables, on emploie deux excentriques : l'un commande les tiroirs d'entrée, et l'autre ceux de sortie. Cela permet d'abord de fixer à volonté l'avance linéaire de l'échappement, mais surtout on arrive ainsi à reculer considérablement la limite maxima de l'admission, ou, ce qui revient au même, la limite du fonctionnement du déclenchement par l'effet du régulateur.

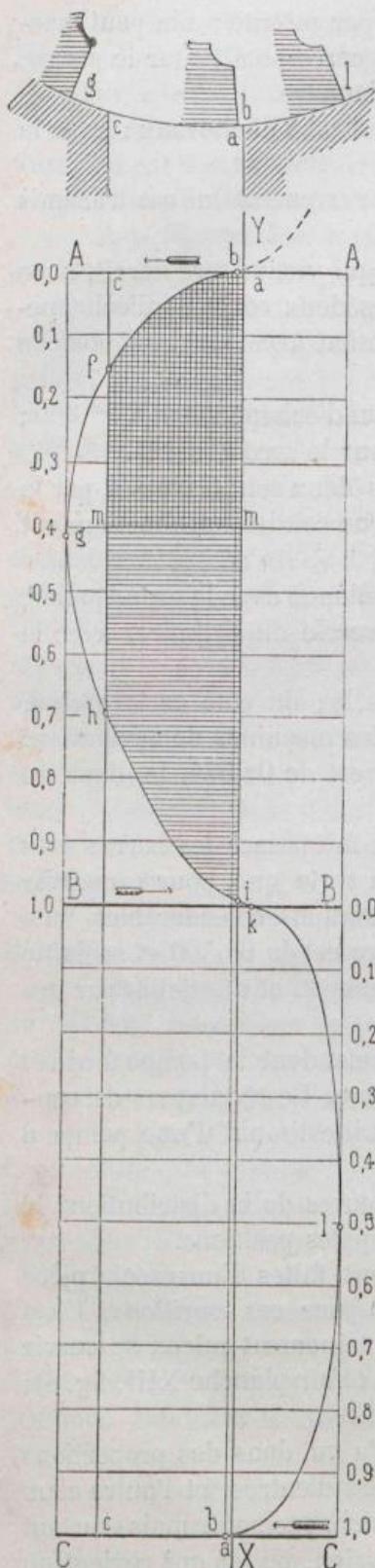


Fig. 57.

Ordinairement, dans les machines de MM. Hick, Hargreaves et C^{ie}, lorsqu'on emploie les deux excentriques, c'est pour porter la limite de l'admission au besoin jusqu'à 0,75 de la course ; cependant, dans la machine de Crewe, cette limite ne dépasse pas 0,4. L'installation à deux excentriques paraît donc n'avoir été adoptée que pour avoir toute latitude au sujet de l'avance à l'échappement, et aussi pour répartir sur une plus grande surface le travail de frottement, assez important, qu'occasionne la commande des distributeurs.

Dans les deux figures de la planche X, le piston est supposé au point mort de gauche ; le tiroir d'admission du même côté est alors ouvert de 1%, 5. Il parvient en a_1 à sa position extrême, tandis que l'autre tiroir d'admission b (en supposant que le déclanchement n'ait pas eu lieu) parcourt le petit trajet bb_1 . Le maneton du conducteur décrit pendant le même temps l'arc ee_1 . Le grand rayon de l'excentrique d'admission est calé à 85° en arrière de la manivelle K (figure 2).

Le tiroir d'échappement d a une avance linéaire de 45%; la lumière ayant 80%, elle se trouve ouverte par conséquent de plus de moitié au moment du point mort. Au point d_2 , ce tiroir atteint le maximum de son ouverture, et l'on voit, de l'autre côté de la figure, que l'arc de fermeture $c\ c_2$, décrit pendant le même temps, est très faible. Le conducteur qui mène les deux tiroirs d'échappement est situé derrière celui de l'admission, et sur le même axe. L'extrémité de la barre du second excentrique, ponctuée dans la figure 1, est représentée dans la figure 2 par le point e' ; elle a encore à parcourir l'arc $e\ e_2$ avant de commencer son mouvement de retour, et l'excentrique lui-même est calé à 117° en avant de la manivelle. Lorsque le piston parvient au point mort de droite, les tiroirs b et c se trouvent respectivement dans les mêmes positions que celles où l'on a figuré les tiroirs a et d .

Les distributeurs d'admission sont d'une construction assez différente des types ordinaires ; ils sont représentés en coupe, dans la figure 2 de la planche X. Les axes des tiroirs d'admission ne sont aplatis qu'à l'endroit des deux disques extrêmes des tiroirs ; ils forment ainsi deux palettes, qui sont ajustées dans des mortaises pratiquées dans ces disques.

Les distributeurs d'échappement sont disposés comme ceux de la machine construite par M. Poillon.

Examinons l'épure de la marche du tiroir d'admission, représentée par la figure 57. La ligne ac est la longueur de la lumière d'admission, qui est égale à 36%; $a\ b$ est l'avance linéaire. L'ouverture complète de la lumière a lieu au point f , vers les 0,15 de la course, et on voit que la limite $m\ m$ de l'admission variable, est vers les 0,4 de la course.

La figure 58 est l'épure de la marche du tiroir d'échappement. L'avance linéaire v_i est considérable, en sorte que l'arête du distributeur arrive au point extrême g de son excursion dès les 0,24 de la course du piston. La lumière se resserre très lentement, et ne se ferme qu'aux 0,99 de la course. Malgré cela, les diagrammes obtenus à l'indicateur ont montré que la compression se produit d'une manière assez convenable. Après que la fermeture a eu lieu, les tiroirs n'ont plus à parcourir qu'une très faible partie de leur oscillation, en sorte que l'importance du travail de frottement se trouve diminuée d'autant. L'échappement commence vers les 0,87 de la course, et la courbe s'élève rapidement : à l'instant du point mort, elle parvient au point b_1 , la longueur $a_1 b_1$ étant l'ouverture de la lumière, comme on l'a vu au départ.

La planche XI représente le cylindre d'une machine à balancier, des mêmes constructeurs, dont nous examinerons quelques détails. L'alésage est de 1^m,270, et la course, de 2^m,140 ; la machine faisant 30 tours par minute, la vitesse moyenne du piston est de 2^m,14 par seconde. La figure 1 indique la disposition des distributeurs, qui reçoivent le mouvement d'un plateau conducteur unique ; l'agencement des pièces extérieures du mécanisme se voit dans les figures 2 et 3.

Les figures 4 et 5 sont des coupes du cylindre, de son enveloppe de vapeur, des conduites de vapeur et des boisseaux des tiroirs. La figure 6 indique, par les axes des pièces, la transmission du mouvement depuis la barre d'excéntrique aux distributeurs.

La valve placée sur le tuyau d'arrivée est construite de la même manière que les tiroirs d'admission. Elle est commandée par une vis sans fin et une roue tangente (*Voir figure 2*), mais on peut aussi, au besoin, la manœuvrer à la main. A cet effet, la roue est montée folle sur l'axe de la valve, mais à cet axe est fixé un levier à poignée, qu'un verrou rend solidaire du mouvement de la roue. Lorsqu'on dégage le verrou, la roue et la vis sans fin se trouvent isolées, et la valve ne dépend plus que du levier à main. A côté de la valve se trouve une soupape manœuvrée par une vis, et qui sert, au moment de la mise en train, à équilibrer la valve principale.

Les tuyaux d'arrivée et d'échappement sont tous deux rapportés, et boulonnés sur les côtés du cylindre ; ils sont d'ailleurs munis de diaphragmes ou disques compensateurs.

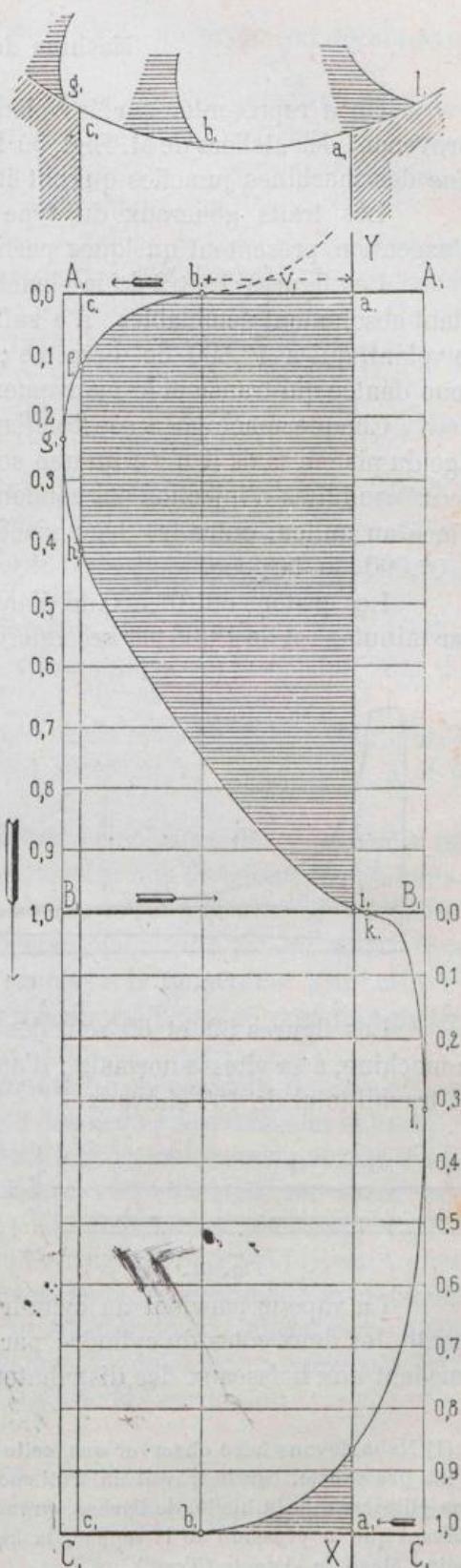


Fig. 58.

Machine de M. G. Sigl, à Vienne (Autriche).

On a représenté, sur les planches XIV et XV, une machine très étudiée et très soignée, provenant des ateliers de M. Sigl, où l'on a depuis longtemps adopté le type Spencer et Inglis. C'est une des machines jumelles qui ont été installées pour l'élévation d'eau de la ville de Florence.

Les traits généraux du type original se retrouvent dans l'ensemble, mais les détails d'exécution présentent quelques particularités intéressantes.

Les figures 1 et 2 de la planche XIV sont l élévation et le plan général ; les deux machines étant absolument semblables, il a suffi d'en représenter une seule. Sur l'arbre commun se trouve le volant, qui a 4^m,590 de diamètre ; sa jante a 0^m,264 de largeur ; à côté de lui est clavetée une roue dentée qui transmet le mouvement à l'arbre des pompes.

Chaque machine a son condenseur et sa pompe à air, conduite directement par une contre-tige du piston, mais il n'y a qu'une seule bâche, en forme de tuyau vertical, servant de départ aux deux conduites d'injection des condenseurs. Il n'y a aussi qu'un seul régulateur du système Proll, placé au milieu, entre les deux machines ; il fait 144 tours par minute, et la courroie qui le conduit a 0^m,090 de largeur.

Les pistons ont 0^m,500 de diamètre et 1^m,200 de course ; leur vitesse moyenne, à 41,5 tours par minute, est de 1^m,66 par seconde.

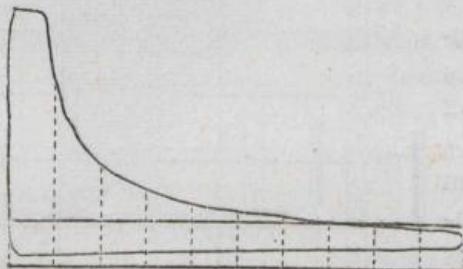


Fig. 59.

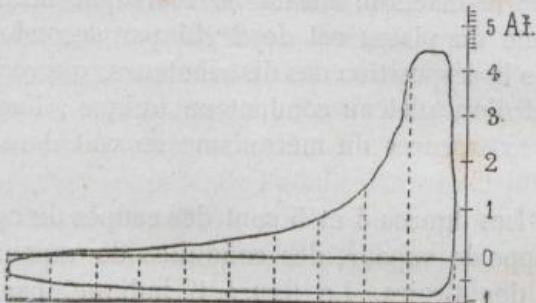


Fig. 60.

Les figures 59 et 60 sont des diagrammes pris à l'indicateur sur l'avant et sur l'arrière de la machine, à sa vitesse normale ; d'après leur quadrature, le calcul indique pour les deux machines un travail total de 137 chevaux.

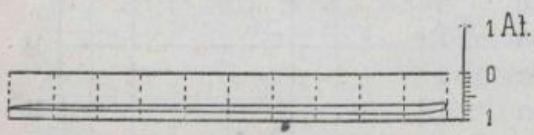


Fig. 61.

La figure 61 est un diagramme pris de la même manière, mais pendant la marche à vide : il correspond à un travail de 10 chevaux ; il en résulte, pour valeur du travail effectif de la machine, le chiffre de 127 chevaux (1).

La vapeur parvient au cylindre par la partie inférieure (*Voir* planche XV, figures 2 et 4), monte des deux côtés du cylindre par un canal de 0^m,240 de large, traverse la soupape d'arrêt et parvient aux boisseaux des distributeurs. Il n'y a pas d'enveloppe de vapeur.

(1) Nous devons faire observer que cette méthode d'évaluation par différence, quoique fréquemment appliquée, n'est pas exacte, car le travail du frottement de beaucoup des parties importantes de la machine, par exemple des glissières, de la bielle, de l'arbre, augmente avec l'importance du travail total, et varie, pour un même travail, suivant que la pression de la vapeur, la hauteur du vide, ou l'état du graissage, donnent lieu à un degré plus ou moins élevé de détente (*Trad.*).

L'échappement traverse les supports du cylindre, et aboutit dans un tuyau qui décharge la vapeur à volonté au condenseur ou dans l'atmosphère.

Le diamètre du tuyau d'arrivée est de 0^m,127, celui de l'échappement est de 0^m,140. Par rapport à l'aire du piston, les sections de ces tuyaux sont respectivement 0,067 et 0,083.

La tige du piston est du même diamètre pour les deux extrémités du cylindre ; le piston lui-même est en deux parties, serrées sur la tige, entre une embase conique et un écrou.

Le cylindre proprement dit est fondu à part ; il est boulonné à deux couronnes, qui forment les têtes du cylindre, et dans lesquelles sont ménagés les boisseaux des distributeurs. La couronne du côté antérieur s'étend aussi vers son centre, de manière à former une partie du couvercle, et sur cette couronne vient se boulonner l'embase circulaire du bâti. Le couvercle est complété par une embase élargie de la boîte à étoupes.

Le palier de manivelle, venu de fonte avec le bâti, est muni d'un dispositif de réglage latéral, il est alésé à 0^m,190 et sa longueur est de 0^m,310.

La bielle agit sur un plateau-manivelle, et sa longueur est de 5 fois la demi-course ; elle est à tête fermée. Le maneton se prolonge par une contre-manivelle, qui commande la pompe à eau froide ; la course de cette pompe, égale à son diamètre, est de 0^m,250. Les deux pompes envoient l'eau à la bâche commune des condenseurs, dont il a déjà été question.

La pompe à air est à double effet ; sa tige a 0^m,040 de diamètre, et sa course est égale à celle du piston à vapeur ; le corps de pompe est alésé à 0^m,210. Le volume engendré à chaque coup de piston équivaut aux 0,178 de celui du cylindre à vapeur.

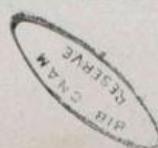
Les principaux détails de la machine sont d'ailleurs figurés sur la planche XV. Les figures 1 à 4 sont diverses projections et coupes du cylindre et de ses accessoires ; les figures 5 et 6 représentent les distributeurs.

Dans les figures 7 et 7 bis, on a représenté les positions principales du mécanisme de distribution, les pièces étant figurées par leurs axes. L'avance linéaire des distributeurs d'admission est de 1 $\frac{1}{2}$,5 ; pour ceux d'échappement elle est de 5 $\frac{1}{2}$. L'excentrique est calé avec 26° d'avance, il a 0^m,260 de course. Aux points morts, le conducteur se trouve éloigné de 17° de sa position moyenne, ce qui correspond à un angle de calage de 107°, par rapport à la manivelle. Par suite de cette avance assez forte, le mouvement de retour du plateau et des distributeurs se produit à partir des 0,32 de la course.

La figure 8 contient le détail des bielles à déclenchement. Le mécanisme de rappel est représenté dans la figure 9. Un seul ressort à boudin sert pour les deux extrémités du cylindre ; il est formé d'une barre de section rectangulaire, ayant 20 % sur 5 $\frac{1}{2}$,5 ; sa longueur, lorsqu'il est détendu, est de 0^m,550 ; il se compose de 42 spires et sa flexibilité est de 90% sous une charge de 55 kilogrammes.

En avant des cylindres de rappel (1) se trouve un cadran (*Voir* figures 8, 10 et 11), sur lequel se meut une aiguille qui indique à chaque instant le degré de l'admission, en centièmes de la course (*Füllungen in Procenten*). Cette aiguille est commandée par un secteur denté, faisant corps avec le premier secteur denté de la transmission qui agit sur les cames de détente, en sorte que l'on gradue le cadran d'après les positions relevées sur l'épure de réglage de la distribution.

(1) Il faut remarquer que les tiges des pistons de rabat, qui fonctionnent ici en poussant, agissent directement sur le même maneton que la bielle de commande du tiroir ; c'est un perfectionnement important, comme on l'a vu (*page 24*) à propos des dernières machines de M. Corliss (*Trad.*).



Machine de MM. Escher, Wyss et C^e, à Zürich (Suisse).

Cette maison bien connue avait exposé à Vienne une machine du système Spencer et Inglis, d'une très belle exécution. Nous en décrirons seulement le cylindre, qui présente quelques particularités, et dont on trouvera un croquis sur la feuille 2, figure 4.

Ce cylindre est fondu d'une seule pièce avec son enveloppe, et avec la tubulure d'arrivée de vapeur et les deux conduits qui mènent aux distributeurs d'entrée. Les fonds sont creux.

Le fond antérieur est venu de fonte avec la couronne qui contient les boisseaux des distributeurs, et qui forme en même temps support du cylindre. La paroi du cylindre vient s'y emboiter exactement, et l'enveloppe y est boulonnée au moyen d'une large bride.

Pour le graissage, deux conduits, venus de fonte, traversent les canaux d'admission ; chacun d'eux renferme un tube de cuivre qui pénètre jusqu'à l'intérieur, et fait joint sur la paroi du cylindre au moyen d'un rodage.

La machine fait 42 tours par minute ; le piston a 0^m,600 de diamètre et 1^m,350 de course, sa vitesse moyenne est de 1^m,90 par seconde. La distribution est conduite par un seul excentrique, calé avec 26° d'avance, et par suite l'admission ne peut dépasser les 0,3 de la course.

La pompe à air a 0^m,450 de diamètre ; son piston, dont la course est de 0^m,600, est garni en chanvre ; cette pompe fonctionne à simple effet, et le volume engendré s'élève aux 0,25 du volume du cylindre.

Sous une pression effective de 5 atmosphères, et avec une introduction de 1/7, cette machine développe un travail d'environ 170 chevaux, à l'indicateur, en consommant de 8 à 9 kilogrammes de vapeur par heure et par cheval.

Machine de MM. Socin et Wick, à Bâle.

MM. Socin et Wick avaient présenté à l'Exposition de Vienne une petite machine Corliss, à condensation, dont le piston avait 0^m,330 de diamètre sur 0^m,750 de course. A 65 tours par minute, et avec une pression de 5 atmosphères effectives, le travail fourni était de 25 à 30 chevaux. Le cylindre avait une enveloppe de vapeur rapportée, avec joints faits au mastic.

La manivelle était en acier Bessemer, son épaisseur était uniforme, pour plus de facilité dans le travail. Le volant, de 3^m,200 de diamètre, était muni d'une denture en bois, ayant 0^m,058 de pas sur 0^m,150 de largeur, et engrenant avec une roue en fonte. La commande de la pompe à air était prise sur la crosse ou traverse du piston.

Pour de fortes machines, MM. Socin et Wick garantissent une consommation de 1 kilogr. 250 de charbon par heure et par cheval.

V. SYSTÈME DE M. FRÉDÉRIC SPENCER.

M. Fr. Spencer, de Londres, prit en 1868 un brevet pour un système de distribution à déclenchement tout différent des précédents ; il est représenté, dans les figures 62 à 64, appliqué au cylin-

dre d'une machine horizontale. Dans la figure 62, le mécanisme est supposé dans sa position moyenne, avant le déclanchement; dans la figure 63 au contraire, le conducteur *A* est figuré à la limite de son oscillation, après que le déclanchement s'est produit.

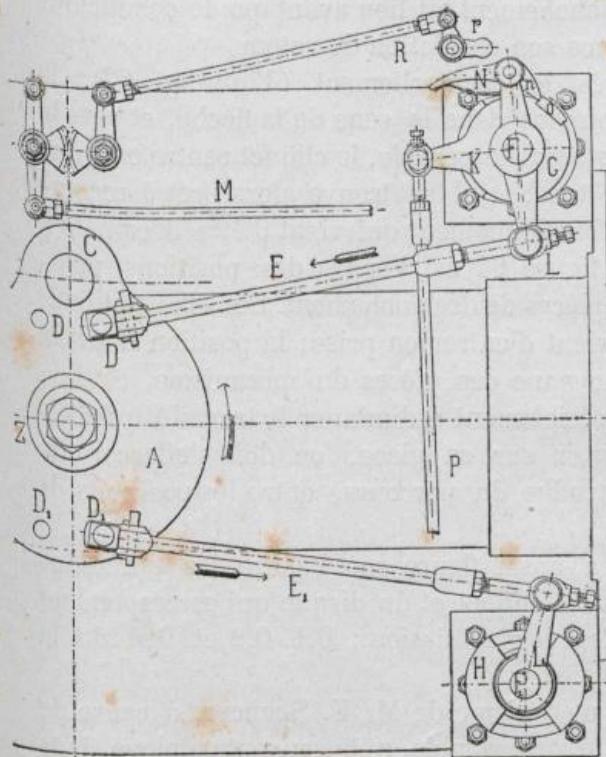


Fig. 62.

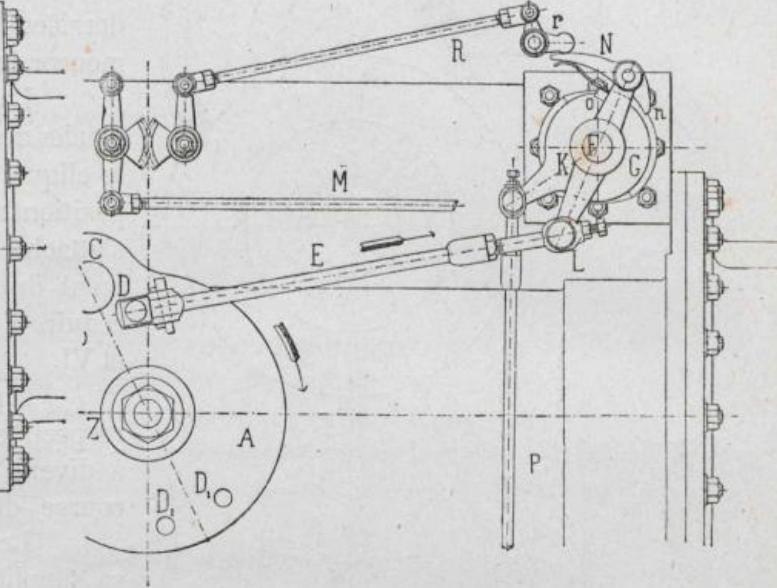


Fig. 63.

L'installation du conducteur et des tiroirs est, comme on le voit, la même que dans le type à bielles suspendues de M. Corliss; quant à la transmission du mouvement depuis le régulateur jusqu'à la came, elle est semblable à celle de MM. Spencer et Inglis. Les circonstances de la distribution de vapeur restent donc les mêmes que dans les machines à plateau central précédemment examinées; la seule différence se trouve dans l'appareil de déclanchement, que nous allons décrire.

La bielle *E*, menée, comme d'ordinaire, par le conducteur *A*, s'articule sur le tourillon commun de deux leviers à deux branches, *L*, qui se projettent l'un sur l'autre, et qui sont fous sur l'axe du distributeur d'admission, *G*. Entre les deux branches supérieures de ces leviers se trouve un cliquet *Nn*, dont la queue *N* est pressée par un petit ressort, de sorte que l'autre extrémité ou ergot *n* appuie constamment sur la circonference d'un disque *K*, calé sur l'axe *F* du tiroir. Sur ce disque se trouve encastrée une petite touche saillante, en acier, *o*, derrière laquelle s'engage le cliquet (Voir fig. 62). Dans cette position, le mouvement de la bielle *E* dans le sens de la flèche entraîne forcément la rotation du disque et du tiroir, et l'admission se produit.

Avant que le plateau *A* n'arrive à l'extrémité de son oscillation, le cliquet vient buter contre un levier *r*, dont la position est déterminée par celle du régulateur, au moyen des bielles *M* et *R*. Le cliquet se trouve ainsi forcé, pour continuer à suivre la rotation du double levier, de tourner autour de son axe, en sorte que l'ergot *n* se dégage de derrière la touche *o*. Le disque *K* porte un bras, sur lequel est articulée une tringle *P*, supportant un contre-poids à son extrémité inférieure, en sorte que le disque est constamment sollicité à tourner dans le sens contraire à l'action de

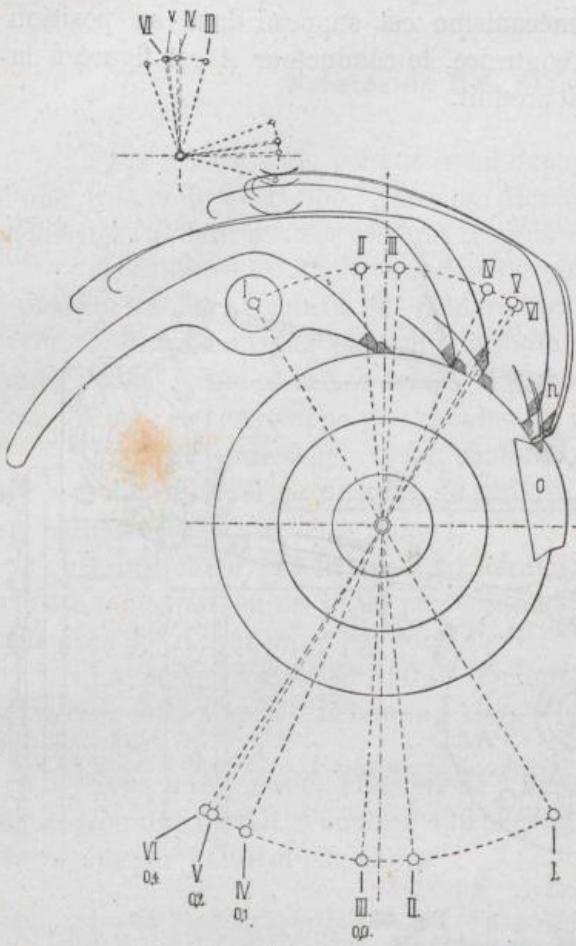


Fig. 64.

l'ergot *n*. Aussi, à l'instant où l'ergot est soulevé, ce mouvement de rotation se produit, et la lumière d'admission est subitement fermée. Il faut évidemment que ce déclenchement ait lieu avant que le conducteur ne commence son oscillation de retour.

Après le déclenchement (*Voir fig. 63*), la bielle *E* se meut dans le sens de la flèche, et vers la fin de cette seconde période, le cliquet rentre en prise derrière la touche; il se trouve alors prêt à recommencer le fonctionnement qui vient d'être décrit.

La figure 64 est l'épure des positions principales des pièces du déclenchement. Dans la position I, le cliquet vient d'entrer en prise; la position II est la position moyenne des pièces du mécanisme. Si l'on s'attache spécialement à diminuer le travail du frottement du tiroir sur sa glace, on doit s'efforcer de réduire l'étendue du parcours, entre les positions II et VI.

On a aussi figuré sur l'épure les situations respectives du cliquet et du disque qui correspondent à divers degrés d'admission : 0,1, 0,2 et 0,4 de la course du piston.

Le mécanisme de M. F. Spencer, à cause de sa simplicité remarquable, a été souvent employé dans ces dernières années, surtout en le combinant avec le rabat de MM. Spencer et Inglis.

Machine de bateau de MM. R. W. Peek et C^{ie}, à New-York.

Jusqu'ici le système Corliss n'a été que rarement appliqué aux machines de navigation. Cela tient à ce que la détente, dans ces machines, est presque toujours fixe; et quand on y installe un régulateur, on ne le fait agir que sur une valve, ou sur le robinet d'arrivée de vapeur.

D'ailleurs, par un beau temps, la détente peut rester constante, et lorsque la mer devient grosse, c'est le mécanicien lui-même qui doit faire l'office de régulateur.

La planche VIII de l'atlas représente le cylindre unique d'une machine de bateau à vapeur, avec détente du système de M. Fr. Spencer, construite par MM. R. W. Peek et C^{ie}, de New-York. Les figures 1 à 4 sont des projections d'ensemble, et l'appareil de déclic est reproduit à une plus grande échelle sur la figure 5.

On voit que les arrêts, qui agissent sur les cliquets pour les dégager, ne sont manœuvrés que par le mécanicien; il les déplace au moyen d'un levier, dont on peut faire varier à volonté la position, et qu'on maintient ensuite en place au moyen d'un secteur contre lequel il se meut (*Voir fig. 1 et 2*).

La fermeture des tiroirs s'effectue au moyen du vide produit dans les cylindres de rappel, de la même manière que dans les derniers types de M. Corliss. Comme on le voit sur la figure 3, les

deux cylindres de rappel sont placés l'un à côté de l'autre, sur une console du bâti de la machine, et en arrière du cylindre. Ils agissent, au moyen de bielles, sur de petites manivelles, calées sur les prolongements des axes des tiroirs.

Les deux barres d'excentrique sont réunies par une coulisse; mais comme le degré de détente est déterminé par le mécanisme du déclanchement, la coulisse ne sert absolument qu'à effectuer le changement de marche. On s'est donc contenté de la faire rectiligne. Le coulissoir est enfilé directement sur le maneton du conducteur. Celui-ci ne se compose que d'un simple secteur.

Le piston a 1^m,220 de diamètre et 1^m,828 de course. Il a deux tiges, qui s'assemblent sur une traverse. Le bâti de la machine est formé de quatre colonnes inclinées, serrées par des écrous dans de longues douilles ménagées à la plaque de fondation; quatre autres colonnes verticales relient directement le cylindre avec cette plaque et avec les paliers, et servent en même temps de glissières par leur partie supérieure.

VI. SYSTÈME DE MM. DOUGLAS ET GRANT

A KIRKCALDY (ÉCOSSE).

MM. Douglas et Grant prirent en 1870 un brevet relatif à un mécanisme spécial de distribution, pour les machines du genre Corliss, et l'ont appliqué à un bon nombre de machines de toutes grandeurs qu'ils ont construites. Ce système est peu connu sur le continent: il n'a encore figuré à aucune exposition, et n'a été décrit dans aucun ouvrage; à peine quelques journaux industriels en ont-ils fait mention (1). Des renseignements et des dessins que nous tenons de source directe, nous permettent d'en donner une description détaillée.

Comme on le reconnaît sur la figure 65, la disposition générale est très analogue à celle de M. F. Spencer, et se rattache aussi au troisième type de M. Corliss. Le mécanisme de déclic est placé sur l'axe du distributeur d'admission, *F*; la figure 65 le repré-

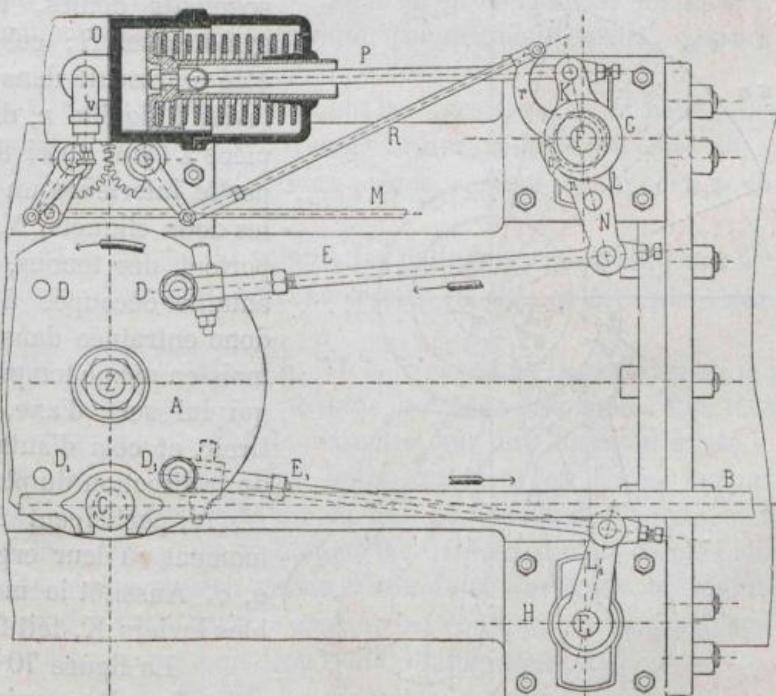


Fig. 65.

(1) Il s'en trouve une description sommaire dans *Dinglers' polytechnisches Journal*, 1871, vol. cxcix, 2^e cahier.

sente enclanché. Les figures 66 et 67, qui sont à une plus grande échelle, représentent la position des pièces après le déclanchement.

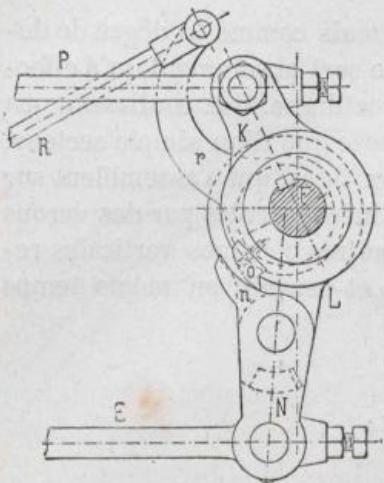


Fig. 66.

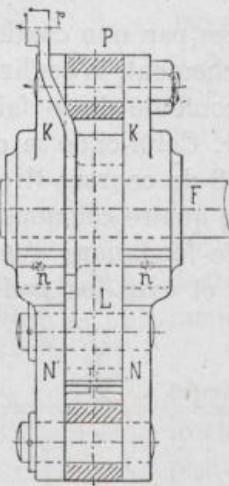


Fig. 67.

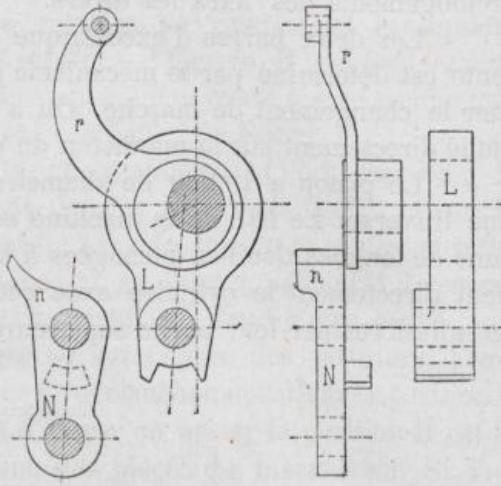


Fig. 68.

Fig. 69.

Sur l'axe F du tiroir sont clavetés deux leviers ou manettes, *K*, entre lesquels se trouve placée la tête de la bielle *P*, qui est rattachée au piston de rappel. Sur les moyeux des leviers *K* sont fixées deux touches d'acier *o*, qui servent d'arrêts aux ergots *n n* des deux cliquets, *N N*, lorsque ceux-ci sont entraînés dans le sens de la flèche, par le mouvement de la bielle *E*, qui est articulée sur leur extrémité (Voir fig. 65).

Le régulateur, au moyen de la tringle *M* et de deux segments dentés, transmet le mouvement à deux bielles symétriques *R*; celle de droite, pour ne considérer que le côté représenté dans la figure, est articulée avec le bras d'un levier à douille *r*, dont le moyeu excentré sert d'axe à une pièce *L* (Voir aussi figures 68 et 69). Cette pièce porte à sa partie inférieure un boulon autour duquel peuvent osciller les deux cliquets, *N N*, qui, sur leurs deux faces en regard, portent des tenons, engagés avec un certain jeu dans une entaille découpée à l'extrémité de la pièce *L*. Celle-ci est donc entraînée dans le mouvement de rotation des cliquets; mais en même temps, à cause de l'excentricité de la douille qui lui sert d'axe, elle s'éloigne de l'axe de rotation du tiroir, et cela d'autant plus, qu'elle se rapproche davantage de la direction du plus grand rayon de la douille. Les cliquets *N N*, participent à ce même mouvement, et il vient un moment où leur ergot cesse d'être en prise avec les touches *o o*. Aussitôt le mécanisme de rappel, agissant sur les doubles leviers *K*, fait fermer la lumière d'admission.

La figure 70 représente l'épure des positions principales des pièces qui constituent le déclic. Pour les positions I et II, qui correspondent toutes deux à la situation la plus

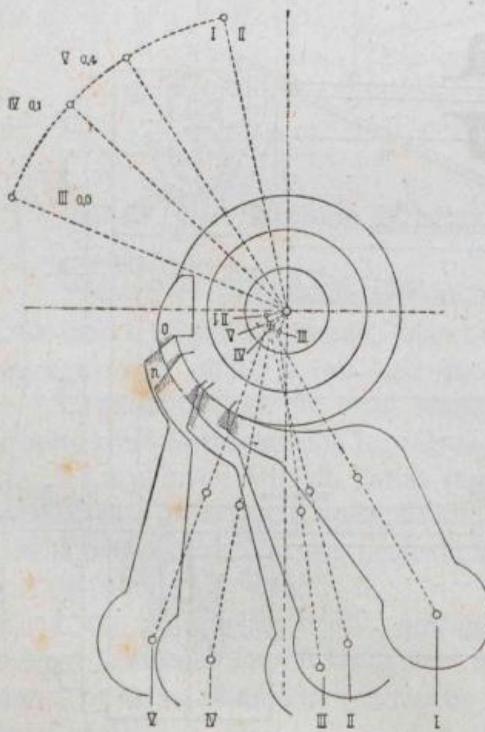


Fig. 70.

basse du régulateur, les ergots sont complètement en prise sous les touches; on comprend que si la vapeur devait être coupée dès le commencement de la course, les cliquets se trouveraient de très bonne heure excentrés : cela correspond à la position III. La position IV est celle du déclenchement, lorsqu'il est sur le point de fonctionner, aux 0,1 de la course. Quand il n'y a qu'un seul excentrique, l'admission ne peut guère dépasser 0,4 de la course, valeur correspondante à la position V.

La planche XVI de l'atlas représente une machine horizontale, système compound, de la force de mille chevaux indiqués, construite par MM. Douglas et Grant, d'après les plans de M. G. Allan, et destinée à l'usine de filature et tissage de M. Fleming, à Bombay.

La figure 1 est une élévation du cylindre à haute pression, du côté de la distribution; la figure 2 est un plan général de la machine; les figures 3 et 4 sont des coupes du cylindre de détente.

Le diamètre du petit cylindre est de 1^m,016; celui du grand cylindre est de 1^m,676; la course des deux pistons est de 1^m, 828. Les manivelles sont calées à 90° l'une de l'autre; le récipient intermédiaire est formé par l'espace au-dessous du petit cylindre, le canal qui entoure le cylindre de détente, et les conduits qui les font communiquer ensemble.

La machine fournit une puissance de mille chevaux, à l'indicateur, sous une pression effective de 5,5 atmosphères aux chaudières, et une détente totale d'environ 1 à 10; la vitesse des pistons est de 2^m,23 par seconde, la vitesse étant d'environ 36,5 tours par minute.

Les deux cylindres et leurs fonds sont munis d'enveloppes de vapeur (voir pour le grand cylindre les figures 3 et 4); les cylindres proprement dits sont rapportés dans les enveloppes, les boisseaux des distributeurs sont aussi rapportés dans les chapelles rectangulaires; toutes ces pièces, faites de fonte tenace et dure, sont ajustées dans des portées soigneusement tournées.

Les deux tiges des pistons sont de même diamètre; elles se prolongent de manière à traverser les fonds postérieurs, et sont supportées à leur extrémité, par des coulisseaux, courant sur des glissières planes.

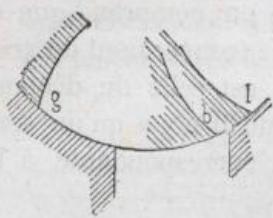
Les bâts se composent de deux parties : celle qui contient les glissières, et le pont, venu de fonte avec le palier; elles sont boulonnées ensemble au moyen de brides, situées au-delà des glissières. Deux pieds, situés au droit de l'assemblage de ces deux pièces, servent de supports à chacun des bâts.

L'arbre a 0^m,508 de diamètre dans le moyeu du volant; les paliers de manivelle ont 0^m,406 de diamètre sur 0^m,610 de longueur; leurs coussinets sont en quatre pièces, et se règlent par des coins à vis.

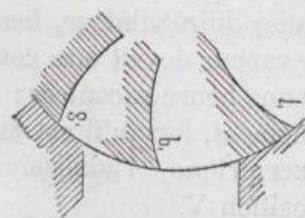
Dans les deux machines, la bielle a pour longueur 5,5 fois le rayon de la manivelle; le pied de bielle est à fourche, et le tourillon, fixé à la bielle, tourne dans la crosse du piston. Les têtes de bielle sont à chape ouverte, et les mannetons ont 0^m, 254 de diamètre, sur une longueur égale.

La transmission se fait par un volant denté: les dents, qui sont en fonte, ont un pas de 0^m,133. La jante se compose de deux couronnes, chacune en huit segments, et boulonnées l'une à l'autre; elle a 0^m,610 de largeur, et les deux joues emboîtent les dents jusqu'au cercle primitif. Les dix bras sont assemblés à la jante par des ergots en queue d'aronde et des coins, et maintenus par des boulons tournés. L'encastrement des bras dans le moyeu est conique, et l'assemblage est serré par des clavettes. Le volant et son arbre pèsent environ 54,000 kilogrammes,

Le volant commande une roue dentée de 1^m,492 de diamètre, et qui est construite de la même manière.



Le condenseur se trouve immédiatement en arrière du grand cylindre; il est d'un genre particulier, dû à M. Allan, et dans lequel l'eau est distribuée de manière à obtenir une très grande surface de condensation: cette surface atteint environ 16^{m^2} , 80.



La pompe à air est conduite par le prolongement de la tige du grand piston, avec l'intermédiaire d'un levier en fer forgé. Elle a $1^{m}168$ de diamètre, la course est de $0^{m}914$, et le volume engendré par le piston est égal au quart du volume du grand cylindre. M. Allan met toujours la pompe à air et le condenseur au-dessous du sol.

La tuyauterie et la robinetterie sont disposées de façon à pouvoir au besoin faire marcher chaque cylindre isolément et sans condensation. Les dimensions adoptées pour le petit cylindre et les pièces qui en dépendent sont suffisantes pour qu'il puisse au besoin conduire à lui seul toute l'usine.

D'après les détails qu'ont bien voulu nous communiquer MM. Douglas et Grant, on a tracé les épures de la marche des distributeurs, qui sont reproduites dans les figures 71 à 74. Les figures 71 et 72 sont relatives au petit cylindre; les deux suivantes se rapportent au grand cylindre.

Les distributeurs d'entrée et ceux de sortie sont conduits, pour chaque cylindre, par des excentriques séparés, comme l'indiquent, en E et E_1 , les figures 5 et 6 de la planche XVI (Il faut avoir soin d'observer que ces deux figures sont tracées en sens inverse l'une de l'autre). On voit sur ces épures les valeurs des angles de calage des excentriques par rapport aux manivelles; HK est la manivelle du petit cylindre, NK celle du grand cylindre. La limite de détente se trouve ici notablement reculée, elle atteint 0,7 de la course pour le petit cylindre, et 0,6 pour le grand.

L'étendue dans laquelle peut varier l'admission, est indiquée sur les figures 71 et 73, par des hachures croisées. Ces figures

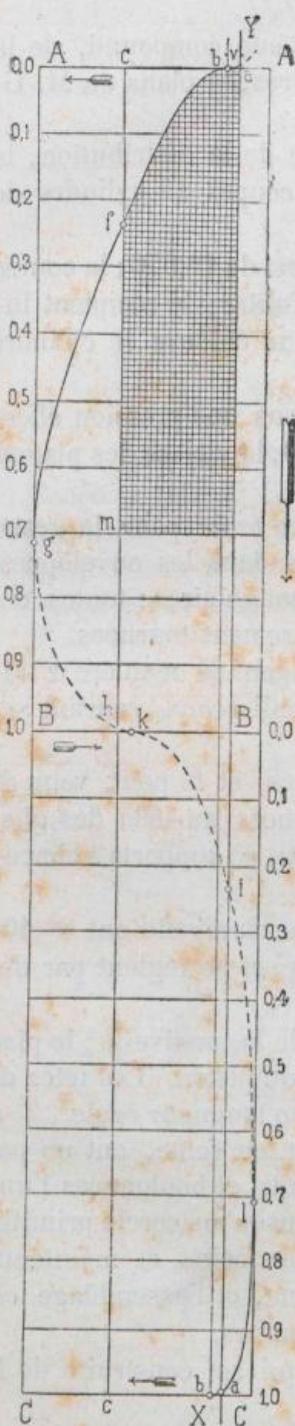


Fig. 71.

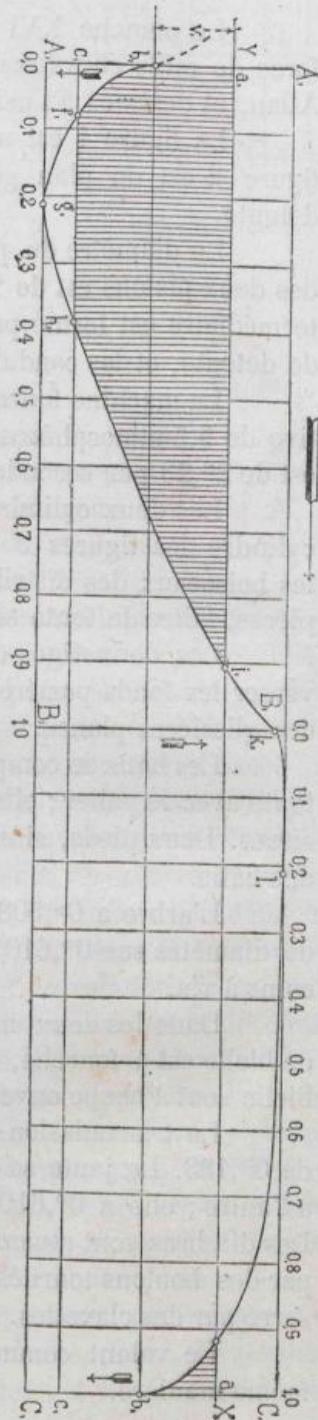


Fig. 72.

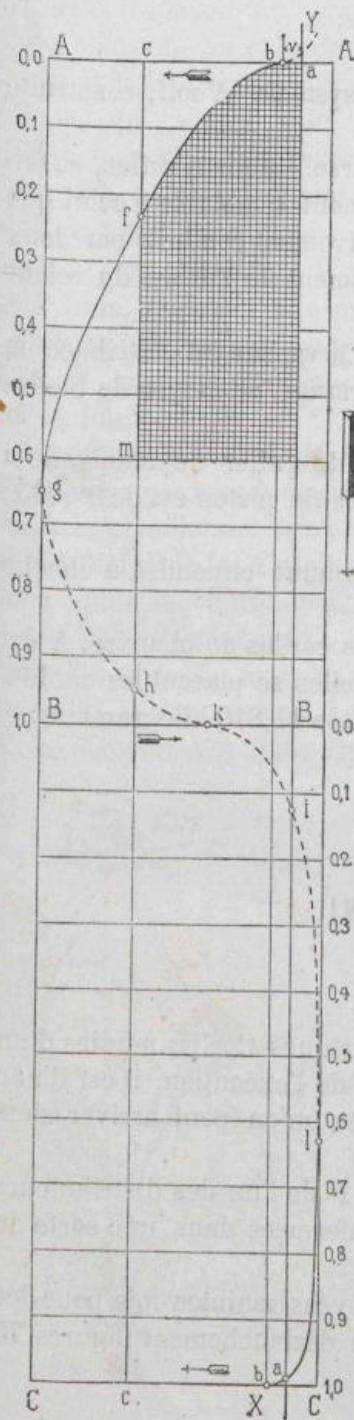
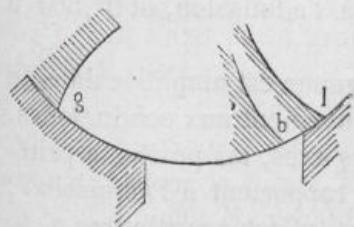


Fig. 73.

font voir en même temps qu'il ne peut être question, dans cette machine, d'admission naturelle, car dans ce cas les lumières se trouveraient encore ouvertes après le point mort B , pendant une partie du retour du piston. Aussi le trajet du bord travaillant du tiroir, entre les points g et l , n'a-t-il été figuré qu'en ligne ponctuée, il n'est que fictif : en réalité l'arête du tiroir, dans l'hypothèse de l'épure, décrit la courbe $abfg$ et la suit plus ou moins loin, mais se rabat en tous cas, et au plus tard au point g , sur la ligne AC ; elle ne reprend son mouvement qu'à partir du point l .

On remarque sur la figure 74, qui se rapporte à l'échappement du grand cylindre, une ondulation $I_1 I_1$ de la ligne qui représente la position de l'arête du distributeur, pendant la fermeture, entre les points morts B_1 et C_1 . Cette ondulation n'a aucune influence sur la distribution de la vapeur, elle indique seulement qu'il se produit dans le mouvement du tiroir, pendant chaque tour de la machine, quatre changements de sens au lieu de deux, ce qu'il aurait mieux valu éviter.

Pour arriver à l'égalité d'introduction des deux côtés du piston, on a été conduit à donner des valeurs différentes à l'avance linéaire des tiroirs des deux extrémités. L'avance à l'introduction pour le petit cylindre, est de $6\frac{m}{m}$, 5 vers l'avant et $10\frac{m}{m}$ vers l'arrière; pour le grand, ce sont les mêmes valeurs. Quant à l'échappement, pour le petit cylindre l'avance est de $47\frac{m}{m}$ vers l'avant et $52\frac{m}{m}$ vers l'arrière; pour le grand cylindre, elle est de $63\frac{m}{m}$ à l'avant, et $75\frac{m}{m}$ à l'arrière.

Les distributeurs du petit cylindre ont $0^m,190$ de diamètre à l'admis-

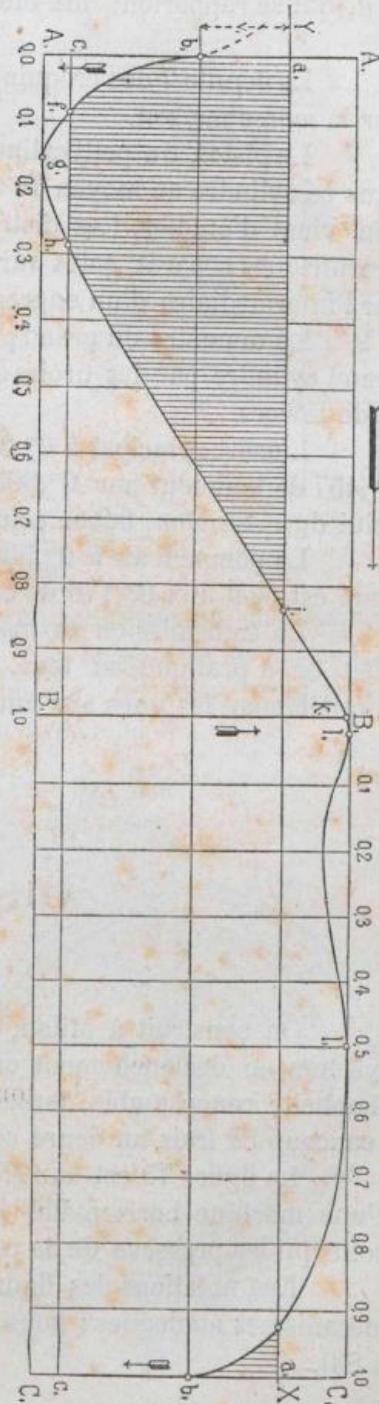
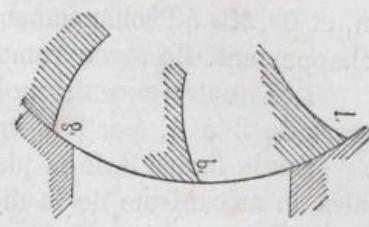


Fig. 74.

sion, et 0^m,215 à l'échappement. Ceux du grand cylindre ont 0^m,252 à l'admission, et 0^m,304 à l'échappement. Le recouvrement des tiroirs d'admission est assez faible.

Les quatre excentriques ont la même course, 0^m,228 ; et cette longueur est amplifiée dans le rapport de 3 à 4, par l'intermédiaire des leviers qui transmettent le mouvement aux conducteurs.

Sur la figure 3 de la planche XVI se trouvent indiquées, par leurs axes, les positions principales du mécanisme de la distribution ; e, e_1, e_2 , pour les pièces qui se rapportent à l'admission ; e', e'_1, e'_2 , pour celles qui dépendent de l'échappement ; les mêmes indices, affectés aux lettres a, b, c, d , qui se rapportent aux bielles, indiquent les positions correspondantes.

La feuille 7 des croquis représente une machine à balancier, du système Woolf, construite par la même maison.

Le piston du petit cylindre a 0^m,661 de diamètre et 0^m,762 de course. La distribution se fait dans ce cylindre au moyen de tiroirs Corliss, conduits par un déclanchement semblable à celui que l'on vient d'étudier. Les distributeurs d'entrée et de sortie sont respectivement conduits par deux excentriques séparés, calés sur un arbre horizontal, qui reçoit son mouvement de l'arbre du volant par l'intermédiaire d'un engrenage.

Le diamètre du grand piston est de 0^m,838 ; sa course, de 1^m,524. La vapeur est distribuée au grand cylindre par des tiroirs équilibrés, conduits par l'arbre des excentriques, au moyen de bielles et de leviers.

L'arbre principal a 0^m,394 de diamètre dans le moyeu du volant ; le palier de manivelle a 0^m,457 de longueur sur 0^m,305 de diamètre. Le diamètre des deux tiges de piston est de 0^m,095 ; celui du maneton, fait en acier, est de 0^m,146.

La pompe à air à 0^m,508 de diamètre sur 0^m,762 de course ; le volume engendré à chaque coup est égal aux 0^m,176 de celui du grand cylindre.

La transmission du mouvement, depuis le volant, se fait par des cordes de chanvre. A cet effet, on a pratiqué au tour, sur la jante, douze rainures dans lesquelles se placent les cordes, parallèlement les unes aux autres. Le volant a 4^m,876 de diamètre, et il pèse 11,810 kilogrammes.

VII. SYSTÈME DE M. ÉMILE BORZINI

A MILAN.

On construit à Milan, dans les ateliers de M. B. Pisani, des machines Corliss munies d'un système de déclanchement original et très ramassé. Au point de vue de l'exécution, il est d'une simplicité remarquable, toutes les pièces se faisant sur le tour, en sorte qu'on peut arriver sans beaucoup de frais au degré convenable de précision.

La figure 75 est une élévation de ce mécanisme, appliquée à l'axe F de l'un des distributeurs d'une machine horizontale. Les pièces mobiles du déclic sont toutes enfermées dans une sorte de boîte qui les préserve de la poussière.

Les notations des figures sont les mêmes que celles déjà employées maintes fois pour des mécanismes analogues ; nous nous bornerons donc à décrire en détail le déclanchement (figures 75 à 83).

Sur l'axe *F* du tiroir est claveté un disque *K*, portant un petit bras avec lequel s'articule la bielle *P* du piston de rappel *O*; celui-ci se trouve indiqué d'une façon sommaire dans la figure 75.

La bielle *E*, venant du conducteur, est articulée avec un bras faisant partie d'une couronne ou cylindre creux, *L*, qui forme avec le disque ou couvercle *R* l'enveloppe qui recouvre le mécanisme de déclenchement. Ce couvercle est fou sur l'axe *F*, où il est maintenu entre une embase formée sur l'axe, et une rondelle fixée à son extrémité. Il porte aussi un petit bras, *r*, commandé par le régulateur (Voir figure 75) au moyen des bielles *R* et *M*, comme dans le type de MM. Spencer et Inglis.

Sous le couvercle *R* (Voir figures 77 et 80) se trouve une capsule *f*, formant embase, et folle sur l'axe *F*. Par son plus grand diamètre, elle s'ajuste à frottement doux dans la couronne *L*, et elle lui est reliée par deux rainures et une clavette *b*, de telle façon que, tout en participant au mouvement de rotation de la couronne, elle peut cependant glisser sur l'axe *F*, dans le sens de sa longueur. Dans la capsule se trouve placé un disque *g*, réuni de même au moyen de deux rainures et d'une clavette *d*, à cette capsule, de manière qu'il oscille constamment avec elle.

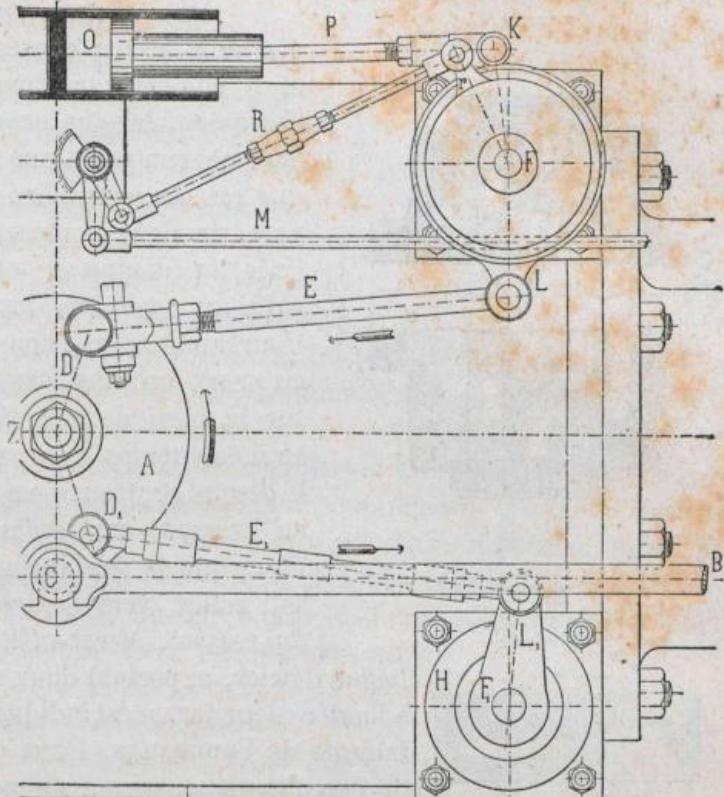


Fig. 75.

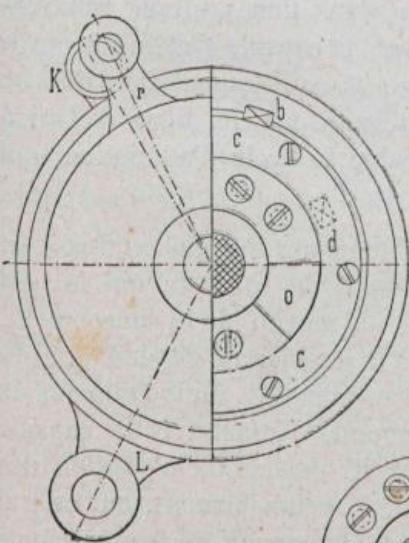


Fig. 76.

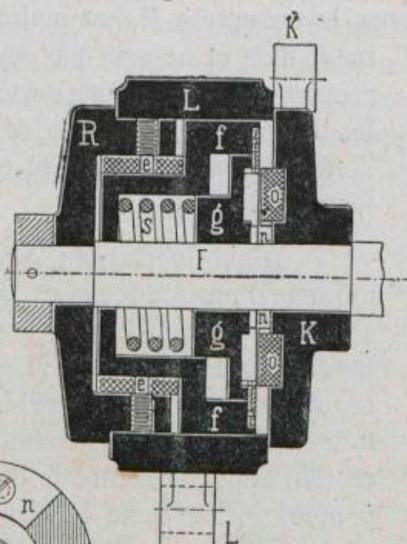


Fig. 77.



Fig. 78.

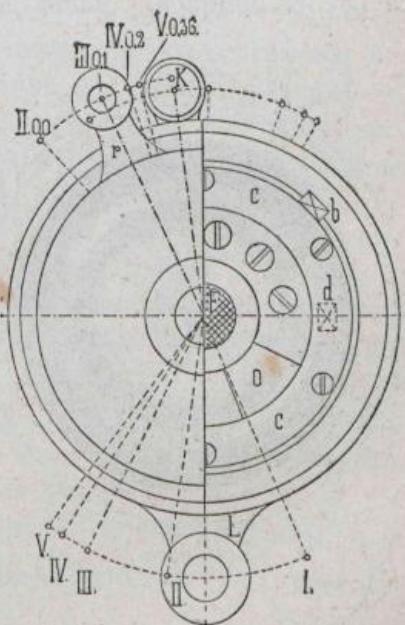


Fig. 79.

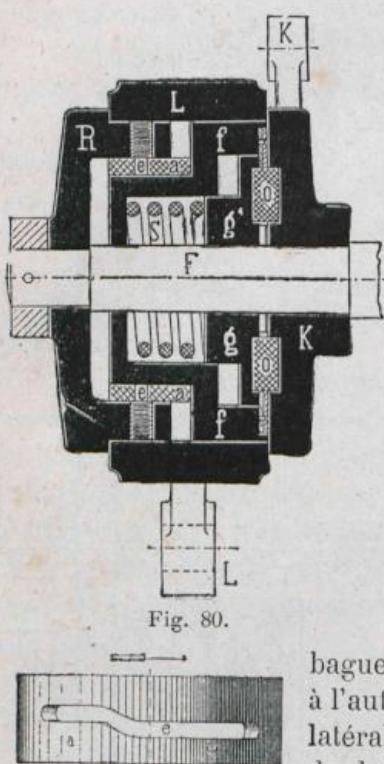


Fig. 80.

Pour communiquer également le mouvement de rotation au disque K et par conséquent à l'axe F du tiroir, les deux disques g et K peuvent être rendus solidaires par un assemblage à griffes. Cet assemblage se compose, d'une part, de deux secteurs en acier, dont chacun porte une dent o , et se trouve fixé par trois vis dans une rainure circulaire du disque K (Voir fig. 76 et 79), et d'autre part, de deux secteurs plus petits, aussi en acier, n, n (fig. 78), fixés au disque g ; ces derniers laissent entre eux un intervalle suffisant pour que les dents des secteurs o puissent s'y engager. Pour amortir le choc des disques g et F au moment de l'entrée en prise, on interpose une rondelle de cuir, maintenue en place, sur le bord de la capsule f , par une rondelle métallique qui sert en même temps à emprisonner le disque g dans la capsule. Derrière le disque se trouve un ressort à boudin S , qui tend constamment, en pressant sur le disque g , à faire entrer les secteurs en prise. Pour que le déclenchement se produise, il faut donc que le disque soit retiré vers l'extrémité de l'axe, en surmontant la résistance du ressort. A cet effet, on a fixé à l'extérieur de la capsule une baguette d'acier, a , portant deux rainures, e, e , diamétralement opposées l'une à l'autre; leur forme est indiquée sur la figure 81, qui est une élévation latérale de l'anneau a . Dans ces rainures s'engagent les têtes saillantes de deux goujons, vissés dans le bord rentrant du couvercle R .

Sur la figure 80, les pièces g et K sont représentées enclanchées, et dans cette situation, si l'on suppose que le bras L se meut suivant la flèche (fig. 75), il entraîne dans sa rotation la pièce K et l'axe du tiroir qui lui est invariablement fixé; la lumière d'admission se trouve ainsi ouverte. Mais les pièces g et K ne sont solidaires que pendant le temps où les goujons glissent dans la première partie rectiligne des rainures e, e ; dès que les goujons atteignent les parties obliques, comme d'ailleurs le couvercle R est maintenu dans une position relative-

ment fixe, et ne peut pas tourner, la capsule f et le disque g reculent ensemble. Les secteurs n, n , se dégagent alors d'entre les dents des secteurs o, o , et le disque K , libre d'obéir à l'effort du rabat, tourne et entraîne le tiroir d'admission, qui ferme la lumière.

Ainsi la capsule, avec l'anneau a qui lui est fixé, est animée d'un mouvement alternatif de rotation, qui lui est communiqué par le conducteur au moyen de la couronne L , tandis que le couvercle R , dont la position ne dépend que du régulateur, peut être considéré comme fixe. Mais l'étendue de la fraction de course pendant laquelle l'anneau et la capsule restent appuyés contre le disque K , dépend de la position des goujons e, e ; donc la durée de l'enclanchement, ou, ce qui revient au même, de l'introduction de vapeur, se trouve réglée par les variations de la position angulaire du couvercle R .

La figure 82, qui est une coupe transversale, indique

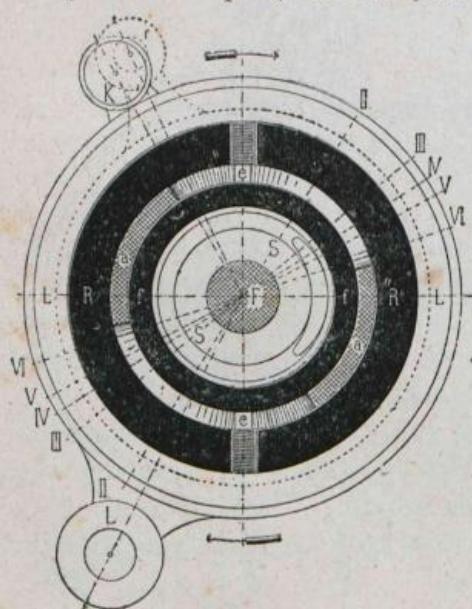


Fig. 82.

les positions relatives des pièces *L*, *K*, et *R*, et de leurs bras ou manettes; l'anneau *a* s'y trouve coupé dans les parties qui séparent les deux rainures.

Sur la figure 83, qui est un développement partiel de la circonférence de l'anneau, on a tracé différentes positions d'un des goujons *e* dans sa rainure (pour simplifier l'épure, on a renversé le mouvement relatif des pièces *a* et *e*, en regardant l'anneau comme fixe); les deux parcours extrêmes sont *yy₁* et *zz₁*. On voit que la fraction du parcours qui correspond à la partie supérieure de la rainure, est variable suivant la position relative du goujon. Si celui-ci se trouve au point *z*, au commencement de l'oscillation, il parviendra à la fin en *z₁*, et il ne se produira pas de déclenchement, les griffes du disque *g* n'étant pas retirées d'entre celles du disque *K*. Le déclenchement ne s'opère que lorsque le goujon parvient dans la partie *xx₁* de la rainure, et que l'anneau se trouve ainsi reculé d'une quantité égale à la hauteur des dents des secteurs.

La limite extrême du fonctionnement de ce mécanisme correspond à la position dans laquelle le goujon *e*, au départ, est le plus rapproché du point *z*; l'introduction au cylindre, avec un angle d'avance de 16°, atteint alors 0,36 de la course. En ce cas le trajet du goujon dans la rainure se termine au point *x*, qui est le point où se produit en tous cas le déclenchement.

Le parcours au delà du point *x* peut s'étendre au maximum jusqu'au point *x₁*, après le déclenchement. Cette limite (parcours *y* *y₁*) correspond à une introduction nulle.

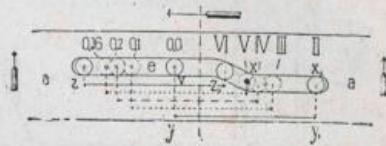


Fig. 83.

VIII. SYSTÈME DE M. JÉRÔME WHEELOCK

A WORCESTER (MASS., ÉTATS-UNIS).

M. J. Wheelock, l'un des plus importants constructeurs de l'Amérique du Nord, avait exposé à Philadelphie un système de détente variable qui fut très remarqué. En 1878, à Paris, la machine horizontale de ce constructeur (1) a beaucoup attiré l'attention, autant par la disposition élégante et avantageuse des distributeurs, que par la simplicité du mécanisme qui les commandait.

Ce qui caractérise le système de M. Wheelock, c'est la position des distributeurs d'entrée, qui se trouvent placés sous le cylindre, tout à côté des distributeurs de sortie, de manière qu'il n'existe qu'une seule lumière à chaque extrémité du cylindre. C'est dans l'ensemble une heureuse simplification du système Corliss.

La planche XVII de l'atlas contient une élévation d'ensemble de la distribution, avec les coupes qui s'y rapportent. On voit que le cylindre est entièrement dégagé, des deux côtés et par-dessus: il n'y a plus ni plateau conducteur avec son mécanisme, couvrant tout un côté du cylindre, ni ressorts oscillants et bielles croisées; tout cet attirail est remplacé par une combinaison très ramassée des organes manœuvrant les distributeurs.

Le système de déclenchement adopté par M. Wheelock se rattache au quatrième type Corliss (ou Harris), avec cette différence que la fourchette du déclic est retournée sens dessus dessous, l'ergot ou came qui règle la détente étant placé au-dessous de la fourchette.

On a figuré sur la planche XVII un ensemble du mécanisme de déclenchement; les

(1) C'était une des machines motrices de l'Exposition; elle faisait mouvoir les transmissions de la section américaine, et d'une partie de la section suédoise-norwégienne.

figures 84 et 85 du texte représentent à une plus grande échelle, l'une l'installation du déclic à l'extrême de gauche de la machine, l'autre la disposition du distributeur correspondant. Dans ces deux figures, on a autant que possible conservé, pour les pièces analogues à celles des machines précédentes, les mêmes lettres qui s'y rapportaient déjà.

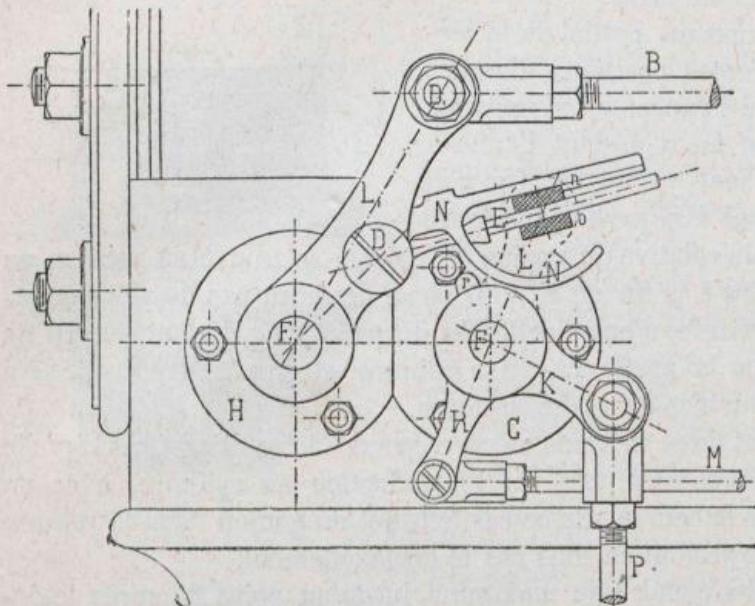


Fig. 84.

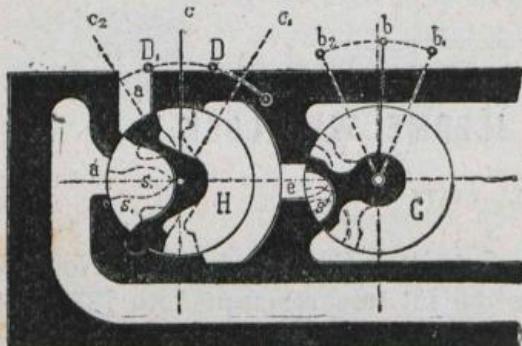


Fig. 85.

tourillon, mobile dans un œil du levier *L*; ce levier, qui est situé en avant, n'est représenté qu'en pointillé sur la figure 84. Le bras supérieur de la fourchette est rectiligne, et il est armé d'une touche saillante *n*, en acier, qui dans la position figurée se trouve en prise derrière l'arête du dé *o*. Le contact des deux pièces est assuré par l'effet d'un contre-poids, agissant au moyen de la tige *P* sur un bras *K*, qui fait corps avec le moyeu du levier *L*.

De même que précédemment, c'est ce contre-poids qui produit la fermeture du tiroir d'admission.

Sur l'axe *F* du tiroir d'admission est placé un levier *R*, mobile autour de cet axe, et situé derrière l'équerre *KL*. La position de ce levier est déterminée par le régulateur, au moyen d'une tringle *M*, suivant le travail que la machine se trouve avoir à développer. Le moyeu du levier porte un ergot *r*, contre lequel vient buter, à chaque période de retour, la branche recourbée de la fourchette; celle-ci est alors soulevée, et la touche, *n* cessant d'être en prise avec la douille *o*, la liaison entre les leviers *L* et *L₁* est interrompue; le contre-poids agit alors, et ferme instantanément la lumière d'admission.

On voit sur la figure 85 la coupe transversale des tiroirs qui présentent la plus grande ana-

Sur l'axe *F₁* du tiroir de sortie *H*, est claveté un levier *L₁*, qui reçoit un mouvement d'oscillation de la bielle d'accouplement *B* et de la barre d'écrou. C'est ce levier *L₁* qui conduit le tiroir d'admission, par une combinaison que nous allons décrire.

En dehors de la ligne médiane du levier, se trouve vissé un tourillon *D*, qui sert d'axe de rotation à la fourchette du déclic, *N N*, et à un petit guide *E*, qui est aplati, dans le voisinage de l'axe, afin de se mouvoir dans une étroite fenêtre pratiquée à la branche courbe de la fourchette *N* (Voir pl. XVII, fig. 9). Au delà, le guide se termine par une tige cylindrique, glissant à frottement doux dans un dé d'acier *o*, formant douille; ce guidage maintient constamment le dé dans la direction convenable pour que le déclic fonctionne régulièrement. Le dé porte un

logie avec les tiroirs plans ordinaires, dits à coquille. Le tiroir *H*, en particulier, fonctionne absolument comme le tiroir ordinaire des machines qui sont munies de deux distributeurs (systèmes Gonzenbach, Saulnier, etc) : en s'élevant, il met en communication les deux lumières *a a*, afin de produire l'échappement, et, en s'abaissant, il ouvre à l'admission la lumière supérieure *a*, avec le degré d'avance convenable. Ce n'est pas, à proprement parler, un tiroir d'admission, mais nous lui conserverons cette dénomination pour éviter d'introduire une définition de plus.

Quant au distributeur *G*, ce n'est en réalité qu'un tiroir de détente, analogue à la glissière des systèmes que nous venons de rappeler. Il est construit selon le type ordinaire des distributeurs Corliss, sauf une petite différence : sa glace présente un évidement *s*, qui sert à effectuer l'admission des deux côtés à la fois, ce qui permet de donner moins d'amplitude à l'oscillation du distributeur.

Lorsque les leviers *L* et *L₁* occupent les positions correspondantes *b₁* et *c₁* (fig. 85), le piston se trouve environ vers le milieu de sa course, et se dirige vers l'extrême que nous considérons. Les deux orifices *aa* communiquent avec le creux du tiroir *H*, et l'échappement se fait librement. Lorsque les leviers arrivent dans les positions *b* et *c*, la lumière *a* du cylindre est sur le point de se fermer pour l'échappement, et le levier *L* entre en prise avec la fourchette du déclanchement. Le mouvement se continuant, le tiroir *G* admet la vapeur dans la boîte du tiroir *H* par deux ouvertures, sans étranglement sensible ; on voit que le tiroir *G* n'a pas d'action sur l'admission au cylindre, cette fonction appartient au tiroir *H* ; le tiroir *G* n'agit sur la marche de la machine qu'en fermant l'admission pour produire la détente.

Il est nécessaire que le déclanchement ait lieu avant que les leviers *L* et *L₁* ne soient parvenus aux positions *b₂* et *c₂*, autrement l'admission durerait jusqu'à fin de course.

La vapeur contenue dans la boîte du distributeur *H* se détend avec celle du cylindre ; c'est un défaut de peu d'importance, les autres espaces nuisibles étant réduits au minimum (4).

La figure 86 est une épure des diverses positions du déclanchement. On voit qu'avec un seul excentrique, la

(4) Il serait d'ailleurs facile de diminuer beaucoup l'espace nuisible que constitue cette boîte, en donnant au tiroir *H* une section plus rapprochée de celle d'un cylindre complet, comme on l'a vu pour les tiroirs d'échappement des machines Corliss (*Trad.*).

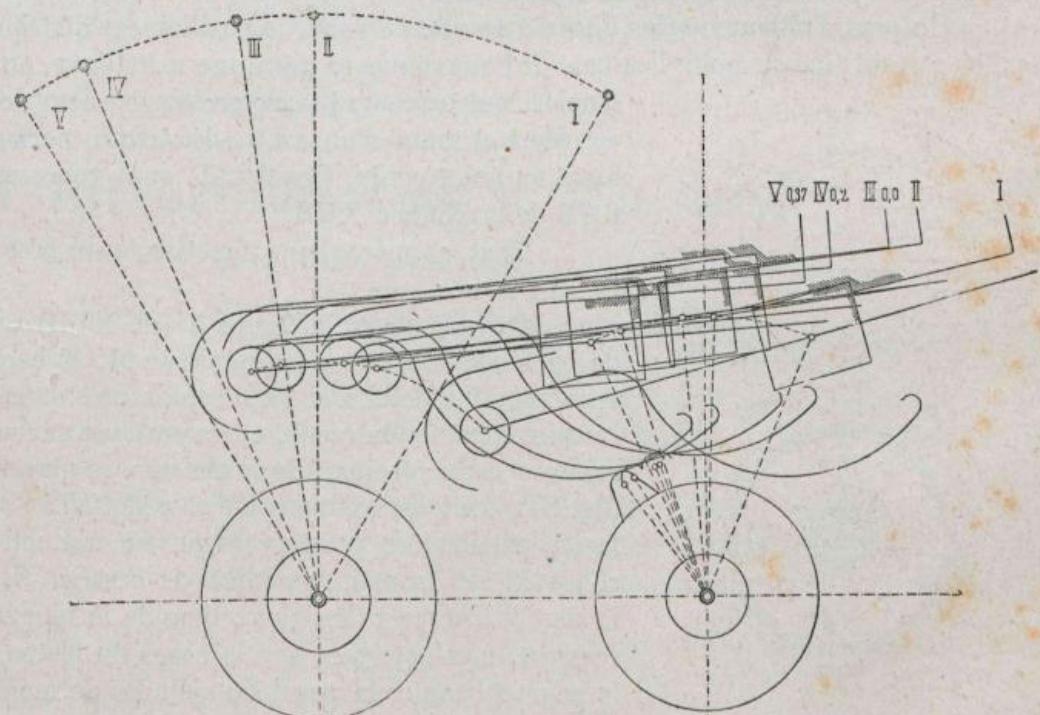


Fig. 86.

limite de la détente est encore ici très resserrée ; l'angle d'avance a été pris de 15° , et la détente maxima ne dépasse pas 0,37.

La planche XVII de l'atlas représente la machine exposée à Paris en 1878. La barre d'excentrique commande directement un levier, suspendu au bâti du régulateur ; ce levier transmet le mouvement à une deuxième barre (*Voir fig. 2*), dont la course est plus grande, et qui est plus rapprochée du cylindre ; elle conduit la manette du distributeur d'échappement antérieur (*Voir fig. 4*). Celle-ci se prolonge de manière à former une poignée, dont on se sert pour mettre la machine en marche, en conduisant les distributeurs à la main. Au delà du levier (pl. XVII, fig. 4) se trouve une barre d'accouplement, qui transmet au distributeur d'arrière (par le levier L_1 de la figure 84) les oscillations de celui d'avant. Cette barre, comme d'ailleurs toutes les autres bielles, porte des parties filetées et des écrous, qui permettent d'en régler la longueur, de manière à égaliser la distribution pour les deux côtés du cylindre.

Les diverses pièces du mécanisme étant placées symétriquement, il est nécessaire d'intercaler deux segments dentés pour transmettre dans le sens convenable, au déclic du côté antérieur, le mouvement du manchon du régulateur. L'axe de cet engrenage est formé par un prolongement de la vis inférieure du couvercle fermant la boîte du distributeur antérieur.

On remarquera sur la figure 3 un détail qui n'est acceptable qu'avec une construction exceptionnellement soignée : les axes des tiroirs sortent des boîtes à vapeur sans garniture, en traversant tout simplement une longue douille placée dans le couvercle. Ces axes, qui sont en acier trempé, sont assemblés aux tiroirs d'une façon rigide ; ils portent une embase qui fait joint vers l'extérieur, étant appuyée contre son siège en vertu de la différence des pressions qu'exerce la vapeur sur les deux faces extrêmes du tiroir, différence due à la présence de l'axe. On dit que ces tiroirs fonctionnent avec fort peu de résistance, et que l'usure se fait à un degré égal sur l'axe et sur la glace, de manière qu'il ne se produit aucun coincement.

On peut d'ailleurs régler, jusqu'à un certain point, la position des distributeurs dans leurs boîtes, en serrant plus ou moins l'embase de l'axe contre sa garniture métallique, au moyen d'un tourillon d'acier, qui traverse le couvercle postérieur de la boîte ; ce tourillon est fileté et muni d'un contre-écrou qui permet de le fixer exactement au point voulu. Ces détails sont représentés dans les figures 6 à 8 de la planche XVII.

Tout ce mécanisme fonctionne du reste très tranquillement et sans choc.

On voit dans la figure 5 (pl. XVII) une coupe du système de garniture de piston adopté par M. Wheelock, et qui est fort apprécié ; les détails en sont représentés dans les figures 87 à 90. Le piston est fondu creux, et on pratique sur sa circonférence deux rainures assez étroites ; dans chacune se placent quatre segments k (fig. 87), dont les extrémités f et n (fig. 87 à 89) sont profilées d'une façon particulière pour se recouvrir mutuellement. Du côté de la concavité se trouve une lame de ressort S , fixée par des vis, et faisant à peu près les deux tiers de la longueur du segment ; ce ressort, en s'appuyant sur le corps du piston (K , fig. 90) applique le segment contre la paroi du cylindre de manière à faire joint.

La disposition des conduits de vapeur est indiquée sur les figures 4 et 5 de la planche XVII. Le tuyau d'arrivée, venant de

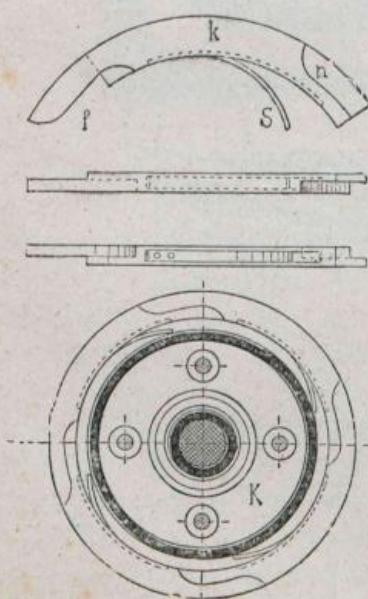


Fig. 87, 88, 89 et 90.

la chaudière, débouche dans l'espace situé sous le cylindre, et dans lequel sont placés les deux tiroirs de détente. Dans le cas où une certaine quantité d'eau serait entraînée en suspension dans le courant de vapeur, elle resterait dans l'espace où jouent les tiroirs, sans risquer d'occasionner des accidents à la machine.

Sous ce premier canal s'en trouve un second, en forme de boîte très aplatie, et qui sert au passage de la vapeur d'échappement. La partie inférieure du cylindre est plane, et repose sur deux arcades largement assises, assujetties par des vis à tête.

La machine exposée à Paris faisait 60 tours par minute; le cylindre avait $0^m,432$ de diamètre; la course étant de $1^m,200$, cela correspond pour le piston à une vitesse moyenne de $2^m,40$ par seconde. Sous la pression de 5 atmosphères, le travail produit était de 150 chevaux.

Les tuyaux d'arrivée et d'échappement ont pour diamètre respectivement 127 et $152^m/m$, soit $0,073$ et $0,124$ de la section du cylindre.

Les glissières, venues de fonte avec le bâti, ne sont pas alésées suivant une surface cylindrique concentrique à la tige, mais suivant deux surfaces cylindriques d'un rayon beaucoup plus petit; on voit sur la figure 2 les trous qui ont servi de guide à la barre d'alésage.

La tête ou crosse du piston est du type ordinaire de M. Corliss (1). La longueur de la bielle dépasse 6 fois le rayon de la manivelle: ses deux têtes sont à chape rapportée ordinaire. Le maneton a $80^m/m$ de diamètre sur $110^m/m$ de longueur.

Le palier de manivelle, qui repose par deux pattes sur la fondation, et qui est boulonné au bâti, a $0^m,210$ d'alésage et $0^m,410$ de longueur; les coussinets sont en quatre pièces: l'une des pièces latérales peut se régler par le moyen de vis, et celle de dessus est formée par le chapeau même du palier.

Le volant a $4^m,880$ de diamètre, sa jante a $0^m,650$ de largeur, et sert de poulie motrice; la courroie qui lui était appliquée à l'Exposition, et qui conduisait la transmission, avait $0^m,55$ de largeur.

IX. DISTRIBUTIONS DE MM. J. ET E. WOOD

A BOLTON (ANGLETERRE).

A l'époque de l'exposition de Vienne, le journal *l'Engineering* a publié la description d'un système de distribution à déclenchement, dû à MM. John et Edward Wood, de Bolton, et appliqué au petit cylindre d'une machine horizontale du genre compound, le grand cylindre ayant une distribution par tiroir ordinaire. Les croquis de la feuille 8 représentent ce système, en laissant de côté les pièces dont les détails sont déjà connus du lecteur.

Le mouvement des distributeurs, au lieu de provenir de l'arbre du volant, est pris sur un arbre secondaire, placé auprès du cylindre, dans le même plan horizontal que l'arbre principal, et constamment animé du même mouvement de rotation que celui-ci, auquel il est relié au moyen de

(1) La tige du piston, qui a $67^m/m$ de diamètre, est filetée à son extrémité, et vissée dans la crosse, qui est en fonte: l'assemblage est serré par un contre-écrou tourné, à 8 entailles. Les coulissoyaux sont des patins en fonte, maintenus sur la crosse par des ergots et des vis noyées. La crosse forme en avant deux joues, entre lesquelles oscille le pied de bielle: le tourillon, fixé à la crosse, a $81^m/m$ de diamètre, sa portée a $102^m/m$ de longueur. L'axe du tourillon se trouve à $166 \frac{1}{2}^m$, 5 en porte-à-faux, en avant du centre de la crosse, détail qui n'est pas à recommander (*Trad.*).

deux paires de roues d'angle et d'un arbre intermédiaire. Sur l'arbre en question sont calés trois excentriques, dont deux, A , A , servent à conduire les distributeurs d'admission, et le troisième A_1 , de plus grande dimension, mène les deux tiroirs d'échappement. Comme on le sait, l'emploi d'excentriques séparés, pour l'admission et pour l'échappement, a pour but de reculer la limite à laquelle peut atteindre l'introduction de vapeur.

Le mode de transmission du mouvement, depuis le grand excentrique A_1 , jusqu'aux distributeurs d'échappement, se voit sur la figure 1 ; il ne s'y trouve d'ailleurs rien de particulier.

Passons à l'étude du mécanisme de commande des distributeurs d'admission. Les petits excentriques A , A , sont reliés par de petites bielles à deux leviers en fonte, T , T , auxquels ils communiquent un mouvement d'oscillation. Ces leviers sont articulés, par une chape ménagée à leur extrémité supérieure, avec deux bielles plates, e , e ; et la position des points d'attache sur les leviers est telle, que la course des bielles est égale à 2,5 fois celle des excentriques. Chacune de ces bielles est munie, sur sa face inférieure, d'une touche d'acier n , taillée en forme de crémaillère à dents de scie. A chacun des distributeurs correspond une capsule à matelas d'air, O , dont le piston porte une tige, armée sur son prolongement p d'une touche o , dentée comme la touche de la bielle. Lorsque les dents de ces deux crémaillères engrènent, la tige du piston à air est forcée de participer au mouvement de la bielle e vers le cylindre, et il en résulte, par la disposition connue, l'ouverture du distributeur d'admission. On voit sur la figure l'une des bielles qui rattachent les pistons Q aux leviers ou manettes des tiroirs ; c'est la plus courte, E , celle qui commande le distributeur antérieur ; l'autre n'est représentée que partiellement. L'extrémité p de la tige du piston à air est aplatie, et forme un prisme trapézoïdal qui est guidé dans une glissière de forme correspondante, comme l'indique la figure 3.

Voici maintenant comment se fait la régulation. La tringle M , reliée au manchon du régulateur, est articulée avec une équerre RR , oscillant autour d'un axe horizontal ; le second bras de cette équerre est relié à un modérateur ou pompe à huile. L'axe de l'équerre, au moyen de deux bras et de deux petites bielles (*Voir fig. 1 et 2*), est rattaché à deux pièces en forme de coin, dont on voit l'une en r (fig. 1). Sur les faces supérieures de ces coins roulent tour à tour les galets N , N , tournant dans des chapes aux extrémités des bielles e , e , en sorte que celles-ci se soulèvent en avançant, et qu'à un moment donné, la denture de l'une ou l'autre des touches, n , n , se trouve dégagée. Aussitôt, le ressort S correspondant, qui appuie sur un talon de la tige p , se débande, et ramène cette tige du côté de l'arbre, ce qui produit la fermeture instantanée de l'admission. Le piston Q , pénétrant dans sa capsule, comprime l'air sous lui, et amortit le choc.

L'instant où se produit le déclenchement dépend du degré d'élévation de chaque galet sur son plan incliné, c'est-à-dire de la position où se trouve la pièce r , position déterminée, comme on l'a vu, par le régulateur.

La figure 4 est un tracé élémentaire des mouvements de ce mécanisme ; les tiroirs sont représentés dans les situations d et b_2 qui correspondent au point mort du piston vers la gauche de cette figure ; les lettres a indiquent les positions de l'excentrique (1) qui commande le second tiroir d'admission (qui n'est pas compris dans la figure).

La figure 5 est un croquis de l'épure des différentes positions des pièces r , qui correspondent à différents degrés d'admission, exprimés en fractions de la course du piston.

(1) Les positions a , d et b des excentriques sont simultanées ; mais, au moment où l'excentrique est en b , le tiroir occupe déjà sa position extrême b_2 , par l'effet du déclenchement (*Trad.*).

Le cylindre de la machine représentée sur la feuille 8, a 0^m,686 de diamètre intérieur ; la course est de 1^m,524, et la vitesse est de 42 tours par minute.

MM. J. et E. Wood ont récemment construit un système de distribution très intéressant, qui se trouve représenté sur la planche XVIII, d'après un dessin que ces constructeurs ont bien voulu mettre à notre disposition. Nous examinerons en détail ce mécanisme, qui se distingue par un groupement particulier des organes, et dont l'idée est originale.

Comme dans le type Wheelock, l'entrée et la sortie de la vapeur se font pour chaque extrémité du cylindre par un seul orifice, situé à la partie inférieure. La vapeur est amenée par un conduit situé au milieu, sous le cylindre, et l'échappement se fait par l'intérieur des deux supports.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche XVIII sont des vues d'ensemble de la machine, la figure 4 est un dessin à plus grande échelle des détails de la distribution et du déclenchement.

Les tiroirs d'échappement sont contenus dans les boisseaux extrêmes, *H*, *H*, et leurs manchettes, *L*₁, *L*₂, sont reliées entre elles par une simple barre d'accouplement *E*₁, sur la tête de laquelle (*Voir fig. 1*) est articulée la barre d'un excentrique spécialement affecté à ces distributeurs, qui oscillent ainsi toujours ensemble.

Les tiroirs d'admission, *G*, *G*, sont situés en dedans des précédents, et sur leurs axes sont calés des leviers à deux branches, *L*, *L*, rattachés par leurs bras inférieurs aux appareils de rappel, *O*, *O*; ceux-ci se composent de cylindres oscillants, dont les pistons sont pressés vers le fond par des ressorts à boudin *S*, *S*. Lorsque les ressorts fonctionnent, ils font fermer les tiroirs d'admission, et l'air qui se trouve comprimé dans le fond des cylindres forme matelas pour amortir le choc. Pour chacun des leviers *L*, le bras supérieur est rattaché par une petite bielle *e* à un coulisseau *N*, en forme de coin, qui porte à son extrémité une touche d'acier, à deux dents, *o*, *o*. Le coulisseau est traversé par un verrou *r*, qui fait saillie en dessous, et peut glisser verticalement dans sa mortaise. Enfin, à la barre *E* de l'excentrique, spécialement affecté aux distributeurs d'admission, est fixée une pièce d'acier, portant quatre dents, *n*, *n*, symétriquement disposées par rapport au milieu.

Lorsque la barre *E* se meut dans le sens de la flèche, elle entraîne avec elle le coulisseau *N* situé à droite de la figure; le distributeur correspondant s'ouvre alors en même temps que le ressort *S* est comprimé. D'autre part, une pièce *K*, formant double plan incliné, se trouve supportée par les manchettes *k* de deux petits plateaux manivelles, dont la rotation est commandée par le régulateur, au moyen des tringles *M*, *M*, et des leviers *R*, *R*. Dès que le verrou *r*, entraîné avec le coulisseau, vient au contact du plan incliné *K*, il est repoussé vers le haut, et comme la barre d'excentrique repose sur lui, il la soulève jusqu'à ce que les dents *n*, *n*, se dégagent du contact des dents du coulisseau. Aussitôt le ressort *S* se débande, et en rappelant le levier *L*, ferme l'admission. Avec les proportions représentées, ce mécanisme permet de faire varier l'introduction depuis 0 jusqu'à 0,75 de la course.

Le reste de l'installation de la distribution et du régulateur, se voit facilement sur les figures 1, 2 et 3. *IH* est la manette du robinet d'injection, *DV* est un volant à main, commandant l'arrivée de vapeur; *BV* est un autre volant, servant à manœuvrer la valve d'échappement.

La figure 5 est un tracé géométrique de la distribution, indiquant les positions des leviers, des tiroirs et de leurs lumières. La figure 9 est une épure des diverses positions du déclic, pour différents degrés d'admission.

Dans la figure 1, on a représenté à tort la pièce *K* et les manchettes *k* dans leur position la plus élevée, quoique le régulateur se trouve dans sa position moyenne. Il est facile de voir que dans ce cas l'oscillation de la pièce *K* serait dissymétrique, comme le montre la figure 7. La disposition de la figure 8 est préférable.

On peut faire quelques réserves sur la disposition oscillante adoptée pour les cylindres de rappel, qui pourraient à la longue prendre du jeu et occasionner des chocs par leurs tourillons; toutefois ce n'est qu'une question de soins dans la construction et dans l'entretien.

X. DISTRIBUTION DE MM. MARKY ET SCHULTZ

On remarquait à l'exposition de Vienne, sur une machine exposée par la Société de construction de machines de Carolenthal, un genre particulier de distribution Corliss, dû à MM. Märky et Schultz, de Prague, et pour lequel ils venaient de prendre un brevet. Dans son ensemble, cette distribution se rattache au cinquième type de M. Corliss (dit à *sabre*), mais elle en diffère par le mode de déclenchement, qui est très ingénieux.

La feuille 9 contient une élévation avec coupe partielle de ce mécanisme (fig. 1), et un plan par-dessus (fig. 2).

En avant du cylindre, et sur le côté, se trouve le conducteur A_1 , dont les oscillations sont transmises aux tiroirs d'échappement comme d'ordinaire, au moyen des bielles E_1, E_1 . Les deux autres bielles, E, E , qui sont relativement assez longues, commandent le mouvement des tiroirs d'admission, comme nous allons l'expliquer.

Dans le prolongement des tiges p des pistons à air O , sont placés des cylindres creux O_1 , dont l'un est figuré en coupe; ces cylindres peuvent se mouvoir dans le sens de leur axe, en coulissant dans des supports alésés, fixés au bâti, et chacun d'eux porte un bras, dirigé vers le bas, sur lequel s'articule la bielle E qui lui correspond. A l'extrémité de la tige p , se trouve un fort ressort à boudin, S , qui tend toujours à ramener la tige vers la gauche, avec le piston à air qui lui est rattaché, et la bielle qui manœuvre le tiroir. Le milieu de la tige est rectangulaire, et porte une petite plaque d'acier, o , derrière laquelle vient s'engager, comme le montre la figure 1, un verrou n , qui peut se mouvoir verticalement dans une entaille pratiquée au cylindre O_1 . Le verrou n se prolonge, des deux côtés de la tige p , au-dessus du cylindre O_1 , et ses deux branches sont réunies par un boulon, engagé dans une fenêtre d'une des petites bielles e, e . Ces deux bielles sont suspendues à un coulisseau r , mobile dans une glissière horizontale, et rattaché, au manchon du régulateur, par une bielle et un levier coudé R .

Voyons maintenant comment fonctionne ce mécanisme. Lorsque la bielle se meut en se rapprochant du cylindre (c'est-à-dire vers la droite de la figure), elle entraîne avec elle le cylindre creux O_1 , la tige p et son piston, et par ce mouvement le distributeur d'admission se trouve ouvert. Le verrou est enclanché derrière la touche o , et le boulon qui le termine s'avance dans la fenêtre de la bielle e , dont la position est alors inclinée, mais se redresse graduellement. A un moment donné, lorsque la bielle se trouve assez rapprochée de la verticale, le fond de la fenêtre vient poser sur le boulon du verrou, et celui-ci s'abaisse peu à peu, de manière à se dégager d'avec la touche o ; aussitôt la tige p , devenue libre, obéit au ressort S , qui la ramène brusquement vers la gauche, et ferme le distributeur d'admission. On se rend facilement compte que plus le coulisseau r est repoussé vers la gauche, plus aussi la bielle se trouve redressée dans le commencement de la course, en sorte que le déclenchement s'effectue d'autant plus tôt.

Au retour du cylindre creux O_1 , le ressort S est de nouveau tendu, et au moment où la bielle E passe par la position horizontale, le verrou n rentre en prise pour une nouvelle période.

Sur la figure, le cylindre O_1 et le piston à air ont été représentés dans leurs positions extrêmes de droite, sans qu'il y ait eu déclanchement, le régulateur se trouvant à la limite inférieure de son excursion ; dans ce cas, la marche aurait lieu sensiblement à pleine introduction.

On peut remarquer que le choc, qui se produit nécessairement au moment du déclanchement, n'est pas transmis au régulateur ; il est reçu directement par la glissière du coulisseau r .

Cette machine paraît avoir fonctionné parfaitement, et a été fort appréciée dans les publications scientifiques. Entre autres avantages du système de MM. Märky et Schultz, on fait valoir celui que toutes les pièces sont bien accessibles, et que le déclanchement ne peut ni rater ni se produire trop tôt.

La limite supérieure de l'admission variable dépend du choix de l'angle d'avance ; mais ici encore, avec un seul excentrique, on ne pourrait dépasser les 0,4 de la course.

La machine exposée à Vienne faisait 51 tours par minute ; le piston avait 0^m,421 de diamètre et 0^m, 948 de course ; sa vitesse était par suite de 1^m,61 par seconde. La vapeur avait une pression effective de 5 atmosphères, et la machine marchait sans condensation. Le cylindre était coulé d'une seule pièce avec les boîtes des distributeurs et les supports. La tige du piston traversait les deux fonds, et son extrémité postérieure était supportée sur une glissière par un coulisseau. Le palier de manivelle, fondu avec le bâti à baïonnette, était incliné, et n'avait pas de moyens de réglage. Le volant, dont la jante formait poulie, pesait 4,800 kilogrammes.

XI. DISTRIBUTIONS DE L'ATELIER DE CONSTRUCTION DE MACHINES DE CRIMMITSCHAU

(SAXE)

1^o SYSTÈME DE M. STEINER

Les machines Corliss, construites aux ateliers de Crimmitschau, sur le type breveté de M. Steiner, comptent parmi les plus répandues en Allemagne. Depuis 1872, cette usine en a livré environ 150, de diverses puissances, depuis 15 jusqu'à 300 chevaux ; dans ce nombre, 29 sont à condensation, parmi lesquelles les plus faibles sont de 25 chevaux.

Comme dans le système de MM. Märky et Schultz, les grands leviers à sabre et les cliquets, du cinquième type de M. Corliss, ont été laissés de côté, et la disposition générale est dans le sens horizontal ; les grands ressorts, qui servent à fermer les distributeurs, sont également horizontaux.

La figure 91 représente en détail le système de déclanchement de M. Steiner.

Les tiroirs d'échappement H, H , reçoivent toujours leur mouvement des bielles $E_1 E_4$, qui sont croisées ; le conducteur A est placé en avant du cylindre, et assez haut pour éviter que les deux bielles e_1 , commandant le mouvement des distributeurs d'admission, n'agissent en porte-à-faux comme dans le système de MM. Märky et Schultz.

Chacune de ces bielles met en mouvement un chariot ou coulisseau creux, T , et dans la paroi de ce coulisseau la plus rapprochée du cylindre (celle de droite dans la figure 91), est logé un verrou $n\ n$, mobile dans le sens vertical, et constamment poussé vers le haut par un petit ressort à boudin. L'arête supérieure de ce verrou s'engage derrière une touche d'acier, o , fixée à la tige P du piston à air ; cette dernière est donc forcée de suivre le mouvement du coulisseau T vers la

droite, dans le sens de la flèche, et il en résulte l'ouverture de l'admission sous le tiroir *G*. On voit.

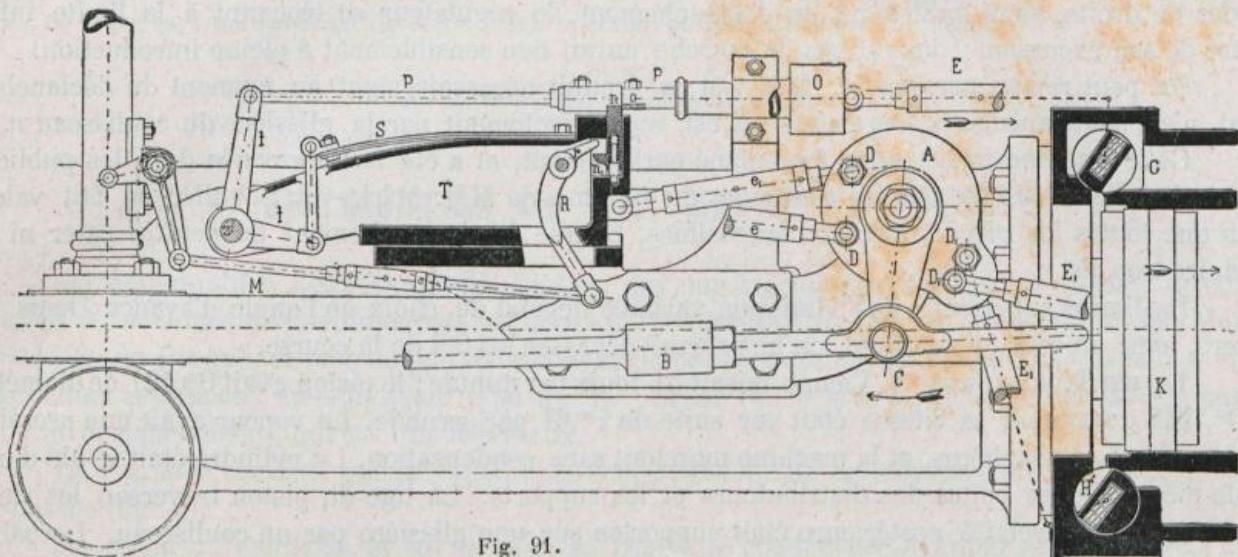


Fig. 91.

en *R* un levier coudé, qui oscille autour d'un tourillon placé dans l'intérieur du

coulisseau, son extrémité inférieure étant articulée avec la tringle

M, dont la position dépend du régulateur, et varie suivant l'écartement des boules. Dans le mouvement vers la droite, que l'on vient de considérer, le levier *R* se redresse de plus en plus, et le petit bras ou ergot *r* vient buter contre le talon *n*₁ du verrou, de manière à l'abaisser. Sur le coulisseau, *T* est fixé sur un ressort *S*, qui a été bandé pendant le mouvement de sens inverse, lorsque la tige *P* se trouvait immobile dans sa position extrême; dès que le verrou est abaissé, ce ressort se détend et agit sur la tige *P*, par l'intermédiaire du levier coudé *tt*, et de la tringle *p*, en sorte que le tiroir ferme instantanément la lumière d'admission.

Comme on l'a vu, le levier coudé *R* a un double mouvement de va-et-vient avec le coulisseau *T*, et d'oscillation suivant la position du régulateur. On a tracé, dans la figure 92, une série des positions de ce levier qui correspondent à l'instant du déclenchement, pour divers degrés d'admission, de 0 à 0,4 de la course.

La planche XIX de l'atlas représente un exemple de cette distribution, appliquée à une machine dont le piston a 0^m,375 de diamètre et 0^m,750 de course. L'arbre fait 53 tours par minute, ce qui correspond à une vitesse moyenne de 1^m,38 par seconde pour le piston. Le diamètre de l'arbre est de 0^m,175; la jante du volant a 3^m,500 de diamètre et une largeur de 0^m,230. A côté se trouve calée une poulie de 2^m,000 de diamètre sur 0^m,300 de largeur. La pression de la vapeur est de 5 atmosphères.

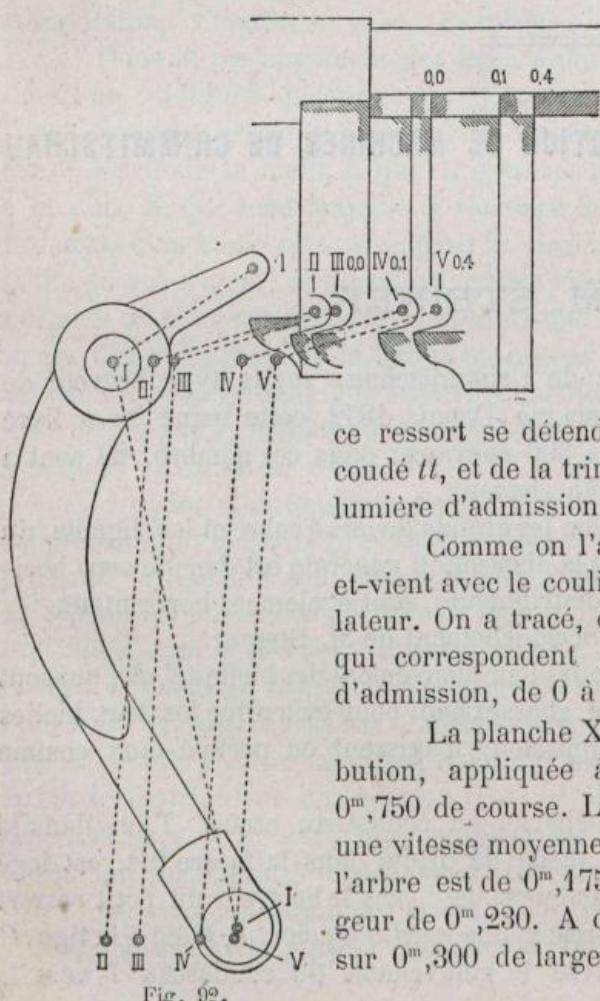


Fig. 92.

La coupe longitudinale (fig. 3) indique l'arrangement des distributeurs ; on y voit aussi la position des raccords avec la tuyauterie, et la forme des supports.

Les diamètres des tuyaux d'arrivée et d'échappement sont 0^m,110 et 0^m,150 ; leurs sections sont respectivement les 0,086 et 0,160 de celle du cylindre. L'embase du bâti dépasse et emboîte le couvercle du cylindre, et ces deux pièces sont serrées ensemble sur le cylindre par les boulons de joint. En vue de l'usure, le cylindre, les distributeurs et les segments du piston sont faits de la fonte truitée la plus compacte.

Le régulateur est du système de Watt ; son manchon a 0^m,037 de course.

La figure 5 est un tracé géométrique de l'ensemble du mécanisme de distribution, l'angle d'avance étant de 10°. Des flèches indiquent, pour le tracé en lignes pleines, le sens du mouvement du conducteur et de toutes les bielles.

Le coulisseau *T*, le verrou et le levier coudé sont représentés à plus grande échelle dans la figure 6. Pour les leviers qui dépendent du régulateur, les positions ponctuées sont celles qui correspondent au plus grand écartement des boules. Pour le ressort, le levier coudé et la tige de rappel, on a figuré en pointillé les positions auxquelles parviennent ces pièces après le déclanchement.

2^e SYSTÈME DE M. LOUIS RENZSCH

L'agencement des nombreux boulons, charnières et leviers, que nécessite la disposition de M. Steiner, ne laisse pas d'être compliqué, et, en outre, l'expérience a montré que les grands ressorts des coulisseaux, bien qu' composés de six feuilles chacun, se brisaient souvent, occasionnant des arrêts dans le travail, lorsqu'on n'avait pas de pièces de rechange sous la main.

Aussi, depuis la fin de 1877, a-t-on abandonné, à Crimmitschau, le système de M. Steiner, pour adopter celui de M. Louis Renzsch, directeur de l'usine. Ce nouveau type, breveté en 1878, n'est en réalité qu'une modification du précédent.

La feuille 10 représente la distribution de M. Renzsch, avec une vue d'ensemble de la machine (fig. 1). Les figures 2, 3 et 4 sont des coupes des pièces du déclanchement, vues dans leurs positions principales.

Le bâti, le conducteur et ses quatre bielles sont restés les mêmes ; les bielles de l'admission agissent encore sur des coulisseaux, *T*, *T₁*, mobiles sur des glissières faisant partie du bâti, mais ces coulisseaux sont d'une forme nouvelle : la partie supérieure de chacun d'eux est un cylindre, dont le couvercle antérieur sert de guide à l'extrémité de la tige du piston à air, *P*. Dans ce cylindre est logé un ressort à boudin, *S*, qui appuie constamment sur la tige *P*, et tend à l'éloigner du cylindre à vapeur. Le piston à air est d'ailleurs relié à la manette du distributeur d'admission, de la façon que l'on sait.

De même que dans le système de MM. Märky et Schultz, la tige du piston à air est munie d'une touche d'acier, *o*, derrière laquelle s'engage un verrou *n* (Voir fig. 2), mobile dans le sens vertical, et soulevé par une petite lame de ressort *s*. Le conducteur *A*, tournant dans le sens de la flèche, la tige *P* est donc entraînée avec le coulisseau, et il en résulte l'ouverture de la lumière d'admission.

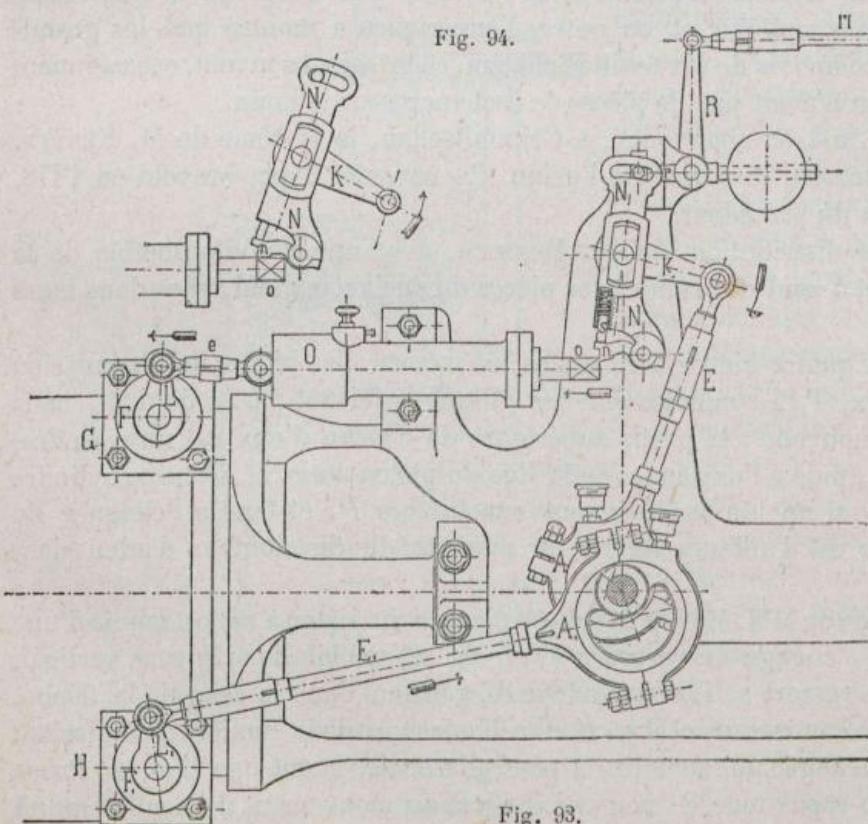
Dans le verrou se trouve ménagée une fenêtre où peut glisser librement une tige, en forme de coin, *r*, qui est conduite par le régulateur, et ne participe pas au mouvement du coulisseau. A un certain moment, le verrou, qui se meut avec le coulisseau, rencontre la face inférieure du coin *r*, et en continuant son mouvement, il s'abaisse ; alors la tige *P* se trouve dégagée, et obéit au ressort *S* qui la rappelle brusquement ; le choc est amorti par le matelas d'air.

Dans la figure 3, le second coulisseau, T_1 , se trouve dessiné dans sa position la plus rapprochée du cylindre ; le déclanchement s'est produit, la touche o a dépassé le verrou, le ressort S est détendu. La figure 4 représente le conducteur dans sa position moyenne ; la touche est encore au-dessus du verrou, et le ressort est déjà en partie bandé ; il ne l'est d'une façon complète qu'après que le verrou s'est de nouveau enclanché derrière la touche, au moment où le conducteur est sur le point de changer de sens.

En comparant les deux systèmes de Crimmitschau, il paraît évident que le second est plus simple et préférable. Le mouvement périodique horizontal du verrou, avec le coulisseau, ne permet guère de craindre que l'enclanchement ou le déclanchement viennent à manquer, et la substitution de ressorts à boudin, logés dans un fourreau, à la place des ressorts à lames placés extérieurement, est évidemment avantageuse (1). Il a été construit, dans ce système, de grandes machines, dont la consommation descend, dit-on, à 9 kilogrammes de vapeur par force de cheval et par heure.

XII. DISTRIBUTION DE M. KARL KLIBSCH

Le système de M. Kliebisch est tout à fait différent de tous les précédents : il a été adopté pour les machines Corliss que construit la Société de fonderie et de construction de machines de Sangerhausen, en Prusse (ancienne maison Hornung et Rabe).



Ce système permet de distribuer la vapeur dans de bonnes conditions, suivant le degré d'avance que l'on donne aux distributeurs d'entrée, jusqu'à la proportion élevée de 0,75 de la course du piston.

La figure 93 représente le mécanisme de la distribution. Le mouvement est transmis, au moyen d'engrenages coniques et d'un arbre intermédiaire, à un arbre horizontal, placé en avant du cylindre, perpendiculairement à l'axe général de la machine et à la même hauteur. Sur cet arbre secondaire est calé un excentrique A_1 , qui, par l'intermédiaire de la bielle E_1 , communique directement un mouvement d'oscillation à la manette L_1 du tiroir d'échappement

(1) On pourrait peut-être craindre qu'un simple défaut de graissage n'occasionnât un frottement excessif entre le coin r et le verrou ou le coulisseau ; le coin serait alors plus ou moins entraîné avec le coulisseau, ce qui contrarierait l'effet du régulateur. Il en résulterait une augmentation anormale de l'introduction ; et cela pourrait même gêner le fonctionnement du déclic (*Trad.*).

H (Voir aussi pl. XX, fig. 4). Ce mode de commande de l'échappement a du reste déjà été décrit au sujet des machines de MM. Wood.

Derrière cet excentrique, et calés sur le même arbre, s'en trouvent deux autres, de moindre course; chacun d'eux donne le mouvement, par l'intermédiaire d'un déclic, à l'un des tiroirs d'entrée. La figure 93 ne représente que les pièces dépendant de l'excentrique *A*, affecté au tiroir antérieur *G*.

Tout le mécanisme de distribution est fixé à un support de forme convenable, boulonné au bâti de la machine, et qui porte l'arbre des excentriques, les capsules à air *O*, et les axes des leviers *R* et *K*. Ce dernier reçoit de l'excentrique, par la bielle *E*, un mouvement continu d'oscillation; son moyeu est aplati à l'une de ses extrémités, de manière à former une sorte de coulisseau, placé dans la fenêtre d'une pièce *N*, avec le jeu nécessaire pour permettre un petit mouvement de cette dernière pièce dans le sens de sa longueur. A la partie inférieure de la pièce *N*, s'articule un cliquet *n*, qui est constamment repoussé vers le bas par un petit piston, *s*, sur lequel appuie un ressort à boudin, logé dans l'épaisseur de la pièce. Lorsque le levier *K* et la pièce *N* oscillent dans le sens indiqué sur la figure 94, l'extrémité du cliquet finit par dépasser la tête rectangulaire *o* de la tige du piston à air, et aussitôt le cliquet s'abaisse par l'effet du ressort; ce mouvement est limité par un talon, formé par la queue du cliquet, et qui vient alors buter contre la pièce *N*.

Dans la position que représente la figure 93, l'excentrique a déjà effectué une partie de sa course dans le sens de la flèche, et la tige du piston à air, repoussée par le cliquet, a aussi éprouvé un certain déplacement. Dans ce mouvement, la tige comprime un fort ressort à boudin, sur lequel elle appuie par une embase, et qui est renfermé dans une douille cylindrique formant le prolongement de la capsule à air, *O*. On se rend compte aisément qu'à un certain moment, le cliquet *n* se dégage du contact de la pièce *o*, et qu'alors le ressort de rappel agit brusquement, ramène en avant la tige du piston à air, et ferme l'admission de vapeur. La figure 94 représente la situation des diverses pièces dans la période de retour, après le déclanchement; le levier *K* oscille alors suivant la flèche, de manière à ramener le cliquet, et à le faire rentrer en prise.

Voyons maintenant comment le régulateur est mis en relation avec le cliquet, pour que celui-ci soit dégagé à l'instant convenable.

La partie supérieure de la pièce oscillante *N* est percée d'une fenêtre en arc de cercle, dans laquelle se meut un petit tourillon d'acier qui forme coulisseau, et qui se trouve fixé à l'extrémité d'une petite manivelle *r*; au moyen d'une tringle *M* et d'un levier *R*, le régulateur peut faire osciller l'axe sur lequel est calée cette manivelle, et sur un bras opposé à celle-ci, est placé un contre-poids, équilibrant les parties mobiles.

Suivant la position du manchon du régulateur, la pièce *N* est plus ou moins relevée, en sorte que le rayon de l'arc décrit par son extrémité

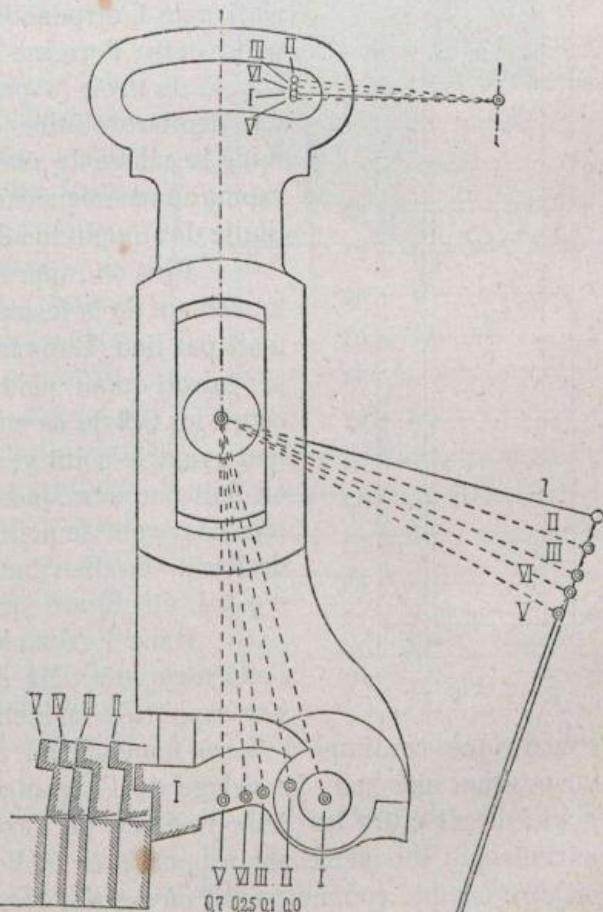


Fig. 93.

inférieure, pendant qu'elle oscille avec le levier K , est variable ; il est clair que le cliquet n , qui oscille avec la pièce N , abandonne d'autant plus tôt la tête de la tige du piston à air, que le rayon de l'arc qu'il décrit est plus petit. Cela se voit en détail sur la figure 95, qui représente la dernière position de contact du cliquet pour différents degrés d'admission. Cette figure montre aussi que l'étendue de l'arc décrit par le cliquet, sous l'influence du mouvement de l'excentrique, va en décroissant graduellement, en sorte que les positions correspondant aux admissions 0 et 0,1 de la course, par exemple, sont beaucoup plus écartées que celles qui correspondent aux admissions durant 0,6 et 0,7 de la course ; il s'en suit que la régulation est plus rigoureuse pour les petites introductions que pour les grandes. (Par une erreur d'exécution, le chiffre VI a été substitué au chiffre IV, en trois endroits, sur la figure 95.)

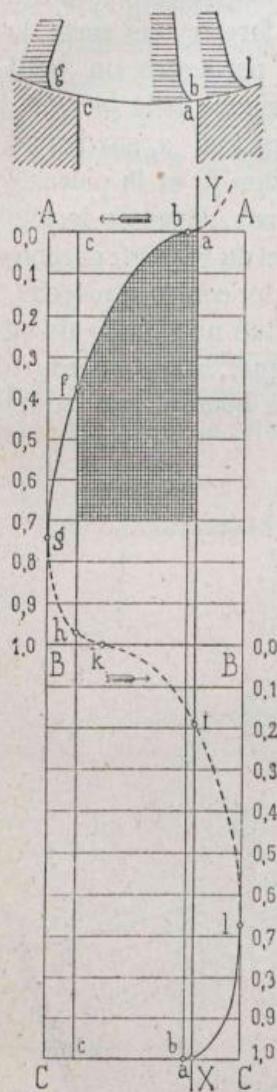


Fig. 95.

La figure 96 est une épure du mouvement du tiroir d'admission, rapporté comme précédemment à la course du piston moteur. Comme il y a un excentrique séparé pour chacun des distributeurs d'admission, la période d'oscillation du levier K et des pièces du déclic peut être réglée à volonté, en l'avancant d'une fraction de tour quelconque par rapport aux points morts de la manivelle, et, suivant la valeur ainsi attribuée à l'angle d'avance, on peut amener le point g , limite de l'action du déclanchement, à une position quelconque sur la ligne AB . La limite de la variation de l'introduction peut donc être fixée à volonté, à peu près en tout point entre l'origine et la fin de la course, parce que chaque oscillation simple du tiroir (à part l'action du déclanchement) dure environ pendant une demi-révolution de la manivelle. Dans le cas présent, on a déterminé le calage de manière que le mouvement du tiroir soit dans sa période rapide au commencement de la course ; de là résulte la position du point g , limite de l'amplitude de l'introduction.

Plus on rapproche ce point de l'extrémité B , plus on retarde aussi le moment de la fermeture de la lumière, en supposant que le déclanchement n'ait pas lieu. Dans la machine prise pour exemple, cette fermeture ne se produirait qu'au point i (figure 96), au moment où le piston a déjà parcouru les 0,2 de sa course de retour. Si donc le déclanchement n'avait pas lieu avant le point g , la vapeur affluerait dans le cylindre jusqu'au point i ; on doit par conséquent prendre garde que le déclanchement se produise en tous cas avant le point g , qui est la limite extrême. Aussi le parcours de l'arête du distributeur, depuis le point g , par h, k, i , jusqu'au point l , n'a-t-il été figuré qu'en pointillé : il n'est que fictif.

Dans l'exemple actuel, lorsque le piston arrive au point mort, l'excentrique a déjà décrit un arc de 65° à partir de sa position extrême par rapport à la bielle E ; il reste donc un arc de 115° pendant lequel

l'excentrique continue à faire mouvoir les organes de distribution dans le même sens jusqu'à leur position extrême. Le calage de l'excentrique dans un mécanisme de ce genre se mesure par l'angle décrit entre les deux positions de l'excentrique qui correspondent, l'une au point mort de l'excentrique lui-même par rapport à sa bielle, l'autre au point mort de la manivelle. Cet angle doit être compté comme positif ou négatif (en avance ou en retard), suivant que le sens de la transmission du mouvement est direct ou inverse, d'après la disposition des leviers intermédiaires.

La figure 97 est une épure du mouvement de l'arête d'un tiroir d'échappement; on voit que son oscillation est très régulière; on n'y observe pas le ralentissement, presque l'arrêt, qui a lieu pour les distributeurs des types de M. Corliss.

Les dimensions qui ont servi de base au tracé des figures 96 et 97 ont été prises sur la machine que représente la planche XX. Les lumières ont une largeur de $0^m,320$; leur longueur est de $18^m/m$ pour l'admission, et $23^m/m$ pour l'échappement. L'avance linéaire des tiroirs d'admission est de $1^m,5$; celle des tiroirs d'échappement est de $5^m/m$. Les excentriques d'admission, qui ont $44^m/m$ de course, sont calés, comme on l'a vu, à 65° en avant de la manivelle. Quant à l'excentrique d'échappement, qui a $0^m,081$ de course, il est calé avec 11° d'avance.

La machine représentée est construite pour la force de 30 chevaux. Le cylindre est alésé à $0^m,380$, le piston a $0^m,750$ de course, et la machine fait 60 tours par minute; la vitesse moyenne du piston est donc de $1^m,50$ par seconde. La puissance ci-dessus correspond à une pression effective de 5 atmosphères dans le cylindre, la détente se faisant aux $0,20 - 0,25$ quand on marche sans condensation, et aux $0,10 - 0,13$ lorsqu'on condense. On peut donc facilement, en forçant l'introduction, dépasser de moitié la puissance nominale de la machine.

Le cylindre n'a pas d'enveloppe de vapeur. Les parties aplatis des axes des distributeurs sont évidées de manière à ne travailler que par leurs angles. Le tuyau d'arrivée de vapeur, qui débouche dans le canal du haut, a $0^m,100$ de diamètre (section $0,069$ de celle du cylindre); le canal inférieur s'ouvre dans un tuyau en cuivre, qui conduit l'échappement, soit au condenseur, soit, comme dans la machine prise pour exemple, dans l'atmosphère; son diamètre est de $0^m,140$ (section $0,142$ de celle du cylindre).

Le piston est en deux pièces, dont l'une s'appuie sur une embase conique faite sur la tige, et l'autre est serrée sur la première par un écrou borgne. La garniture se compose de deux segments en fonte, tendus par un seul ressort. La tige du piston, en acier fondu, a $59^m/m$ de diamètre; elle est clavetée dans la crosse. L'articulation du pied de la bielle avec la crosse est située à $145^m/m$ en avant du milieu de celle-ci, en sorte que la pression sur les glissières se trouve inégalement répartie; aussi les coulisseaux sont-ils munis chacun d'un double jeu de clavettes de réglage.

La bielle, dont la longueur est égale à 5,26 fois le rayon de la manivelle, a $0^m,095$ de diamètre en son milieu. Elle est à chape ouverte du côté de la crosse, où le tourillon a $0^m,100$ de longueur sur $0^m,075$ de diamètre; du côté du maneton, qui a $0^m,100$ de longueur sur $0^m,080$ de diamètre, la bielle est à tête fermée. Le maneton, en acier fondu, est rivé dans

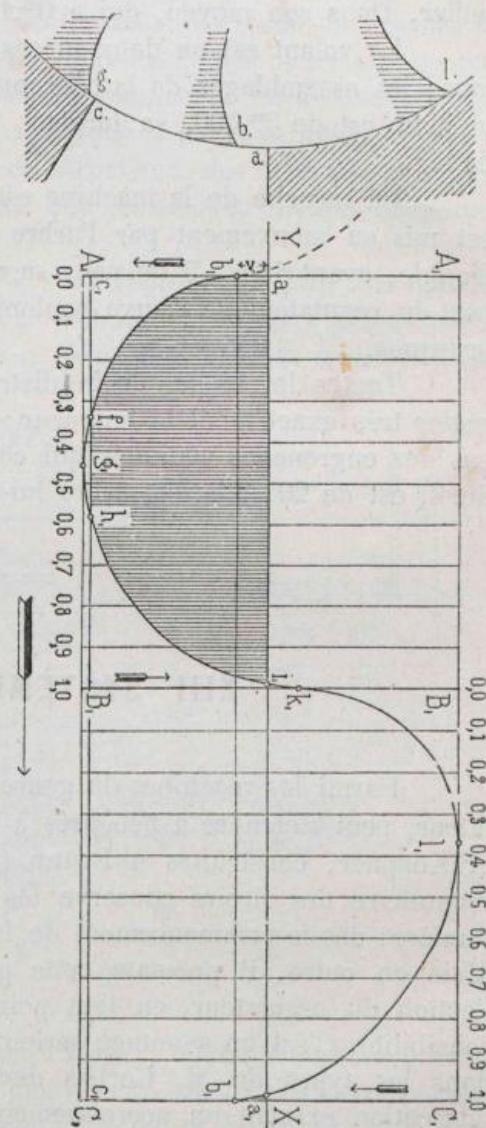


Fig. 97.

la manivelle. La poutre du bâti est fondu à part, et boulonnée avec le palier comme avec le couvercle du cylindre.

La portée de l'arbre, dans le palier, a $0^m,310$ de longueur sur $0^m,175$ de diamètre; elle tourne dans des coussinets en quatre pièces, qui sont en fonte, et garnis d'une épaisseur de $15^m/m$ de métal blanc; des vis à tête permettent de régler la position de l'une des pièces latérales.

L'arbre conserve le même diamètre de $0^m,175$ jusqu'au second palier, qui a $0^m,155$ de diamètre sur $0^m,240$ de longueur. La manivelle est en fonte, et calée au contact immédiat du palier. Dans son moyeu, qui a $0^m,125$ de longueur, le diamètre de l'arbre est réduit à $0^m,172$.

Le volant est en deux pièces : les deux moitiés du moyeu sont réunies par quatre boulons; les assemblages de la couronne sont faits par éclisse et clavettes. Le diamètre extérieur de la jante est de $3^m,400$, sa largeur, de $0^m,200$. Les bras, de section elliptique, sont au nombre de six.

La marche de la machine est réglée par le nouveau régulateur *Cosinus*, de M. Buss; il est mis en mouvement par l'arbre intermédiaire de la distribution, au moyen d'un engrenage d'angle, ayant $16^m/m,5$ de pas; sa vitesse normale est de 298 tours par minute. Contre le support du régulateur se trouve boulonnée la pompe à huile destinée à modérer les oscillations trop brusques.

Toutes les bielles de la distribution sont munies de manchons filetés, qui servent à en régler très exactement la longueur; les articulations sont en acier, pour être plus durables. Le pas des engrenages coniques qui conduisent la distribution, aux deux bouts de l'arbre longitudinal, est de $20^m/m,5$; cet arbre lui-même a $39^m/m$ de diamètre.

XIII SYSTÈME DE MM. WANNIECK & KÖPPNER

Parmi les machines du genre Corliss, dans lesquelles l'introduction, variable par le régulateur, peut s'étendre à peu près à toute la course, on doit remarquer celles de MM. Wannieck et Köppner, construites à Brünn (Autriche), par M. Friedrich Wannieck. Le mécanisme de manœuvre des tiroirs conserve les avantages des distributions Corliss : ouverture rapide des lumières dès le commencement de la course, et larges sections de passage pendant l'admission. Mais en outre, il présente cette particularité, que le déclanchement peut fonctionner, sous l'action du régulateur, en tout point de la course du piston, avec la même énergie et la même sensibilité. C'est un avantage sérieux, car la limite assez restreinte de la variation de la détente dans les types de M. Corliss devient gênante lorsque les circonstances particulières de la fabrication exigent un accroissement considérable du travail moteur, comme c'est le cas assez fréquemment dans les tissages, par exemple.

La feuille 11 des croquis représente la distribution de MM. Wannieck et Köppner. La figure 1 est un tracé élémentaire, et la figure 2 une élévation latérale du mécanisme. On retrouve ici le conducteur oscillant sur un côté du cylindre; l'excentrique *E* (fig. 1) qui le met en mouvement, est calé avec une avance de 22° , et par conséquent les mouvements qui en résultent pour les distributeurs sont les mêmes que dans les machines ordinaires. Si cet excentrique était seul, la variation automatique de l'introduction ne pourrait pas dépasser les 0,35 de la course,

environ, comme on peut en juger d'après la figure 4, où les hachures indiquent la période pendant laquelle peut fonctionner le déclic. Mais si l'on admet que le déclanchement soit produit par un excentrique spécial E_1 (fig. 3), calé directement à l'opposé de la manivelle K , il est clair que la fermeture de l'admission devient possible à tout instant de la course. C'est là le principe du système.

Le premier excentrique commande les quatre tiroirs, et on remarquera qu'à l'inverse de ce qui a lieu dans toutes les machines jusqu'ici étudiées, la lumière proprement dite de l'échappement, celle sur laquelle fonctionne le bord travaillant du distributeur, est celle de dessus, la plus proche de l'intérieur du cylindre. C'est pour cela que les manettes de ces distributeurs sont retournées vers le bas. Si d'un côté cette disposition permet de réduire au minimum l'espace nuisible, de l'autre elle offre moins de garanties d'étanchéité, puisque la pression tend toujours à séparer ces tiroirs de leurs glaces. Malgré cela, au dire des constructeurs, des tiroirs de ce genre ferment aussi bien, après plusieurs années de fonctionnement, que ceux des meilleures machines Corliss ordinaires.

Les détails des bielles des tiroirs d'admission G et G_1 sont représentés dans les figures 5 et 6. Comme celles de MM. Spencer et Inglis, ces bielles se composent de deux pièces principales : l'une, située du côté du tiroir, porte une encoche o (Voir fig. 5 de la feuille 11, et fig. 98 du texte), et

se termine par un guide cylindrique e ; l'autre, articulée sur le maneton, est alésée suivant un cylindre creux f , dans lequel coulissoit constamment la tige e . Sur cette pièce est placée une sorte de chape N , oscillant autour d'un axe z , et portant à son extrémité un ergot n , qui peut s'engager dans l'encoche o ; et dans

l'intérieur de la chape, contre la bielle, se trouve placé un ressort plat, s , tendant toujours à faire mordre l'ergot dans l'encoche. A un moment donné, dans le mouvement relatif des deux parties de la bielle, cet enclanchement se produit, et la bielle se comporte alors comme si elle était d'une seule pièce.

Le second excentrique E_1 n'est pas calé sur l'arbre; il est simplement fixé, au moyen d'une vis de serrage, contre la poulie qui commande le régulateur; cette vis est placée dans une fenêtre en arc de cercle, en sorte qu'on peut faire varier la position de l'excentrique à volonté dans une amplitude de 90° ; comme l'effort exercé est insignifiant, ce mode de fixation n'a aucun inconvénient.

Dans son mouvement de va-et-vient, la tige B_1b (Voir fig. 98) entraîne avec elle deux

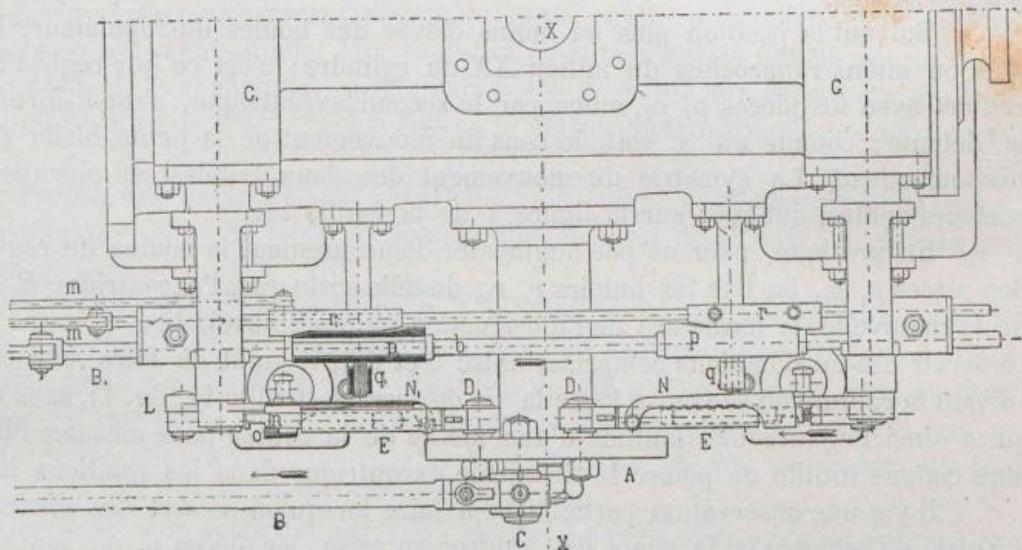


Fig. 98.

pièces p et p_1 , prises sur la partie b de cette tige, entre des embases qui ne permettent aucun déplacement longitudinal. Ces pièces sont cependant libres de glisser latéralement d'une certaine quantité, et portent des faces obliques, qui viennent buter et glisser contre des surfaces de profil identique, taillées dans des butoirs, r , r_1 ; la position de ces butoirs dépend du régulateur, auquel ils sont rattachés par des tringles m , m_1 , de la manière qui sera décrite plus loin.

Les pièces p , p_1 , sont constamment en contact avec des coulisseaux q , q_1 , mobiles dans le sens transversal. Lors du mouvement de la machine, l'une ou l'autre des pièces p , p_1 , vient rencontrer son butoir, et se déplace alors latéralement, repoussant le coulisseau, par exemple celui de gauche, q_1 , vers la chape N ; par suite celle-ci se dégage de l'encoche o , et les deux moitiés de la bielle se trouvant indépendantes, l'admission se ferme instantanément. Il est facile de se rendre compte, d'après ce qui a été dit, que le déclenchement peut avoir lieu aussi bien pendant le mouvement de la bielle E vers le conducteur, que pendant son retour, du moment que le deuxième excentrique E_1 (Voir feuille 11, fig. 1) se trouve calé à l'opposé de la manivelle.

On voit sur la même figure 1 les ressorts à lames superposées, S , S , qui opèrent la fermeture des distributeurs; ils sont situés sous la plaque de fondation de la machine. Dans la figure 98 du texte, et dans la figure 1 de la feuille 11, le mécanisme est supposé dans la même position, le piston étant au point mort de droite; le sens des mouvements des diverses pièces est indiqué par des flèches.

Suivant la position plus ou moins élevée des boules du régulateur, les butoirs r , r_1 , sont plus ou moins rapprochés du milieu XX du cylindre; c'est ce qui règle l'instant où a lieu leur contact avec les pièces p , p_1 , mues par le second excentrique, c'est-à-dire l'instant où commence la détente; comme on le voit, le sens du mouvement de la petite bielle E n'influe pas sur le déclenchement. La symétrie du mouvement des deux butoirs est obtenue au moyen de deux secteurs dentés, indiqués sur la figure 1 de la feuille 11.

En pratique, pour ne pas augmenter démesurément la course du régulateur et la longueur des pièces p , p_1 , on fixe les butoirs r , r_1 , de telle sorte que, l'excentrique E_1 se trouvant à l'opposé de la manivelle, la fermeture de l'introduction ne puisse avoir lieu qu'entre 0,5 et 1. Si l'on veut se servir des introductions comprises entre 0 et 0,5, il suffit de faire tourner l'excentrique de 90° suivant la rainure où se trouve logée la vis de serrage (feuille 11, fig. 1), sans toucher au régulateur, qui a ainsi toujours une latitude d'une moitié de la course pour mesurer l'introduction; on considère comme inutile de placer le deuxième excentrique dans les positions intermédiaires.

Il y a une observation particulière à faire lorsqu'on se sert des admissions comprises entre 0,5 et 1; au moment où la chape doit rentrer en prise, les pièces p , p_1 , sont encore en contact avec les butoirs r , r_1 , en sorte que l'enclanchement ne pourrait pas se produire si le mouvement des chapes devant les coulisseaux q , q_1 , avait lieu suivant une ligne horizontale. Mais comme les bielles, avec leurs chapes, se trouvent à ce moment plus basses que les coulisseaux, en avant desquels elles oscillent, l'ergot peut rentrer en prise. Lorsqu'ensuite les chapes enclanchées reviennent vers les coulisseaux, les pièces p , p_1 , se sont éloignées de leurs butoirs, et les coulisseaux cèdent et reculent; tout est alors prêt pour fonctionner de nouveau.

La planche XXI représente une des machines de M. Fr. Wannieck. La figure 1 est une élévation générale de la machine, avec la pompe à air et le condenseur, situés sous le sol; la figure 2 est un plan général, la figure 3 un profil; la figure 4 représente en plan l'installation du condenseur et des pompes. La force nominale de ce moteur est de 35 chevaux, et par ses proportions, il se rapproche assez des types Corliss. Le piston a 0^m,435 de diamètre, avec 0^m,950 de course; sa vitesse moyenne, à 54 tours par minute, est de 1^m,71 par seconde. La section du

tuyau d'arrivée de vapeur, qui a $0^m,115$ de diamètre, équivaut aux $0,069$ de celle du cylindre ; pour le tuyau d'échappement, dont le diamètre est de $0^m,150$, ce rapport est égal à $0,419$.

La tige du piston, de $67^m/m$ de diamètre, se prolonge à travers le fond d'arrière, où elle est guidée dans un presse-étoupe.

La poutre du bâti, qui est creuse, paraît un peu maigre ; elle est coulée d'une seule pièce avec le palier, et se rattache par six boulons à la bride de la tête du cylindre. Les glissières sont rabotées en forme de V. Le régulateur est du système Porter : il est placé sur un support dépendant du bâti, et commandé par une courroie ; sa vitesse normale est de 170 tours par minute. Du collier du régulateur descendent deux tringles, dont l'une est fixée à la tige du piston d'un modérateur à huile, tandis que l'autre, au moyen d'une manivelle, fait osciller un petit arbre horizontal ; à l'extrémité de cet arbre se trouve une deuxième manivelle et une tringle, faisant mouvoir l'un des butoirs (r, r_1 , fig. 98). Un autre petit arbre, semblable au précédent et installé sur la même chaise, commande de même, mais en sens inverse, le deuxième butoir ; il est rendu solidaire du premier au moyen de deux secteurs dentés (*Voir feuille 11, fig. 1*).

La bielle a $0^m,100$ de diamètre au milieu, sa longueur est de 4,5 fois la manivelle ; le pied de bielle est à chape fermée, son tourillon a $70^m/m$ de diamètre et $100^m/m$ de longueur ; il est placé en avant de l'axe des coulisseaux. La tête de bielle est à chape rapportée, on en règle le serrage par une clavette et une contre-clavette, à la manière ordinaire. Il faut observer qu'aux deux extrémités de la bielle les coins de réglage se trouvent du côté intérieur, ce qui a le défaut d'allonger la bielle à mesure que l'on resserre les coussinets. Afin de diminuer le moment de flexion sur le maneton, on a rapproché la bielle de la manivelle, en donnant moins de saillie aux coussinets, du côté de la manivelle, que du côté extérieur. Par la même raison, le moyeu de la manivelle est tenu assez court.

Le diamètre de l'arbre est uniformément de $0^m,171$. Le volant pèse environ 4,000 kilogrammes ; il porte une denture venue de fonte, et dont le diamètre est de $4^m,140$: le pas de cet engrenage est de $0^m,080$, et sa largeur, de $0^m,210$.

Le condenseur (*Voir fig. 1 et 3 de la planche XXI*) est directement suspendu sous le cylindre ; il se compose d'un long tuyau, de $0^m,270$ de diamètre, où la vapeur pénètre par le haut tandis que l'eau d'injection jaillit d'un tuyau central (*Voir fig. 4*), qui s'élève presque jusqu'au haut du condenseur ; l'ajutage est une pièce percée de petits trous, de manière à utiliser toute la section du condenseur. Une tige de fer, dont la tête sort à la partie inférieure, permet de régler l'écoulement ; il y a en outre, en tête, un robinet sur le conduit d'injection.

La pompe à air repose sur une fondation séparée ; elle est à double effet, et le mouvement lui est transmis depuis le maneton par une bielle pendante, et un levier d'équerre, en fonte, dont les bras sont dans le rapport de 1 à 3. La course de la pompe est par conséquent de $0^m,317$; son piston ayant $0^m,310$ de diamètre, le volume de chaque cylindrée est au volume du cylindre à vapeur, comme 1 est à 6.

Le piston de la pompe alimentaire est fixé latéralement, en porte-à-faux, sur la crosse de la pompe à air ; l'eau d'alimentation est prise, par un tuyau, dans la bache d'évacuation du condenseur, et, par le moyen d'un robinet, on peut mettre en communication l'intérieur de la pompe avec son tuyau d'aspiration ; dans ce cas, la même eau est constamment aspirée et refoulée, et l'alimentation ne fonctionne plus, jusqu'à ce que l'on referme le robinet.

XIV. SYSTÈME DE MM. BÈDE ET FARCOL

La société Bède et Cie, de Verviers (Belgique), successeurs de MM. Houget et Teston, avait exposé à Vienne une machine à condensation, du système déjà bien connu à cette époque, que l'on désigne sous le nom de Bède et Farcot (1). Le mécanisme de distribution permet, comme le précédent, d'obtenir des introductions très prolongées.

Un axe vertical (*Voir fig. 99*), portant le régulateur, est situé à côté du cylindre; il est

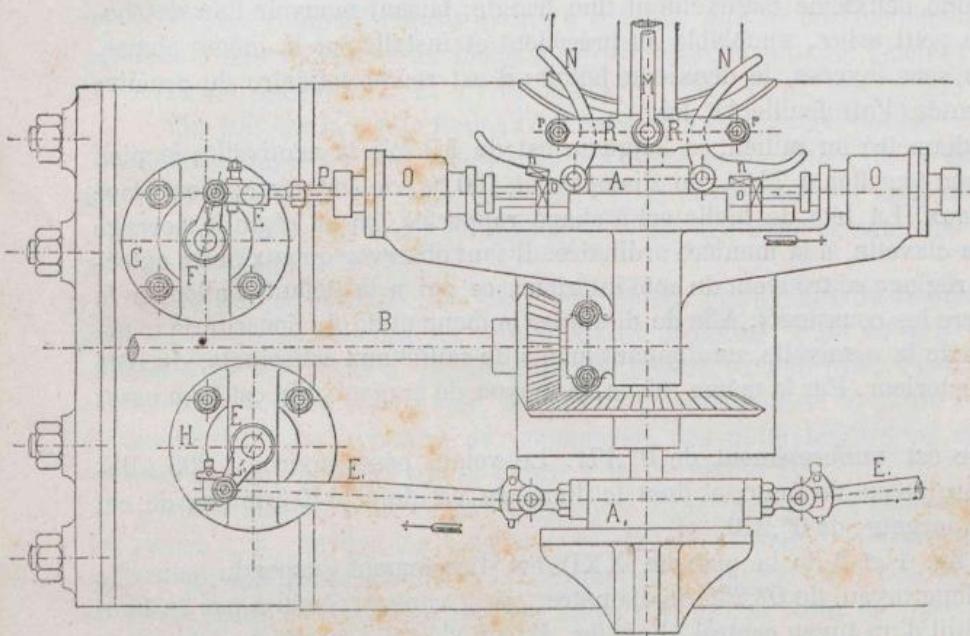


Fig. 99.

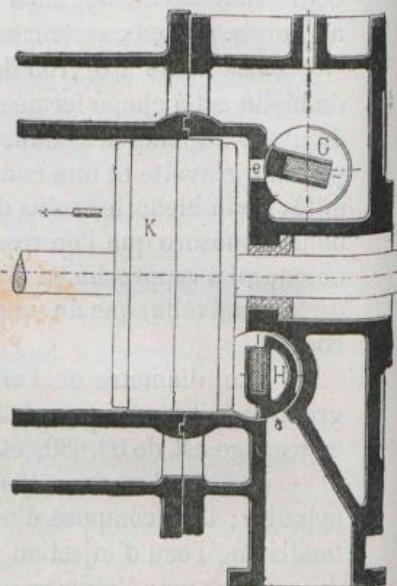


Fig. 100.

mis en mouvement au moyen d'un arbre horizontal *B*, parallèle à l'axe du cylindre, et d'engrenages d'angle, dont la première roue est calée sur l'arbre à manivelle. Les rapports des engrenages sont pris de telle sorte que la vitesse de rotation de l'axe vertical soit la même que celle de l'arbre principal.

Les distributeurs d'échappement, *H*, sont commandés par une came *T* (fig. 6 et 7, planche XXII), calée sur l'axe du régulateur, et tournant dans un cadre *A₁* (fig. 99). Des deux côtés de ce cadre sont fixées des chapes, reliées aux deux manettes *L*, des tiroirs d'échappement *H*, par des bielles *E₁*, *E₂*. Il est clair que le mouvement de ces distributeurs ne dépend que de la forme de la came; celle-ci est déterminée de manière qu'ils ouvrent rapidement, qu'ils s'arrêtent une fois parvenus à leur maximum d'ouverture, puisqu'ils se ferment aussi rapidement, et restent alors immobiles pendant presque toute la durée du coup suivant.

(1) Nous devons rappeler que ce système est dû, en réalité, sauf la disposition de l'arbre vertical qui porte les cames, à la collaboration de MM. Houget et Teston et de MM. Farcot et ses fils (*Trad.*).

Passons au mécanisme de déclenchement. Une came de forme convenable (1) se trouve calée sur l'arbre vertical, et tourne à l'intérieur du cadre *A* (fig. 99); cette came est construite de manière que le changement de sens du mouvement du cadre *A* n'a lieu que lorsque le piston est arrivé aux 0,8 de sa course; c'est donc jusqu'à cet instant que pourra s'étendre l'action du régulateur sur la détente.

Aux deux extrémités du cadre *A* sont fixés des tourillons, sur lesquels peuvent librement osciller des fourchettes *N*, *N*. Dans la branche inférieure de chacune de ces fourchettes est encastré un ergot d'acier *n*, faisant un peu saillie, et pouvant, à un moment donné, se placer directement devant le dé *o*, qui forme la tête de la tige *P* du piston de rappel. L'autre extrémité de cette tige forme une chape, dans laquelle s'articule une petite bielle, reliée à la manette *L* du distributeur d'admission. L'amplitude de l'oscillation de ce levier étant très faible, la bielle peut être très courte sans inconvenient.

Entre les deux branches de chacune des fourchettes *N*, se trouve placé un galet *r*; les deux galets sont portés par une même traverse *RR*, suspendue au régulateur, et participant constamment au mouvement de sa douille dans le sens vertical.

Le support du cadre *A* est coulé d'une seule pièce avec les deux capsules à air *O*; cette pièce sert aussi de douille à l'axe vertical; elle est boulonnée au cylindre.

Considérons la partie de droite du cylindre, qui est représentée en coupe, avec ses distributeurs, dans la figure 100, le piston *K* se trouvant au point mort de ce même côté. A cet instant, la fourchette *N*, du même côté, est engagée, par la touche *n*, devant la tête *o* de la tige du rabat; et cette tige, avec le cadre *A*, s'est avancée vers la droite, de manière que le tiroir d'admission *G* découvre la lumière *e*, d'une petite quantité qui est l'avance. Entrainée dans le mouvement qui continue vers la droite, la branche supérieure de la fourchette vient buter contre le galet *r*, fixé à l'extrémité de la traverse *RR*; la fourchette se trouve ainsi forcée de tourner autour de son axe, en sorte que la touche *n* est enlevée de devant la tête de la tige du rappel: aussitôt le ressort à boudin se détend, ramène la tige *P*, et ferme l'admission. La traverse monte ou descend avec la douille du régulateur, à laquelle elle est reliée par la tringle *M*; et l'instant où la fourchette se trouve déclenchée, varie en conséquence. Pendant le fonctionnement qui vient d'être décrit, le distributeur *H* du côté gauche s'ouvre jusqu'au maximum, comme le montre la flèche (par une erreur de dessin, le cadre *A* a été figuré relativement trop à droite).

La figure 101 est une épure de la variation de la détente, produite par le galet relié au régulateur. On remarque ici un des grands avantages de cette distribution: quelque rapprochées que

(1) C'est par erreur que les figures 6 et 7 de la planche XXII repré-

Fig. 101.

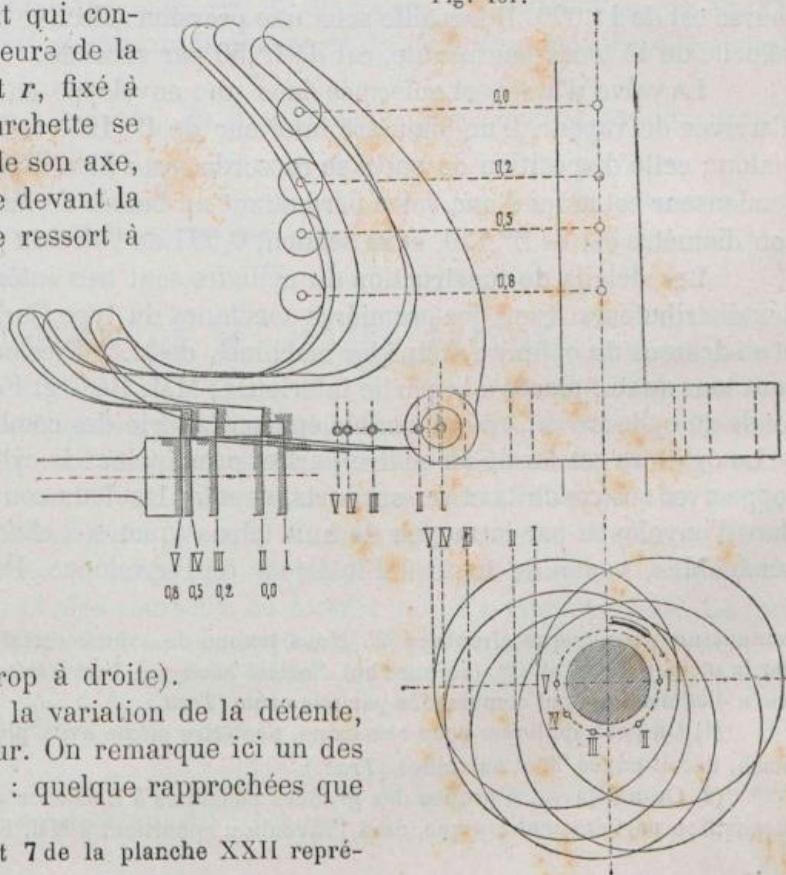


Fig. 102

soient les positions de l'arête de la touche n , par exemple pour des admissions de 0,7 et 0,8 de la course, il y a cependant toujours un espace relativement assez considérable entre les positions du galet qui correspondent à ces mêmes admissions ; c'est évidemment une bonne garantie de précision. La figure 102 représente en plan les principales positions de l'excentrique, correspondantes à celles indiquées dans la figure 101 pour la tête de la tige P .

Un autre avantage sérieux, c'est que le choc occasionné par le déclanchement ne se transmet presque pas au régulateur. Avec la forme des cliquets ordinaires, très peu coudés, l'effort qui se produit, au moment où le cliquet bute contre l'arrêt ou couteau que commande le régulateur, réagit sur l'arrêt pour le déplacer, et lorsque l'arrangement de cet arrêt (comme dans toutes les machines qui se rattachent au cinquième type de M. Corliss) est tel qu'il en résulte un moment de rotation, l'effort se trouve transmis à la tringle du régulateur et au régulateur lui-même, ce qui altère son équilibre. Dans les machines de MM. Bède et Farcot, comme la tangente à la surface de roulement, à l'intérieur de la fourchette N , fait toujours un angle assez aigu avec la direction du mouvement virtuel du galet, la composante principale est dirigée suivant la traverse R , perpendiculairement à la tringle M du régulateur, et c'est cette composante qui produit le déclanchement ; la composante dirigée dans le sens de la tringle est beaucoup plus faible (1).

La planche XXII représente la machine de MM. Houget et Teston, avec son condenseur, en élévation et en plan (fig. 1 et 2). La figure 3 est une élévation séparée du cylindre, vu du côté de la distribution ; la figure 4 est une coupe transversale. La figure 5, dessinée à plus grande échelle, est une coupe verticale brisée, faite moitié par le plan principal de la distribution, et moitié par l'axe du cylindre.

La force nominale de cette machine est de 50 chevaux ; le piston à 0^m,450 de diamètre, sa course est de 1^m,000. Il travaille sous une pression effective de 4^{atm},5 ; sa vitesse moyenne, pour une vitesse de 45 tours par minute, est de 1^m,50 par seconde.

La valve d'arrêt est enfermée dans une enveloppe en bois, et au-dessus s'assemble le tuyau d'arrivée de vapeur, d'un diamètre intérieur de 0^m,125, ce qui correspond aux 0,077 de l'aire du piston ; cette disposition de valve se raccorde assez bien avec le cylindre. Le tuyau d'évacuation du condenseur est muni d'une valve permettant au besoin de lâcher l'échappement dans l'atmosphère ; son diamètre est de 0^m,140, et sa section, 0,097 de l'aire du piston.

Les détails de construction du cylindre sont très intéressants, à commencer par la position des distributeurs. Dans les premières machines du type Corliss, ces organes sont répartis en-dessus et en-dessous du cylindre ; dans les machines de M. Wheelock et de MM. Wood, les distributeurs sont tous quatre placés à la partie inférieure ; MM. Bède et Farcot les placent deux par deux dans les fonds du cylindre (2), ce qui semble épouser la série des combinaisons possibles.

Le cylindre est formé de quatre parties principales : le cylindre à vapeur proprement dit, l'enveloppe avec ses conduits et ses supports, et enfin les deux couvercles. Le cylindre intérieur est centré dans l'enveloppe par le moyen de huit talons (quatre à chaque extrémité), reposant sur des talons semblables, venus de fonte à l'intérieur de l'enveloppe. Pour éviter tout déplacement, on insère

sentent un excentrique circulaire U . Nous tenons de source certaine que dans toutes les machines construites par la maison Bède et C^e (aujourd'hui Société anonyme Verviétoise de construction de machines), les distributeurs d'admission sont commandés par une came (*Trad.*).

(1) On peut appliquer cette remarque, peut-être même avec plus de rigueur, au déclanchement de M. Kliebisch, décrit pages 78 et suivantes (*Trad.*).

(2) On a déjà vu, à propos des grandes machines à balancier de M. Corliss (p. 28), un exemple de cette disposition parfaitement logique, dont l'invention appartient à MM. Farcot (*Trad.*).

un boulon au milieu de la surface de contact de chacun de ces supports, comme on le voit sur la planche XXII, figure 4.

Les joints du cylindre avec les couvercles sont faits par emboîtement ; sur chacun des couvercles est ménagé un rebord, qui pénètre dans une rainure creusée dans le bord du cylindre ; dans la rainure est placé un anneau de caoutchouc qui fait joint par le serrage même du joint extérieur sur l'enveloppe.

Les divers espaces nuisibles forment au total un très petit volume, cependant celui que nécessite le tiroir d'échappement est plus grand qu'il ne le semble au premier abord, car la grande largeur de ce tiroir oblige à pratiquer, aux deux extrémités, des évidements dans la paroi du cylindre, tant pour racheter le rentrant provenant de la courbure de cette paroi, que pour ne pas gêner le mouvement du distributeur lui-même (1).

La tige du piston, qui a partout le même diamètre, 75 mm , traverse le fond postérieur, et s'assemble avec la tige de la pompe à air.

Le bâti à baïonnette est coulé avec les glissières, qui sont cylindriques ; il est boulonné par une extrémité avec le couvercle antérieur du cylindre, et par l'autre avec le grand palier, qui a $0\text{ mm},190$ d'alésage sur $0\text{ mm},330$ de longueur.

La bielle a pour longueur 5,3 fois la manivelle ; le pied de bielle est à fourche, et son touillon, qui a 75 mm de diamètre sur 95 mm de longueur, tourne dans la crosse du piston. La tête de bielle est ouverte, sans chape, les deux branches n'étant reliées que par les talons de la contre-clavette. Le manneton a 115 mm de diamètre sur 150 mm de longueur ; il est rivé dans la manivelle, qui est en fer forgé.

Le régulateur est du système Pröll, sans charge additionnelle.

La pompe à air, qui est à double effet, a $0\text{ mm},220$ de diamètre ; sa course étant de $1\text{ mm},000$, les volumes respectifs engendrés par les pistons de la pompe et du cylindre, sont dans le rapport de 1 à 7,9.

Le volant a $4\text{ m},500$ de diamètre ; sa jante, de $0\text{ mm},400$ de largeur, sert de poulie motrice. Le poids du volant est de 6,000 kilogrammes.

XV. — DISTRIBUTION DE M. JOSEPH FARCOL

La constante préoccupation des ingénieurs qui se sont occupés des machines Corliss, a été de reculer la limite de la variation automatique de la détente, limite assez étroite comme on l'a vu ; mais il fallait, pour bien faire, y arriver sans introduire dans la distribution la complication d'organes supplémentaires. C'est à M. Joseph Farcot qu'appartient le mérite d'avoir atteint ce but en n'employant qu'un seul excentrique, et simplement en modifiant d'une façon convenable la disposition des cliquets et des couteaux ou butoirs qui les commandent. Le problème se trouve ainsi résolu d'une manière très remarquable. Nous décrirons ce système tel qu'il était appliqué aux machines jumelles exposées en 1878, par M. Farcot, et destinées à l'élevation d'eau de Saint-Maur, pour la ville de Paris.

(1) Les distributeurs ont $0\text{ mm},160$ de diamètre. Dans les machines de ce type, construites par MM. Farcot, l'espace nuisible total est réduit à 0,008 du volume du cylindre (*Trad.*).

La planche XXIII représente l'une de ces machines, où l'on trouve, d'ailleurs, beaucoup de détails nouveaux. Chacune des deux est de la force nominale de 350 chevaux, et elles conduisent des pompes foulantes à double effet, qui ne sont pas figurées dans notre dessin, ne rentrant pas dans le cadre de cet ouvrage.

La figure 1 est une élévation d'ensemble de la machine, du côté de la distribution, la figure 2 est un plan général. La figure 3 est une coupe longitudinale, faisant voir l'arrangement des distributeurs et les principales positions du mécanisme de distribution. Enfin la figure 4, demi-coupe longitudinale, indique les détails de construction du cylindre. Cette machine, dans ses traits généraux, tient à la fois du quatrième type de M. Corliss (à déclanchement à fourchette) et du type de MM. Bède et Farcot. A celle-ci se rapportent les détails du cylindre et la position des distributeurs deux par deux dans les fonds; tandis que l'ensemble du conducteur et des bielles provient plutôt des machines Corliss.

La machine de M. Farcot réunit les avantages principaux de ces deux systèmes, et le mécanisme de distribution permet d'admettre la vapeur pendant toute fraction de la course comprise entre 0 et 0,8; c'est tout ce qu'on peut désirer.

Le conducteur est placé au milieu de la longueur du cylindre, un peu plus haut que l'axe général de la machine. Il en résulte que le maneton où s'articule la barre d'excentrique est presque à la hauteur de l'axe, et que les bielles oscillantes des distributeurs d'admission ont une direction presque horizontale. Ces bielles sont formées de deux parties principales (*Voir fig. 103 du texte*): l'une, allant du conducteur à une manivelle de soutien *J*, est faite comme à

l'ordinaire, et munie de filetages qui permettent de régler sa longueur; l'autre, au delà de la chape qui s'articule sur la manivelle *J*, prend la forme d'une traverse *t t* (fig. 104) qui porte, boulonnées à ses deux extrémités, deux longues tiges cylindriques, *e e*, servant de guides. La bielle se termine, entre ces guides, par une chape, *i i*, dans laquelle s'articule un cliquet *N*. Sur l'axe *F* du distributeur est calé un levier coudé *K L*; la branche *K* s'articule avec une tige *P*, dont le prolongement, sans articulation, forme la tige du piston de rappel. Celui-ci fonctionne d'une façon particulière: c'est la pression de la vapeur, modérée à volonté par un robinet régulateur d'une disposition spéciale, qui agit sur le piston, en même temps que l'air est admis en dessous par un

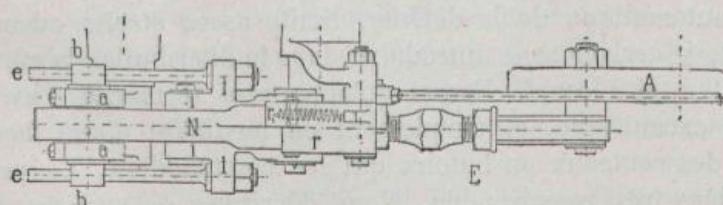
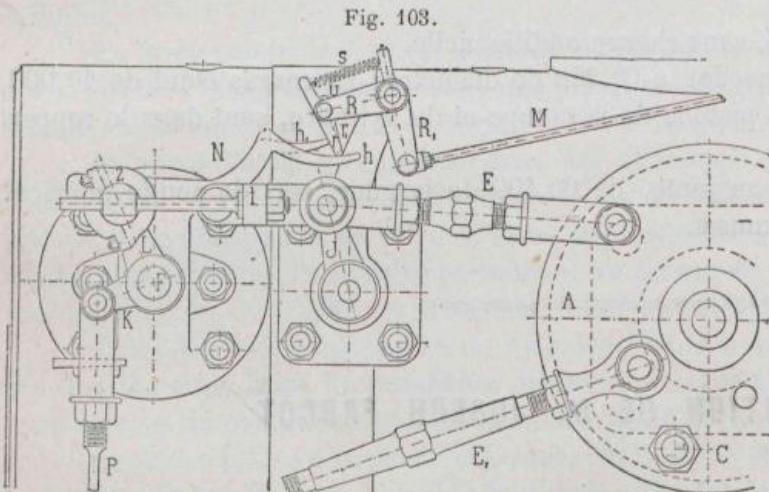


Fig. 104.

petit conduit, dont on peut régler le débit au moyen d'un robinet, de manière à ralentir la descente.

Le second bras *L*, du levier coudé, est à fourche, et ses extrémités forment de véritables

paliers, a , a (fig. 104), munis de chapeaux ; dans ces paliers se place un axe z , dont les extrémités, en dehors des paliers, forment deux douilles cylindriques d , d , dans lesquelles coulissent les tiges e , e , qui guident la bielle. Cet emmanchement a pour but de maintenir l'axe z dans la position convenable pour le bon fonctionnement du cliquet N , qui s'enclanche avec un ergot d'acier, fixé au milieu de l'axe z .

Pour que le déclanchement soit possible jusqu'aux 0,8 de la course, il faut qu'il puisse se produire aussi bien pendant le mouvement de la bielle E du côté du conducteur, que pendant son retour en sens inverse ; pour cela, le cliquet se termine par deux branches courbes dissymétriques, h et h_1 , situées dans deux plans parallèles. La tringle M , commandée directement par le régulateur, agit sur un levier coudé R R_1 , portant deux doigts, r r_1 . Le doigt r est fixé à demeure sur le bras R du levier, et il se trouve au-dessus de la branche h , tandis que le doigt r_1 peut osciller sur l'extrémité du même bras, et se trouve au-dessus de la branche h_1 .

Voici quel est le fonctionnement de ces diverses pièces. Supposons que le cliquet N , enclanché, soit à sa position extrême vers le dehors, et qu'il commence à se mouvoir en revenant du côté du conducteur ; admettons en outre que le régulateur se trouve dans sa position la plus élevée. Comme on le voit sur la figure 103, la branche h_1 du cliquet va rencontrer le doigt r_1 , qui cédera devant elle, en glissant sur cette branche sans l'abaisser. La branche h , qui se trouve au-dessus du doigt r , s'approche en même temps de celui-ci, et à un moment donné, elle le rencontre : le cliquet cède et bascule en abandonnant le levier $K L$ à l'action du rabat, qui fait fermer instantanément l'admission.

Si, maintenant, on admet que le bras de levier R se soit élevé graduellement, — ce qui a lieu lorsque les boules du régulateur s'abaissent et que l'introduction doit être prolongée, — il arrive un moment où la bielle E parvient jusqu'à la limite de son excursion vers le conducteur, sans que la branche h du cliquet soit venue au contact du doigt r , et par conséquent sans qu'il y ait eu déclenchement. Mais lorsque la bielle change de sens pour revenir vers sa première position, le doigt r_1 , obéissant à l'action d'un petit ressort à boudin, s , situé en dessus, se redresse, vient buter par son prolongement contre un talon u du bras de levier R , et dès lors, on peut le considérer comme fixé au bras de levier, pendant cette période du mouvement. Le doigt r_1 rencontre donc la branche h_1 pendant le retour du cliquet, et l'abaisse, en sorte que le déclenchement se produit.

La figure 105 représente l'épure du fonctionnement du doigt fixe r . La position I est la limite extrême du mouvement du cliquet vers la gauche ; elle dépasse, comme on le voit, l'ergot d'acier d'une quantité suffisante pour assurer la rentrée en prise. L'action du doigt r s'étend depuis 0 jusqu'à la position IV du cliquet, correspondant aux 0,28 de la

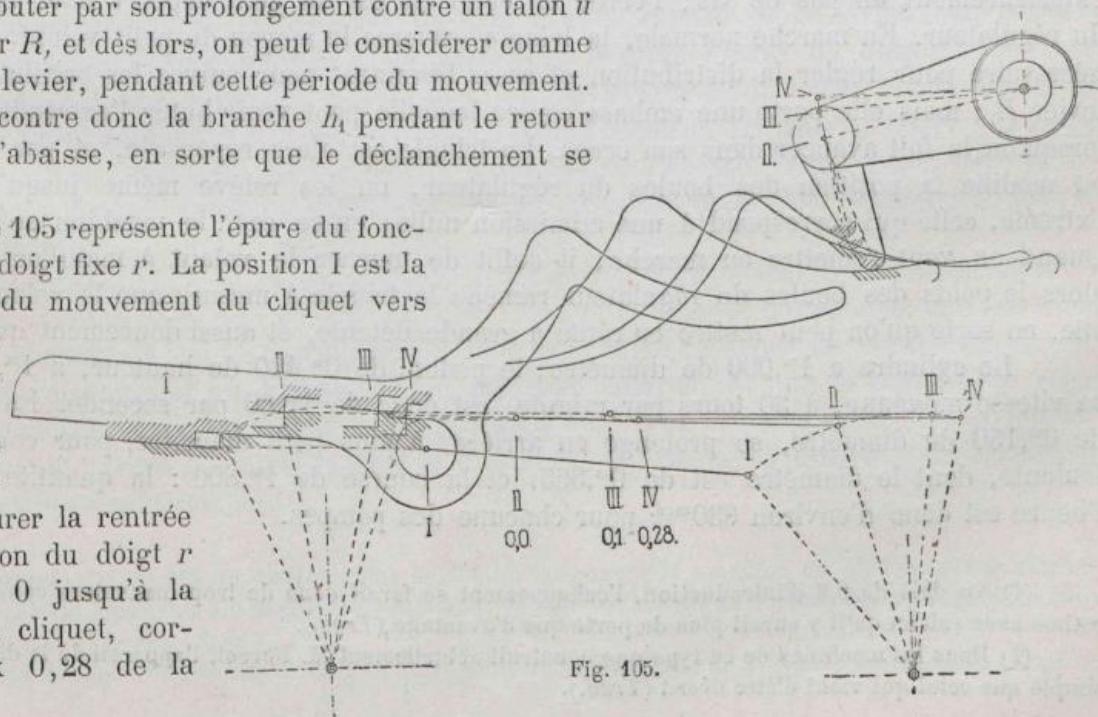


Fig. 105.

course. A cet instant a lieu le changement de sens du mouvement de l'excentrique, et à partir de là, c'est le doigt r_1 qui fonctionne, suivant l'épure de la figure 106. La course du levier commandé par le régulateur est limitée entre les positions II et VIII, et les limites de la régulation automatique sont les deux positions II et VII ; l'une correspond à l'admission nulle, l'autre à l'admission pendant 0,8 de la course. La position VIII donnerait l'admission à pleine course (1).

Un perfectionnement extrêmement ingénieux a été apporté au régulateur. Lorsqu'on met en marche une machine Corliss, l'admission se fait à pleine course pendant les premiers coups de piston, jusqu'à ce que les boules du régulateur se soient suffisamment élevées. Il en résulte des irrégularités dans la vitesse de rotation de l'arbre et des transmissions qui en dépendent. On a évité cet inconvénient, dans la machine de M. Farcot, de la manière suivante.

Sur la tringle M (*Voir*

fig. 104), qui transmet aux organes du déclic les mouvements du régulateur, se trouve enfilé un volant à main (*Voir* planche XXIII), dont le moyeu, prolongé en forme de douille, porte extérieurement un pas de vis ; l'écrou de cette vis est un petit support fixe, boulonné au bâti du régulateur. En marche normale, la tringle traverse le moyeu du petit volant, avec tout le jeu nécessaire pour régler la distribution et assez librement pour suivre les oscillations du bras de levier R_1 ; mais elle porte une embase contre laquelle peut venir buter l'extrémité de ce moyeu, lorsqu'on le fait avancer dans son écrou. La tringle est alors repoussée, et par ce mouvement, on modifie la position des boules du régulateur, on les relève même jusqu'à leur position extrême, celle qui correspond à une admission nulle ; en ce cas, la machine se trouve arrêtée. Quand on veut remettre en marche, il suffit de tourner le volant à main en sens contraire, alors le poids des boules du régulateur ramène la tringle à mesure que le volant recule devant elle, en sorte qu'on peut mettre en route à grande détente, et aussi doucement que l'on veut (2).

Le cylindre a 1^m,000 de diamètre ; le piston, de 0^m,420 de hauteur, a 1^m,800 de course, sa vitesse moyenne, à 30 tours par minute, est donc de 1^m,80 par seconde. La tige de piston, de 0^m,150 de diamètre, se prolonge en arrière, à plus petit diamètre, pour conduire la pompe foulante, dont le diamètre est de 0^m,365, et la course de 1^m,800 : la quantité d'eau élevée à l'heure est donc d'environ 630^{m³.c.} pour chacune des pompes.

(1) Au delà de 0,8 d'introduction, l'échappement se ferait dans de trop mauvaises conditions ; M. Farcot estime avec raison qu'il y aurait plus de perte que d'avantage (*Trad.*).

(2) Dans les machines de ce type que construit actuellement M. Farcot, l'appareil de la distribution est plus simple que celui qui vient d'être décrit (*Trad.*).

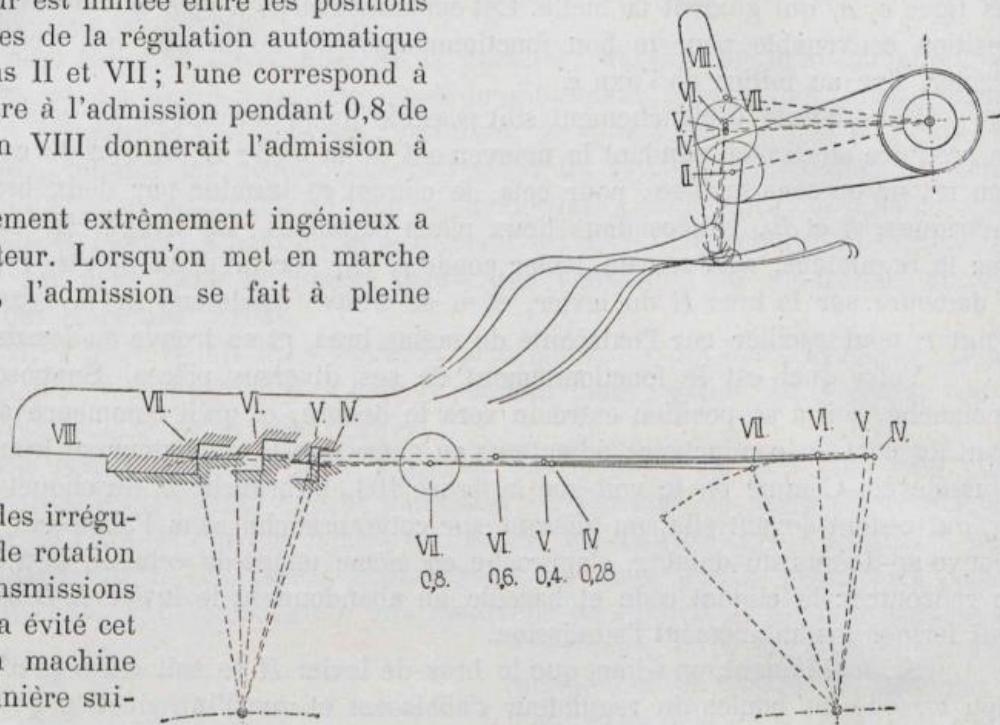


Fig. 106.

Le bâti à baïonnette est fondu d'une seule pièce avec le grand palier. La manivelle est en fer forgé, et le manneton est maintenu en place par un écrou (1).

Comme dans toutes les machines de MM. Farcot, la barre d'excentrique est armée, pour éviter la flexion.

Le volant pèse 32,000 kilogrammes, il a 9^m,400 de diamètre, sa jante a 0^m,180 de largeur, il est à huit bras, boulonnés avec la couronne (2). La pompe à air et la pompe alimentaire se trouvent au-dessous du sol, elles sont commandées par un balancier vertical, qui prend son mouvement sur la crosse du piston, par un tourillon situé en porte-à-faux.

Le régulateur, du système à boules croisées de MM. Farcot, est commandé par un engrenage à vis sans fin, calé sur l'arbre principal. Il est muni d'un modérateur à huile.

XVI. — DISTRIBUTION DE MM. CAIL ET C^{IE}, A PARIS

Pour terminer cette étude des distributeurs oscillants et à déclic, nous décrirons, d'après la planche XXIV, le type de machines adopté par MM. Cail et C^{ie}, et qui figurait à l'Exposition de 1878.

Le mécanisme de distribution de ces constructeurs, avec un seul excentrique, un conducteur central et quatre bielles de manœuvre, se rattache, comme le précédent, aux premiers types de M. Corliss. La disposition d'ensemble du déclanchement, qui rappelle le système de M. F. Spencer, est neuve et élégante. Ce mécanisme est représenté à plus grande échelle, et déclenché, sur les figures 4 et 5 de la planche XXIV. La bielle *E*, venant du conducteur, saisit le bras *L* d'un levier coudé *LL₁*, qui est fou sur l'axe *F* du distributeur, ou plutôt sur une douille formant le prolongement du moyeu d'une sorte de disque *K*. Celui-ci est calé sur l'axe *F*, et articulé avec la bielle *P*, reliée au piston de rappel : le ressort à boudin logé dans la capsule de ce piston tend toujours à faire tourner le disque *K* vers la droite de la figure. Sur la circonference du disque est fixée une touche d'acier *o*, en partie noyée; et, d'autre part, sur l'extrémité *L₁* du levier coudé, est articulé un cliquet, *N*, muni d'un ergot d'acier, *n*, présentant une encoche. Lorsque le levier *LL₁* arrive à sa position extrême, l'action du petit ressort *s* fait engager l'encoche sur l'angle saillant de la touche *o*, et, pour éviter le bruit, on dispose une petite garniture de matière élastique, *i*, qui reçoit le choc du cliquet.

L'action du régulateur se transmet au déclic au moyen d'un levier *R*, fixé à charnière dans le cliquet *N*, et terminé de ce côté par une came ou ergot *r*. Lorsque le mécanisme, une fois enclanché, se met à tourner, ce levier se relève peu à peu, et la came *r* s'approche graduellement de la circonference du disque *K*; à un moment donné, plus ou moins tôt, suivant la position du régulateur, il y a contact, et le cliquet se relève, jusqu'à ce que l'ergot *n* dépasse l'arête de la touche *o*. Aussitôt l'action du ressort de rappel ramène le disque *K*, et avec lui le distributeur, en sorte que l'admission se trouve interrompue.

(1) Le manneton a 0^m,215 de diamètre sur 0^m,300 de longueur; le tourillon du pied de bielle, 0^m,180 de diamètre sur 0^m,270 de longueur. Le diamètre de la bielle, en son milieu, est de 0^m,200 : celui de l'arbre, dans le moyeu du volant, est de 0^m,550 (*Trad.*).

(2) A l'Exposition, ces machines étaient montées avec un volant denté de 7 mètres de diamètre (*Trad.*).

Au lieu d'assurer par des secteurs dentés la symétrie des mouvements en sens inverse, des leviers R des deux extrémités, on a adopté (*Voir fig. 1*) une très simple combinaison de leviers (1).

Quant aux distributeurs eux-mêmes, il n'y a que ceux d'échappement qui diffèrent du type ordinaire : on leur a donné la section d'un véritable robinet; le côté qui glisse sur la surface inférieure du biseau reste toujours celui qui effectue la fermeture, mais, en même temps, la partie symétrique glisse contre le haut du biseau, et les deux lumières supérieure et inférieure ferment ensemble, ce qui a pour but de diminuer les espaces nuisibles.

Sur chaque appareil de rabat, on a placé un petit indicateur du degré de détente : un bec de came, fixé à la tige du piston de rappel, entraîne, dans son mouvement vers l'extérieur, un index mobile sur une échelle horizontale, graduée en divisions correspondant aux degrés de détente; suivant la longueur parcourue par la tige P au moment du déclenchement, on lit sur l'échelle la proportion de l'introduction (2).

Le régulateur adopté est du système de M. Andrade, ingénieur des constructions navales (3).

(1) On voit sur cette figure que les leviers R sont respectivement reliés, au moyen de tiges munies d'écrous de réglage, à deux leviers coudés disposés de manière à osciller en sens inverse sous l'action du régulateur. Ces leviers prennent leurs points d'appui sur un support boulonné au-dessus des cylindres de rappel. Au même support, dans la machine exposée en 1878 (comme dans celle du même type, fonctionnant actuellement aux ateliers du chemin de fer du Nord), est fixé un arc gradué en centièmes de la course; une aiguille, recevant le mouvement des leviers coudés, indique, à chaque coup de piston, la proportion de l'introduction (*Trad.*).

(2) Ces deux index, symétriquement placés, permettent de vérifier si l'admission est bien la même des deux côtés du piston; n'étant munis d'aucun mécanisme de rappel, ils indiquent, pour une série de coups de piston, quelle a été l'introduction maxima. On les ramène à la main, quand on veut constater le degré de détente à un moment donné (*Trad.*).

(3) Nous ajouterons, sur le régulateur de M. Andrade, des renseignements précis que nous devons à l'obligeance de l'inventeur, et de M. Boulet (successeur de M. Hermann Lachapelle), constructeur privilégié de cet appareil, dont l'ensemble est représenté par la figure 107.

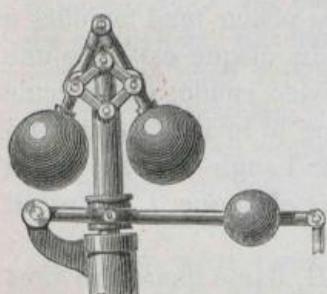


Fig. 107.

Le régulateur est composé de deux leviers à boules, OL , OL' (fig. 108), et d'un losange articulé $a\ c\ b\ c'$, dont le sommet a est fixe, tandis que le sommet b , rattaché au manchon mobile de l'appareil, peut se mouvoir verticalement. La longueur des côtés du losange est égale à la distance Oa ; nous l'appellerons a . Les deux points d'articulation c et c' glissent librement dans des fenêtres pratiquées dans les tiges OL , OL' . Enfin, une charge P' est appliquée au manchon, soit directement, soit au moyen d'un levier, oscillant autour du point fixe O' , et d'un poids mobile K .

Supposons pour un moment que l'action de la pesanteur sur les boules soit détruite, sans que la force cen-

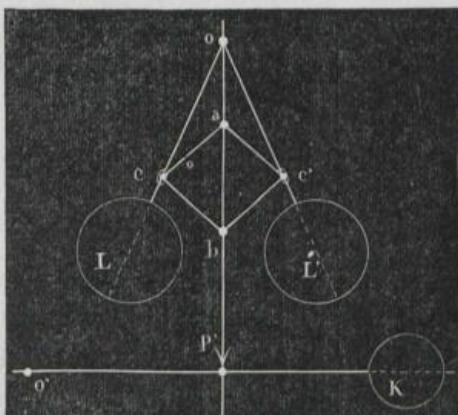


Fig. 108.

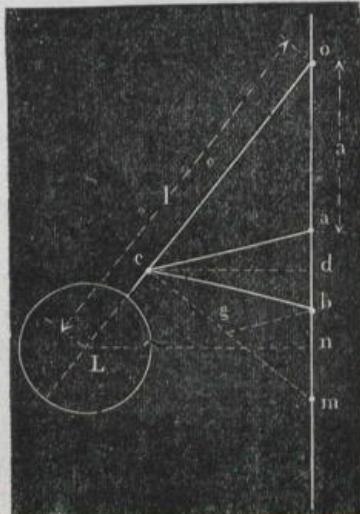


Fig. 109.

La machine représentée sur la planche XXIV est du même type que celle qui était exposée en 1878, sauf quelques différences dans les cotes. Elle a été construite pour servir de moteur à

trifuge soit altérée. Si l'on considère une position quelconque de l'appareil (fig. 409), et que l'on représente par bd la moitié de la force P' qui agit en b pour équilibrer le manchon, on voit que cet effort détermine au point c une traction, représentée en grandeur et en direction par la longueur bc . Si l'on mène en c une normale cm à OL , il est facile de démontrer que cette normale coupe l'axe vertical en un point m qui est fixe, en sorte que l'on a toujours $Om = 2a$; on voit aussi que la composante suivant la normale, cg , est égale à $ab \frac{mc}{ma}$ ou $P' \frac{mc}{a}$. Le moment du poids agissant sur le manchon est par conséquent $P' \frac{mc \cdot oc}{a}$.

D'autre part, le moment produit par la force centrifuge pour une vitesse donnée ω_0 , le poids d'une boule étant P , est égal à $\frac{P}{g} \omega_0^2 \cdot nL \cdot On$.

Or, les deux triangles rectangles OLn , Ocm , sont semblables, et, comme leurs hypoténuses sont constantes, le rapport de leurs surfaces est invariable, donc $\frac{mc \cdot Oc}{nL \cdot On} = \text{Constante}$, d'où il résulte que si l'équilibre existe pour une certaine position du mécanisme, il persistera pour toutes les autres, en supposant que la vitesse de rotation ne change pas; c'est-à-dire que l'appareil est isochrone.

La vitesse de régime se déduit de l'égalité des deux moments déjà considérés :

$$\frac{P'}{a} mc \cdot Oc = \frac{P}{g} \omega_0^2 nL \cdot On.$$

En remplaçant $mc \cdot Oc$ et $nL \cdot On$ par $4a^2$ et I^2 , quantités qui leur sont respectivement proportionnelles comme étant les carrés des hypoténuses des deux triangles, on a

$$4a P' = \frac{P}{g} \omega_0^2 I^2, \text{ d'où } \omega_0^2 = \frac{4ag P'}{PI^2},$$

formule qui détermine ω_0 .

Rétablissementissons maintenant l'action de la pesanteur qui avait été mise de côté par la pensée, et supprimons le poids agissant sur le manchon; alors le régulateur devient un régulateur ordinaire de Watt, et, si l'on appelle h la hauteur On , sa vitesse normale de rotation ω_1 est déterminée par la relation connue $\omega_1^2 = \frac{g}{h}$.

Dans le régulateur réel, la pesanteur agit sur les boules, en même temps que le manchon est soumis à la charge P' , il faut donc que la vitesse soit suffisante pour que les deux effets à la fois soient équilibrés, et, comme les forces centrifuges sont proportionnelles aux carrés des vitesses de rotation, l'équilibre aura lieu pour une vitesse ω telle que l'on ait :

$$\omega^2 = \omega_0^2 + \omega_1^2$$

le premier terme ω_0^2 du second membre est indépendant de la position du manchon, et il est facile de lui donner une valeur beaucoup plus considérable qu'au second terme ω_1^2 , en sorte que les variations de la vitesse ω peuvent être rendues aussi petites qu'on le désire.

Cette dernière équation peut s'écrire

$$\omega^2 = \frac{4ag P'}{PI^2} + \frac{g}{h}.$$

Pour changer la vitesse de régime, il suffit de faire varier la valeur de P' , par exemple en déplaçant le poids K sur son levier; on démontre d'ailleurs que lorsque l'effort P' augmente, la variation relative de vitesse, rapportée à la vitesse moyenne, diminue; ou, en langage ordinaire, que la régularité est plus grande.

Avec les proportions adoptées ordinairement, la variation de vitesse, du maximum au minimum, ne dépasse pas $\frac{1}{150}$ de la vitesse moyenne. Le régulateur installé sur la machine exposée faisait 154 tours par minute; chaque boule pesait 17 kilogrammes, et les bras avaient 0^m,330 de longueur.

Pour un même degré de régularité, le régulateur de M. Andrade est moins encombrant que ceux de Watt ou de Farcot. On peut voir que sa sensibilité est à peu près proportionnelle, pour une valeur donnée de ω , à $\frac{PI^2}{4ag}$, et, au point de vue essentiel de la stabilité, les calculs indiquent que l'effort développé par le régulateur pour

la scierie de l'arsenal de Cherbourg, où elle fait un excellent service depuis le commencement de 1877. La course est de 0^m,900, et le diamètre du cylindre de 0^m,450; la force nominale est de 50 chevaux; la consommation, par heure et par cheval indiqué, est de 0^k,95 de charbon (1). Le travail moteur nécessaire à la scierie varie dans les proportions les plus étendues, atteignant parfois 100 chevaux, ou s'abaissant jusqu'à 40, et, dans ces conditions très défavorables, les variations de vitesse ne dépassent jamais un demi-tour par minute, le chiffre normal étant de 60 tours (2).

rétablir le régime, lorsque la vitesse se trouve altérée, va en décroissant graduellement, à mesure que le manchon s'élève ou s'abaisse, ce qui diminue l'ampleur des oscillations.

On peut consulter, pour plus de développements, une notice par M. Andrade, une note de M. Résal (*Annales des Mines*, mars-avril 1878), et un travail important de M. G. Marié (*Annales des Mines*, novembre-décembre 1878) (*Trad.*).

(1) Ce chiffre résulte des expériences de réception, faites lors de la mise en marche, avec des chaudières produisant 7 kil., 74 de vapeur à 5 kilogrammes, par kilogramme de charbon. Toutefois la vapeur nécessaire à l'alimentation, qui se faisait par des giffards, provenait de générateurs séparés. L'admission varia, dans les essais au frein, de 0,15 à 0,20. Pour un travail moyen de 68,51 chevaux-vapeur, la consommation d'eau fut trouvée de 503 kil. par heure, moyenne de 64 heures d'expérience, soit 7 kil., 34 par cheval et par heure (*Trad.*).

(2) La machine de MM. Cail et C^{ie}, qui, à l'exposition de 1878, donnait le mouvement à l'une des transmissions de la galerie des machines, était d'une puissance de 60 chevaux, à 48 tours par minute, avec une pression de 5 kilogrammes et une introduction de 1/8, l'admission pouvant varier de 0 à 0,30 de la course. Voici les principales dimensions de cette machine : alésage 0^m,500, course 1^m,000, hauteur du piston 0^m,250, longueur de la tige 1^m,832, longueur de la bielle 2^m,500 (5 fois le rayon de la manivelle, maneton 0^m,120 de diamètre sur 0^m,180 de portée, tourillon du pied de bielle (en deux parties), 0_m,090 de diamètre sur 0_m,140 de portée totale. Le diamètre de l'arbre dans les portées est de 0^m,205, la longueur de portée 0^m,350. Le volant, de 5^m,000 de diamètre, pesait 6,100 kilogrammes; la jante avait 0^m,300 de largeur, l'alésage au moyeu était de 0^m,280. Les quatre distributeurs avaient 0^m,140 de diamètre.

La vapeur, amenée par un conduit de 0^m,115 de diamètre, échauffait d'abord l'enveloppe, et passait au cylindre par des lumières de 0^m,026 sur 0^m,440; celles d'échappement, de même largeur, avaient 0^m,042 de longueur. Un tuyau de 0^m,155 de diamètre conduisait la vapeur dans un condenseur à injection, d'un volume de 0^{m³},360, installé sous le pont du bâti. La pompe à air, à double effet, placée horizontalement, était conduite au moyen d'un long levier vertical et d'une bielle rattachée à la tige du piston à vapeur; le piston de cette pompe avait 0^m,250 de diamètre, et une course de 0^m,500; sa hauteur était de 0^m,080. Le diamètre du tuyau d'injection d'eau froide était de 0^m,070, et celui du tuyau d'évacuation de 0^m,155 (*Trad.*).

CHAPITRE II. — DISTRIBUTEURS CYLINDRIQUES OU ROBINETS, MANŒUVRÉS SANS DÉCLIC.

I. DISTRIBUTIONS PAR ROBINET OSCILLANT, ÉQUILIBRÉ.

DISTRIBUTEUR DE M. WILSON.

L'emploi des robinets pour la distribution date de l'invention même de la machine à vapeur. Mais tant que l'on voulut employer tel quel le robinet ordinaire à boisseau, les essais réussirent mal, et l'on dut y renoncer, pour se servir uniquement des tiroirs ou des soupapes. Plus tard, M. R. Wilson imagina une disposition pratique de distribution par robinet presque complètement équilibré, et prit à ce sujet un brevet en Angleterre, en 1853. Le robinet de M. Wilson a été surtout appliqué aux pilons; dans les machines à vapeur proprement dites, on ne l'a que rarement employé, et actuellement on l'abandonne pour les distributeurs Corliss.

Cependant, dans ces dernières années, plusieurs constructeurs sont revenus à l'emploi des robinets, généralement en leur donnant un mouvement de rotation continu, la forme des distributeurs Corliss étant plus spécialement consacrée au cas des distributeurs oscillants. Nous examinerons un certain nombre des machines les plus connues dans lesquelles se rencontrent ces deux genres de distributeurs; plusieurs d'entre elles sont aussi remarquables par leur principe que par leurs ingénieuses dispositions, et fonctionnent d'ailleurs parfaitement.

Nous décrirons en premier lieu le robinet de M. Wilson, qui a servi de prototype à tous les robinets équilibrés. Il est représenté par les figures 410 et 411 (1), qui sont deux coupes, l'une faite normalement à l'axe du robinet, et l'autre par un plan horizontal passant par cet axe. *E* est le tuyau d'arrivée de vapeur; *A*, celui d'échappement. Le robinet oscille dans un boisseau *O*, et il est divisé en deux par une cloison *h*, qui forme dans le robinet deux chambres séparées, *G* et *H*, l'une communiquant avec l'admission, l'autre avec l'échappement. Dans la paroi du robinet sont pratiquées quatre fenêtres: deux, *b*, *b₁*, pour l'admission, et les deux autres, *d*, *d₁*, pour l'échappement. Une seule de ces dernières est visible (fig. 411); elles sont placées à angle droit avec les premières. Les lumières *e*, *e₁*, du cylindre, règnent sous les deux chambres du robinet, en sorte que quand la fenêtre *b* par exemple, du côté de l'admission, communique avec

Fig. 410.

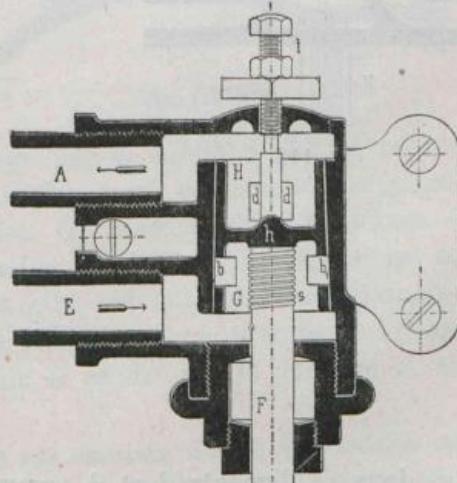
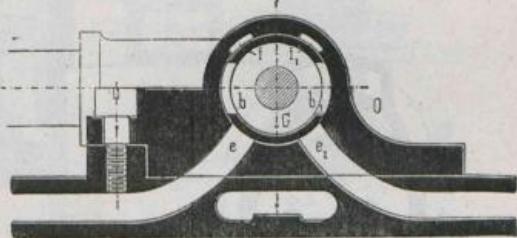


Fig. 411.

(1) D'après Bernoulli : *Dampfmaschinenlehre*, ouvrage revu et augmenté par F. Autenheimer, de Stuttgart.

la fenêtre c , la fenêtre d , du côté de l'échappement, communique en même temps avec la lumière e_1 . En face des lumières, on a pratiqué dans l'épaisseur du boisseau des évidements i , i_1 , qui sont toujours ouverts à la vapeur en même temps et de la même manière que les lumières correspondantes ; les pressions latérales sur le robinet sont ainsi équilibrées.

Le robinet est un peu conique, et il est légèrement pressé dans son boisseau par un ressort à boudin s , enfilé sur l'axe F . A l'opposé du ressort se trouve une vis t , qui sert à régler le serrage du robinet et à l'empêcher de se coincer dans son boisseau.

Au point de vue de la distribution de la vapeur, tout se passe évidemment comme avec un tiroir à coquille ordinaire.

DISTRIBUTEUR DE M. SCHWARTZKOPF.

M. L. Schwartzkopf, de Berlin, a souvent employé un robinet équilibré, dérivé du précédent, et représenté en coupe par la figure 112. La figure 113 est un plan de la boîte de distribution ; cet exemple est pris (1) sur une machine de 150 chevaux, conduisant un train de laminoir.

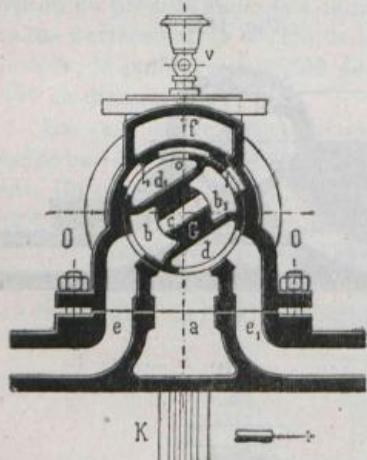


Fig. 112.

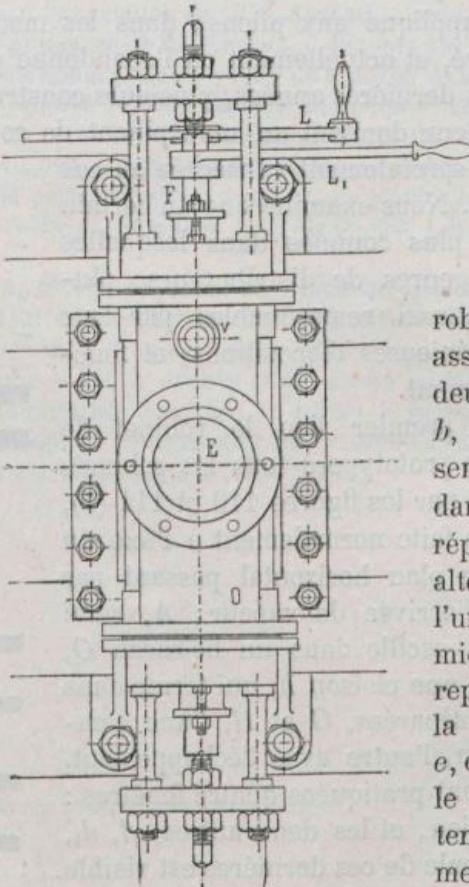


Fig. 113.

a. Les deux évidements d et d_1 communiquent ensemble par une fenêtre c , et dans lesquelles la vapeur se répand; ces chambres donnent alternativement la vapeur dans l'une ou dans l'autre des lumières e , e_1 . Dans la position représentée sur la figure 112, la vapeur traverse la lumière e , et le piston K est poussé dans le sens de la flèche. En même temps la vapeur d'échappement, passant par la lumière e_1 , traverse l'évidement d , et se rend dans le canal de sortie

La vapeur, arrivant par la tubulure E , passe par le canal f , et pénètre par l'extrémité dans le boisseau O du robinet. Ce dernier, de forme assez compliquée, renferme deux chambres longitudinales, b , b_1 , qui communiquent ensemble par une fenêtre c , et dans lesquelles la vapeur se répand; ces chambres donnent alternativement la vapeur dans l'une ou dans l'autre des lumières e , e_1 . Dans la position représentée sur la figure 112, la vapeur traverse la lumière e , et le piston K est poussé dans le sens de la flèche. En même temps la vapeur d'échappement, passant par la lumière e_1 , traverse l'évidement d , et se rend dans le canal de sortie

(1) D'après Wiebes' Skizzenbuch.

Pour équilibrer la pression latérale de la vapeur, qui userait rapidement le robinet et le ferait fuir, on a ménagé dans les parois du bissau des évidements i , i_1 et o , symétriques des trois lumières e , e_1 et a . Les recouvrements des bords du robinet étant symétriques par rapport à son axe, la pression s'équilibre des deux côtés. On règle la position du robinet, dans le sens de son axe F , au moyen de deux vis appuyant sur les deux extrémités.

Avec ce seul distributeur, au moyen d'un mécanisme particulier, on peut arriver à faire des changements de marche et à produire une détente variable.

Le mouvement d'oscillation est donné par la barre d'excentrique L , et pour mettre en route, on saisit le levier L_1 , en soulevant la barre d'excentrique de manière à la déclencher (1).

DISTRIBUTEUR DE M. SCHIVRE.

Ce distributeur, construit sur les mêmes principes que les précédents, est représenté, en coupes transversale et longitudinale, par les figures 114 et 115. La boîte à vapeur O est

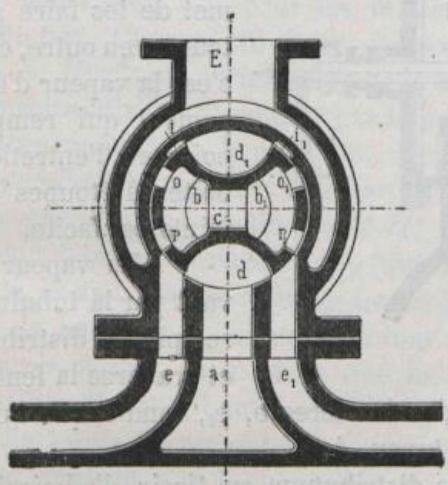


Fig. 114.

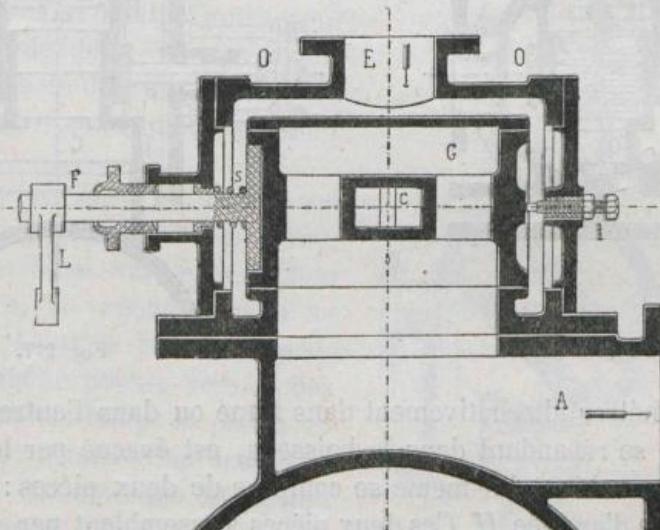


Fig. 115.

à double paroi; la vapeur pénètre dans l'espace extérieur par la tubulure E , et enveloppe le bissau dans lequel se meut le robinet, de manière à échauffer aussi également que possible ces deux pièces, pour qu'elles se dilatent ensemble. Le robinet, G , contient deux chambres longitudinales, b , b_1 , réunies par une fenêtre c , et ouvertes par les extrémités; la vapeur les traverse, et passe alternativement dans l'une ou l'autre des lumières e , e_1 , suivant que l'oscillation du robinet les fait correspondre avec les fenêtres r , ou r_1 . Quant à l'échappement, il traverse l'évidement d (qui communique librement avec son symétrique d_1) pour se rendre par la lumière a , au tuyau

(1) On peut reprocher à ce système de distributeur, comme aux suivants, d'avoir une notable étendue de surface métallique en contact d'un côté avec la vapeur en pression, et de l'autre avec l'échappement; il s'y produit une condensation permanente. C'est un défaut que l'on rencontre plus ou moins dans presque toutes les machines à un seul distributeur (*Trad.*).

de sortie A. Le robinet est équilibré, comme le précédent, au moyen de fenêtres r, r₁, et d'évidements i, i₁, ménagés dans le boisseau, symétriquement aux orifices des canaux e, e₁.

Le mouvement d'oscillation du robinet lui est communiqué (Voir fig. 115) par la manette L, calée sur l'axe F. La tête de cet axe, faite en forme de T, s'encastre dans une mortaise pratiquée dans l'extrémité du robinet ; elle y est appuyée par un ressort à boudin s, qui maintient l'assemblage. Une vis t permet de régler exactement la position du robinet.

DISTRIBUTEUR DE M. SCHLEH.

Le système de robinet oscillant de M. Eugène Schleh, de Cologne (1), est assez ingénieux, et présente des avantages spéciaux. Comme on le voit dans les figures 116 et 117, le boisseau et les diverses parties du robinet sont de forme cylindrique, ce qui permet de les faire sur le tour, et en outre, comme c'est la vapeur d'échappement qui remplit le boisseau, l'entretien des boîtes à étoupes et des joints est facile.

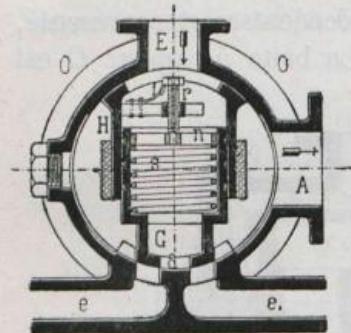


Fig. 116.

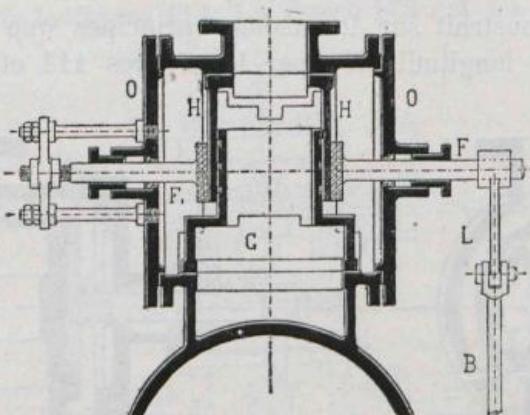


Fig. 117.

pour pénétrer alternativement dans l'une ou dans l'autre des lumières e, e₁, tandis que l'échappement, se répandant dans le boisseau, est évacué par le tuyau A.

Le robinet lui-même se compose de deux pièces : le distributeur ou tiroir d'admission G, et la boîte d'arrivée H. Ces deux pièces s'assemblent par deux parties cylindriques qui pénètrent l'une dans l'autre, et qui font joint au moyen de trois anneaux élastiques, coupés obliquement, comme ceux des pistons Ramsbottom (2).

Les deux pièces sont appliquées contre leurs glaces par la pression de la vapeur agissant sur les bords rentrants des orifices. Un disque mobile n, percé à jour, et une vis de réglage r, maintiennent un ressort S, qui tend à éloigner les deux parties G et H, et assure ainsi l'étanchéité au moment de la mise en train. Pour empêcher la vis r de se desserrer en marche, sa tête est munie d'entailles dans lesquelles mord l'extrémité d'un petit ressort i.

L'axe F, qui donne le mouvement au distributeur, saisit la boîte H par une partie annulaire

(1) *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, 1877.

(2) Le peu de sécurité que présente cette garniture, et l'impossibilité de la surveiller, nous paraissent compenser et au delà l'avantage de ne pas présenter de fuite par les presse-étoupes de l'axe. Ce distributeur a, en outre, le défaut d'offrir à la vapeur une assez grande surface de condensation, contre laquelle il y a une circulation active des deux côtés (*Trad.*).

soigneusement ajustée : le mouvement d'oscillation lui est transmis au moyen d'une manette *L* et d'une bielle *B*; à l'opposé, et dans le prolongement de l'axe, se trouve une vis de réglage maintenue sur une traverse.

II. DISTRIBUTIONS PAR TIROIRS OU ROBINETS OSCILLANTS NON ÉQUILIBRÉS.

DISTRIBUTEUR DE M. CARLILE.

M. W.-E. Carlile, à New-York, construit des machines de navigation, du système Woolf, avec une distribution par robinets, qui est représentée en coupe dans la figure 418 (1). Les deux manivelles sont calées à 180° l'une de l'autre, et il y a deux distributeurs semblables, l'un pour les lumières d'en haut, l'autre pour celles du bas. Chacun d'eux se compose de deux organes cylindriques, *G*, *H*, placés à l'intérieur de la boîte de distribution *O*, dans deux capacités distinctes, et mis par le même excentrique; il y a donc deux excentriques dans la machine.

L'arrivée de vapeur a lieu par le conduit *E*, et la détente est produite par le tiroir cylindrique *H*; l'instant où celui-ci ferme l'admission dépend du régulateur, qui fait ainsi varier la détente suivant le besoin. Traversant la lumière *e*, la vapeur se rend au cylindre de haute pression par le canal *a*. Dans la position représentée sur la figure, on a admis que la vapeur pousse vers le bas le piston du cylindre à haute pression; en même temps le piston du grand cylindre va en remontant, et la vapeur contenue au-dessus de ce piston, passant par la lumière *e₁*, qui communique au grand cylindre, se rend au condenseur par le conduit *A*.

Lorsque les manivelles ont parcouru un arc de 180° , le tiroir de détente *H* reste fermé, et le tiroir *G* se trouve dans une position telle que sa lumière *b* corresponde à la lumière *a* du bissau; en même temps *c* correspond à *e₁*, et la vapeur, traversant les orifices *a*, *b*, *c*, *e₁*, va du petit cylindre au grand, dans lequel s'achève la détente.

Le robinet *G*, comme celui de M. Schleh, se compose de deux parties, que la pression de la vapeur maintient appliquées contre la paroi, de manière à faire joint; il y a également des ressorts, interposés entre les deux pièces, pour assurer la mise en marche (2).

Machines de MM. Allis et C^{ie}, à Milwaukee (Wisconsin, États-Unis).

On a figuré sur la feuille 12 deux des types de machines à détente fixe, à tiroir cylindrique, que construisent MM. Edward P. Allis et C^{ie}, à Milwaukee.

(1) *Engineering*.

(2) Ce distributeur prête aux mêmes critiques que le précédent, à l'égard du joint des deux pièces (*Trad.*).

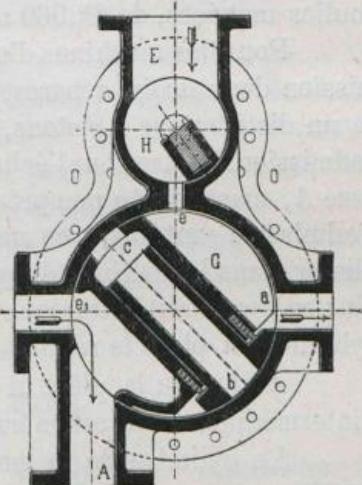


Fig. 418.

Les figures 1 et 2 se rapportent à une machine de moyenne puissance, à un seul tiroir (1); celui-ci est renfermé dans un boisseau transversal H (fig. 2), venu de fonte avec le cylindre. Le tiroir fonctionne exactement comme un tiroir plan ordinaire à coquille, le mouvement de va-et-vient, pris sur l'excentrique E , lui étant transmis par une barre qui saisit l'extrémité d'une manette L , dont la longueur est plus grande que le rayon d'excentricité. L'appareil de détente variable se compose d'une soupape d'arrêt, V , située au-dessus du boisseau du tiroir, et directement commandée par le régulateur U ; celui-ci, renfermé dans une enveloppe circulaire, est placé à l'extrémité d'un petit arbre m , parallèle à l'arbre principal, et tournant dans des supports venus de fonte avec le couvercle de la boîte de la soupape V . L'arbre m , commandé depuis l'arbre de la machine par une chaîne passant sur deux roues dentées n , n_1 , a la même vitesse de rotation que le volant, et porte un manchon à came, o , qui appuie directement sur la tête de la tige de la soupape, pour la fermer et interrompre l'admission. Le régulateur fait varier la proportion de l'introduction, en déplaçant plus ou moins cette came dans le sens de son axe.

Le piston de la machine dont il s'agit a $0^m,406$ de diamètre et $0^m,610$ de course; sa vitesse moyenne, à 125 tours par minute, atteint $2^m,54$ par seconde. La longueur de la bielle est de 5,3 fois le rayon de la manivelle. De côté et d'autre du volant, qui a $3^m,680$ de diamètre, sont calées deux poulies motrices, de $1^m,960$ de diamètre et de $0^m,450$ de largeur.

Pour des machines d'une puissance plus considérable, MM. Allis et C^{ie} emploient pour l'admission deux tiroirs séparés, H , H_1 , (feuille 12, fig. 3 et 4), et pour l'échappement, des tiroirs plans ou un distributeur à pistons, S (fig. 4). Le mouvement est donné par deux excentriques, l'un pour l'admission, l'autre pour l'échappement. Les deux barres d'excentrique, C , C_1 , s'articulent sur une coulisse A , suspendue à peu près en son milieu à un levier oscillant Z . Les deux manettes L des tiroirs d'admission sont mises en mouvement par une bielle B , dont la tête, munie d'un coulisseau i , peut glisser dans la coulisse A ; plus on rapproche le coulisseau du point de suspension de la coulisse, plus on raccourcit la durée de l'admission; ce déplacement ne s'opère qu'à la main. Au-dessus du cylindre est placé le régulateur qui agit sur une valve placée à la suite du robinet d'arrêt.

Au bas de la pièce A s'articule une bielle B_1 , qui commande le tiroir d'échappement S , par l'intermédiaire d'un arbre transversal portant un levier oscillant L_1 .

Le cylindre de la machine prise pour exemple a $0^m,6095$ de diamètre; la course est de $1^m,219$.

Machine de M. Ch. Emery, à New-York.

Comme exemple d'une distribution très simple, par tiroirs cylindriques, nous donnerons une machine Woolf, construite par M. Charles E. Emery, de New-York, pour conduire un train de laminier aux *Forges et Aciéries du Phénix*. Cette machine est représentée sur la feuille 12, d'après M. Radinger (2). C'est une machine à pilon, du type *en clocher*; le grand cylindre repose sur le haut du bâti qui a la forme d'un tronc de pyramide, et le petit cylindre est supporté au-dessus du premier par quatre colonnes de fer reliées au moyen de forts boulons avec le cylindre inférieur et avec le bâti. Les deux pistons étant sur la même tige, cette disposition était nécessaire pour avoir deux presse-étoupes séparés, et faciles à entretenir.

La distribution se fait, pour chaque cylindre, par un tiroir oscillant; celui du bas est directement conduit par les excentriques, et transmet le mouvement au tiroir du petit cylindre par une

(1) D'après M. Radinger : *Ausstellungsbericht*.

(2) *Ausstellungsbericht*.

simple bielle; les déplacements angulaires des tiroirs sont égaux. La vapeur est conduite du petit cylindre au grand par deux tuyaux symétriquement cintrés. En tête du conduit d'arrivée se trouve une vanne *D*, qu'on manœuvre à la main, et immédiatement en avant du boisseau du tiroir, la vapeur traverse une soupape équilibrée, *V*, commandée par le régulateur.

Les diamètres des deux cylindres sont 0^m,762 et 1^m,168, la course est de 0^m,914, et l'arbre fait 90 révolutions par minute; la vitesse moyenne du piston s'élève à 2^m,74 par seconde.

La machine commande deux arbres, qui se terminent face à face par deux plateaux manivelles, réunis par un maneton commun.

Machine de MM. Weise et Monski, à Halle.

MM. Weise et Monski construisent depuis assez longtemps des machines à pilon très simples, à détente fixe, dont le dessin est reproduit sur la planche XXV (fig. 1 à 3). Le distributeur est un tiroir cylindrique représenté en détail dans les figures 1 et 2. Il est conduit par une contre-manivelle qui a un rayon d'excentricité de 0^m,131, et une avance de 38°. Le recouvrement des tiroirs est de 3^m/m à l'intérieur, 20^m/m à l'extérieur, et il en résulte que l'admission est coupée à partir des 0,63 de la course. La longueur des lumières est de 18^m/m pour l'admission, et 45^m/m pour l'échappement; leur largeur commune est de 180^m/m.

Le cylindre a 0^m,220 d'alésage, le piston, de 90^m/m de hauteur, a 0^m,300 de course; sa tige a 35^m/m de diamètre. La crosse est du type ordinaire des machines Corliss, mais avec des coulis-seaux plans; son tourillon a 50^m/m de longueur sur 35^m/m de diamètre. La bielle a 0^m,686 de longueur, soit environ 4,6 fois le rayon de la manivelle. Le maneton, portant la contre-manivelle, a 50^m/m de diamètre et 70^m/m de portée: il est claveté dans la manivelle, qui est en fonte.

La plaque de fondation porte deux paliers, alésés à 0^m,100, et de 0^m,165 de longueur; entre les deux se place l'excentrique de la pompe. Le volant est en porte-à-faux, à l'extrémité de l'arbre; sa jante a 1^m,570 de diamètre sur 0^m,120 de largeur.

Système de MM. H. Flaud et A. Cohendet, à Paris.

MM. Flaud et Cohendet ont exposé en 1878 une machine Woolf d'une disposition très curieuse, représentée sur la planche XXVI, figures 4 et 5.

Cette machine, qui se rapporte au type bien connu de M. Brotherhood, se compose de deux cylindres verticaux, de même course, mais de diamètres différents, et placés l'un dans l'autre. La vapeur agit à simple effet, successivement sur le piston central et sur le piston annulaire, dont la surface est de beaucoup la plus grande. Un seul distributeur sert aux deux cylindres, c'est un véritable tiroir cylindrique, auquel un excentrique calé près du volant communique un mouvement continu d'oscillation.

La glace est percée de trois lumières, *e*, *i*, *a*: la première débouche dans le petit cylindre, la seconde dans le grand, et la troisième se prolonge, le long du grand cylindre, jusqu'à la boîte inférieure qui sert de bâti à la machine, et que traverse l'arbre moteur. A l'intérieur de la boîte, cet arbre forme trois coude, commandés à l'aide de bielles; celui du milieu, par le piston central, et les deux autres, à 180° du premier, par le piston annulaire.

La distribution s'opère de la manière suivante. Le tiroir (Voir fig. 4), oscillant vers la droite, démasque la lumière *e*, et admet la vapeur venant du générateur au-dessus du petit piston, qui descend; en même temps le conduit *i* du grand cylindre se trouve mis en commu-

nication, par le creux de la coquille du tiroir, avec l'échappement *a*, et le piston annulaire remonte par l'effet de la rotation de l'arbre. Comme les deux pistons marchent toujours en sens inverse, le mouvement du distributeur doit être réglé de telle sorte qu'à l'instant où le piston central arrive au bas de sa course, l'admission en *e* soit interrompue, l'échappement *a* soit fermé, et les conduits *e*, *i*, soient mis en communication. La pression de la vapeur s'exerce alors simultanément sur les deux pistons, et en raison de la différence de leurs surfaces, le piston annulaire descend et le piston central remonte.

L'échappement *a* ayant une ouverture plus grande que l'admission *e*, celle-ci, dans le retour du tiroir vers la gauche, se trouve fermée la première, c'est-à-dire avant la fin de la descente du piston central. Il en résulte que la vapeur travaille à pleine pression dans le petit cylindre pendant une partie de la course (environ la moitié), puis se détend jusqu'à fin de course ; elle passe ensuite dans le grand cylindre, où la détente se continue, et finalement s'échappe dans l'atmosphère ou dans le condenseur, à travers le bâti fermé de la machine.

Avant d'arriver dans la boîte *G* du tiroir, la vapeur traverse une valve de réglage, commandée par le régulateur : la description de cet organe se trouvera plus loin, à propos des machines de M. Brotherhood.

Pour une machine de 50 chevaux, faisant 500 tours par minute, et ayant 0^m,240 de course, les diamètres des cylindres sont 0^m,250 et 0^m,500 (1).

Ce moteur se compose de trois pièces principales : le bâti ou support, qui reçoit l'arbre à trois manivelles, dont les paliers sont munis de boîtes à étoupes (2), — le cylindre de détente, —

(1) Le diamètre intérieur du piston annulaire est de 0^m,290 : les deux cylindres, ayant même course, sont entre eux comme leurs sections, soit dans le rapport de

$$\frac{250^2}{500^2 - 290^2} = 0,38$$

Telle serait la valeur du rapport de détente si la vapeur était admise pendant toute la course du piston central, et s'il n'y avait point d'espaces morts. Lorsque le volume introduit n'est qu'une fraction de celui du petit cylindre, on obtiendra le rapport apparent de détente en multipliant 0,38 par cette fraction, le volume final étant toujours celui du grand cylindre. Ce rapport descend à $0,50 \times 0,38 = 0,19$ pour une admission durant la moitié de la course. On voit immédiatement les inconvénients de cette distribution, appliquée à des pistons à simple effet. Sans parler des condensations, sur lesquelles nous reviendrons, on remarquera que le moment de la force motrice est très-variable pendant un tour de l'arbre : maximum vers le premier quart, il décroît rapidement, surtout vers le dernier quart, en approchant du point mort. Avec un volant convenable et une vitesse de rotation suffisante, cela perd de son importance ; MM. Flaud et Cohendet y remédient encore en admettant la vapeur au petit cylindre pendant les trois quarts de la course, ce qui relève le rapport de détente à $0,75 \times 0,38 = 0,28$. L'allure de la machine devient plus régulière, mais c'est au détriment de la bonne utilisation de la vapeur. Toutefois ces machines n'ont pas pour objet spécial de fonctionner économiquement, mais plutôt d'offrir un minimum d'encombrement et d'entretien, et un maximum de vitesse, pour une force donnée. Le problème étant posé en ces termes, on peut dire que la solution est ingénieuse et très satisfaisante, quoique la vitesse du piston atteigne 4 mètres par seconde, chiffre qui peut paraître excessif.

MM. Flaud et Cohendet, toujours en vue de régulariser la marche, disposent quelquefois deux moteurs semblables l'un en face de l'autre, et agissant sur les mêmes manivelles. Dans ce cas, un piston central et un piston annulaire travaillent toujours simultanément, et l'effort moteur subit des variations beaucoup moins, dont la période n'est plus qu'un demi-tour, au lieu d'un tour. Toutefois les points morts subsistent, et la machine, à force égale, est plus compliquée et plus encombrante (*Trad.*).

(2) Ces boîtes à étoupes ne sont indispensables que si la machine marche à condensation, ce qui ne semble pas offrir beaucoup d'avantages pour ce genre de moteur. Au point de vue du rendement, il n'y a intérêt à réduire la contrepression, ni sous le petit piston, puisque son action, alternativement positive et négative, disparaît dans l'évaluation du travail total, ni sous le grand piston quand il monte, puisque

et son couvercle, venu de fonte avec le petit cylindre, qui se trouve ainsi suspendu dans l'intérieur du premier. La boîte cylindrique du tiroir est boulonnée sur ce couvercle, ce qui permet de donner très peu de longueur aux conduits de vapeur.

On voit sur les figures 4 et 5 l'indication des garnitures des pistons, qui sont de simples ressorts circulaires. Pour le petit cylindre, ces ressorts sont placés comme à l'ordinaire ; il en est de même pour la paroi extérieure du grand cylindre, mais pour l'intérieur, les ressorts sont logés dans l'épaisseur du métal du cylindre central, et le piston forme un fourreau alésé, dans lequel se fait le joint (1).

Machine à quatre cylindres successifs, de M. D. Adamson, à Hyde Junction, Manchester (Angleterre).

M. Daniel Adamson a construit, pour une filature de 48096 broches, une machine très intéressante, représentée sur la feuille 13. Cette machine, qui se rattache aux types Woolf ou compound, se compose de quatre cylindres dépendant en cascade l'un à la suite de l'autre, et formant deux machines jumelles dont les manivelles font entre elles un angle de 90°.

Pour tous les cylindres, la distribution est identique : elle s'opère par des tiroirs cylindriques (*Voir fig. 4*), placés chacun sur le milieu de son cylindre. Chacune des machines jumelles comprend deux cylindres en prolongement, ayant la même tige de piston, en sorte que leurs deux tiroirs sont menés par le même excentrique. La largeur des lumières est partout égale au diamètre du piston. On voit sur le plan (fig. 2) le tuyau qui conduit la vapeur du premier cylindre au deuxième, situé devant lui ; cet ensemble forme une véritable machine de Woolf. Sur le trajet entre les deuxième et troisième cylindres, dans le milieu de la machine, se trouve placé un récipient réchauffeur, représenté en plan sur la figure 2, en élévation sur la figure 1, et dont on voit les deux coupes longitudinale et transversale sur la figure 3. Dans ce récipient, la vapeur qui se

alors la pression est la même sur ses deux faces. La condensation n'a d'effet utile que sous le piston annulaire pendant sa descente : on peut se demander si cet avantage compense, dans les applications habituelles des machines de ce genre, toutes les sujétions qu'entraîne l'installation d'un condenseur. Signalons aussi l'augmentation considérable des condensations, résultant d'une plus grande différence de température établie constamment sur les faces des pistons, et alternativement sur les parois des cylindres. En fait, la condensation n'est généralement pas appliquée à ces machines (*Trad.*).

(1) Pour faciliter les visites, la boîte inférieure porte deux regards boulonnés, sur les deux faces verticales parallèles à l'arbre ; sur les deux autres faces sont fixées les pièces servant de paliers.

Sur la conduite de vapeur est monté un graisseur, représenté sur la figure 4 ; l'huile est entraînée par la vapeur, lubrifie la valve, le tiroir et les cylindres ; elle vient s'amasser, avec l'eau de condensation, dans le fond, convenablement évasé, de la boîte du bâti. Chacune des bielles (dont la tête ne porte qu'un seul coussinet, puisqu'elles ne travaillent qu'à la compression) se termine vers le bas par une sorte de cuillère, qui vient puiser sur le fond, à chaque tour, l'huile nécessaire au graissage. On a soin de placer le purgeur du fond de manière que l'huile se maintienne toujours à un niveau suffisant.

A leur partie supérieure les bielles se terminent en forme de T ; deux pièces de bronze symétriques, percées chacune d'un logement correspondant à l'une des branches du T, viennent s'enfiler sur celles-ci, et forment par leur réunion un cylindre fermé à la partie supérieure, et ouvert en dessous pour permettre l'oscillation de la bielle. Tout cet ensemble se loge dans le corps du piston, où les pièces de bronze sont rivées. Vu la présence de l'huile dans la vapeur, il suffit, pour assurer le graissage, de percer une petite ouverture à travers ces pièces, depuis le fond supérieur jusqu'au pied de bielle.

Les paliers de l'arbre, comme les articulations des bielles, ne portent qu'un seul coussinet. L'usure des diverses pièces n'a d'autre effet que d'abaisser un peu les pistons et augmenter d'autant les espaces morts (*Trad.*).

détend est directement réchauffée ; il se compose de deux cylindres concentriques, en tôle, le cylindre intérieur contenant six tubes coniques transversaux, servant à augmenter la surface de chauffe. La vapeur, à la pression des chaudières, remplit l'intervalle des deux enveloppes et les tubes transversaux, et la vapeur qui se rend du deuxième au troisième cylindre passe dans le milieu du récipient. Entre le troisième et le quatrième cylindre, qui forment comme les deux premiers une machine de Woolf, se trouve un autre appareil réchauffeur semblable, mais plus simple de construction.

Les cylindres n'ont pas d'enveloppe de vapeur ; ils sont seulement recouverts d'une couche d'environ 60^{m/m} de matière non conductrice, et de douves en bois posées par dessus. Les fonds des cylindres sont protégés contre le refroidissement par une simple feuille de tôle.

La course des pistons, pour les deux machines, est de 1^m,524, et les diamètres des cylindres sont, en suivant la marche de la vapeur, 0^m,432, 0^m,572, 0^m,768 et 1^m,066.

Le but de l'inventeur, en s'écartant du système ordinaire à deux cylindres, a été de réduire le plus possible les différences de température dans chaque cylindre. Dans une machine ordinaire à détente et à condensation, à un seul cylindre, et fonctionnant avec de la vapeur à 4^k,5 de pression initiale, la différence des températures initiale et finale est d'environ 70 degrés ; dans une machine Woolf, à deux cylindres, cette différence s'abaisse à environ 35 degrés dans le cylindre à haute pression. Mais, dans la machine de M. Adamson, on obtient un résultat beaucoup plus favorable. Comme on l'a reconnu d'après les diagrammes, les températures extrêmes diffèrent seulement de 8 degrés dans le premier cylindre, de 12 degrés dans le second, et de 13 degrés dans le troisième. Au point de vue de la consommation, les résultats sont très avantageux : le poids du charbon brûlé par heure et par cheval atteint à peine 0^k,85. Lors des expériences faites à ce sujet, la pression aux chaudières étant de 6^k,7, et la vitesse 45 tours, le travail produit a été trouvé de 539,8 chevaux-vapeur. La pression initiale dans le premier cylindre était de 5^k,5 ; le travail développé dans ce cylindre était de 103^{ch.},16 ; dans le deuxième, le travail était de 135^{ch.},19, dans le troisième 139^{ch.},04, et dans le quatrième 162^{ch.},45 (1).

Distribution de M. Fenby.

La planche XXIV (figures 6 à 10) représente l'une des plus petites machines à vapeur de l'exposition de 1878, construite dans le système de M. P. Fenby, par MM. Greenwood et Batley, à Leeds (Angleterre). La distribution est faite par tiroirs cylindriques, et sans déclic, pour pouvoir marcher à grande vitesse.

Il y a quatre distributeurs, disposés comme dans les machines Corliss, mais ceux d'échappement sont commandés par un excentrique spécial, tandis que ceux d'admission, tout à fait indépendants l'un de l'autre, sont manœuvrés par des cames placées sur l'arbre : l'une des cames, qui est fixe, opère l'ouverture des lumières, et l'autre, dont la position dépend du régulateur, fait fermer l'admission et donne lieu à la détente. La came fixe (a, fig. 7 et 8) est calée au droit de

(1) Le travail total développé par cette machine est actuellement de 650 chevaux, à l'indicateur. On peut dire que ce moteur est une machine compound, composée de deux machines Woolf, et on remarquera que la variation de l'effort instantané total sur les tiges de piston est moindre encore que dans une machine compound ordinaire ; c'est exceptionnellement favorable pour une filature, où non seulement le nombre de tours par minute doit être constant, mais où il est très important que la vitesse de la machine varie aussi peu que possible d'un instant à l'autre, pendant un même coup de piston (*Trad.*).

l'excentrique d'échappement; l'autre came, *b*, porte un long moyeu, formant douille, dans lequel peut s'enfoncer plus ou moins un manchon, enfilé sur l'arbre : ce manchon est relié au moyeu de la came par une longue rainure et une clavette, de manière que les deux pièces tournent toujours ensemble. La position du manchon est déterminée par le régulateur à l'aide d'une combinaison de leviers, dont le premier a son point d'appui sur un coulisseau, qui est mobile à la main, au moyen d'une vis. A l'intérieur du manchon se trouve une clavette fixe de forme hélicoïdale, glissant dans une rainure de même forme pratiquée dans l'arbre, en sorte que lorsque le manchon se meut suivant son axe, il tourne en même temps suivant la rainure, et la came de détente tourne avec lui de la même quantité; sa position par rapport à la manivelle se trouve donc modifiée d'autant.

La figure 10 est un tracé des deux cames accolées; sur leurs contours roulement deux galets, diamétralement opposés, dont les tourillons sont situés sur des leviers oscillants, reliés par le haut au moyen d'un ressort à boudin qui assure le contact des galets avec les cames. Sur les têtes de ces leviers sont articulées deux bielles, une pour chaque tiroir, qui transmettent aux manettes les oscillations résultant de la rotation des cames.

En ne considérant que l'un des galets, tant qu'il roule sur le petit rayon de la came, la lumière reste ouverte, et la longueur de l'arc ainsi parcouru, varie suivant la position qu'occupe la came de détente derrière celle d'admission. Le tracé de cette came est déterminé de manière que l'admission puisse varier depuis $\frac{1}{14}$ de la course jusqu'aux $\frac{7}{8}$.

Pour diminuer les effets de l'inertie, les trois bielles de distribution sont formées par des tubes, portant à leurs extrémités des chapes rapportées, en fer.

La garniture qui fait joint sur la tige de piston se compose de trente-six anneaux ou disques de laiton ; de six en six, l'un de ces anneaux est alésé à $6^{\text{m}}/\text{m}$ de plus que le diamètre de la tige, afin que la pression s'amortisse graduellement dans les cannelures ainsi formées ; pour plus de sûreté, on a ajouté par-dessus une petite boîte à étoupes ordinaire.

La garniture du piston est formée d'anneaux élastiques, en bronze très dur ; les quatre distributeurs sont aussi faits du même alliage. La crosse est un cylindre creux, en fonte, à l'intérieur duquel se trouvent les assemblages de la tige et de la bielle.

Machine de MM. Lœsch, à Zittau (Saxe), et Lüders, à Görlitz (Prusse).

La feuille 14 (figures 1 à 5) représente une distribution très compliquée, variable par le régulateur, et pour laquelle MM. Oswald Lœsch et Richard Lüders ont pris un brevet en Allemagne, en 1877.

La vapeur est distribuée par deux organes doubles, moitié tiroirs, moitié robinets, placés aux deux extrémités du cylindre et à sa partie inférieure. La partie principale du distributeur *G* (fig. 5) fonctionne comme un robinet à trois branches, et met la lumière du cylindre alternativement en communication avec l'arrivée ou avec l'échappement. Mais, en outre, dans le même boisseau, se trouve une sorte de tiroir ou d'obturateur *g*, placé sous la dépendance du régulateur, et servant à fermer l'admission à l'instant convenable. La distribution est conduite, comme dans les machines Corliss, par un conducteur *A*, oscillant sur un tourillon *Z* (fig. 3 et 4), situé sur le côté du cylindre. Le corps des distributeurs, *G*, se termine par un axe creux, sur lequel est fixée une manette, *L*, mise en mouvement par le conducteur, au moyen de la bielle *E*, articulée sur le tourillon *D*.

L'axe f de l'obturateur g passe à travers le précédent, et se loge dans un évidement de la partie centrale F du distributeur G ; il porte aussi une manette l , commandée par une bielle e , dont le tourillon court librement dans une fenêtre en arc de cercle, pratiquée dans le disque d'une demi-roue dentée R . Cette roue est folle sur le tourillon D , toutefois elle ne tourne sur son axe que par intermittences, lorsque ses dents viennent à engrener, soit avec l'un des segments r , r_1 , dont la position dépend de l'élévation des boules du régulateur, soit avec le segment r_2 , boulonné sur un disque immobile A_1 , situé en avant du conducteur. Supposons que le conducteur tourne dans le sens indiqué par la flèche, la lumière de droite s'ouvre pour laisser pénétrer la vapeur dans le cylindre, et les deux bielles E et e de ce même côté se meuvent ensemble, parceque le tourillon de la bielle e se trouve à l'extrémité de la fenêtre dans laquelle il joue. L'espace entre l'arête du robinet et l'obturateur g reste donc constant, jusqu'à ce que la roue R vienne engrener avec le segment denté r , qui est relié au régulateur par la tige m . En engrenant, la roue tourne sur elle-même, et repousse la petite bielle e , en sorte que l'obturateur se rapproche du robinet, et vient fermer la lumière d'admission. Le moment de la fermeture dépend évidemment de la position des segments r et r_1 .

Lorsque le conducteur change de sens, l'obturateur reste appuyé contre le robinet, la manette l étant pressée par un ressort s , et le tourillon de la bielle e se meut librement dans la fenêtre de la roue R , jusqu'à ce que cette roue arrive à engrener avec le segment denté r_2 , qui est fixe. Alors l'obturateur g est de nouveau écarté de la valve G . Puis survient le second changement de sens, et la roue R se met à tourner en sens contraire, sans que la bielle e éprouve de déplacement. Lorsque le conducteur arrive ainsi à sa position moyenne, toutes les pièces se retrouvent dans l'état initial (1).

III. — MACHINE A DISTRIBUTION PAR ROBINETS OSCILLANTS ÉQUILIBRÉS ET A DEUX PISTONS.

Système de M. Hlubek, à Vienne (Autriche).

M. P. Hlubek, ingénieur de la *Société de Construction de machines et de wagons de Simmering*, près de Vienne, est l'inventeur d'un système particulier de machines à vapeur, avec un mécanisme très ingénieux de détente variable par le régulateur. Cette machine, avec les détails de sa distribution, est représentée sur la planche XXVI.

(1) Ce mécanisme de distribution donne lieu aux plus graves objections. Sans parler de l'usure inévitable des engrenages, rien ne paraît avoir été prévu pour assurer l'entrée en prise des roues et des segments, et, dans ces conditions, l'arc-boutement, sinon la rupture, est inévitable.

Il n'est pas admissible que l'obturateur g fasse joint par simple contact avec le distributeur G , et à supposer qu'au montage on parvint à réaliser un contact absolument parfait, il n'y a aucun moyen de le vérifier et de le maintenir. En fonctionnement, il doit arriver, ou bien qu'il reste un passage

Deux points sont spécialement intéressants dans la distribution : la disposition des robinets, et les cames qui commandent la détente, avec l'embrayage qui les relie au régulateur.

On voit sur la figure 4 une coupe en long des robinets, et la figure 6 en est une coupe transversale, à plus grande échelle. Ils se composent de deux chambres longitudinales, *e* pour l'admission, *a* pour l'échappement, séparées par une cloison médiane. La chambre d'admission est ouverte par l'extrémité, pour donner accès à la vapeur qui arrive par un conduit latéral (*Voir fig. 4*) ; elle communique, dans la position de la figure 6, avec l'intérieur du cylindre. A la partie inférieure est percée une fenêtre qui ne sert qu'à équilibrer en partie le distributeur. Pour l'échappement, c'est la seconde chambre du robinet qui vient présenter son ouverture devant la lumière du cylindre, en même temps qu'une autre fenêtre, percée à la partie inférieure du robinet, débouche dans le canal de départ. Le joint avec la paroi du boisseau, aux extrémités du robinet, se fait par des anneaux extensibles, en fonte, sur lesquels appuie une plaque pressée par un ressort (*Voir fig. 2*). Dans le sens transversal, l'étanchéité est obtenue à l'aide d'un coin régnant sur toute la longueur, et pressé, par deux petits ressorts, entre deux règles qu'il repousse vers le bas (*Voir fig. 6*). L'axe du robinet passe à travers la cloison médiane, où il forme palette ; l'une de ses extrémités, traversant un presse-étoupes, porte une petite manivelle, tournée vers le haut (*Voir fig. 2*), et dont le maneton est muni d'un petit galet conique *o* (*fig. 2 et 5*). Ce galet se trouve placé entre deux disques *S* et *S₁*, calés sur l'arbre de distribution *w*, dont la rotation est la même que celle de l'arbre principal. Les deux disques présentent sur leurs surfaces coniques, c'est-à-dire vers le galet, des bosses ou renflements, qui repoussent la manivelle dans un sens ou dans l'autre, et font ainsi osciller le robinet. Le disque *S*, par une bosse dont la position est variable, interrompt l'admission, et par une autre plus saillante, ouvre l'échappement. Les bosses du disque *S₁*, ramenant le robinet en sens inverse, établissent la compression, et aussitôt après,ouvrent l'admission de vapeur. La figure 13 représente (1) le développement d'une coupe faite dans le contour des deux disques *S* et *S₁* par un cylindre qui serait concentrique à l'arbre. La bosse *n*, qui fait fermer l'admission, est mobile et peut se déplacer depuis la position *n* jusqu'à la limite *n₁*, marquée en pointillé ; il en résulte un certain retard pour l'instant où elle rencontre le galet de la manette du tiroir, et par conséquent une variation plus ou moins forte dans la durée de l'introduction. On voit sur la figure 13 que le disque *S* présente une autre bosse mobile, *l*, mais celle-ci ne sert que quand la machine marche en arrière, et n'a évidemment aucune influence pendant la marche normale, dont le sens est indiqué par une flèche, les disques étant supposés fixes.

Voyons maintenant comment s'opère la régulation de la détente. La bosse ou renflement *n* est une pièce boulonnée sur une roue dentée *t* (*fig. 5*), située à côté du disque *S*, et folle sur l'axe *w* ; cette roue engrène avec une roue identique *t₁*, calée sur un arbre *w₁*, parallèle au premier, et que nous appellerons arbre de détente. Ces deux arbres tournant en sens contraire, la roue *t* tourne dans le même sens que l'arbre sur lequel elle est placée, en sorte que si les vitesses ne sont pas altérées, l'introduction reste constante. Mais lorsque l'arbre de

ouvert entre les deux pièces pendant la détente, ou bien que le contact se fasse avant que la roue *R* n'ait terminé son mouvement de rotation ; dans ce cas le régulateur se trouvera brusquement abaissé, et il se produira des chocs considérables dans toutes les pièces. Sans pousser plus loin cet examen, on voit déjà qu'il est impossible de compter sur la durée d'une semblable machine, ni sur la régularité de sa marche (*Trad.*).

(1) D'après une étude de M. Muller Melchior (*Dinglers' Polytechnisches Journal*).

détente vient à avancer ou retarder un peu sur l'arbre de distribution, il en résulte un mouvement de la roue t par rapport à son arbre, la position de la bosse n est donc modifiée, et l'instant où elle rencontre le galet n'est plus le même. La figure 7, en coupes transversales et longitudinales, donne les détails de l'embrayage assez compliqué par lequel le régulateur agit sur l'arbre de détente. L'arbre v , relié par un engrenage d'angle à l'arbre principal de la machine, porte une roue droite z , qui fait tourner l'arbre de distribution w . Le moyeu de la roue z , très allongé, forme au delà du calage une douille dans laquelle repose librement l'extrémité de l'arbre w_1 (*Voir fig. 7*), et celui-ci est relié à l'arbre v au moyen du mécanisme que nous allons décrire. Le moyeu de la roue z est venu de fonte avec un plateau ou disque b , qui porte deux saillies a ; ces saillies servent de supports à une vis sans fin c , engrenant avec un segment denté c_1 , fixé sur l'arbre de détente w_1 . Ainsi cet arbre est forcé de suivre la rotation du plateau b , mais si la vis sans fin est mise en mouvement dans un sens ou dans l'autre, il en résulte pour l'arbre w_1 de l'avance ou du retard par rapport à l'arbre v . L'axe de la vis sans fin c porte une deuxième roue tangente f , commandée par une autre vis sans fin g , dont l'axe est maintenu par un support venu de fonte avec le disque b . Sur l'extrémité de cet axe est calé un pignon h , qui tourne librement dans une position moyenne entre le pignon i et la roue à denture intérieure k ; cette dernière fait partie d'un fourreau ou manchon qui enveloppe tout l'embrayage, et le pignon i lui est également relié par un croisillon. Le manchon ne tourne pas, il peut seulement glisser sur l'arbre, suivant l'action du régulateur, auquel il est relié par une combinaison de leviers visible sur la figure 5. Lorsque le manchon se déplace ainsi suivant son axe, l'une ou l'autre des roues i , k , vient engrainer avec le pignon tournant h , en sorte que celui-ci est forcé de tourner sur lui-même, dans un sens ou dans l'autre; ce mouvement entraîne, comme on l'a vu, un déplacement angulaire de l'arbre de détente, par rapport à l'arbre v , et par conséquent la roue t tourne d'une petite quantité sur l'arbre de distribution. Il s'ensuit que le degré de détente est changé, et ramené à ce qu'il doit être pour que l'embrayage cesse d'être en prise.

Comme l'effet du régulateur ne doit pas dépasser les limites correspondant aux positions extrêmes de la bosse n , les rapports des engrenages sont déterminés de manière que le segment denté c_1 sorte de prise au moment où ces limites sont atteintes; le pignon c est maintenu en position sur son axe par deux ressorts à boudin, qui le font plus sûrement rentrer en prise ensuite (1).

Le régulateur est commandé par un engrenage d'angle, placé sur l'arbre v ; ses boules sont situées en dessus, et l'effet de la force centrifuge est combattu par un contrepoids de forme allongée, dont la position se règle à volonté sur le bras de levier qui le porte; il agit par l'intermédiaire d'un engrenage, installé sur un bras du bâti du régulateur, et dont les deux pignons sont dans le rapport de 1 à 2. Le levier à fourche qui embrasse le manchon du régulateur est rattaché au plus grand de ces pignons au moyen d'une vis de réglage, permettant de changer à volonté l'inclinaison du bras qui porte le contrepoids. Pour modifier la vitesse normale de la machine, on change la position d'équilibre du régulateur, soit en déplaçant le contrepoids, soit en faisant varier son inclinaison.

Le changement de marche de la machine se fait d'une façon élégante et très ingénieuse: l'arbre v est fait de deux pièces, qui s'enfilent bout à bout dans un manchon, et portent l'une

(1) Tout ingénieux que soit ce mécanisme, l'usure doit se produire rapidement sur les côtés des dents du pignon h , et des roues i et k (*Trad.*).

une rainure droite, l'autre une rainure hélicoïdale. Le manchon porte des clavettes coulissant dans ces rainures, et au moyen d'un levier à poignée, que l'on voit sur la figure 1, on le fait glisser sur l'arbre ; il se produit ainsi, pour l'une des parties, une rotation de 180° par rapport à l'autre, en sorte que la distribution se trouve renversée.

Le mode de fonctionnement de cette machine est tout à fait nouveau ; dans le même cylindre se meuvent deux pistons, reliés à des manivelles différentes, faisant entre elles un angle de 60°, et il se fait trois introductions de vapeur pour chaque révolution.

L'un des pistons est relié à l'arbre à la manière ordinaire, par une bielle et une manivelle à vilebrequin ; mais au second piston correspondent deux manivelles, une de chaque côté de la précédente : la tige de ce piston, traversant le fond postérieur, est clavetée sur un joug, portant à ses extrémités deux tiges latérales, qui conduisent par des bielles les deux manivelles latérales.

Les robinets, décrits plus haut, sont situés sous les trois lumières du cylindre ; celle du milieu (*Voir fig. 3*) est évasée vers l'intérieur, dans l'épaisseur de la paroi, afin qu'elle ne soit pas recouverte par les pistons à leur point mort. Cet évidement est symétrique par rapport au milieu du cylindre, et comme il ne faut pas que la lumière du milieu puisse communiquer aux espaces des deux extrémités, l'un des deux anneaux élastiques de chaque piston est repoussé assez loin pour ne jamais atteindre le bord de l'évidement, aussi la longueur des pistons est-elle beaucoup plus grande que ce n'est l'habitude.

Les figures 8 à 12 sont des croquis des positions principales des pistons et des manivelles, permettant de mieux se rendre compte du fonctionnement de la machine. Dans la position que représente la figure 8, les pistons sont aussi rapprochés que possible, l'admission a lieu par la lumière *c*, elle s'ouvre par la lumière *b*, et la lumière *a* est ouverte à l'échappement ; il en résulte que la manivelle *k* ne travaille plus, tandis que la manivelle *k₁* se trouve à son maximum d'effet. Dans la figure 9, la manivelle *k* est parvenue à son point mort, la vapeur entre par la lumière *b*, tandis que l'échappement se fait par *a* et par *c* ; les deux pistons vont travailler simultanément. La figure 10 représente la manivelle *k₁* à son point mort ; l'admission s'ouvre en *a*, elle continue en *b*, et la lumière *c* reste ouverte à l'échappement : la manivelle *k* est dans la période de son effet maximum. Dans la figure 11, on voit le piston antérieur à son second point mort, l'admission s'ouvre en *c* et continue en *a* ; la lumière *b* est déjà ouverte à l'échappement, et les deux pistons travaillent ensemble. Enfin, dans la figure 12, la manivelle *k₁* est parvenue à son second point mort, l'admission a lieu en *c*, mais l'échappement continue par la lumière *b*, et s'ouvre en *a* ; la manivelle *k* travaille au maximum.

On voit donc que l'effort est réparti aussi régulièrement que possible, car les deux pistons travaillent ensemble dans les périodes rapprochées des points morts, et où les moments de rotation sont les plus faibles. Au contraire dans les périodes où ces moments ont leur plus grande valeur, il n'y a que l'un des pistons qui travaille (1).

On attribue à ce système de machine les avantages suivants :

Comme il n'y a pas de point mort, on peut mettre en route dans toutes les positions, et la marche est exceptionnellement régulière.

Les variations de l'effort moteur étant faibles, on peut se contenter de fondations légères : celles de la machine qui vient d'être décrite se composent simplement de poutres en chêne,

(1) Il faut observer qu'une machine de ce genre travaillant toujours à grande détente, le moment de rotation relatif aux positions *k* (fig. 8), *k₁* (fig. 9), *k₁* (fig. 11), est proportionnellement très faible (*Trad.*).

assemblées par des boulons longitudinaux et transversaux, et sur lesquelles on a versé du ciment avant de boulonner la plaque de fondation.

La machine occupe moins de place qu'il n'en faudrait à un moteur de même puissance formé de deux machines accouplées à la manière ordinaire. Le volant étant très léger, il s'ensuit que le poids total d'une machine de ce genre est moindre que pour les systèmes ordinaires.

Enfin, la répartition sur les pistons, comme aussi le mode de distribution, se prêtent bien à l'emploi de vapeur à haute pression avec très faible introduction : 0,05 de la course pour les vitesses ordinaires, 0,07 pour les grandes vitesses.

MM. les professeurs J. Radinger et H. Ludewig, et M. L. Schlu, ont fait des essais, aux ateliers de Simmering, sur une machine de ce type, de 0^m,560 de course, le diamètre du cylindre étant 0^m,280. Les diagrammes d'indicateur accusant 22,21 chevaux-vapeur, on en trouva 18,04 au frein, ce qui correspond à un rendement de 0,81. Cette machine conduit une partie des machines-outils de l'usine depuis 1874, et sa fondation a résisté convenablement.

Le joug du piston postérieur est disposé pour pouvoir y assembler la tige de piston d'une pompe à air. La plaque de fondation de la machine se compose de deux pièces : le soubassement du cylindre, contenant les distributeurs, et la pièce qui porte les glissières et les paliers. L'arbre à manivelles, construit en trois ou quatre morceaux pour plus de facilité, porte encore une contre-manivelle qui mène la pompe alimentaire. La valve d'arrêt (*Voir fig. 1 et 2*) est très analogue à un tiroir Corliss ; elle est manœuvrée par une manette qui se meut sur un cadran. Le conduit de vapeur a 0^m,072 de diamètre, soit 0,066 de l'aire du piston ; il contourne le cylindre, et se bifurque au-dessus de la boîte de distribution du milieu, pour aboutir dans le canal horizontal qui réunit les trois boisseaux. Le conduit d'échappement, situé en dessous des distributeurs, a la même largeur que ceux-ci, et débouche dans un tuyau de 0^m,100 de diamètre, soit 0,126 de la section du cylindre (1).

IV. — MACHINES A DISTRIBUTION PAR ROBINETS TOURNANTS ÉQUILIBRÉS.

Machine Woolf, système Ehrhardt, construite à l'usine Dingler, à Deux-Ponts (Palatinat).

La machine à vapeur de M. Ehrhardt, plus connue sous le nom de machine Dingler, est peut-être celle de toutes qui a le plus attiré l'attention à l'Exposition de Vienne. C'était une machine Woolf, avec distribution du système de M. Ehrhardt, alors directeur des ateliers de M. Dingler, à Deux-Ponts ; nous allons en décrire le fonctionnement, à l'aide des figures 119 et 120. Les cylindres de haute et de basse pression sont coulés ensemble : leurs pistons, k , k' ,

(1) Nous avons peine à admettre que sur une fondation en bois, avec un bâti de faible hauteur et en deux pièces, on puisse assurer d'une façon complète la rigidité de l'assise, vu la longueur de la machine. D'ailleurs, l'établissement de quatre grands paliers en ligne droite, de six paires de glissières et six coulissoirs parallèles et dans le même plan, et de deux bielles rigoureusement égales, pour les tiges extérieures, paraissent autant de difficultés très sérieuses. Nous ferons également des réserves au sujet des galets emmanchés sur les mannetons des robinets ; leur entretien doit être fort difficile (*Trad.*).

agissent sur des mannetons K , K_1 , diamétralement opposés l'un à l'autre, et faisant partie d'un double vilebrequin (*Voir fig. 120*), compris entre les paliers L , et L_1 ; en dehors de ces paliers se trouvent deux volants-poules S , S_1 . Les robinets G , G_1 , dans la figure 119, correspondent aux positions réelles des distributeurs dans les figures 4 et 5 de la feuille 15, qui représente la machine avec ses principaux détails. Le robinet G_1 conduit la vapeur neuve en arrière du petit piston k , et en même temps laisse échapper au condenseur Z la vapeur détendue qui se trouve en arrière du grand piston k_1 ; le robinet G fait passer la vapeur d'un cylindre dans l'autre. Après le point mort, le fonctionnement des deux robinets est renversé.

Les robinets sont placés obliquement sous les extrémités des cylindres, et sont commandés par un arbre parallèle à l'axe général de la machine; cet arbre est mis en mouvement par un engrenage hélicoïdal. Les détails de construction de ces robinets se voient sur les figures 6 et 7 de la feuille 15, qui sont des coupes longitudinales perpendiculaires l'une à l'autre, complétées par six coupes transversales (fig. 8 à 13), faites par les plans u , v , w , x , y , z . Tous les conduits sont symétriques et à double ouverture, tant pour équilibrer le robinet dans son boisseau, qui est rapporté, que pour donner au passage une section convenable. Dans le sens longitudinal seulement, la pression p n'est pas contrebalancée (*Voir fig. 6*); elle est directement reçue par le pivot t du robinet. La vapeur en pression, remplissant l'enveloppe m , pénètre dans le robinet, et parvient dans le cylindre K (fig. 6) par deux ouvertures, comme l'indiquent les flèches. On peut, par le recouvrement seul du robinet dans son boisseau, établir une détente commune aux deux cylindres, mais la détente variable par le régulateur s'obtient au moyen d'une calotte ou capuchon r , r (*Voir fig. 7*), qui coiffe l'extrémité du robinet, et qui, pendant que le robinet tourne, reste fixe ou du moins éprouve qu'une très faible rotation sous l'action du régulateur, pour modifier l'admission. La détente fixe, ou l'admission maxima, est aux 0,65 de la course, tandis que la limite inférieure à laquelle on arrive par l'effet du capuchon est de 0,05. La machine marche avec une introduction moyenne de 0,4 dans le petit cylindre; l'admission dans le grand cylindre est réglée par le recouvrement, comme on vient de le voir.

Les diamètres des cylindres sont 0^m,125 et 0^m,250, et la course est de 0^m,500. La machine fait 115 tours par minute, ce qui donne pour vitesse moyenne du piston le chiffre de 1^m,92 par seconde. La pression de la vapeur employée était de 10^{kg}, 3.

Fig. 119.

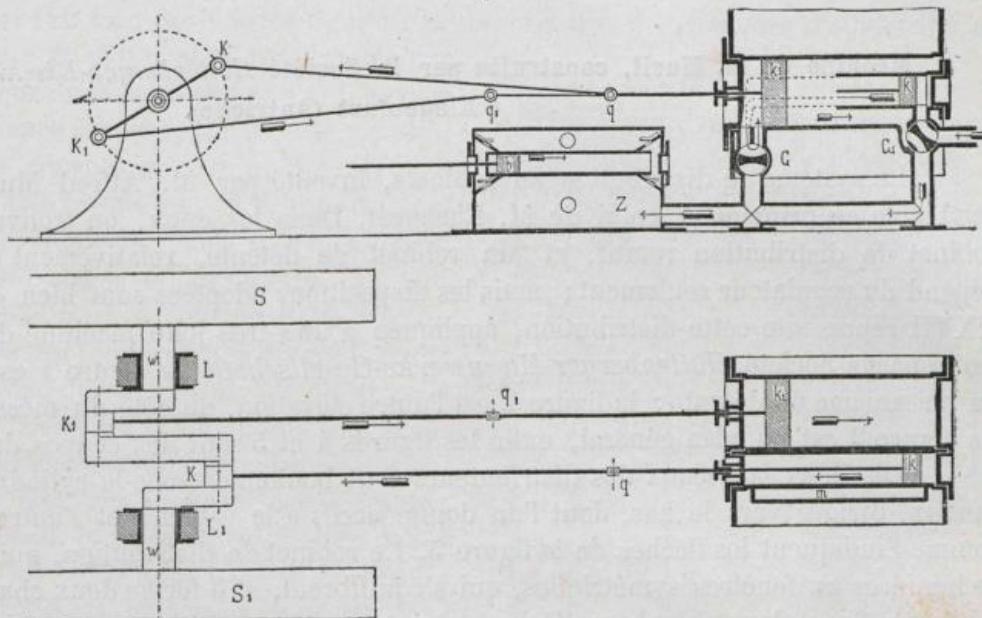
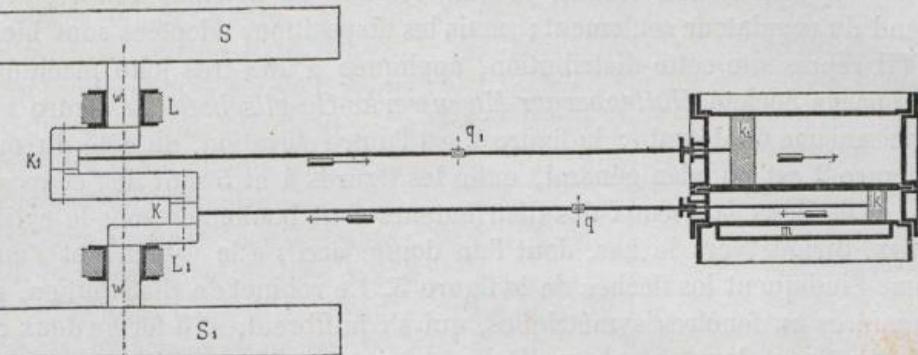


Fig. 120.



La figure 14 est une coupe du piston, qui est ajusté sans garniture dans le cylindre. Les volants ont 1^m,600 de diamètre et 0^m,190 de largeur à la jante. Au delà de l'un des volants, se trouve un maneton conduisant la pompe à air, dont le piston a 0^m,125 de diamètre et 0^m,180 de course.

Machine de M. Musil, construite par la Société *Hüttenberger-Eisenwerks-Gesellschaft* à Klagenfurt (Autriche).

Le système de distribution par robinets, inventé par M. Alfred Musil, de Klagenfurt, est semblable en principe à celui de M. Ehrhardt. Dans les deux, on trouve sur le même axe un robinet de distribution rotatif, et un robinet de détente, relativement fixe, dont la position dépend du régulateur seulement ; mais les dispositions adoptées sont bien différentes. La planche XXVII représente cette distribution, appliquée à une très jolie machine du genre Corliss, construite par la Société *Hüttenberger-Eisenwerks-Gesellschaft*. La figure 1 est une élévation du côté du mécanisme de détente ; la figure 2 est l'autre élévation, du côté du mécanisme de distribution. La figure 3 est un plan général, enfin les figures 4 et 5 sont des coupes du cylindre.

Les deux boisseaux des distributeurs sont boulonnés sous le cylindre, chacun portant deux canaux, dirigés vers le bas, dont l'un donne accès à la vapeur, et l'autre sert à l'échappement, comme l'indiquent les flèches de la figure 5. Le robinet de distribution, qui est conique, est percé de lumières ou fenêtres symétriques, qui s'équilibrent, et il forme deux chambres d'admission, *e*, *e* (Voir fig. 6), et deux chambres d'échappement, *a*, *a*, en sorte que ce robinet ne fait qu'un demi-tour pour chaque révolution de la manivelle. Les figures 5 et 7 montrent comment les chambres d'échappement communiquent avec la sortie.

Le robinet de détente est cylindrique, et placé à l'intérieur du premier ; à l'entrée, la vapeur traverse les orifices *i*, *i* (Voir fig. 5). Comme ce robinet est également ouvert à l'autre extrémité, et que ses fenêtres latérales sont égales et symétriques, il est entièrement équilibré en tous sens ; le régulateur n'a donc à vaincre, pour le faire mouvoir, que les frottements du presse-étoupes de l'axe. Considérons maintenant la figure 6, qui est une coupe transversale des deux robinets concentriques et du boisseau. La position des deux distributeurs est celle qui correspond au point mort du piston (Voir fig. 4) ; l'arête *c* a déjà découvert d'une petite quantité la lumière d'admission, et il en est de même pour le côté diamétralement opposé. Le robinet tournant dans le sens de la flèche, la lumière reste ouverte jusqu'à ce que l'arête *c₁* vienne la recouvrir, et alors il y a détente dans le cylindre ; mais à ce moment la course est presque achevée, en sorte que dans ce cas, la machine fonctionne presque à pleine admission. Dès que l'arête *d* découvre à son tour la lumière, le cylindre se trouve en communication par l'espace *a* avec l'échappement, ce qui dure jusqu'à ce que l'arête *d₁* referme la lumière, à ce moment le piston arrive au point mort, et la période que nous venons de décrire recommence. On comprend qu'en adoptant des dimensions convenables pour les bords ou recouvrements du robinet, par rapport à la longueur (1) des lumières, on détermine à volonté l'instant de l'admission anticipée, l'échappement, la durée de la compression et celle de l'admission naturelle. Mais l'admission peut être coupée, dans les lumières *g*, avant son terme normal, lorsque la position du robinet intérieur est modifiée par l'effet du régulateur, et la détente se produit alors dans le canal qui contourne le boisseau, et dans les deux espaces *e*, en même temps que dans le cylindre. Les figures 9 à 13 représentent diverses positions du robinet de détente, correspon-

(1) On se rappelle que nous appelons toujours *longueur* la dimension prise dans le sens du mouvement.

dant aux admissions 0, 0,13, 0,25, 0,50 et 0,95; dans ces figures, le robinet de distribution est toujours figuré dans la position qui correspond au commencement de la course. On voit que la variation automatique de la détente s'étend presque à toute la course.

Les figures 121 et 122 sont des épures figurant la marche des distributeurs d'admission et d'échappement : la course du piston étant représentée par $AB = A_1B_1$, et la longueur de la lumière par $e a$. L'avance à l'admission est v , l'avance à l'échappement est v_1 ; elles sont prises égales. Les courbes Ag , A_1g_1 , qui seraient décrites respectivement par les arêtes c et d , représentent la période d'ouverture des lumières ; elles sont identiques. Il en est de même des courbes de fermeture ik , i_1k_1 , décrites par les arêtes c_1 et d_1 . Les courbes h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , représentent la fermeture des lumières g , à divers instants de la course, par les arêtes du robinet de détente (1).

L'ouverture et la fermeture des lumières sont d'autant plus rapides, que le rapport du diamètre des robinets à la longueur des lumières est plus considérable ; pour une même introduction, la lumière reste alors entièrement ouverte pendant un temps plus long. Il en résulte qu'il faut adopter des robinets plus gros pour les machines qui doivent fonctionner à faible introduction. M. Musil fait le diamètre extérieur égal aux 0,45 à 0,50 du diamètre du cylindre pour des introductions plus faibles que 0,2 ; au delà de ce chiffre, il adopte un rapport de 0,3 à 0,4. Les lumières ont en largeur 0,4 à 0,5 du diamètre du cylindre, et en longueur 0,083 (ou $\frac{1}{12}$) de ce diamètre. Dans la machine représentée, la course est de 0^m,550, et le cylindre a 0^m,265 de diamètre.

D'après les diagrammes pris à l'indicateur, cette distribution fonctionne très régulièrement à des vitesses de 60 à 120 tours, les vitesses correspondantes du piston étant respectivement 1^m,10 et 2^m,20 par seconde. Les conduits d'admission et d'échappement sont de même grandeur, ils ont 140^m/m sur 25^m/m, ce qui correspond aux 0,064 de l'aire du piston.

Le régulateur, du système Porter, est conduit par un engrenage conique placé sur l'arbre de distribution ; il fait le même nombre de tours que la manivelle ; la course du manchon est de 0^m,080, et l'admission peut être réglée depuis 0 jusqu'à 0,9. Le degré d'introduction est constamment indiqué sur un cadran par un petit index, placé au milieu de la tringle qui réunit les manettes des robinets de détente.

**Machine de M. Radinger, construite par la Société de Construction de Simmering,
près de Vienne (Autriche).**

Le système de M. J.-F. Radinger, de Vienne, qui a paru pour la première fois à l'Exposition universelle de 1873, est spécialement disposé en vue des grandes vitesses ; on l'a représenté

(1) La première courbe a été tracée pour une admission de $1/6$, mais il est clair que la fermeture peut se produire plus tôt : le rétrécissement de la lumière g commence alors avant que la lumière principale ne soit entièrement ouverte, et les courbes Ag et h_1 se croisent (*Trad.*).

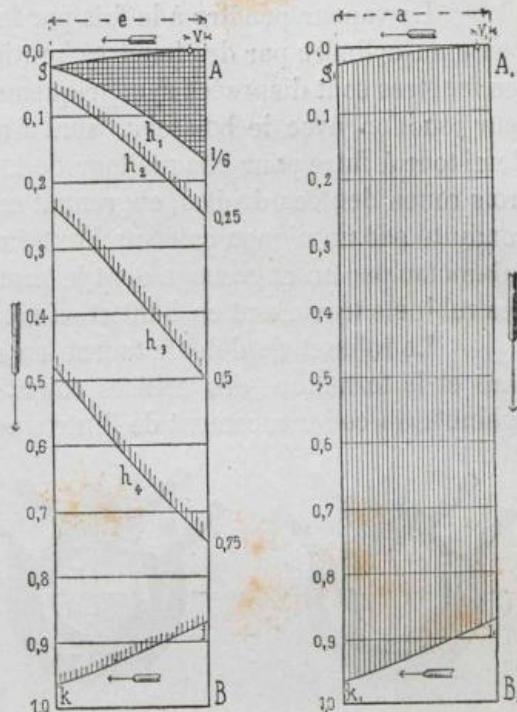


Fig. 121.

Fig. 122.

sur la planche XXVIII. Les figures 1 et 2 sont l'élévation et le plan d'ensemble, la figure 3 est une coupe horizontale du cylindre et des trois boisseaux des robinets. Comme on le voit sur cette dernière figure, et sur la figure 5 qui est une coupe verticale à plus grande échelle, la distribution se fait par quatre robinets : les deux du milieu, qui sont concentriques, ouvrent et ferment l'admission ; les deux autres, placés à côté, servent à l'échappement.

La vapeur pénètre à la fois par le haut et par le bas dans les robinets d'admission, d'où elle passe au cylindre par des fenêtres pratiquées dans la paroi des robinets. Pour équilibrer ceux-ci, les fenêtres sont disposées symétriquement par rapport à l'axe, et comme les conduits de vapeur, à leur jonction avec le boisseau, sont à angle droit l'un par rapport à l'autre, le robinet n'a qu'un demi-tour à faire pour chaque tour de la manivelle. Sur les axes des trois robinets se trouvent calées trois roues dentées droites, engrenant ensemble; celle du milieu fait corps avec une roue d'angle *a*, conduite par un pignon calé sur l'extrémité de l'arbre qui commande la distribution, arbre mené lui-même par un engrenage dont la première roue est calée sur l'arbre du volant. Les trois axes des robinets traversent en haut et en bas des boîtes à étoupes.

Le robinet de détente tourne en sens contraire du robinet de distribution, afin que l'ouverture et la fermeture des orifices soient plus rapides. La figure 123 représente la position de ces robinets au commencement de l'introduction, et la figure 124, leur position, lorsqu'ils ferment l'admission aux 0,4 de la course ; *e* et *e₁* sont les conduits allant au cylindre, *G* est le robinet extérieur, *G₁* le robinet de détente.

Le mouvement des deux robinets en sens contraires s'obtient à l'aide d'une deuxième roue d'angle *b* (pl. XXVIII, fig. 5), engrenant avec le pignon de l'arbre qui conduit la distribution, et calée sur l'arbre du régulateur, lequel tourne à l'intérieur du moyeu de la roue *a*, et traverse la douille centrale du robinet de détente. Ce robinet n'est pas fixé sur l'arbre, il lui est seulement relié par la traverse *c* qui réunit les bras du régulateur, et qui peut se mouvoir à la fois dans deux fenêtres, l'une rectiligne, percée dans l'arbre du régulateur, l'autre hélicoïdale, pratiquée dans une douille qui forme le prolongement de celle du robinet. Suivant que le manchon du régulateur monte ou descend, le robinet de détente avance ou tarde sur la rotation de l'axe, et coupe l'admission plus tôt ou plus tard.

A l'égard de l'usure, voici comment est disposé le mécanisme de réglage. Le robinet extérieur est relié par quatre bras à une douille qui traverse, par un presse-étoupes, la paroi supérieure ; cette douille est enfilée sur l'arbre du régulateur, et sa partie supérieure tourne dans un palier à cannelures *d* (fig. 5), qui porte à l'extérieur un filetage, sur lequel se visse un écrou *e*, maintenu dans le bâti du régulateur à une hauteur fixe, mais qui peut tourner sur lui-même. Au moyen d'une vis sans fin, engrenant avec une denture *f* qui fait corps avec la pièce *e*, on règle la hauteur du robinet de distribution. La douille du robinet de détente, concentrique à la précédente, est aussi munie d'une disposition analogue servant en même temps à faire joint entre les deux douilles. Enfin la hauteur de l'arbre du régulateur se règle très facilement par sa crapaudine, qu'on peut éléver ou abaisser au moyen d'un levier commandé par une vis munie d'un volant à main (1).

La puissance de cette machine est de 10 chevaux ; le piston a 0^m,265 de diamètre et 0^m,630 de course.

(1) Sans parler de la complication extrême du mécanisme de distribution, on ne retrouve guère dans cette machine les avantages des distributeurs séparés : les espaces nuisibles sont grands, et une bonne partie des con-

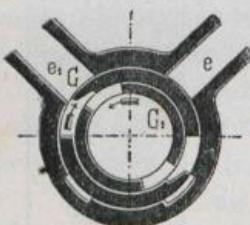


Fig. 123.

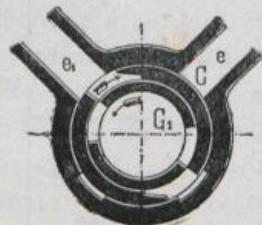


Fig. 124.

Distribution des Ateliers d'Emmerich (Prusse rhénane).

Les figures 3 à 6 de la feuille 9 représentent un système de distribution construit aux *Ateliers d'Emmerich* (Van Gulpén, Lensing et von Gimborn, Fonderie et Construction de machines). La figure 3 de la feuille 9, et la figure 125 du texte, représentent l'ensemble d'une machine de ce type. La vapeur est distribuée par un robinet unique, cylindrique, et la variation de durée de l'introduction résulte du glissement de ce robinet suivant son axe, mouvement produit par le régulateur qui est installé sur un support fixé au-dessus des glissières. Le robinet est placé au-dessus du cylindre, il est mis en mouvement par un arbre portant un pignon qui engrène avec une denture en vis sans fin, taillée sur la circonference du plateau manivelle. Ce distributeur est représenté en coupe longitudinale sur la figure 5 de la feuille 9, et en coupe transversale sur la figure 6 : la figure 4 est un développement de la surface cylindrique du robinet, et par superposition, des lumières du boisseau qui sont indiquées en ligne ponctuée. La lumière *e* sert à l'arrivée de vapeur au robinet, la lumière *a* sert à l'échappement, et les deux lumières trapézoïdales *C* et *D* conduisent aux extrémités du cylindre. On voit sur le développement (fig. 4) quatre ouvertures rectangulaires *E*, qui communiquent, par l'intérieur du robinet, avec les quatre ouvertures trapézoïdales *G*, de même les quatre autres fenêtres, *F*, communiquent avec les ouvertures *H*.

Le robinet étant animé d'un mouvement uniforme de rotation, la vapeur passe tantôt dans le canal *D*, par le chemin *eFH* (fig. 4), tantôt dans le canal *C*, en suivant le trajet *eEG*; et de la même manière la lumière d'échappement *a* se trouve en communication alternativement avec les conduits *C* et *D*.

Les ouvertures *G* et *H* se trouvent quatre fois répétées sur la circonference du robinet, celui-ci ne faisant qu'un quart de tour pour chaque tour de la manivelle. C'est pour la même raison qu'il y a quatre fenêtres *E* et autant de fenêtres *F*.

Lorsque le robinet glisse plus ou moins suivant son axe, les conditions de l'admission ou de l'échappement ne changent pas, les arêtes qui s'y rapportent étant parallèles à l'axe, mais comme les arêtes qui interrompent l'admission dans les ouvertures *C*, *D*, *G* et *H*, sont obliques, ce mouvement de glissement modifie l'instant de la fermeture, c'est-à-dire le degré de détente de la vapeur. C'est le régulateur qui détermine ce glissement, au moyen d'un levier à fourche, visible sur la figure 125.

ducts sont alternativement en contact avec la vapeur en pression et avec celle d'échappement. En outre, le cylindre, avec ses trois boisseaux et ses canaux bifurqués, paraît bien difficile à couler (*Trad.*).

CHAPITRE III. — DISTRIBUTIONS PAR TIROIRS CIRCULAIRES.

I. — TIROIRS CIRCULAIRES ANIMÉS D'UN MOUVEMENT CONTINU

Système de MM. Brotherhood et Hardingham, à Londres.

Le tiroir circulaire plan, ou tiroir rotatif, a été depuis longtemps l'objet de bien des essais, mais ce n'est que récemment qu'on l'a appliqué avec quelque succès. Il est très simple de fabrication, et facile à commander, mais il présente l'inconvénient d'une usure inégale, et par suite l'entretien en est difficile. Aussi ne doit-on se servir de ce distributeur que pour des machines qui ne sont pas faites en vue de l'économie de vapeur.

Le fonctionnement du tiroir circulaire est le même en principe que celui des distributeurs à robinet : il ne diffère de ceux-ci que par sa forme, qui est la limite d'évasement d'un robinet conique.

C'est dans les machines à trois cylindres de MM. Brotherhood et Hardingham, que l'on rencontre la première application étendue de ce genre de tiroir ; il convient parfaitement à ces moteurs, pour lesquels, du reste, l'étanchéité absolue du tiroir est d'importance secondaire, vu leur grande consommation de vapeur.

Nous avons représenté deux types de ces machines. Le premier se trouve dessiné sur la planche XXV, figures 6 à 8. Les trois cylindres, faisant entre eux des angles de 120° , sont d'une seule pièce : l'espace central, communiquant avec les cylindres, renferme la manivelle unique, sur laquelle agissent les trois bielles. Cet espace est constamment rempli de vapeur en pression, et fermé par deux couvercles ; l'arbre y pénètre à travers une boîte à étoupes. Les trois pistons supportent ensemble la pression de la vapeur, et chacun d'eux est repoussé lorsque la pression qui s'exerce sur sa face extérieure est ramenée à celle de l'atmosphère, ce qui a lieu tour à tour pour les trois pistons, de manière à produire la rotation de l'arbre, sans point mort.

Le tiroir circulaire est conduit par le bouton de manivelle, et il fonctionne de la manière la plus simple. Sur la glace se trouvent trois lumières égales, correspondant à trois canaux latéraux qui aboutissent aux extrémités des cylindres, et dont l'un est figuré en coupe (fig. 6). Le tiroir présente sur sa glace un évidement, qui peut faire communiquer l'extrémité du cylindre avec l'échappement, et dans le bord plat du tiroir, se trouve une ouverture (visible sur la figure 8) qui laisse pénétrer la vapeur derrière chacun des pistons, aussitôt que la manivelle a dépassé le point mort correspondant, en sorte que la pression s'égalise sur les deux faces. Cette machine, ne fonctionnant qu'à pleine pression, consomme beaucoup de vapeur, et ne peut être d'un emploi avantageux que dans le cas où il faut un moteur très rapide, ne tournant que par intervalles, et où l'on n'a pas à se préoccuper de la dépense en combustible. Dans l'exemple représenté sur la planche XXV, les pistons ont $0^m,180$ de diamètre et $0^m,150$ de course.

Ce curieux type de machines a été perfectionné par M. P. Brotherhood, établi à Paris, et la

disposition actuellement adoptée est représentée sur la feuille 14, figures 6 à 10 ; elle convient très bien pour commander directement des appareils tournant à très grande vitesse, comme les pompes centrifuges, les scies circulaires, les essoreuses, les machines magnéto-électriques, etc.

Les trois cylindres sont comme précédemment coulés d'une seule pièce, et forment un bloc de fonte, supporté par des oreilles latérales dont on voit les amores sur la figure 7. Le tiroir *G*, représenté à part dans la figure 10, est équilibré par sa position même ; il est conduit par un petit bouton *b*, situé à l'extrémité du maneton, et qui s'engage dans l'encoche d'une petite manivelle *k* (figures 8 et 9). Les trois pistons n'agissent qu'à simple effet, en poussant, en sorte que les bielles, qui attaquent toutes les trois le même maneton, sont toujours en compression, et qu'il ne se produit pas de jeu. La manivelle est équilibrée par un contrepoids *K*. Dans la position représentée sur la figure 6, la vapeur, pénétrant dans le tiroir *G* par le centre, traverse la lumière *e*, et parvient par le canal *e*, derrière le piston du haut (1), tandis que l'échappement de celui des cylindres dont la bielle recule en ce moment, passe par le canal *a* pour se rendre dans l'espace central de la machine. Cet espace est hermétiquement clos par un couvercle boulonné, muni d'une boîte à étoupes pour le passage de l'arbre (sur la figure, ce couvercle est supposé enlevé). De là la vapeur est évacuée par un tuyau comme l'indique la flèche.

Le second couvercle de la machine constitue la partie extérieure de la boîte à tiroir, qui est complétée en dedans par une pièce *g*, dont on règle facilement la position au moyen de vis de serrage et de vis de butée.

La régulation se fait au moyen d'une valve cylindrique *H*, percée de fenêtres longitudinales, et tournant avec le tiroir, dans la douille duquel elle est enfilée. Aux fenêtres de la valve correspondent des fenêtres semblables, percées dans la douille, et à travers lesquelles arrive la vapeur. La valve porte une tige *r*, dont la tête *o* se trouve située au centre du régulateur *U*. Celui-ci, dont la forme extérieure est celle d'un simple disque, se compose essentiellement de deux coulissoix, *R*, *R₁*, qui sont constamment attirés vers le centre par des ressorts à boudin, *s*, *s₁*, tandis que la force centrifuge les en éloigne plus ou moins ; ces coulissoix saisissent, par des encoches, deux taquets *n*, *n₁*, faisant corps avec la tête de la tige *r*. Il s'ensuit que, suivant le degré de vitesse que prend la machine, la valve *H* tourne d'une certaine quantité dans son boisseau, et étrangle plus ou moins la vapeur. C'est ce même mécanisme de régulation qui est appliqué aux machines de MM. Flaud et Cohendet, décrites précédemment (2).

Machines jumelles de M. T. Watts, à Londres.

M. Thomas C. Watts avait présenté à l'exposition agricole de Bristol, en 1878, des machines doubles, à grande vitesse, extrêmement ramassées, et dont deux types différents sont dessinés sur la planche XXV (figures 9 à 12) ; dans toutes deux la distribution se fait par un tiroir circulaire unique.

(1) On remarquera que ce mode de fonctionnement permet d'utiliser la détente de la vapeur, avec avance et recouvrement, et d'établir par le même moyen une compression d'autant plus utile, que ces machines ont une très grande vitesse (Trad.).

(2) Nous citerons le résultat d'expériences faites par M. Correy (*Bulletin de la Société industrielle de Rouen, année 1878*) sur une machine Brotherhood dont les pistons avaient 0^m,180 de diamètre sur 0^m,152 de course, et qui fonctionnait à la vitesse normale de 300 tours. A la pression de 5^k,7, la puissance développée sur les pistons, évaluée à l'indicateur, était de 20 chevaux, et le rendement, mesuré au frein, était de 0,75 à 0,80. La vitesse moyenne des pistons était de 1^m,52 par seconde (Trad.).

Les figures 9 et 10 sont deux coupes, perpendiculaires l'une à l'autre, d'une machine double à simple effet, dont les pistons ont 0^m,381 de diamètre et 0^m,457 de course; sa puissance est de 250 chevaux. L'axe du tiroir circulaire est vertical, et placé entre les deux cylindres; il est commandé par un engrenage d'angle. Dans la position du dessin, le cylindre de gauche communique avec l'échappement (dont le départ est concentrique à l'axe du tiroir), tandis que la vapeur neuve pénètre dans le cylindre de droite.

La boîte à tiroir est complètement occupée par le tiroir rotatif, et communique latéralement avec le boisseau de la valve d'arrivée, qui est commandée par le régulateur; celui-ci est conduit par un engrenage droit, calé sur l'axe du tiroir. La boîte à tiroir est boulonnée sur la pièce de fonte qui forme les deux cylindres; c'est le seul joint de la machine. L'arbre tourne dans trois paliers, et celui du milieu s'étend d'une manivelle à l'autre, en sorte que la couronne dentée qui commande l'axe vertical du tiroir, est simplement fixée à vis sur l'une des manivelles. Les bielles, pour être légères, sont formées de tubes d'acier; elles ne travaillent d'ailleurs qu'à la compression.

Les figures 11 et 12 sont deux coupes verticales de machines jumelles, du système de Woolf. Pour chacune des machines, le cylindre à haute pression est situé au centre du cylindre de détente, et les deux pistons sont boulonnés l'un à l'autre, en sorte qu'ils n'ont à deux qu'une seule bielle. Un seul tiroir circulaire, commandé de la même manière que le précédent, distribue la vapeur aux quatre cylindres, qui fonctionnent tous à simple effet. Dans la position représentée, la vapeur neuve parvient au petit cylindre de gauche (fig. 11), tandis que le grand cylindre qui l'entoure reçoit la vapeur qui vient de travailler dans le petit cylindre de droite. En même temps le grand cylindre de droite est mis en communication avec le condenseur, ou avec l'atmosphère. On remarquera que dans ce système, les conduits de vapeur sont très courts (1).

Distribution de M. Luschka, ingénieur à Bielitz (Autriche).

M. G. Luschka est l'inventeur d'une combinaison toute particulière de robinet cylindrique et de tiroir circulaire, représentée par les figures 126 à 129; l'ensemble forme un distributeur équilibré, absorbant peu de travail et disposé en vue de la marche à grande vitesse.

La glace présente deux lumières, e , e_1 , auxquelles aboutissent les conduits de vapeur, et le tiroir a une petite ouverture, o , pour l'admission, et une plus grande, o_1 , pour l'échappement, lequel se fait d'ailleurs dans les conditions ordinaires. L'ouverture o_1 se continue par un tube p , servant d'axe de rotation au tiroir, et qui traverse par un presse-étoupes le couvercle de la boîte à vapeur. La distribution est conduite par un engrenage, dont l'une des roues, r , est calée sur l'axe p , et lui donne un mouvement de rotation égal à celui de l'arbre du volant.

Le tiroir forme autour du tube central un cylindre, percé de fenêtres, i , i_1 , disposées symétriquement de manière à s'équilibrer, et à travers lesquelles pénètre la vapeur. Pour faire varier la durée de l'admission, on a enfillé autour de la paroi cylindrique du tiroir une douille

(1) Dans les machines de M. Watts, l'échappement ne se dégage pas sur les manivelles, en sorte qu'elles sont facilement accessibles et moins sujettes à chauffer. Néanmoins ce système donne lieu à quelques critiques, notamment à l'égard de la condensation continue dans le tiroir, du réglage des trois paliers, et du graissage des pistons. Le passage constant de chaleur du petit cylindre au grand, à travers la paroi qui les sépare, est aussi un point délicat (*Trad.*).

ou fourreau *c d*, formée de deux parties concentriques, percées d'ouvertures qui correspondent aux fenêtres *i*, *i₁*. La partie intérieure, *c*, est maintenue fixe par trois goujons, *s*, tandis que l'enveloppe extérieure *d*, munie d'un segment denté, peut tourner sur elle-même au moyen d'une vis sans fin *w*, mue soit à la main, soit par le régulateur. Il en résulte que les arêtes *n*, *n*, de l'enveloppe *d* (fig. 128) reculent dans l'intérieur des événements de la pièce *c*, ce qui permet, dans la disposition adoptée, de faire varier l'introduction de 0 à 0,4 de la course. Dans la figure, les pièces sont placées de manière à couper l'introduction aux 0,14.

Lorsqu'on ne tient pas à conserver la même avance quel que soit le degré de détente, on peut simplifier ce mécanisme, en supprimant le fourreau *c*, comme l'indique la figure 129. Dans ce cas, la détente a lieu dès que le robinet a tourné de l'angle *a*. Si l'on modifie la position de la douille *d*, l'angle *a* change de position, mais non d'étendue, en sorte que la variation de la détente entraîne une variation dans l'avance à l'introduction.



Fig. 128.



Fig. 129.

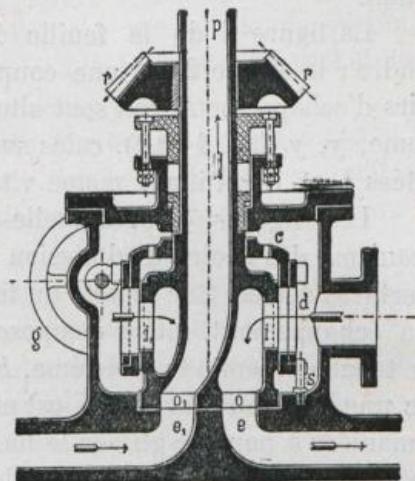


Fig. 127.

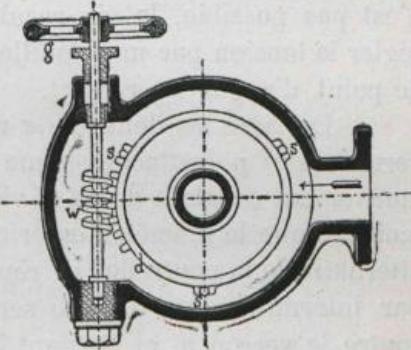


Fig. 126.

II. MACHINE A TIROIRS CIRCULAIRES, ANIMÉS D'UN MOUVEMENT DE ROTATION INTERMITTENT.

Distribution de M. de Reiche, à Aix-la-Chapelle (Prusse).

M. le professeur H. de Reiche est l'auteur d'un système de distribution qui date de 1874, et qui présente des particularités remarquables. L'introduction peut être faite pendant toute fraction donnée de la course; l'ouverture et la fermeture des distributeurs d'entrée sont instantanées, et se font avec douceur, par le jeu libre de ressorts intercalés dans le mécanisme de régulation, et

qui, constamment remontés, emmagasinent le travail nécessaire pour manœuvrer par intervalles les distributeurs ; enfin les lumières sont toujours ouvertes en grand pour tous les degrés d'introduction.

La figure 1 de la feuille 16 représente l'installation des tiroirs rotatifs, sur le côté du cylindre ; la figure 2 est une coupe transversale, faite par un plan vertical : on y voit l'un des tiroirs d'échappement, qui sont situés en dessous du cylindre, et sont commandés par des disques à came, y , y_1 (fig. 1 et 2), calés sur un arbre z . Cet arbre est mis en mouvement par les roues dentées I et II, et il a la même vitesse de rotation que l'arbre du volant.

Les figures 4 et 6 (celle-ci est prise en plan) représentent à plus grande échelle le mécanisme des tiroirs d'admission ; g est le tiroir, e la glace : ces deux pièces sont percées de sept ouvertures égales. Sur l'axe f du tiroir est calée une roue portant trois dentures : l'une, c (fig. 6), est à échappement, et se compose de sept saillies prismatiques, la seconde, d (fig. 5), est une roue tangente, enfin la troisième, h , est une roue à rochet, de quatorze dents. La roue d engrène avec une vis sans fin k , qui est enfilée sur l'axe w , et y est maintenue par une longue clavette, de manière à pouvoir glisser le long de cet axe, qui tourne constamment avec une vitesse de rotation quadruple de celle de l'arbre à manivelle. La vis sans fin, poussée par un ressort à boudin s , tend constamment à faire tourner la roue d dans le sens de la flèche ; mais lorsque ce mouvement n'est pas possible, la vis recule sur l'arbre w , en comprimant le ressort, dont on peut alors régler la tension par une douille tournante i , dans laquelle s'emmanche à vis le fourreau qui sert de point d'appui au ressort.

Derrière les dents de la roue à échappement c , viennent s'introduire tour à tour les deux verrous n et p , rattachés à une barre l , que nous nommerons *poutrelle*, et qui est animée d'un mouvement constant de va-et-vient. L'écartement entre les extrémités de ces verrous est toujours moindre que le diamètre extérieur de la roue à échappement, en sorte que, dans le mouvement alternatif de la poutrelle, la roue c , sollicitée comme on sait par l'effet du ressort s , tourne par intermittences, dans le sens de la flèche, et ses dents viennent buter, pendant la détente contre le verrou n , et pendant l'admission contre le verrou p ; dans le premier cas, les sept lumières sont fermées, dans le deuxième elles sont ouvertes. Pour chaque tour de manivelle, le tiroir fait deux fois $1/14$ de tour.

La poutrelle est commandée, depuis la crosse du piston, comme le montrent les figures 1 et 3, au moyen d'un levier oscillant u , et d'une bielle u_1 ; il aurait peut-être mieux valu employer un excentrique. On comprend qu'en réglant convenablement les positions des verrous n et p , on peut régler par là-même le commencement et la fin de l'introduction.

La position dessinée sur la figure 4 correspond à une introduction de $1/10$: le verrou n vient d'abandonner la roue c , qui a aussitôt fait $1/14$ de tour, et les lumières sont ouvertes. La longueur x , (fig. 4), étant la demi-course de la barre, l'extrémité du verrou n , à la fin de course, sera dans la position 3 au lieu de 1 ; de même l'extrémité du verrou p aura reculé depuis le point 2 jusqu'au point 4.

Si l'on veut changer le degré d'avance, l'augmenter par exemple, il suffit d'éloigner le verrou n de l'axe du tiroir, une fois la machine arrêtée, en desserrant une vis qui maintient le collier o sur la poutrelle l (cette vis se voit sur le collier o_1 , figure 4). Pour modifier l'introduction, l'augmenter par exemple, il faut rapprocher le verrou p de l'axe du tiroir, mouvement qui a lieu par l'effet du régulateur. Pour cela, la queue du verrou est renflée, et porte un filetage pris dans l'écrou r ; cet écrou a extérieurement la forme d'un long pignon denté, et peut tourner dans les deux colliers a , a , dont on règle à volonté la position sur la poutrelle, comme pour les colliers

o et o_1 . Un segment denté q (Voir fig. 2), dont l'arbre V est directement actionné par le manchon du régulateur, engrène avec ce pignon. L'écrou r étant fileté moitié à droite, moitié à gauche, les deux verrous p, p_1 , se meuvent toujours ensemble et symétriquement.

Pour éviter les chocs, il existe pour chaque tiroir un cylindre à matelas d'air, O , et les quatorze dents de la roue à rochet h viennent directement buter sur la tête du piston Q , qui est armée d'une touche d'acier v . On règle le tout de telle sorte que les dents du rochet dépassent l'arrêt v un peu avant l'instant où vont buter les dents de l'échappement.

Le régulateur est conduit par l'arbre de distribution w , au moyen des roues d'angle V et VI (fig. 1) ; il fait quatre tours pour chaque tour de la manivelle. La seule résistance qu'il ait à vaincre est celle qui peut provenir du long pignon fileté r , et il est tout-à-fait indépendant des mouvements de la distribution.

On remarquera que, dans cette distribution, il n'y a d'autre articulation que celle du levier oscillant u et de sa bielle u_1 , pièces qui fonctionnent assez lentement; on évite ainsi le jeu qui se produit peu à peu dans la plupart des distributions compliquées, et en détruit la précision. Il n'y a pas non plus de masses importantes animées de mouvements rapides alternatifs, et les distributeurs, avec leurs roues dentées, continuent toujours leur rotation dans le même sens (1).

III. MACHINE A TIROIRS CIRCULAIRES OSCILLANTS, ET A DÉCLIC.

Système de M. H. Berchtold, à Zurich (Suisse).

On remarquait beaucoup, à l'Exposition de Vienne, une machine à vapeur assez compliquée, construite par MM. Scheller et Berchtold, à Thalweil, près de Zürich, et qui a été depuis lors simplifiée par le chef actuel de cette maison, M. Henri Berchtold.

Il y a quatre types de ce système : la machine exposée à Vienne, qui a été reproduite dans diverses publications techniques, la disposition représentée par les figures 130 à 132, et celle qui est dessinée sur la planche XXIX, figures 8 à 11 ; le quatrième type est à tiroirs plans, nous l'étudierons ultérieurement.

(1) On doit considérer la présence d'engrenages agissant alternativement dans un sens et dans l'autre, comme un défaut dans un mécanisme de distribution, tant à cause du jeu inévitable, que des arc-boutements qui peuvent se produire. C'est le cas, dans la machine de M. de Reiche, pour le pignon fileté qui règle la détente; et d'autres machines (Spencer et Inglis, Wheelock, etc.) prêtent à la même critique, quoique cet inconvénient soit moins grave dans le mécanisme de régulation, où l'effort transmis est toujours faible.

Il n'en est plus de même quand l'engrenage travaille toujours dans le même sens, comme c'est ici le cas pour la roue tangente d , et surtout lorsque les dentures sont constamment maintenues en contact par un ressort. L'idée de faire de ce ressort un véritable accumulateur, qui permet de conserver à l'arbre de distribution une vitesse constante, est très ingénieuse.

On pourrait éviter le jeu dans le mécanisme de la poutrelle, en le faisant conduire par un excentrique, dont la barre serait reliée à la poutrelle par une lame flexible, permettant une oscillation suffisante. (Traducteur.)

On voit sur la figure 130 les deux tiroirs d'admission, G , G_1 , placés sur le dessus du cylindre, et dans l'axe de la machine, comme dans le type original exposé à Vienne. Les tiroirs, ou obturateurs, sont percés suivant huit secteurs, et oscillent sur des glaces percées de même. Sur l'axe F de chaque tiroir est fixée une manette L , calée au moyen d'une vis de serrage rapprochant les deux moitiés du moyeu, qui est fendu. Cette manette est reliée, par une petite bielle e , avec une sorte de piston creux, Q , appuyant par une embase sur un ressort à boudin s ; celui-ci tend toujours à repousser le piston Q hors de son fourreau O , vers le milieu du cylindre, mouvement qui produit la fermeture des lumières.

Dans le piston Q est placé un cliquet K , dont la tête est armée d'une touche d'acier, et qui se trouve ordinairement maintenu dans la position figurée, par une lame de ressort i . Les deux cliquets, K , K_1 , des deux distributeurs, se trouvent en face l'un de l'autre, laissant toujours entre eux assez d'espace pour que les ergots n , n_1 (fig. 130), du coulisseau N , puissent tour à tour y pénétrer. Ce coulisseau glisse dans une rainure à queue d'aronde, pratiquée dans un support P , mobile sur un pivot vertical z (fig. 131), et le bâti T , sur lequel est fixé le pivot, sert en même temps de guide à l'axe B du régulateur.

Le support P porte un prolongement, avec un œil p , où se trouve fixé un tourillon qui coulisse dans une rainure sinueuse, pratiquée dans un disque A calé sur l'axe du régulateur. Cet axe fait le même nombre de tours que la manivelle, et le tracé de la rainure

est choisi de telle manière que dans une révolution de l'axe B , les ergots n et n_1 , l'un après l'autre, rencontrent les cliquets K et K_1 , et les repoussent en refoulant les ressorts s et s_1 ; ainsi les lumières se trouvent ouvertes alternativement des deux côtés.

On fait varier l'introduction en augmentant ou diminuant le rayon du cercle que décrivent les extrémités des ergots n et n_1 , ce qui fait évidemment varier de même la durée de leur contact avec les cliquets. Pour cela, le coulisseau N est relié directement, par une bielle à fourche R , au manchon M du régulateur, et, comme on le voit sur la figure 131, lorsque les boules du régulateur s'élèvent, les ergots se rapprochent du centre, et par conséquent l'admission diminue. L'abaissement du manchon produit l'effet inverse.

On a marqué, sur la figure 130, les positions principales du tourillon dans la rainure. C'est au point I qu'il est le plus rapproché de l'axe; au point II, le cliquet commence à se trouver en prise, et au point III, le tiroir ayant tourné d'une valeur égale au recouvrement, l'ouverture des lumières commence; elles sont complètement ouvertes dans la position IV. Le déclenchement peut avoir lieu entre les positions III et V, celle-ci est la limite.

Les tiroirs d'échappement, H , H_1 (fig. 132), présentent aussi huit ouvertures, et sont animés

Fig. 130.

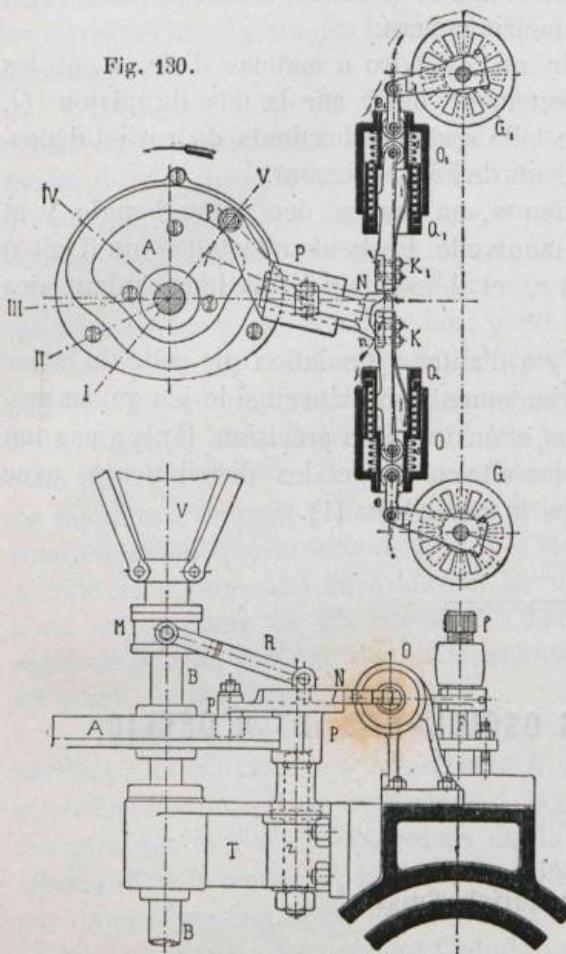


Fig. 131.

d'un mouvement d'oscillation, au moyen des manettes L, L_1 , des bielles e, e_1 , et de leviers l, l_1 ; ceux-ci portent à leurs extrémités p, p_1 , des tourillons qui circulent dans la rainure d'un disque A_1 , calé comme le premier sur l'arbre du régulateur.

Les machines actuelles de ce système (planche XXIX, fig. 8 à 11) sont d'une construction différente, mais reposant sur les mêmes données. La figure 8 est une coupe transversale du cylindre, la figure 9, une élévation latérale, et la figure 10, un plan partiel. On y retrouve l'arbre vertical, avec ses deux disques à rainures; la commande directe du coulisseau par le manchon du régulateur est également conservée, mais les leviers des tiroirs sont d'une forme particulière (Voir fig. 10), et calés sur leurs axes par un chapeau et deux prisonniers. Le bras le plus court de ces leviers ($0^m,060$) forme à son extrémité une chape où est placé un galet d'acier r , contre lequel appuie constamment la tête d'une vis d'acier, fixée sur la tête du piston d'un appareil à matelas d'air. Le ressort qui agit sur ce piston tend à faire fermer les lumières, il est recouvert par un fourreau en cuivre jaune poli, servant en même temps à le régler. Sur le second bras de levier ($0^m,090$) est articulé le cliquet K , sur lequel est placée une lame de ressort, servant à le maintenir constamment appuyé sur la gorge d'un galet U , de sorte que le cliquet est toujours prêt à recevoir les ergots du coulisseau N . Les ergots sont portés, comme le pivot du support oscillant, sur une pièce de fonte boulonnée au cylindre. La capsule du piston à air est fondue avec une saillie, qui sert de guidage à l'extrémité supérieure de l'axe du tiroir (Voir figures 8 et 11); sur la tête de cet axe appuie un ressort à boudin, qu'on règle par un écrou (fig. 11).

La figure 133 est une épure des divers degrés de saillie du coulisseau N , qui correspondent aux principales positions de déclenchement, suivant le rayon de l'arc décrit par l'extrémité des ergots. De même que dans la figure 130, au point I le support est dans la position extrême: en II, l'ergot arrive au contact du cliquet, et au point III, les lumières commencent à s'ouvrir. Pour les positions IV à VI, les chiffres placés à côté de chacune d'elles indiquent la fraction de course pendant laquelle dure l'introduction. La position extrême de l'oscillation est figurée en VII; comme il faut que le déclenchement ait lieu en tous cas avant la fin de la course, l'introduction ne doit pas dépasser la proportion qui correspond à cette limite, et pour plus de sécurité, le déclenchement doit se faire au plus tard au point VI, qui correspond à une introduction de 0,7.

A la rigueur, et abstraction faite des conditions matérielles de la marche, le coulisseau, avec son mouvement oscillatoire continu, semblerait permettre d'obtenir des introductions atteignant l'unité, mais il faut tenir compte de la nécessité d'un

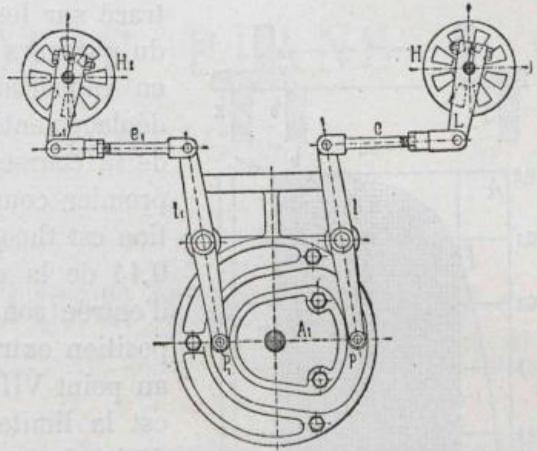


Fig. 132.

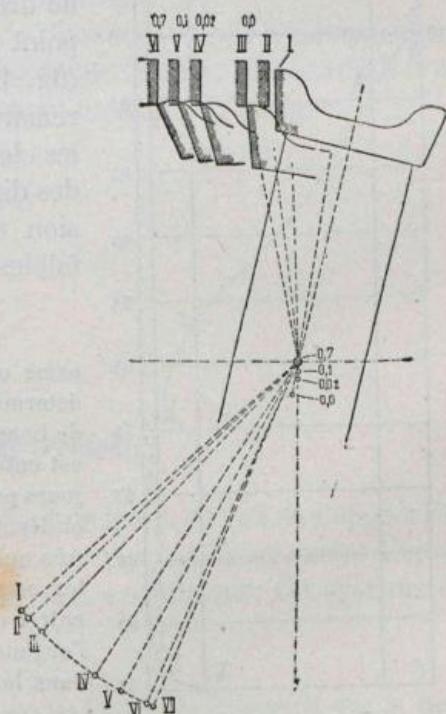


Fig. 133.

certain jeu pour l'entrée en prise, et du parcours qu'exige le recouvrement des bords du tiroir, ce qui ramène la limite à 0,7, chiffre qui d'ailleurs est déjà élevé.

Les tiroirs d'échappement de cette machine sont identiques à ceux de la figure 132. On a

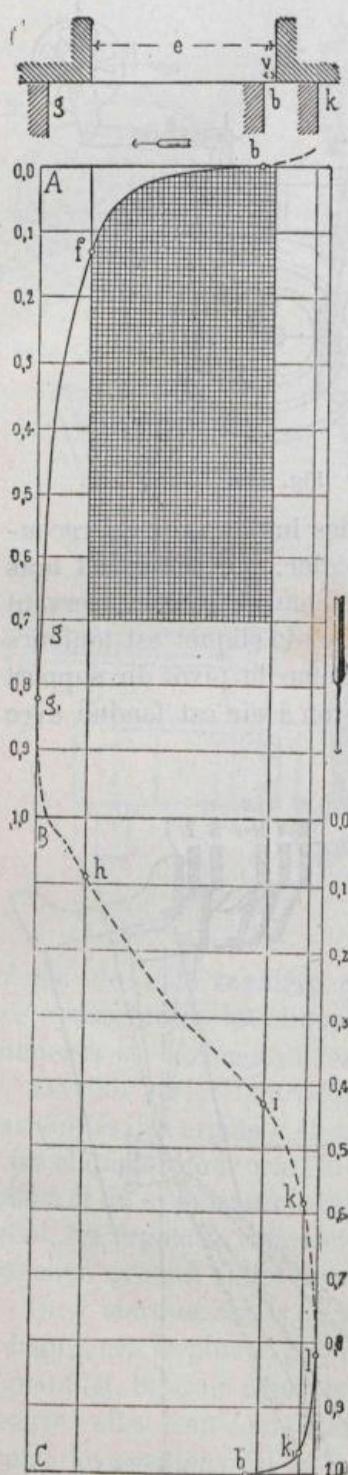


Fig. 134.

tracé sur les figures 134 et 135 des épures du parcours du bord travaillant des tiroirs, en rapportant, comme précédemment, les déplacements du tiroir aux diverses périodes de la course du piston. On y reconnaît au premier coup d'œil combien cette distribution est théoriquement avantageuse; dès les 0,14 de la course (fig. 134), les lumières d'entrée sont entièrement découvertes. La position extrême g_1 est celle qui correspond au point VII de la figure 133, et le point g est la limite pratique. On voit que, si le déclanchement n'avait pas fonctionné avant le point g_1 , le tiroir ne se fermerait que lentement, suivant la ligne ponctuée $g_1 h i k$, et l'admission durerait jusqu'au point i , qui se trouve compris dans la course de retour. D'après l'épure, le tiroir reprendrait son mouvement au point I , suivant la courbe $I k_1 b$, mais comme il y a un certain jeu, représenté par l'espace entre les deux lignes de droite, le cliquet ne rentre en prise qu'au point k_1 . La marche du tiroir d'échappement (fig. 135), est aussi très bonne, et on peut remarquer, à l'avantage de ce système, que les chemins parcourus par les tiroirs, au delà des dimensions e et a des lumières d'admission et d'échappement, sont relativement faibles (1).

(1) Il est toujours possible, au moyen d'une came ou d'une rainure, d'obtenir un mouvement déterminé d'avance, mais cela ne peut se faire dans de bonnes conditions pratiques que lorsque la came est entièrement convexe, et qu'elle reste ainsi toujours propre; la rainure est d'un entretien difficile, et dès qu'il y a un peu d'usure, il se produit un jeu très nuisible. Nous dirons à ce sujet, comme pour les engrenages, qu'en général une came ne doit entrer dans un mécanisme de distribution, que si l'organe qu'elle connaît appuie toujours sur elle dans le même sens. (*Traducteur.*)

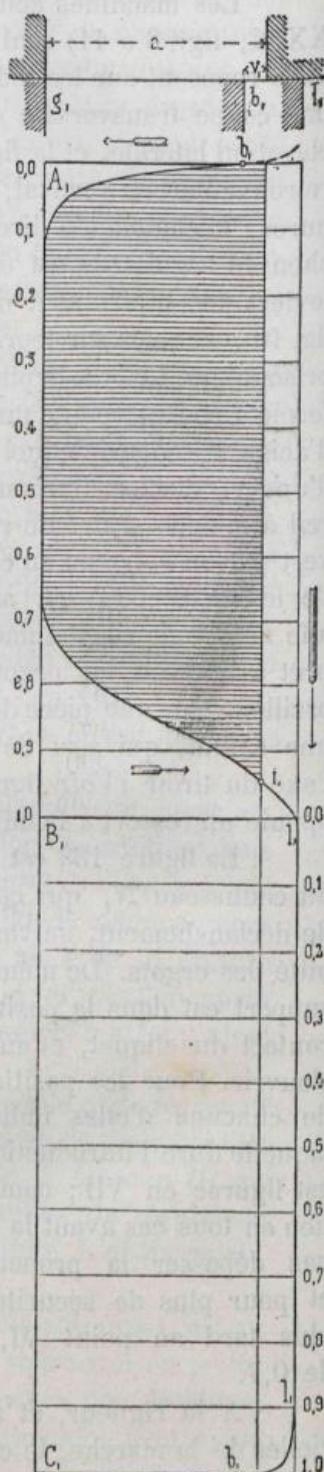


Fig. 135.

DEUXIÈME PARTIE.

MACHINES A TIROIRS PLANS MANOEUVRÉS PAR DÉCLIC.

CHAPITRE PREMIER. — DISTRIBUTIONS A TIROIRS DOUBLES (1).

Les distributions à tiroirs plans étant de beaucoup les plus répandues, il est naturel que les constructeurs se soient attachés tout spécialement à les perfectionner, de manière à faire conduire la détente par le régulateur d'une façon rigoureuse et sans étranglement. Il s'est produit ainsi, dans ces dernières années, un bon nombre de systèmes, dont les uns se composent de tiroirs superposés (Meyer, Farcot, etc.) auxquels est adapté un mécanisme de déclic, et d'autres sont des combinaisons toutes nouvelles, équivalentes aux distributions Corliss, sur lesquelles elles présentent même certains avantages.

Les tiroirs superposés ont le plus souvent l'inconvénient d'allonger beaucoup les conduits de vapeur du cylindre, à moins que (comme l'ont fait MM. Allcock, Wannieck et autres) l'on ne divise le tiroir en deux parties distinctes, mais continuant à se mouvoir ensemble.

Un pas de plus dans cette voie consiste à séparer le tiroir d'admission du tiroir d'échappement, et à les placer en des points différents sur le cylindre, comme les tiroirs Corliss, par exemple ; on rentre alors dans les distributions à quatre tiroirs, qui feront le sujet du chapitre suivant.

I. TIROIRS COURTS.

Système de M. Ochwadt, à Louisenthal (Prusse).

M. H. Ochwadt, ingénieur à Louisenthal, près de Sarrebrück, a imaginé, en vue de l'application aux machines rapides, une combinaison de tiroirs superposés qui permet de faire varier l'introduction depuis 0 jusqu'à la course entière ou à peu près, avec un seul excentrique. Ce système est représenté par les figures 136 et 137.

(1) On entend ici par *tiroirs doubles* des tiroirs placés l'un au-dessus de l'autre, de telle sorte que le tiroir supérieur ne fait que régler l'admission, et joue le rôle de tiroir de détente. (*Traducteur.*)

Le tiroir principal, G , est conduit à la manière ordinaire par la tige F ; dans la figure, on a supposé qu'il se trouve à son point mort de droite, et qu'il va se mouvoir dans le sens de la flèche visible en F , tandis que le piston K se dirige de gauche à droite. Sur le dos du tiroir se trouvent deux

plaques glissantes, H , H_1 , indépendantes l'une de l'autre, et qui sont rattachées d'une manière rigide par leurs tiges L , L_1 , et par les traverses M , à d'autres tiges I , I_1 , parallèles aux premières, et dont les têtes portent des touches d'acier o , o_1 . Ainsi le mouvement de la touche et celui de la plaque sont solidaires. Deux cliquets N , N_1 , portent des ergots n , n_1 , qui s'engagent derrière les touches, et maintiennent tendus les ressorts à boudin S , S_1 , enfilés sur les tiges I , I_1 . Le déclanchement des cliquets a lieu au moyen d'une tige ff , rattachée d'une façon rigide, au moyen de la traverse i , à la tige F , mais qui peut

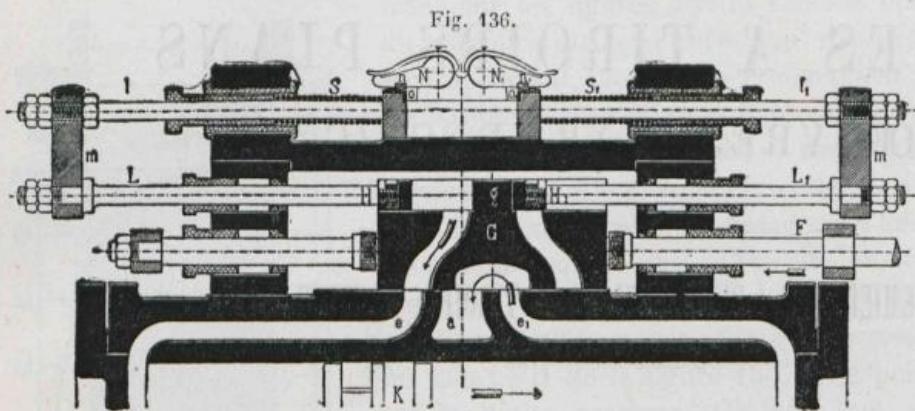


Fig. 136.

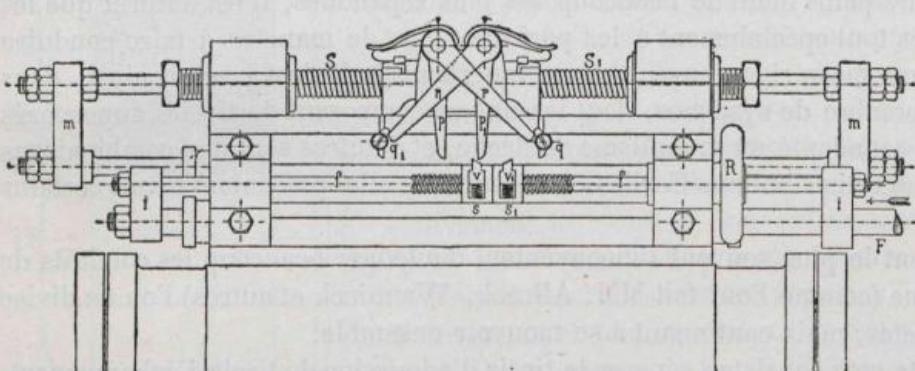


Fig. 137.

tourner sur elle-même à l'aide d'un volant à main R . En son milieu, cette tige porte deux filetages, l'un à droite, l'autre à gauche, sur lesquels se meuvent deux coulisseaux s , s_1 , formant écrous; ces coulisseaux portent des butoirs d'acier, v , v_1 , qui viennent rencontrer, par le mouvement de la tige f , des leviers oscillants p , p_1 , montés sur les axes des cliquets N , N_1 . Ainsi, lorsque la tige f se dirige vers la gauche, le butoir v rencontre le levier p . Dans leur mouvement de retour, les butoirs, qui sont taillés en bec de came et qui reposent sur des ressorts à boudin, s'effacent sous l'extrémité des leviers, pour revenir à leur position initiale.

Dans la situation représentée, l'introduction se fait presque à pleine course, comme on s'en rend compte en considérant que le butoir v est à son point mort de droite, et que le déclenchement n'aura lieu qu'au moment où ce butoir rencontrera le levier p .

Après le déclenchement, le tiroir G continuant à se mouvoir, la saillie g qu'il porte en son milieu repousse la plaque H , et bande à nouveau le ressort S , de manière que le cliquet N s'engage derrière la touche o . La lumière e_1 , est alors ouverte à l'introduction, et comme le cliquet N_1 est engagé, la plaque H_1 reste dans la position de la figure, jusqu'à ce que le butoir v_1 , agissant sur le levier p_1 , soulève le cliquet; alors le ressort S_1 se débande, et ferme l'introduction du côté droit.

Lorsqu'on veut diminuer l'introduction, on éloigne les arrêts v et v_1 , l'un de l'autre, et il arrive bientôt un point où ils ne rencontrent plus les bras de levier p et p_1 . Mais alors les butoirs changent de rôle, et c'est le butoir v , qui en agissant sur la petite équerre q_1 , fait lever le cliquet N_1 par un

second bras de levier r_1 solidaire de p_1 ; de même pour le côté gauche du cylindre, c'est le butoir v_1 qui dégage le cliquet N , par l'intermédiaire de l'équerre q .

Il est clair qu'au lieu de faire varier la détente à la main, on pourrait la mettre sous la dépendance d'un régulateur, par exemple en faisant commander à celui-ci, par une crémaillère à rotation, la roue R , dont la jante serait dentée (1).

Système de M. Schulz, à Zeitz (Prusse).

Les figures 1 à 9 de la feuille 17 représentent un mécanisme de détente variable, inventé en 1877 par M. F. Aug. Schulz, ingénieur à Zeitz. Deux excentriques sont nécessaires dans ce système, et l'introduction est limitée aux $3/4$ de la course.

Entre le tiroir principal et celui de détente, se trouve une plaque dressée, h , représentée à part sur la figure 7, et s'appliquant parfaitement sur les glaces des deux tiroirs; cette plaque est immobile. Le tiroir principal G (fig. 2 et 6), qui est mis en mouvement par la barre d'excentrique B et la tige F , est fait de façon que, dans toutes ses positions, les ouvertures de la plaque h donnent dans l'intérieur du tiroir. Le tiroir de détente H (fig. 2 et 8) est repoussé, à chaque coup de piston, dans le sens de la flèche, et lors du déclanchement, c'est la pression de la vapeur, agissant sur la section de la tige F_1 , qui repousse le tiroir et ferme l'admission; le diamètre de cette tige est renforcé afin d'obtenir un effort suffisant.

L'excentrique de détente, par une barre B_1 (fig. 2), fait osciller un levier b b_1 , (fig. 1 et 3), aux extrémités duquel sont articulés librement deux cliquets N , N_1 , munis de touches n , n_1 . Ces cliquets s'appuient contre d'autres touches o , o_1 (fig. 3 et 5), l'un par son propre poids, l'autre par l'effet d'un contrepoids convenable; les touches o , o_1 , sont fixées séparément à deux demi-manchons cylindriques m , m_1 , (fig. 3, 5 et 9), mobiles dans un guide g . Les cliquets N et N_1 , repoussent donc alternativement, dans le sens de la flèche, chacun des demi-manchons, et cette action se transmet à la tige f F_1 , par deux demi-anneaux plats que l'on voit en q (fig. 3), et qui sont fixés aux pièces m , m_1 . Dans une rainure du manchon inférieur m_1 , glisse une clavette fixe i , destinée à empêcher les pièces m et m_1 de tourner autour de la tige. On voit qu'aussitôt que l'un des cliquets est dégagé, la tige du tiroir est repoussée brusquement, et qu'ainsi l'introduction se trouve coupée. L'organe qui fait échapper les cliquets consiste en deux petites cames, r , r_1 (fig. 3), sur lesquelles viennent buter les prolongements des pièces N et N_1 ; la position de ces cames est déterminée par le régulateur, au moyen d'une combinaison de leviers, visible sur la figure 1.

La tige du tiroir est guidée dans une douille d (fig. 3), qui renferme un ressort à boudin assez doux, dont la fonction est de repousser constamment un cylindre creux p , enfilé sur la tige, et de ramener ainsi dans leurs positions initiales chacun des demi-manchons m , m_1 , aussitôt qu'ils échappent aux cliquets.

L'extrémité de la tige f porte un piston Q , qui se meut dans une capsule à matelas

(1) Les ressorts de rappel, S et S_1 , agissent sur les tiges L et L_1 avec un porte-à-faux considérable, ce qui doit à la longue causer des déformations nuisibles, et en tout cas une usure anormale; il eût été facile d'éviter ce défaut, qui pourrait même amener des ruptures dans l'assemblage des tiges et des traverses m . Quant au dispositif du déclanchement en lui-même, on remarquera l'analogie qu'il présente en principe avec celui de M. Farcot décrit pages 90 à 92 (*Traducteur*).

d'air O , avec réglage par une vis percée d'un canal central ; l'extrémité de la vis forme soupape conique.

Le cylindre creux p est garni de cuir, pour amortir les chocs ; de même le fond de l'alésage du guide g . La figure 4 est une coupe de ce guide, boulonné au bâti.

Quelque compliqué que soit ce mécanisme, il est ingénieusement disposé et présente des détails intéressants ; toutefois, on peut s'étonner (et la même remarque s'applique à la machine précédente) que la boîte du tiroir n'ait pas été établie plus près du cylindre, pour diminuer les espaces nuisibles (1).

Machine de M. Skoda, à Pilsen (Bohême).

(Système de M. Wellner.)

On construit, dans les ateliers de M. E. Skoda, à Pilsen, des machines à détente variable du genre Meyer, perfectionnées d'une manière très remarquable par M. Wellner. Une de ces machines figurait à l'Exposition Universelle de 1878.

Ce système de distribution est représenté sur la feuille 17, en élévation (fig. 10) et en coupe horizontale (fig. 11). Le tiroir G est mis en mouvement par un excentrique, et sur le dos du tiroir se meuvent deux plaques de détente h, h_1 , assemblées sur la même tige ; ces plaques dépendent d'un second excentrique et d'un déclanchement représenté à plus grande échelle sur la figure 12. F_1 est la tige commune des plaques de détente, elle présente en o une touche d'acier, contre laquelle viennent tour à tour s'engager les cliquets N, N_1 , portés par un coulisseau T qui reçoit son mouvement de l'excentrique de la détente. Les branches supérieures de ces cliquets viennent d'ailleurs buter contre des arrêts r, r_1 , dont la position en hauteur dépend de l'écartement des boules du régulateur, et c'est ainsi que se fait le déclanchement, comme dans les machines de MM. Houget et Teston et Farcot.

La figure 11 représente le mécanisme déclanché, bien que le piston soit au point mort. Le point intéressant dans ce système, c'est la manière dont se fait la fermeture des lumières par la pression même de la vapeur contenue au cylindre. Avec la boîte de distribution se trouvent fondus deux petits cylindres, q, q_1 , qui sont alésés, et dans lesquels se meuvent deux pistons e, e_1 , munis de garnitures étanches, et fixés sur la tige commune des plaques de détente. L'espace compris sous chacun de ces pistons communique constamment par un petit conduit (représenté par une simple ligne ponctuée) avec la lumière du même côté du cylindre. Le piston principal étant dans la position représentée sur la figure 11, les plaques h et h_1 se trouvent dans leur position extrême vers la gauche (ou à peu près) ; à ce moment la vapeur en pression passe au cylindre et pénètre en même temps derrière le piston e , qui se trouve ainsi équilibré. Mais le piston e_1 , soumis sur une face à la pression de la vapeur qui remplit la boîte des tiroirs, ne supporte sur l'autre face que la pression atmosphérique, ou celle du condenseur qui règne du côté droit du grand piston. Par conséquent, aussitôt que le déclanchement se produira, l'excès de pression qui a lieu sur le piston e_1 fera passer l'ensemble des petits pistons et des plaques h, h_1 dans la position de la figure 11, et l'admission se trouvera fermée du côté gauche de la figure. Vers la fin du coup de piston, la compression qui se

(1) Remarquons, à ce propos, qu'il n'est pas toujours avantageux de réduire à la dernière limite les espaces morts ou espaces nuisibles. Il se présente des cas, pour des machines sans condensation, où il faut leur donner une valeur supérieure à celle qui résulterait de la routine ordinaire de la construction, afin d'éviter une compression excessive, ou même le soulèvement du tiroir sur sa glace au moment du point mort. Consulter à ce sujet l'*Étude sur les machines compound*, par M. A. de Fréminville (*Traducteur*).

produira du côté droit, dans le grand cylindre et dans le cylindre q_1 , la détente, puis l'échappement qui auront lieu, au contraire, du côté gauche, renverront les plaques de détente vers la gauche ; elles seront alors arrêtées par le cliquet N_1 , qui les ramènera vers la droite, et l'admission se fera à droite jusqu'au moment du déclenchement, où les pistons e et e_1 seront repoussés à gauche par l'effet de la différence des pressions sur les deux faces du piston e , et ainsi de suite (1).

Distribution de M. Ehlers, à München Gladbach (Prusse).

Les figures 138 et 139 représentent le système très simple de détente variable, dû à M. Th. Ehlers.

Le tiroir principal, G , est d'assez grande dimension ; il est construit comme dans le système Meyer, et mis en mouvement par un excentrique. Sur le dos du tiroir sont percées deux lumières, e , e_1 , dirigées dans le sens perpendiculaire aux lumières de la glace du cylindre, et deux plaques de détente, H , H_1 , viennent alternativement les recouvrir. L'instant de la fermeture est déterminé par le mécanisme suivant : les tiges F et F_1 des plaques de détente sont percées chacune d'une fenêtre, et dans ces ouvertures se trouvent fixées des traverses d'acier, o , o_1 , qui sont alternativement saisies par des cliquets N , N_1 , armés d'ergots n , n_1 , également en acier. Ces cliquets sont constamment appuyés vers les tiges F , F_1 , par l'effet des ressorts s , s_1 , et ils tournent autour de boulons pris dans le levier oscillant A . Ce-

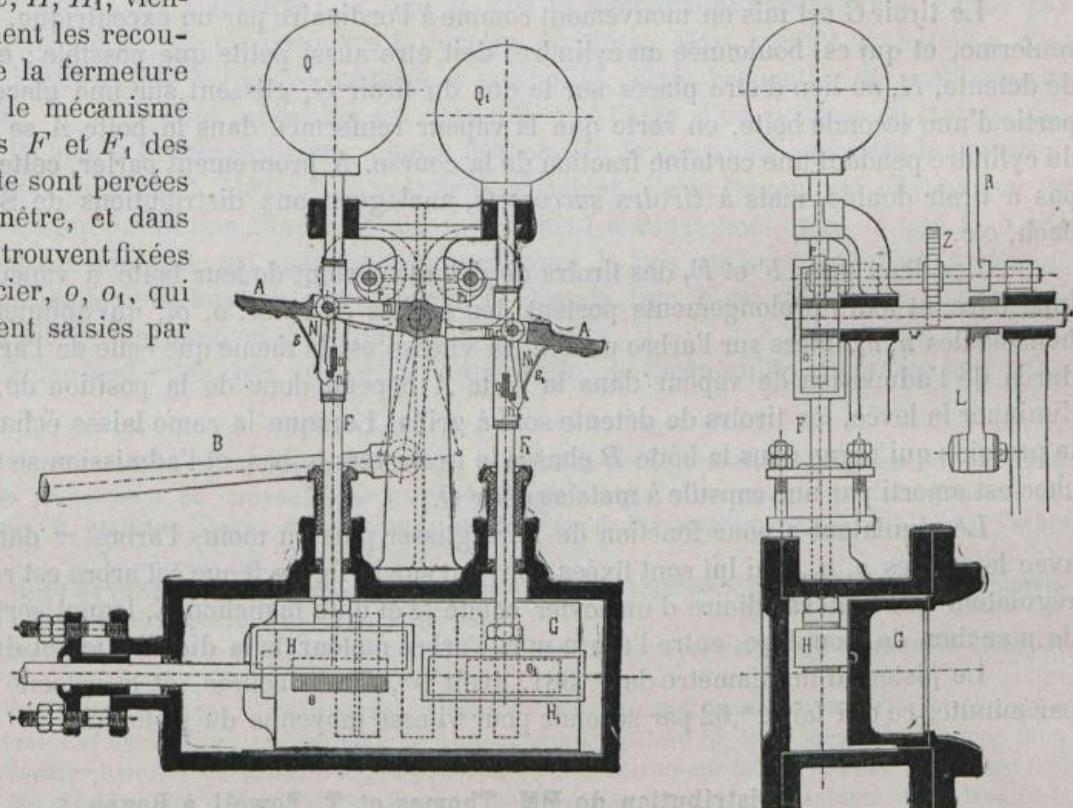


Fig. 138.

Fig. 139.

lui-ci, calé sur l'axe w (fig. 139), est mis en mouvement par la barre d'excentrique B (fig. 138), agissant sur le bras L . Le cliquet N (pour ne considérer que l'un des côtés du mécanisme) porte un bras horizontal m , qui, en s'élevant avec la tige F , vient buter contre une came de profil convenable, r , dont la position est déterminée par le régulateur, à l'aide du levier R (fig. 139). Les

(1) La machine exposée en 1878 par M. Skoda avait 0^m,630 de course ; le diamètre du cylindre était de 0^m,320 (*Traducteur*).

mouvements des deux cames r , r_1 , sont rendus solidaires et symétriques au moyen de deux roues droites z , z_1 . Dès que le cliquet est dégagé d'avec la traverse, la plaque H retombe par l'effet du poids Q , et ferme la lumière e du tircir.

On est forcé, dans ce système, de faire le tiroir G assez long, afin de conserver aux ouvertures e et e_1 une section suffisante ; mais on peut éviter qu'il n'en résulte une pression excessive sur la glace du cylindre, en coupant cette glace à ses deux extrémités, au delà de ce qui est nécessaire pour la bonne fermeture.

Distribution de MM. Goldie et Mac Culloch, à Galt (Ontario, Canada).

La seule machine à vapeur venant du Canada, à l'Exposition de Philadelphie, était une machine horizontale de 40 chevaux, de MM. Goldie et Mac Culloch, à Galt ; elle était munie d'une détente variable conduite par le régulateur, dont le mécanisme est reproduit sur la feuille 18, figures 3 et 4 (1).

Le tiroir G est mis en mouvement comme à l'ordinaire par un excentrique. La boîte A , qui le renferme, et qui est boulonnée au cylindre, doit être aussi petite que possible ; en effet, les tiroirs de détente, H , au lieu d'être placés sur le dos du tiroir G , glissent sur une glace séparée, faisant partie d'une seconde boîte, en sorte que la vapeur renfermée dans la boîte A se détend avec celle du cylindre pendant une certaine fraction de la course. A proprement parler, cette distribution n'est pas à tiroir double, mais à *tiroirs successifs*, analogues aux distributions de Saulnier, Gonzenbach, etc.

Les deux tiges F et F_1 des tiroirs de détente sortent de leur boîte à vapeur B par la paroi inférieure, et leurs prolongements portent des saillies en acier, o , o_1 , qui appuient sur des cames hélicoïdales n , n_1 , fixées sur l'arbre w , dont la vitesse est la même que celle de l'arbre du volant. La durée de l'admission de vapeur dans la boîte A dépend donc de la position de ces cames. Pour diminuer la levée, les tiroirs de détente sont à grille. Lorsque la came laisse échapper la saillie o , la pression qui règne dans la boîte B chasse le tiroir vers le bas, et l'admission se trouve coupée. Le choc est amorti par une capsule à matelas d'air O .

Le régulateur a pour fonction de faire glisser plus ou moins l'arbre w dans ses coussinets, avec les cames n , n_1 , qui lui sont fixées ; on voit sur la figure 3 que cet arbre est relié à la tige R du régulateur par l'intermédiaire d'un levier coudé M et d'un manchon K , lequel sert en même temps de manchon de couplage, entre l'arbre w et l'arbre moteur de la distribution et du régulateur.

Le piston, d'un diamètre de $0^{\text{m}},381$, avait $0^{\text{m}},572$ de course, et la vitesse était de 85 tours par minute, ce qui fait $1^{\text{m}},62$ par seconde pour vitesse moyenne du piston (2).

Distribution de MM. Thomas et T. Powell, à Rouen.

(Système de M. Correy.)

Depuis plusieurs années, M M. Thomas et Powell appliquent à leurs machines Woolf à balancier, d'un type longuement étudié, un genre de détente variable dû à M. Correy, ingénieur

(1) La figure 3 est une élévation, et la figure 4 une coupe verticale.

(2) On ne voit pas pourquoi les constructeurs ont adopté deux tiroirs de détente au lieu d'un seul, ce qui aurait simplifié notablement la construction (*Traducteur*).

de leur maison. La planche XXX, figures 4 à 9, représente ce mécanisme de détente, tel qu'il était appliqué à la machine qui figurait à l'Exposition de 1878.

Dans le petit comme dans le grand cylindre, la distribution se fait par des tiroirs plans, qui reçoivent tous deux leur mouvement d'un excentrique triangulaire *A* (fig. 5).

La face extérieure du tiroir *G* du petit cylindre est dressée, et présente deux fenêtres rectangulaires devant lesquelles glissent deux plaques de détente, *h* et *h₁*; ces plaques, indépendantes l'une de l'autre, sont mues par deux excentriques circulaires, projetés en *B*, et dont l'arbre est commandé par l'arbre de distribution, au moyen de deux roues dentées égales. La vitesse angulaire commune aux excentriques *A* et *B* est celle même de l'arbre du volant (1).

La barre d'excentrique *E* (en ne considérant que l'une des deux parties du mécanisme) s'articule avec une tige *e*, mobile à frottement doux dans une douille *f* (fig. 8), qui est clavetée à l'extrémité de la tige *F* de la plaque de détente. Dans cette douille se trouve un verrou *n*, formant collier, et au travers duquel passe la tige *e*. Lorsque celle-ci arrive au bas de sa course, elle présente au verrou un évidement *o* dans lequel il s'engage, sous l'action du ressort à boudin *s*. La douille et la tige *e* sont alors solidaires; la tige *F* suit le mouvement ascensionnel donné par l'excentrique, et la plaque de détente découvre la fenêtre du tiroir. Mais bientôt un butoir *p*, fixé à l'extrémité d'un levier coudé *k* (fig. 5), attaché à la douille, vient rencontrer le profil courbe d'une plaque *r* (fig. 5 et 6) dont la position est déterminée, à l'aide d'un système de leviers, par le régulateur. Tandis que le butoir s'abaisse, l'autre branche du levier coudé repousse le verrou *n*, en surmontant l'action du ressort. Dès que le verrou s'est déplacé de la largeur de l'évidement, la tige *e*, passant au travers, continue librement son mouvement ascensionnel, mais la tige *F*, d'une section relativement considérable, est aussitôt repoussée vers le bas par la pression de la vapeur, et l'admission est brusquement fermée. Pour amortir le choc, la tige *F* est munie, vers son extrémité, d'un piston à air *Q*, fonctionnant dans une capsule *O* (2).

Les excentriques sont calés, par rapport à la manivelle, de façon qu'ils atteignent leur posi-

(1) L'arbre de distribution, porté sur deux chaises en contre-bas des cylindres, se prolonge du côté de la manivelle, et reçoit le mouvement, au moyen d'une paire de roues d'angle, d'un petit arbre intermédiaire qui n'est pas représenté sur la planche; sur ce dernier est calée une roue droite, engrenant celle que porte l'arbre du volant (fig. 4).

L'ensemble du cadre de l'excentrique *A*, des tiges verticales et des traverses, qui transmettent le mouvement de va-et-vient aux tiroirs, est équilibré par un contrepoids.

Dans d'autres machines du même type, les excentriques *B* sont calés directement sur l'arbre de distribution (*Traducteur*).

(2) Le couteau du butoir, la plaque *r* et le verrou *n* sont en acier trempé, ainsi que la partie de la tige *e* qui présente l'évidement. Cet évidement a un peu plus de hauteur que le verrou (la différence est d'environ 3 ou 4 millimètres), afin d'assurer l'entrée en prise. L'usure produite par le verrou sur la tige est peu considérable; il est d'ailleurs facile d'y remédier, en détremplant la tige et la reportant sur le tour pour aplatisir la surface frottante au-dessous de l'évidement; on la retrempe ensuite, et on compense l'augmentation de hauteur de l'évidement en se servant des écrous par lesquels la barre *E* est rattachée à l'excentrique. On peut procéder de même en cas d'usure de la plaque *r*, c'est-à-dire rétablir le profil donné par l'épure de règlement, et rehausser d'une quantité convenable le butoir *p*.

On remarquera que l'axe des butoirs est placé exactement dans le plan de l'axe de rotation des cames, en sorte que l'effort qu'ils exercent au moment du déclenchement n'influe sur le régulateur ni dans un sens ni dans l'autre; tout au plus pourrait-on dire que le frottement (d'ailleurs très faible) du butoir contre la came pourrait retarder quelque peu l'oscillation du régulateur qui aurait lieu à cet instant. Pour modérer les oscillations du régulateur, un bras, calé sur l'arbre qui commande la position des cames, est relié par une longue tige à un frein à huile (fig. 4) situé sur la plaque de fondation (*Traducteur*).

tion la plus élevée aux 8/10 de la course; c'est donc jusqu'à cette limite que s'étend la variation automatique de l'admission. Si les plaques de détente venaient à s'arrêter dans leur position supérieure, les douilles *f* (fig. 8) se trouveraient rabattues par les têtes des tiges *q*, reliées aux barres des excentriques, comme on le voit sur la figure 4.

La figure 9 montre en plan la position des deux tiges *F*; on y voit également la tige *L* du tiroir de distribution, et l'axe *m* des cames tournantes *r*; toutefois il faut observer que ces deux dernières pièces ont été dessinées à l'opposé de leur position réelle. La figure 7 est une vue du tiroir, dégagé de ses accessoires.

La course du petit piston est de 1^m, 130, et son diamètre, de 0^m, 355; pour le grand cylindre, la course est de 1^m, 524, et le diamètre, de 0^m, 686. La marche normale de la machine est de 32 tours par minute, avec une pression de 5 kilogrammes (1).

Machines de MM. Windsor et fils, à Rouen.

MM. Windsor et fils construisent des machines à balancier, dans le système Woolf; l'une de ces machines, de la force nominale de 100 chevaux, figurait à l'Exposition de 1878, et ses dimensions considérables ont beaucoup attiré l'attention. Cette machine est représentée sur la planche XXX, figures 1 à 3.

(1) Dans ces conditions, et avec une admission de 0, 5, la puissance de la machine atteint 120 chevaux.

A l'Exposition de 1878, ce moteur conduisait les transmissions de la galerie des machines, desservant les classes de la filature et du tissage. La vapeur, arrivant par le tuyau représenté sur la droite du grand cylindre (fig. 4), circulait d'abord dans l'enveloppe; puis elle traversait la valve de mise en route, dont le volant à poignées se voit à gauche du petit cylindre, et parvenait à la boîte du tiroir par la partie supérieure de la colonne creuse servant de support (fig. 5). Le conduit amenant la vapeur jusqu'à la colonne avait 0^m, 085 de diamètre. En revenant par le creux du tiroir *G*, la vapeur passait au cylindre par un tuyau de 0^m, 130, perpendiculaire au plan de la figure 5. Enfin elle était évacuée à travers la colonne support du grand cylindre, et conduite au condenseur par un tuyau de 0^m, 185 de diamètre. La longueur des lumières, pour le petit cylindre, était de 0^m, 056, et leur largeur, de 0^m, 130; pour le grand cylindre, ces dimensions étaient de 0^m, 069 et 0^m, 300; les tiroirs avaient 0^m, 127 de course. Les pistons avaient 0^m, 170 de hauteur.

Les tourillons du balancier mesuraient 0^m, 160 de diamètre sur 0^m, 280 de portée. Le diamètre du maneton était de 0^m, 120, et sa portée, de 0^m, 180. L'arbre de couche avait 0^m, 185 de diamètre dans sa portée, qui était de 0^m, 340.

Le volant, à huit bras, et d'un diamètre de 5^m, 680, pesait 6,500 kilogrammes; il présentait, au moyeu, un alésage de 0^m, 320. La jante, de 0^m, 190 de largeur, était dentée, et donnait le mouvement aux transmissions à l'aide d'un petit arbre intermédiaire.

Le régulateur, dont les boules pesaient 16 kilogrammes chacune, faisait 49 tours par minute.

Le condenseur annulaire, du système Maudslay, était installé sous le plancher, entre les massifs de fondation des cylindres et de la colonne. La pompe à air, à simple effet, avait 0^m, 385 de diamètre, elle était commandée depuis le balancier, comme d'ordinaire. Le tuyau d'injection d'eau froide avait 0^m, 075 de diamètre, et celui d'évacuation, 0^m, 160.

La colonne unique supportant le balancier avait plus d'un mètre de diamètre vers la base. Cette disposition, qui permet de placer le moteur indépendamment de toute autre construction, au milieu d'un atelier par exemple, est appliquée par MM. Thomas et Powell pour des machines depuis 18 jusqu'à 150 chevaux. La disposition ordinaire, avec deux colonnes supportant un entablement qui repose en même temps sur des murs latéraux, se fait pour toutes les forces entre 24 et 400 chevaux.

Les machines de ce genre sont plus coûteuses que des machines horizontales; d'un autre côté elles passent pour fonctionner avec moins d'usure. A l'égard de la dépense en combustible, nous citerons des expériences faites en 1877 par M. Roland, ingénieur en chef de l'Association normande des propriétaires d'appareils à vapeur, sur une machine du même type, installée à l'usine de MM. Waddington fils et C^{ie}. Le chiffre de consommation qui en

Les supports du balancier sont réunis par une galerie supportée par dix colonnes, de manière à lui donner beaucoup de stabilité; quatre de ces colonnes sont directement situées sous les paliers du balancier. Le volant a 7^m, 000 de diamètre et pèse 15,000 kilogrammes.

Les distributions des deux cylindres sont à tiroir, et en avant du petit cylindre se trouve une valve de détente, manœuvrée par un régulateur, ou plutôt un embrayage, d'un système particulier, dû à MM. Hall et Windsor. Quoique ce dernier appareil ne rentre pas réellement dans la classe des distributeurs à déclic, il produit sensiblement le même effet. Il est représenté en coupe verticale par la figure 2.

Un arbre vertical *N* tourne constamment avec une vitesse égale à celle du volant, et il porte un manchon à came *M*, semblable aux manchons des détentes Meyer; ce manchon est mobile le long de l'arbre *N*, n'étant relié à cet arbre que par une longue clavette et une rainure. Sur le manchon appuie un butoir *o*, fixé à l'extrémité d'un bras du levier coudé *P*, qui est directement relié par la

résulte est de 7^k, 67 de vapeur à 4^k, 73 de pression, par heure et par cheval indiqué. Dans ce chiffre est compris le poids de vapeur correspondant à la condensation produite dans l'enveloppe et dans la conduite de vapeur : ce poids est de 9 0/0 environ.

La consommation en charbon, contenant 16,86 0/0 de cendres et matières incombustibles, a été, allumage compris, de 4^k, 24 par heure et par cheval, le chiffre de vaporisation des chaudières étant de 6^k, 95. Avec des chaudières vaporisant 8^k, la dépense eût été de 0^k, 96, en charbon brut. Enfin, la quantité d'eau injectée au condenseur, à une température moyenne de 8°, 76, a été de 231 kilogrammes par cheval et par heure.

Dans cette expérience, quatre indicateurs relevaient tous les quarts d'heure les diagrammes haut et bas des deux cylindres ; les figures 140 et 141 reproduisent une série de ces diagrammes (à l'échelle de 0^m, 007375 pour 1 ki-

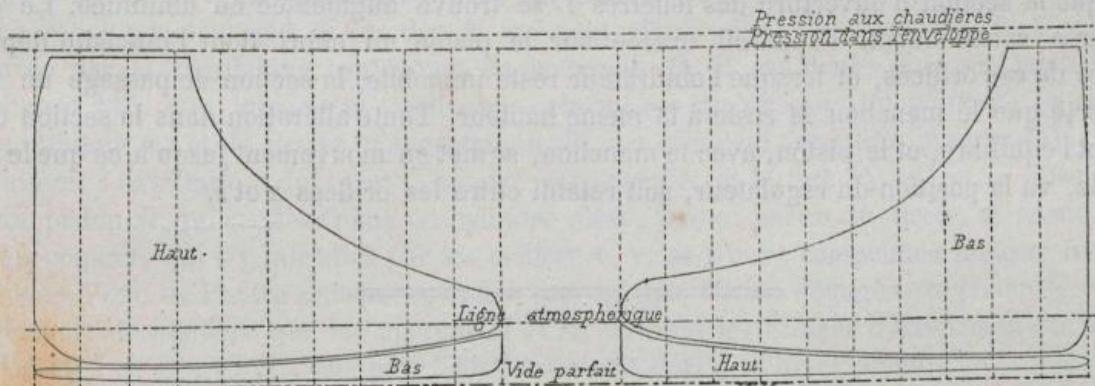


Fig. 140.

Fig. 141.

gramme), correspondant au même coup de piston. On voit que l'admission est plus longue dans le haut que dans le bas du petit cylindre ; c'est afin de tenir compte de la différence de volume des conduits de vapeur, la boîte à tiroir n'étant pas à égale distance des deux extrémités du cylindre; en réalité le volume de vapeur dépensé est à peu près le même, comme on le voit, en considérant les pressions finales des deux côtés. Les courbes d'échappement du petit cylindre, et d'admission au grand, coïncident presque, ce qui fait voir que la perte de pression, de l'un à l'autre, est presque nulle.

Le vide, mesuré par un indicateur à mercure, était de 0^m, 705. La pression, de 4^k, 80 aux chaudières, et 4^k, 50 dans l'enveloppe, s'abaissait à 4^k, 42 dans le petit cylindre. Le travail indiqué, déduit de la quadrature des diagrammes, était de 117 chevaux, à la vitesse de 25 tours. Voici les principales dimensions de la machine sur laquelle ont été faites ces expériences : petit cylindre, diamètre 0^m, 456, course 1^m, 446 ; grand cylindre, diamètre 0^m, 939, course 1^m, 980. Diamètres des tiges de piston : 0^m, 076 et 0^m, 095. Les constructeurs estiment que le rendement en travail sur l'arbre est au moins de 0, 88 du travail indiqué aux cylindres (*Traducteur*).

tige *Q* avec la valve de détente de la machine. Un contre-poids, suspendu à la tringle *R*, assure le contact permanent du butoir et du manchon. Les déplacements du manchon dans le sens vertical sont effectués par un mécanisme dont le but est d'épargner au régulateur tout effort provenant de la distribution, et d'amortir les oscillations trop brusques. Un cylindre *A*, dans lequel se meut un piston *E*, est en communication, par une extrémité avec le condenseur (au moyen de l'ouverture *a*, de l'enveloppe à double paroi qui entoure le cylindre, et du tuyau *C*), et par l'autre extrémité avec la décharge de la pompe à air, au moyen du tuyau *D*. Il en résulte sur le piston *E* un effort qui tend constamment à le soulever ; ce piston est d'ailleurs chargé de sa tige creuse *e*, d'une traverse *K*, de deux tiges verticales *k* et *k₁*, et du manchon *M*, qui leur est relié au moyen d'une traverse faisant corps avec un tore *r*.

Les deux côtés du piston *E* sont mis en communication d'une façon plus ou moins complète, d'où résultent des variations dans l'effort exercé sur ce piston, et c'est ce qui fait mouvoir le manchon *M* dans un sens ou dans l'autre. A cet effet la tige *e* est percée, dans le bas, de quatre fenêtres *i*, symétriquement placées, et correspondant à des ouvertures pareilles, percées dans la paroi cylindrique d'un obturateur *v*; celui-ci est fixé à l'extrémité de la tige *G*, située à l'intérieur de la douille *e* qui sert de tige au piston.

A la traverse *K* est reliée une douille de guidage *H*, dans laquelle peut se mouvoir verticalement le cylindre creux *J*, rattaché à la tringle *F* du régulateur. Dans ce cylindre sont creusées deux rainures hélicoïdales, où s'engagent deux ergots fixés à la tige *G*. Enfin le tuyau *C* est muni d'un robinet de réglage.

Voici maintenant comment fonctionne cet appareil. Lorsque la tige *F* est élevée ou abaissée par le régulateur, la tige *G* tourne plus ou moins sur elle-même, et avec elle l'obturateur cylindrique *v*, en sorte que la section d'ouverture des fenêtres *i* se trouve augmentée ou diminuée. Le courant qui traverse constamment l'appareil exerce sur le piston un effort dont l'intensité dépend de l'ouverture de ces orifices, et lorsque l'obturateur reste immobile, la section de passage ne change pas, en sorte que le manchon *M* reste à la même hauteur. Toute altération dans la section des orifices rompt l'équilibre, et le piston, avec le manchon, se met en mouvement jusqu'à ce que le rapport convenable, vu la position du régulateur, soit rétabli entre les orifices *a* et *i*.

II. TIROIRS LONGS.

Distribution de M. Allcock, à Gainsborough (Angleterre).

Les figures 142 à 145 représentent la distribution de M. A. T. Allcock.

Pour diminuer le volume des conduits du cylindre, on a donné au tiroir principal, *G*, une longueur relativement considérable ; le mouvement lui est communiqué depuis l'excentrique *E*, au moyen de la barre *B* et de la tige *F*. Les plaques de détente, *H* et *H₁*, sont fixées sur une tige *F₁*, et reçoivent le mouvement d'un excentrique spécial *E₁*, par l'intermédiaire du déclanchement qui va être décrit. La barre d'excentrique *B₁* (fig. 143), s'articule avec deux tiges *p*, *p*, mobiles dans

des mortaises, et situées des deux côtés de la tige F_1 . Celle-ci porte un verrou $o\ r$, qui s'engage, par l'effet d'un ressort s , dans des encoches pratiquées sur le dessus des tiges p .

Une petite bielle b , articulée sur la chape de la tige F , fait osciller une coulisse $A\ A$, mobile au-

Fig. 142.

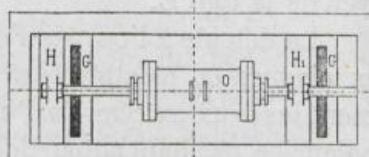


Fig. 144.

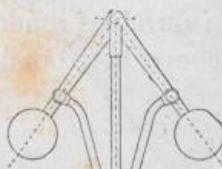


Fig. 143.

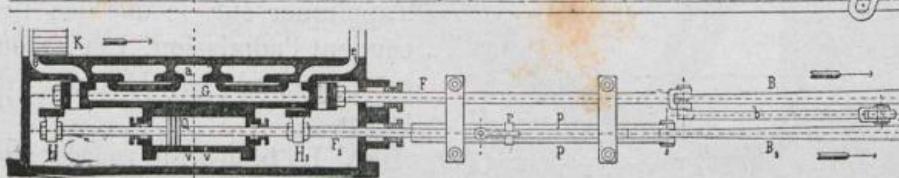
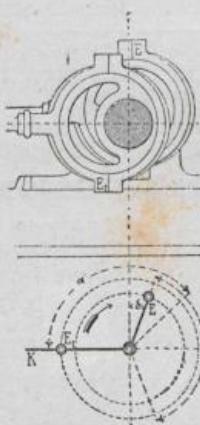


Fig. 145.



tour du point Z , et dans laquelle se meut un coulisseau i , situé à l'extrémité d'une bielle M . Celle-ci, reliée par son pied à une tige N qui peut glisser dans les supports T , T , est abaissée ou relevée par le régulateur, au moyen de la tringle R . Il est facile de voir, particulièrement sur la figure 145, que lorsque le coulisseau i se trouve en dessous du point Z , la tige N , qui porte un butoir n , et la barre d'excentrique B_1 , se meuvent en sens inverse (1) ; lorsque le butoir atteint l'extrémité o du verrou, celui-ci est soulevé, et la tige F_1 se trouve libre. Cette tige porte un piston Q , qui se meut dans un cylindre alésé, faisant partie du tiroir, et fermé aux deux bouts. La vapeur, qui s'y introduit par les orifices v , v , se trouve comprimée lorsque le piston est poussé vers l'une ou l'autre extrémité, et dès que la tige F_1 est dégagée, le piston Q est ramené brusquement, de manière que les plaques H et H_1 ferment les orifices d'admission du tiroir. Plus le coulisseau i se trouve abaissé, plus l'admission est courte, et inversement.

L'arc α (fig. 145), parcouru par l'excentrique E depuis le point mort jusqu'à la fermeture de la lumière, correspond aux 0,85 de la course du piston. Cependant la variation automatique ne s'étend pas aussi loin, elle est limitée à 0,75 ; au delà les butoirs n'arriveraient plus à se rencontrer (2).

(1) Du moins il en est ainsi pendant un arc de $90^\circ - \delta$, à partir de la position K de la manivelle. Au delà, les tiges F_1 et N se meuvent dans le même sens, quoique avec des vitesses différentes, en sorte que le déclanchement peut encore se produire. Lorsque la manivelle a parcouru un arc de $90^\circ + \frac{1}{2}(90^\circ - \delta)$, ou $135^\circ - \frac{\delta}{2}$, les vitesses des tiges N et F_1 sont égales, ou le plus rapprochées possible, suivant la position du coulisseau i dans la coulisse A , en sorte que le déclanchement peut ne pas avoir lieu. Pour le calage tel qu'il est représenté dans la figure 143, et avec une bielle de proportion ordinaire, cette limite correspond environ aux 8/10 de la course. Lorsque le coulisseau est au-dessus du point Z , les deux tiges ne marchent en sens inverse qu'après un arc de $90^\circ - \delta$, qui correspond environ aux 0,36 de la course (*Traducteur*).

(2) Il paraît difficile de faire coïncider parfaitement l'axe de la boîte à étoupes de la tige F_1 , et l'axe du

Distribution de M. Fish, à Summit (États-Unis).

M. J. Fish, à Summit, construit des machines munies d'un appareil de détente variable assez simple et d'une disposition durable, conduit par un excentrique séparé. Les figures 146 et 147 représentent ce système, en coupe horizontale et en plan.

Fig. 146.

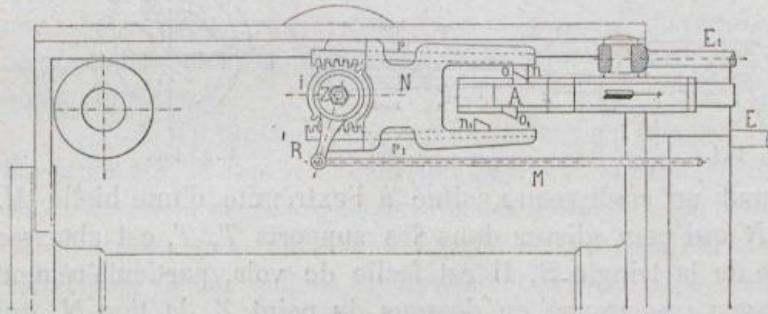
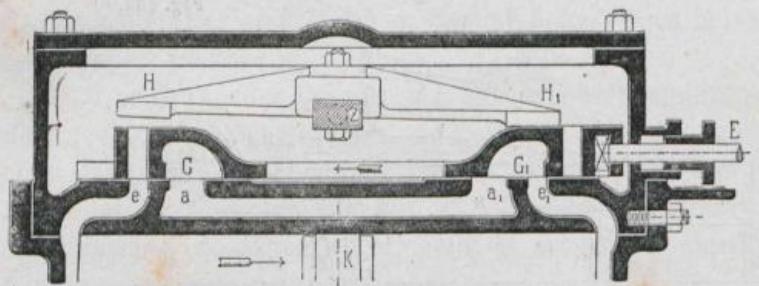


Fig. 147.

moment immobiles. Le balancier dont elles font partie est fixé à demeure sur une partie méplate de l'axe Z , qui traverse la paroi de la boîte à vapeur, et qui porte à son extrémité un levier à fourchette N (fig. 147). Ce levier est repoussé alternativement d'un côté et de l'autre par le va-et-vient d'un coulisseau A , articulé avec la barre d'excentrique E_1 , et armé de deux saillies en bec de came, o , o_1 . Les deux branches de la fourchette sont munies à cet effet de saillies pareilles, n , n_1 , qui servent de butoirs aux premières. Lorsque la barre E_1 se meut dans le sens de la flèche (ce qui correspond à la position représentée dans la figure 146), les butoirs n et o se rencontrent, et, le mouvement du coulisseau continuant, le levier N est forcé de se déplacer, et la palette H s'abaisse vers le tiroir G . La pression de la vapeur l'applique fortement sur le tiroir et complète la fermeture. Jusqu'ici nous admettons que les arrêts n et n_1 soient fixes sur les branches de la fourchette N , mais il n'en est rien ; ces pièces sont portées par des règles r , r_1 (dont une partie est indiquée en pointillé), qui peuvent glisser dans les branches de la fourchette, et qui, taillées en crémaillères, engrènent avec un pignon i , monté fou sur l'extrémité de l'axe Z . La position de ce pignon est déterminée par le régulateur, au moyen d'une tringle M , articulée avec un bras R qui fait corps avec le pignon. Suivant le mouvement de cette tringle, les butoirs n et n_1 ,

cylindre qui fait corps avec le tiroir ; en outre, l'usure graduelle du tiroir sur sa glace doit gêner de plus en plus le mouvement de la tige F_1 (Traducteur).

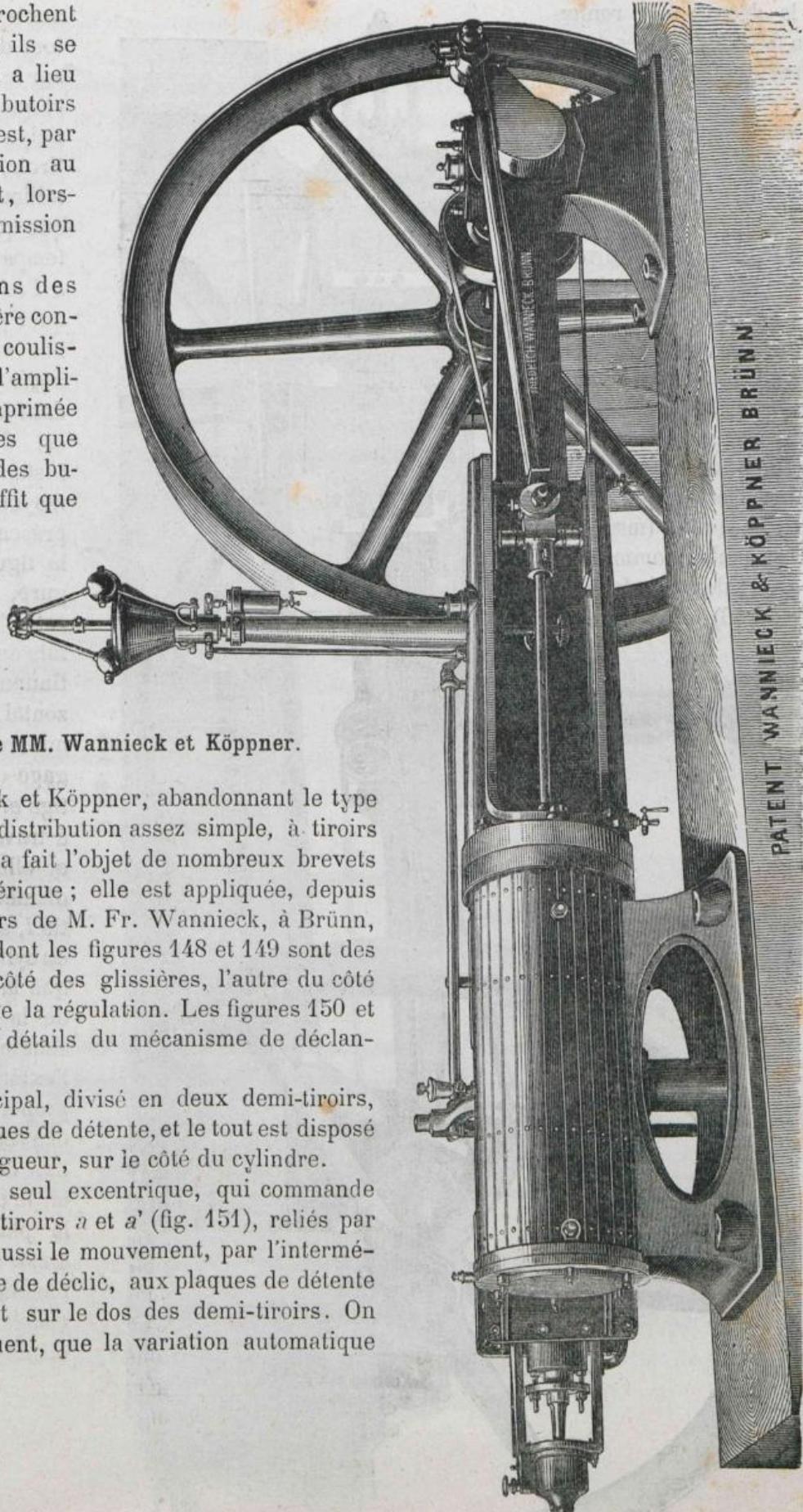
La détente a lieu par l'effet des deux plaques ou palettes H et H_1 , qui forment les deux extrémités d'une sorte de balancier, oscillant autour de l'axe Z ; ces palettes viennent tour à tour s'appliquer sur le dos des tiroirs, et coupent l'admission. Leur mouvement est commandé par la barre d'excentrique E_1 .

La figure 146 représente le piston K dans sa position moyenne ; la lumière e étant ouverte à l'admission, la lumière e_1 communiquant avec l'échappement a_1 , le piston se meut comme l'indique la flèche. Les deux tiroirs se meuvent sur leurs glaces, et les palettes de détente H et H_1 sont pour le

Fig. 146 représente le piston K dans sa position moyenne ; la lumière e étant ouverte à l'admission, la lumière e_1 communiquant avec l'échappement a_1 , le piston se meut comme l'indique la flèche. Les deux tiroirs se meuvent sur leurs glaces, et les palettes de détente H et H_1 sont pour le

s'éloignent ou se rapprochent l'un de l'autre : plus ils se rapprochent, plus tôt a lieu leur contact avec les butoirs o , o_1 , et plus courte est, par conséquent, l'admission au cylindre. Inversement, lorsqu'ils s'éloignent, l'admission est prolongée.

Les directions des deux règles à crémaillère convergent du côté du coulisseau, afin d'égaliser l'amplitude de l'oscillation imprimée au levier N , quelles que soient les positions des butoirs. D'ailleurs il suffit que les palettes soient soulevées d'une quantité égale à la demi-ouverture des lumières.



Distribution de MM. Wannieck et Köppner.

MM. Wannieck et Köppner, abandonnant le type Corliss, ont créé une distribution assez simple, à tiroirs plans et à déclic, qui a fait l'objet de nombreux brevets en Europe et en Amérique ; elle est appliquée, depuis 1874, dans les ateliers de M. Fr. Wannieck, à Brünn, à de belles machines dont les figures 148 et 149 sont des élévations, l'une du côté des glissières, l'autre du côté de la distribution et de la régulation. Les figures 150 et 151 représentent les détails du mécanisme de déclenchement.

Le tiroir principal, divisé en deux demi-tiroirs, est muni de deux plaques de détente, et le tout est disposé dans le sens de la longueur, sur le côté du cylindre.

Il n'y a qu'un seul excentrique, qui commande directement les demi-tiroirs a et a' (fig. 151), reliés par une tige b ; il donne aussi le mouvement, par l'intermédiaire d'un mécanisme de déclic, aux plaques de détente c et c' , qui se meuvent sur le dos des demi-tiroirs. On voit déjà, par conséquent, que la variation automatique

PATENT WANNIECK & KÖPPNER BRÜNN

Fig. 148.

de la détente est renfermée dans les limites ordinaires des machines Corliss, et que si le déclanchement n'a pas lieu assez tôt, l'admission se fait à pleine course.

Sur la tige *b*, qui relie les deux demi-tiroirs (Voir fig. 151) se trouve fixé un support *d*, dans lequel est ménagée une glissière où se meuvent les têtes *h* et *h'* des tiges *e* et *e'* des plaques de détente. Ces têtes sont munies de touches d'acier, et s'engagent tour-à-tour (mais jamais ensemble, comme cela est à tort dessiné dans la figure 150) sous les cli-

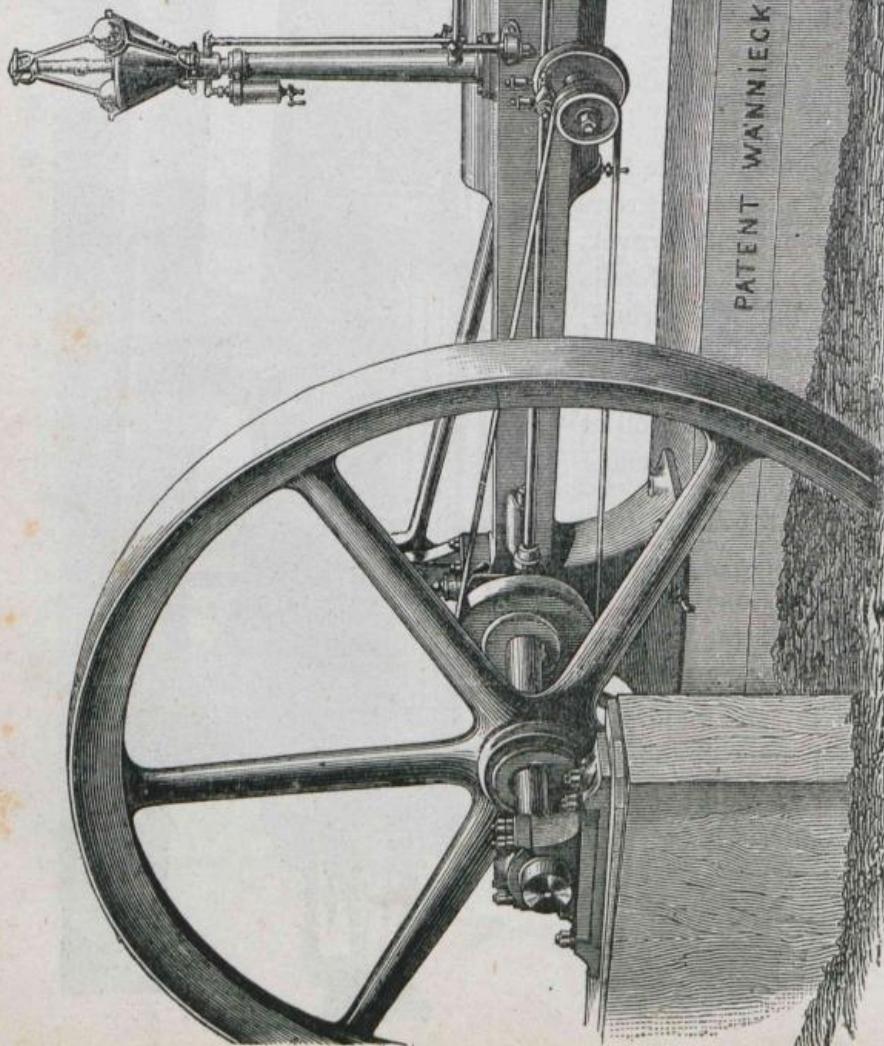


Fig. 149.

quets *g* et *g'*, mobiles autour des axes *f* et *f'*, situés sur le support *d*. Comme le cliquet *g*, par exemple, participe au mouvement du tiroir, il entraîne vers le milieu du cylindre la plaque qu'il a saisie, en même temps que la lumière s'ouvre à l'admission. Mais le cliquet porte une corne, tournée vers le haut, qui vient buter contre le couteau *o*, dont la position en hauteur est déterminée à chaque instant par le régulateur, au moyen d'un mécanisme représenté sommairement sur la figure 152 (dans cette figure, *n* désigne la tringle rattachée au manchon mobile du régulateur). En continuant son mouvement horizontal, le cliquet tourne autour de l'axe *f*, et se dégage d'avec la tête *h* de la tige *e*. Cette tige se prolonge à travers la boîte à vapeur, et elle est tournée à deux diamètres différents, la partie *l*, située vers l'extrémité du cylindre, étant plus grosse que la partie *e*. La pression de la vapeur tend donc à chasser la plaque *c* vers l'extérieur, avec un effort proportionnel à la différence des sections des deux parties de la tige ; au moment où le déclanchement a lieu, la plaque de détente est ainsi ramenée, et ferme l'admission. Un appareil à matelas d'air *i*, muni d'une vis de réglage *k*, amortit le

choc de la tige à fond de course. On a représenté, sur la figure 151, les demi-tiroirs *a* et *a'*, comme les plaques de détente *c* et *c'*, dans leurs positions moyennes, ce qui naturellement n'a jamais lieu simultanément; aussi a-t-on tracé, dans les figures 153 à 160, une série de positions successives des tiroirs et de leurs plaques de détente. Dans les figures 153 et 154, le piston est supposé se diriger vers la gauche, le côté gauche du cylindre (fig. 153) communiquant par le creux du demi-tiroir avec l'échappement; en même temps la détente a lieu du côté droit, la plaque *c'* fermant le passage de la

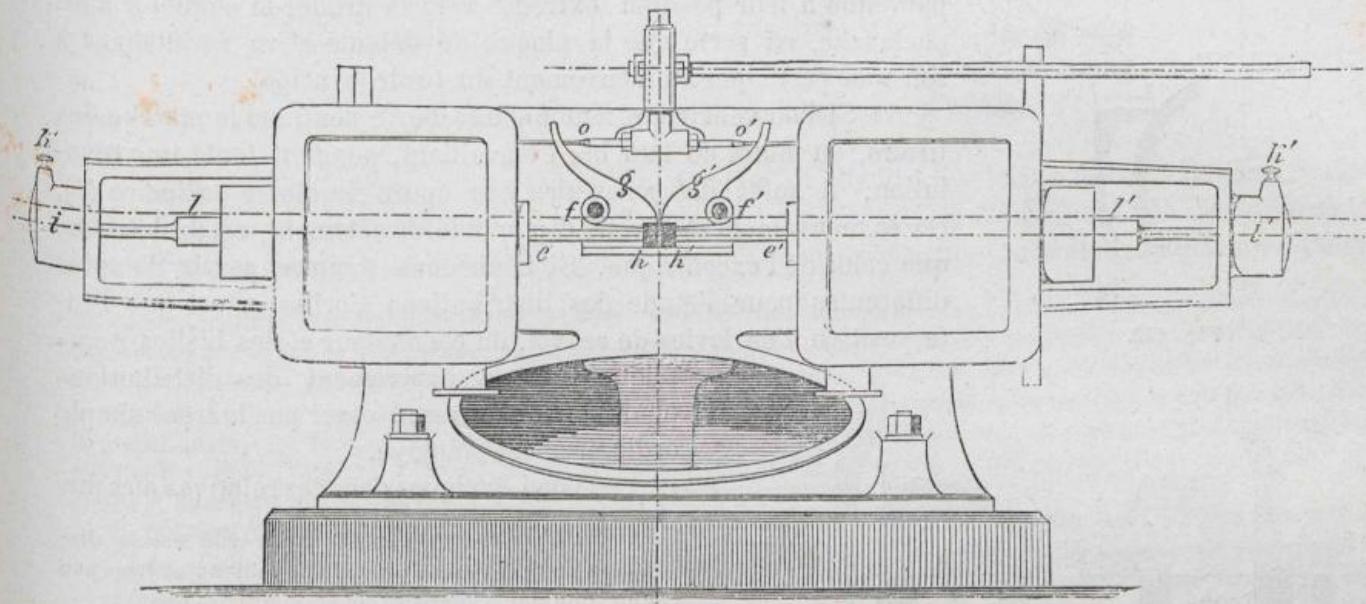


Fig. 150.

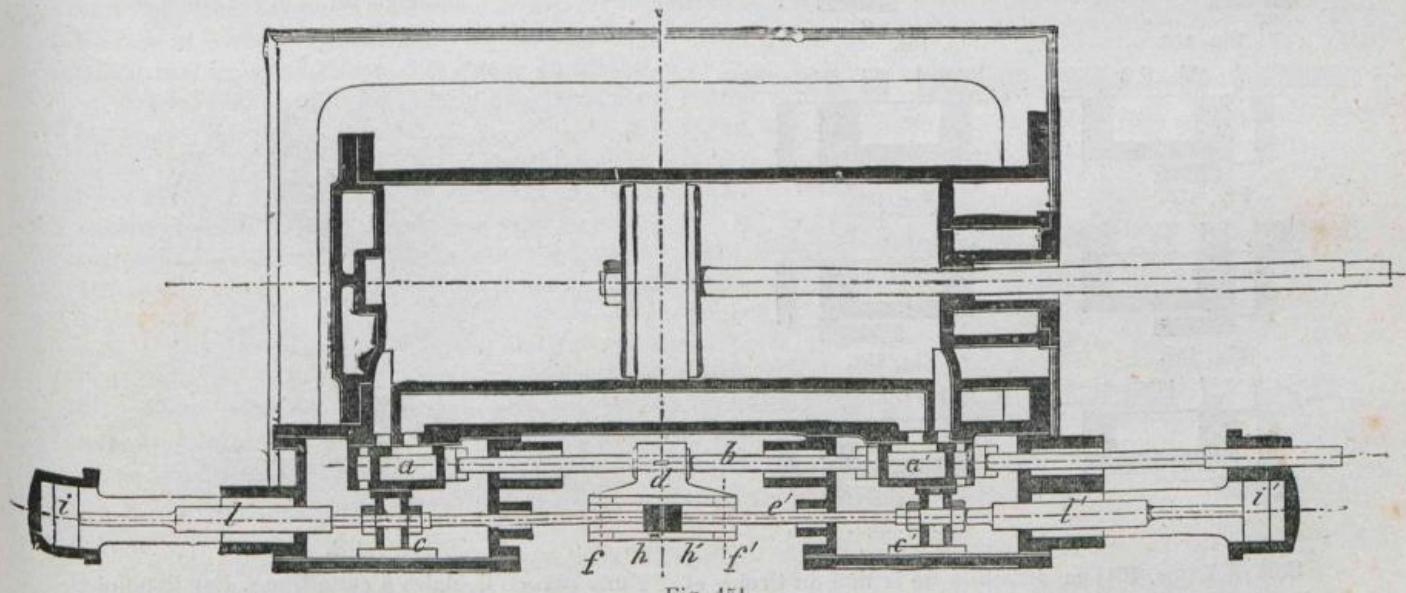


Fig. 151.

vapeur. Les tiroirs *a* et *a'* sont à leur position limite vers la gauche, le cliquet *g* (Voir fig. 150) vient de s'enclancher, et la plaque de détente *c* va se mouvoir vers la droite en même temps que le demi-tiroir *a*. Lorsque le piston est parvenu à son point mort de gauche, la distribution se trouve dans l'état représenté par les figures 155 et 156, où l'on remarque que l'avance à l'échappement (demi-tiroir de droite) est

plus considérable que l'avance à l'admission (demi-tiroir de gauche). Dans les figures 157 et 158, les lumières sont entièrement ouvertes, soit pour l'admission, soit pour l'échappement ; la plaque de détente c' occupe toujours vers la droite sa position extrême, où la maintient la pression de la vapeur. Dans les figures 159 et 160, le déclenchement ayant eu lieu du côté gauche, la plaque c a fermé l'ouverture du tiroir, et la détente se produit ; les demi-tiroirs étant parvenus à leur position extrême vers la droite, le cliquet g s'est enclanché, en sorte que la plaque de détente c' va maintenant à son tour participer au mouvement du tiroir principal.

Si l'on veut représenter d'une façon continue la marche des tiroirs, ou plutôt de leur bord travaillant, pendant toute une révolution, il suffit de construire une épure circulaire ordinaire (1), car le mouvement du tiroir, commandé directement, est ici le même que celui de l'excentrique. Si nous nous sommes servis d'épures différentes pour l'étude des distributions Corliss, c'est que l'interposition d'un levier de renvoi, du conducteur et des bielles, complique trop le mouvement des distributions pour pouvoir le représenter par le tracé simple ordinairement employé.

Voici quelques données relatives aux ma-

(1) L'épure que l'auteur a en vue est le diagramme de M. Zeuner, procédé ingénieux et trop peu connu, que nous allons exposer sommairement.

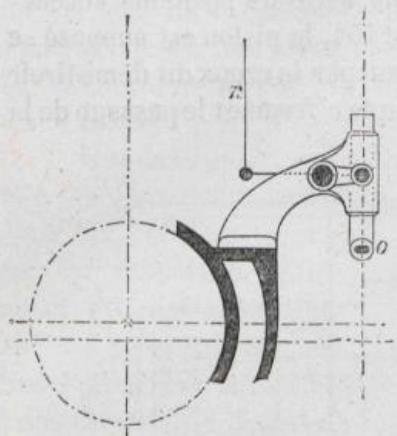


Fig. 152.

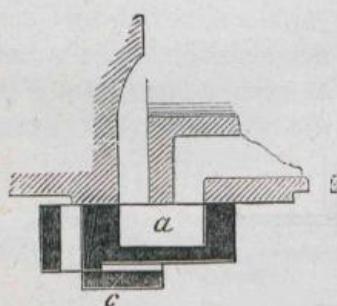


Fig. 153.

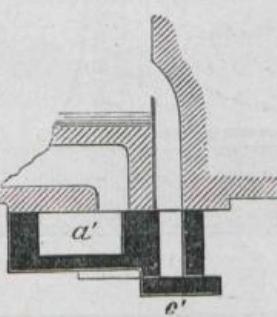


Fig. 154.

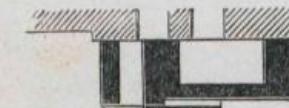


Fig. 155.

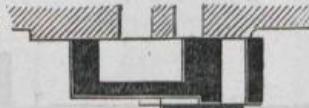


Fig. 156.

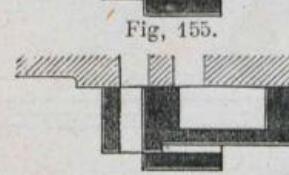


Fig. 157.

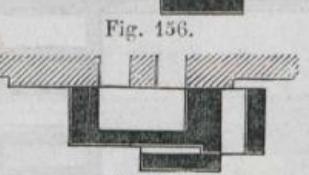


Fig. 158.

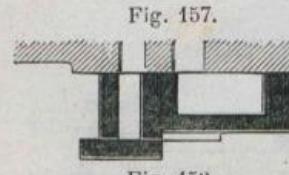


Fig. 159.

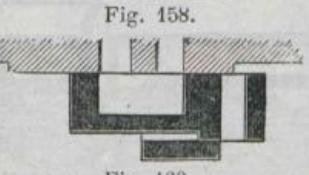


Fig. 160.

Fig. 161.

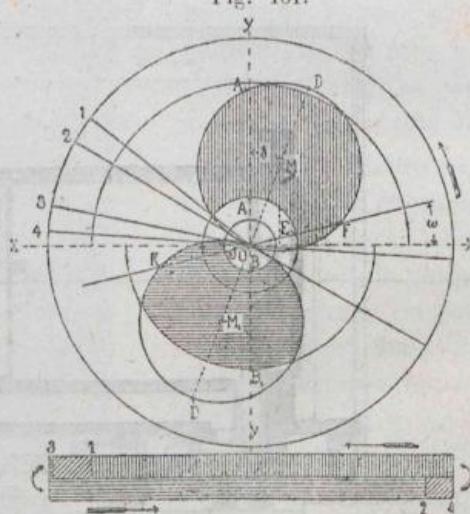


Fig. 162.

Soit XX (fig. 161) la direction de la tige du tiroir, et YY une perpendiculaire à cette ligne. Par le point O , on mène la ligne DD' , faisant avec OY un angle δ égal à l'angle d'avance de l'excentrique ; on prend cet angle en sens inverse du mouvement, comme si c'était un angle de retard. Soit e le recouvrement extérieur du tiroir, i le recouvrement intérieur, on prend $OA = e$, $OB = i$, et on décrit deux cercles, du point O comme centre, avec ces longueurs pour rayons. On prend ensuite une distance BB_1 , égale à la longueur de la lumière, et du point O comme centre, on décrit le demi-cercle qui a pour rayon OB_1 ; on décrit de même, du côté opposé, un cercle qui a pour rayon $OA + BB_1$. On prend OM et OM_1 égaux au demi-rayon d'excentricité, et des points M et

chines de trente chevaux, du type qui vient d'être décrit, telles qu'on les construit chez M. Wan-nieck. L'excentricité est de 26 %, et l'angle d'avance est de 12°; le recouvrement du tiroir, vers l'extérieur, est de 3%; il est nul à l'intérieur; au moment du point mort, l'ouverture de l'échappement est de 3% plus grande que celle de l'admission.

On voit que cette distribution répond bien aux conditions d'une bonne régulation. L'espace nuisible est très réduit par l'emploi de deux demi-tiroirs, et l'ouverture des lumières est au moins aussi rapide que dans les machines Corliss. Quant au système de rappel par la pression de la vapeur, pour la fermeture des orifices, il est très simple et très bon.

Système de MM. Brandt et Lhuillier, à Brünn.

Nous reproduisons sur la feuille 19, d'après M. Riedler (1), le mécanisme de distribution d'une machine de douze chevaux de MM. Brandt et Lhuillier; la figure 1 en est une élévation extérieure, et les figures 2 et 3 sont des coupes partielles de l'intérieur. Cette distribution, à vrai dire,

M_1 comme centres, avec MO pour rayon, on décrit deux cercles, nommés *cercles du tiroir*. Enfin on décrit, depuis O comme centre, un cercle quelconque, servant à repérer les positions de la manivelle. Dans la figure ainsi disposée, pour toute position de la manivelle, telle que OV , la longueur OA_1 , comprise dans le cercle du tiroir, représente la distance du bord du tiroir, à sa position moyenne. La surface couverte de hachures est la surface utile, dans la moitié supérieure de la figure pour l'admission, et dans la moitié inférieure pour l'échappement. Cette surface est limitée, dans l'intérieur du cercle du tiroir, par les cercles déjà tracés, qui se rapportent aux bords extérieurs et intérieurs des lumières.

D'après cela, pour un angle donné ω , décrit par la manivelle à partir du point mort, on voit que EF est l'ouverture à l'admission, et JK l'ouverture à l'échappement. Les principales positions du tiroir, pour la demi-course supérieure, sont: 1, le commencement de la détente; 2, le commencement de la compression du côté opposé; 3, le commencement de l'échappement; et 4, le commencement de l'admission du côté opposé. Ces quatre positions sont reportées, par leurs numéros d'ordre, sur la figure 162, les points 1 à 4 étant projetés sur le diamètre XX . En faisant le tour de cette figure depuis la droite, suivant le sens des flèches, on retrouve les quatre périodes de la distribution, pour l'aller et le retour du piston.

Pour établir une distribution par tiroir, étant donnés le rapport de l'admission à la course, l'excentricité r , et l'avance linéaire à l'admission, v , on opère de la façon suivante. Avec l'excentricité r pour rayon, on trace un cercle ACB (fig. 163), puis on marque la position OD de la manivelle, à laquelle la détente doit commencer. On mène la corde AD , sur laquelle on prend une longueur $DF = v$, et on divise en deux parties égales la longueur AF ; la moitié AG est le recouvrement extérieur e (OA dans la figure 161). Prenant sur l'axe AB une longueur $OH = DG = e + v$, on élève en H une perpendiculaire HJ , et on trace le rayon OJ ; il fait avec la perpendiculaire OC un angle δ qui est l'angle de calage. Sur OJ comme diamètre, on décrit le cercle du tiroir, pour le côté de l'admission, et on peut alorsachever l'épure comme il a été expliqué ci-dessus.

Cette épure ne serait rigoureusement exacte que si la barre d'excentrique avait une longueur infinie: mais on démontre que l'erreur provenant de ce fait est négligeable toutes les fois que la distribution est réglée comme on le fait ordinairement, en donnant la même valeur à l'avance à l'admission des deux côtés du piston.

Pour l'étude détaillée du diagramme de M. Zeuner, voir son *Traité des distributions par tiroir*, traduit par MM. Debize et Mérijot.

Les figures 16 et 17 (pages 11 et 12) sont construites d'après les mêmes bases, en portant sur chacune des positions de la manivelle des longueurs égales à l'ouverture correspondante des lumières; seulement la transmission du mouvement au tiroir étant très compliquée, la courbe qui en résulte sur le diagramme n'est pas un cercle (*Traducteur*).

(1) *Maschinen-Skizzen*.

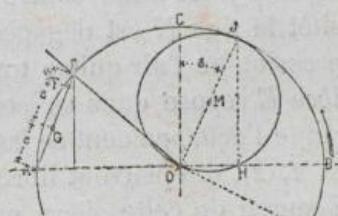


Fig. 163.

n'a de rapport avec celles à tiroirs doubles qu'en ce que chacun des demi-tiroirs, qui fonctionnent aux deux extrémités du cylindre, travaille à part, de manière à donner lieu à une détente variable, comme cela a lieu avec les tiroirs doubles.

Avec le cylindre (*Voir fig. 1*) sont coulées deux boîtes à vapeur, H et H_1 , entre lesquelles se trouve le conduit d'arrivée de vapeur, E . Dans chacune des boîtes se meut un tiroir à coquille G (*fig. 3*), glissant sur les lumières d'admission, e , et d'échappement, a ; il fait communiquer la lumière e , par le creux g , tantôt avec la boîte à vapeur, tantôt avec l'échappement a ; sur la figure 3, il est représenté dans sa position moyenne. Ce tiroir forme crémaillère par dessus, et il engrène avec un pignon f , fixé sur l'axe F (*fig. 2*), qui est mis en mouvement comme on va le voir. La barre d'excentrique B est articulée avec un levier AD , placé verticalement, et oscillant à côté du cylindre; on peut, d'ailleurs, au moyen d'une vis C , régler l'amplitude de cette oscillation. La tête D du levier est saisie dans une pièce E , qui sert de douille aux extrémités des deux tiges horizontales K , K_1 , et qui supporte les deux cliquets N , N_1 , représentés sur la figure 1 dans leur positions moyennes. Deux lames de ressort, s et s_1 , font enclencher ces cliquets contre les touches acierées o , o_1 , fixées sur les tiges K , K_1 , et celles-ci, en glissant dans leurs guides, font osciller les manettes L , L_1 , dont les mannetons s'engagent, par des coulisseaux i , dans des glissières verticales pratiquées dans les tiges K , K_1 .

L'extrémité de chacune de ces tiges est réduite à un plus petit diamètre, et s'enfile à frottement doux dans un piston Q , mobile dans un petit cylindre, et supportant constamment la pleine pression de la vapeur, comme l'indique la flèche. Ce piston appuie sur l'épaulement de la tige, dès qu'elle dépasse sa position moyenne pour ouvrir le tiroir. Lorsque le tiroir (*Voir fig. 3*) se meut vers la droite, l'admission a lieu, mais lors du déclenchement, il est ramené vers la gauche, dans sa position moyenne, et ferme la lumière.

Considérons le côté droit de la figure 1, et supposons que la pièce E se meuve dans le sens indiqué par la flèche; le cliquet étant engagé, la tige K se meut à l'encontre de l'effort de la vapeur sur le piston Q , et entraîne la manette L ; il en résulte que le pignon f tourne et entraîne le tiroir G , en ouvrant l'admission.

Le déclenchement est commandé, comme dans les premières machines de M. Corliss, au moyen d'une règle verticale r , glissant librement, et reposant sur la queue du cliquet; à un moment donné, elle vient buter contre le plan incliné M , dont la position est déterminée par le régulateur. Aussitôt la tige K est dégagée, et le piston Q la ramène vers le milieu; le choc est amorti par la compression de l'air qui se trouve sous le piston, dans l'extrémité du cylindre O . Lorsque, ensuite, la pièce E repose dans sa position moyenne, il faut qu'elle emmène vers la gauche la manette L pour que l'échappement se fasse par la lumière a (*fig. 3*). Pour cela, les tiges K et K_1 portent des clavettes z , z_1 , qui peuvent librement courir dans des fenêtres de la pièce E , avec un jeu égal à la demi-course de cette pièce, en sorte que ces tiges, prises par leurs clavettes, sont entraînées vers le milieu au moment du point mort, et à cet instant le cliquet vient de rentrer en prise.

Dans la figure 1, le mouvement ayant lieu dans le sens de la flèche, c'est la clavette z_1 qui est entraînée, et le côté gauche du cylindre s'ouvre à l'échappement. Pendant ce temps, le piston contenu dans le petit cylindre O , reste immobile, la tige glissant dans ses presse-étoupes (1).

(1) L'engrenage des pièces f et G travaille alternativement dans un sens et dans l'autre; de plus ces deux pièces sont enfermées, et l'effort nécessaire pour faire mouvoir le tiroir est à certains moments assez considérable; enfin cet effort est subit et équivaut à un choc. Il y a donc lieu de douter de la durée de ce mécanisme.

L'engrenage a nécessairement du jeu, et il doit s'en produire peu à peu, soit entre la tige K et le coulisseau i , soit entre ce coulisseau et le maneton; il est difficile, dans ces conditions, d'éviter le ferraillement. Enfin

CHAPITRE II. — MACHINES A QUATRE TIROIRS.

I. TIROIRS PLACÉS SUR LE COTÉ DU CYLINDRE.

Distribution de MM. Wannieck et Köppner.

Cette distribution est un perfectionnement de celle qui a été décrite en traitant des machines à tiroirs doubles; le changement principal consiste en ce que chacun des organes distributeurs fonctionne sur une glace à part. Dans la machine antérieure, le tiroir principal ouvrait et fermait l'échappement, et ouvrait aussi l'admission : dans cette nouvelle distribution, c'est le tiroir de détente seul qui est chargé d'ouvrir et d'interrompre l'admission ; il y a donc des tiroirs d'admission et des tiroirs d'échappement, et, en séparant les diverses parties, on revient au principe des distributions Corliss.

La figure 164 est un croquis de la distribution de MM. Wannieck et Köppner, mais on peut



Fig. 164.

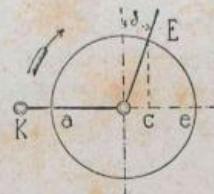


Fig. 165.

la considérer comme un type général des distributions à quatre tiroirs placés latéralement au cylindre.

Les tiroirs sont tous quatre commandés par le même excentrique E (fig. 165), et leur course est la même pour tous (sur la figure 165, elle est représentée à une plus grande échelle par la longueur $a\ c$). Lorsque le piston k se trouve dans la position figurée, la manivelle K est à son point mort a , et l'excentrique E , calé avec un angle d'avance, a déjà effectué le parcours $a\ c$. A ce

on ne peut atteindre la garniture du piston Q , faisant joint sur la tige k entre la vapeur en pression et l'espace réservé au matelas d'air, qu'en démontant le fond du petit cylindre O , et rien ne paraît s'opposer à ce que la tige K , lancée par l'effet du piston Q , ne dépasse sa position moyenne, et n'aille jusqu'à faire ouvrir l'échappement à l'instant où doit commencer la détente (*Traducteur*).

moment les tiroirs occupent des positions correspondantes : le tiroir d'entrée G laisse déjà pénétrer la vapeur par la lumière i , et le tiroir d'échappement H_1 a ouvert la communication entre le conduit n et la lumière d'échappement o_1 . Le tiroir G_1 reste immobile ; quant au tiroir H , il se meut avec le tiroir H_1 , mais sans découvrir sa lumière pendant le coup de piston qui va se produire.

Les planches XXXI et XXXII représentent un exemple de cette distribution, appliquée à des machines jumelles, construites par M. Fr. Wannieck. Sur la planche XXXI, la figure 1 est une élévation et la figure 2 un plan de l'une des deux machines ; les figures 3 et 4 sont des croquis de l'installation d'ensemble. La planche XXXII contient les détails qui présentent le plus d'intérêt, et spécialement ceux qui sont relatifs à la distribution.

La glace sur laquelle fonctionne le tiroir d'admission (qu'on appelle aussi quelquefois tiroir de détente, par analogie avec les distributions Trézel, Meyer, etc.) est boulonnée sur le fond de la boîte à vapeur ; le tiroir d'échappement se réduit à une simple plaque glissante, et il n'y a plus de tiroirs à coquille comme ceux de la figure 151. On peut reprocher à cette disposition d'entrainer une certaine augmentation de l'espace nuisible ; mais, d'un autre côté, les tiroirs, et par conséquent leurs boîtes, sont de petites dimensions. La figure 6 de la planche XXXII représente à part un tiroir d'admission, et la figure 7 un tiroir d'échappement.

Les appareils de rabat sont construits sur le même type que ceux des dernières machines de M. Corliss, comme on le voit sur les figures 1 et 2 de la planche XXXII ; c'est le vide produit sous la partie centrale du piston à air, qui est utilisé pour ramener le tiroir dans sa position initiale. Pour le cas où le matelas d'air manquerait son effet, un disque de feutre est fixé sous le milieu du piston, en regard d'un autre disque de métal, réglé par une vis.

Le mécanisme de déclenchement est le même que dans la machine décrite, pages 139 à 143. On a tracé dans la figure 166 l'épure des positions principales du cliquet. La position I est la position limite, et elle laisse un certain jeu, nécessaire pour assurer l'enclanchement ; la quantité dont s'engage le cliquet est seulement de 3 millimètres environ. La position II , marquée $S\ M$, est la situation moyenne ; pour les positions III à V , le cliquet est représenté à l'instant du déclenchement, soulevé par l'action du couteau qui effectue la régulation ; les positions figurées correspondent aux introductions 0, 0, 1 et 0, 3.

On voit dans la figure 9 de la planche XXXII le détail des cliquets et de leur armature d'acier ; ils portent une lame de caoutchouc pour éviter le bruit lors de l'entrée en prise. Tous deux sont portés sur une sorte de chariot (*Voir figures 2, 4 et 10, planche XXXII*), fixé à la tige qui relie les distributeurs d'échappement, et qui glisse, par deux douilles, sur une tige fixée entre les deux boîtes à vapeur. Les cornes des cliquets portent des plaques de butée, en acier, encastrées à queue d'aronde. Pour le tracé de ces plaques, on se sert de l'épure représentée par la figure 166 ; M. Wannieck ne fait entrer le couteau en prise qu'à partir du premier tiers de la course du manchon du régulateur. Une fois le profil de l'une

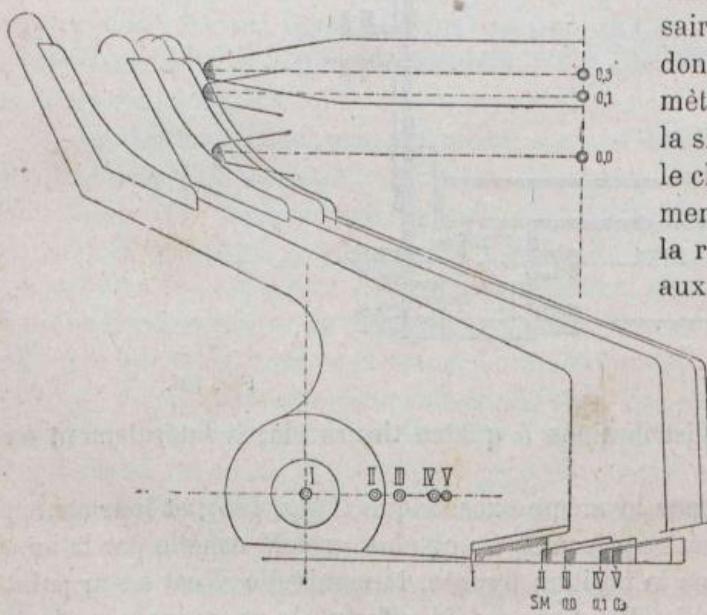


Fig. 166.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des plaques déterminé au sentiment (1), on trace la deuxième en tenant compte de l'obliquité de la bielle, de manière que les admissions soient égales sur les deux côtés du piston. Les couteaux et les plaques de butée sont en acier trempé, de même que les touches des cliquets et des tiges des tiroirs; la durée de ces touches est ordinairement de dix-huit mois; on en a toujours de rechange, et l'opération du remplacement est l'affaire d'un quart d'heure environ.

Comme les tiroirs d'admission et d'échappement sont conduits par un seul excentrique, calé avec 20° d'avance ou environ, la limite de la variation automatique de l'admission se trouve vers les 0,32 de la course. Si la déclanchement n'a pas lieu avant cet instant, les tiges des tiroirs d'admission continuent à suivre le mouvement donné par l'excentrique, et l'admission naturelle qui en résulte dure pendant les 0,92 de la course. Les recouvrements sont pris de telle grandeur que le tiroir d'échappement dépasse de 2^m/m sa lumière, au moment où l'admission commence; l'avance linéaire de l'admission est de 5^m/m, et celle de l'échappement 11^m/m; l'échappement a un recouvrement négatif de 2^m/m. L'excentricité est de 26^m/m.

D'après ces données, on a tracé les épures du mouvement des tiroirs d'admission (fig. 167) et d'échappement (fig. 168). La situation moyenne du tiroir y est indiquée par les lettres *SM*; l'ouverture, au moment du point mort, est égale à *v* (fig. 167) pour l'admission, et *v₁* (fig. 168), pour l'échappement.

Les hachures croisées, dans la figure 167, indiquent la période pendant laquelle le régulateur peut effectuer le déclanchement.

Les ordonnées des courbes de retour *i k l a*, *i₁ k₁ l₁ a₁*, sont plus considérables que dans les distributions du type Corliss, ce qui tient à la symétrie à peu près exacte du mouvement des tiroirs de chaque côté de la position moyenne *SM*.

La machine représentée sur les planches XXXI et XXXII a un cylindre de 0^m,316 de diamètre, avec 0^m,790 de course; elle fait 54 tours par minute, d'où résulte pour le piston une vitesse moyenne de 1^m,42 par seconde. Le tuyau d'arrivée de vapeur a 0^m,092 de diamètre, et celui d'échappement 0^m,118, chiffres qui correspondent respectivement à 0,085 et 0,139 de la section du cylindre. Les lumières d'admission ont 0^m,022 sur 0^m,276, celles d'échappement 0^m,025 sur 0^m,276, dimensions qui équivalent à 0,077 et 0,088 de cette même section.

Les détails de construction du piston se voient sur la figure 2 de la planche XXXII. Le corps du piston est emmanché sur une partie conique de la tige, où il est serré par un écrou; sa garniture se compose de deux anneaux coupés, en fonte, pressés par un troisième de largeur double, qui se trouve à l'intérieur; ce dernier est tendu le plus également possible par les huit extrémités de quatre lames de ressort, réglées par des vis.

Le couvercle antérieur du cylindre est en partie venu de fonte avec le cylindre, et complété par la boîte à étoupes, qui s'introduit dans des portées alésées; cet arrangement permet de disposer d'une assez large surface pour assujettir la bride du bâti à baïonnette. La crosse du piston est du type Corliss, elle est fixée à la tige par une clavette, avec contre-clavette. La bielle, qui a 72^m/m de diamètre en son milieu, a une longueur égale à 5 fois la manivelle; ses deux têtes sont à chape fermée. Le tourillon du pied de bielle a 0^m,059 de diamètre sur 0^m,086 de longueur; la portée du maneton a 0^m,099 de longueur, sur un diamètre de 0^m,072. Le palier principal est muni de coins de réglage des deux côtés, il est alésé à 0^m,125, et sa longueur est de 0^m,250.

(1) Il serait possible de déterminer ce profil géométriquement, d'après la condition de proportionner à l'abaissement du manchon, soit la variation de l'admission de vapeur, soit la variation du travail total de la vapeur dans le cylindre, mesuré par un diagramme d'indicateur (*Traducteur*).

Le volant se trouve au milieu, entre les deux machines : il a 3^m,470 de diamètre, et son moyeu est alésé à 0^m,200. Sur la jante, qui a 0^m,335 de large, sont cinq rainures tournées, qui reçoivent les cordes sans fin par lesquelles se fait la transmission.

Le régulateur, du système Porter, est conduit par courroie ; il fait 95 tours par minute ; la course de son manchon est de 0^m,078, et celle du couteau de butée est de 0^m,033. Les oscillations trop vives sont modérées par un frein ou pompe à huile (fig. 8).

Remarquons, enfin, que l'effort que supporte le couteau au moment du déclenchement n'est pas transmis au régulateur, qui n'éprouve à cet instant qu'une faible résistance dans son mouvement vertical.

Système de M. Dautzenberg.

La distribution de M. Ivan Dautzenberg était appliquée, à l'Exposition de Vienne, à l'une des machines motrices, exposée par la *Société de construction de machines de Prague* (ancienne maison Ruston et Cie).

C'est une des premières machines dans lesquelles on ait mis de côté les ressorts de rabat ; la disposition des quatre tiroirs était du reste toute particulière. Comme ce moteur a été souvent décrit, nous nous bornons à en reproduire la distribution (feuille 19, figures 4 et 5).

Avec le cylindre sont fondues deux boîtes de distribution, placées latéralement ; elles contiennent, à leur partie supérieure, les tiroirs d'admission G , G_1 , et au-dessous, à côté des lumières, les tiroirs d'échappement, qui sont de simples plaques glissantes. Ces derniers sont fixés sur une tige commune ff_1 , qui se meut cons-

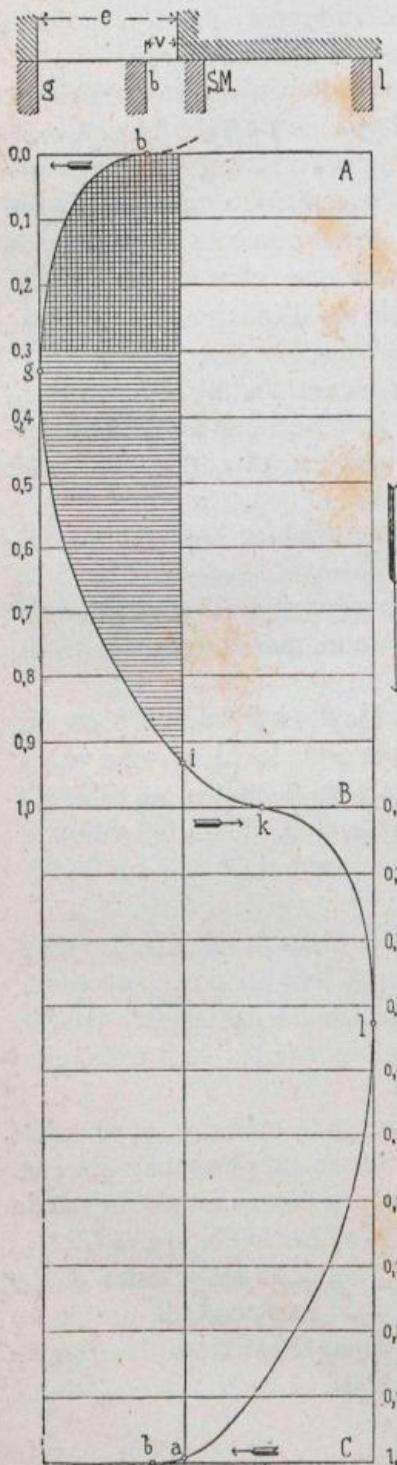


Fig. 167

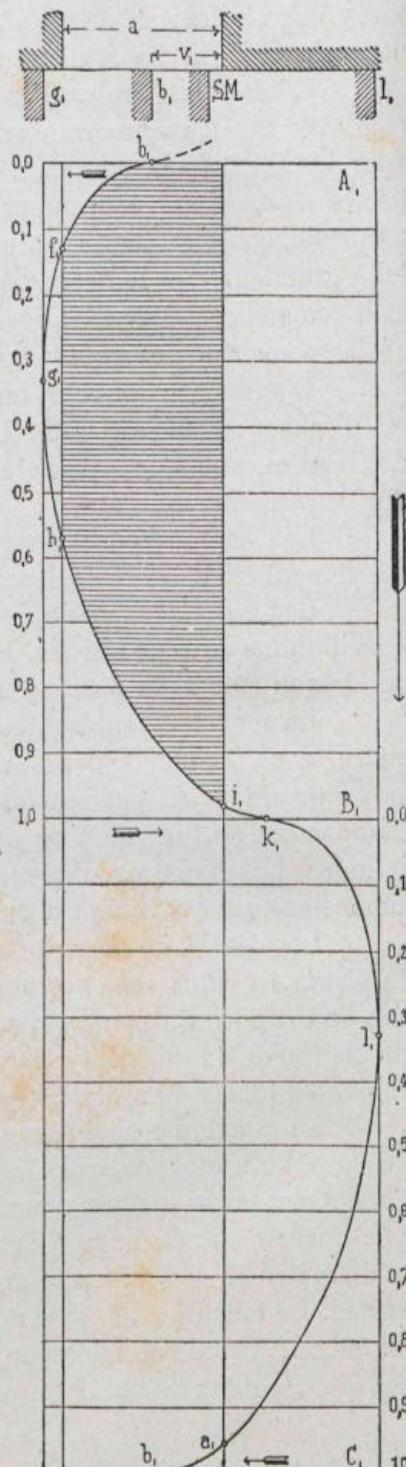


Fig. 168.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tamment avec le levier oscillant A , dans lequel elle est prise par un coulisseau; et ce levier lui-même est mis en mouvement par la barre d'excentrique B , au moyen d'un bras C (fig. 5) et d'un axe Z , oscillant dans des paliers fixés à la semelle du cylindre. Par suite du mouvement du levier A , les tiroirs H et H_1 découvrent alternativement l'une ou l'autre des lumières d'échappement a et a_1 (figurées en pointillé), mais ne recouvrent jamais les lumières e et e_1 du cylindre (1). La pression qui s'exerce sur les plaques H et H_1 est consialement celle qui existe dans le cylindre.

L'admission de vapeur est commandée par les tiroirs G et G_1 , qui sont mis en mouvement par le même levier oscillant A , avec interposition d'un déclic; ces tiroirs sont à double entrée, la vapeur pénétrant simultanément par les ouvertures 1 et 2. Sur une petite traverse b (fig. 5) sont fixés des butoirs o , o_1 derrière lesquels s'engagent respectivement, à chaque extrémité de l'oscillation du levier, les cliquets N et N_1 , qui sont articulés à charnière à l'extrémité des tiges F et F_1 , rattachées aux tiroirs G et G_1 . Ces tiges sont d'un fort diamètre (40 mm), et la pleine pression de la vapeur agit sur leur section, dans le sens opposé à l'ouverture des lumières.

Le déclanchement se fait par le moyen d'un cadre M , dont la branche inférieure se trouve entre les cliquets; ce cadre est suspendu sur une tringle glissante, formant deux plans inclinés, r , r_1 , et dont la position est déterminée à chaque instant par le régulateur. Les deux cliquets, par de petits talons, s'appuient sur la branche inférieure du cadre, dès qu'ils tombent en place, et, par conséquent, la hauteur à laquelle ils sont maintenus dépend de la position du régulateur. Il en résulte que, lorsque le levier A s'incline, dans le sens de la flèche par exemple, le butoir o_1 , qui s'abaisse peu à peu devant le cliquet, le dépasse bientôt, et aussitôt la pression de la vapeur ramène vers le milieu le tiroir G_1 , et coupe l'admission. Des pistons Q , fonctionnant dans des capsules à air O , O_1 , amortissent les chocs.

La distribution étant conduite, comme dans les machines Corliss, par un seul excentrique, la limite de la régulation se trouve environ aux 0,4 de la course.

La figure 169 est une épure des positions du cliquet au moment du déclanchement. Dans la position I , le déclanchement aurait lieu au moment du point mort; les autres positions se suivent de dixième en dixième de la course, jusqu'à V , correspondant à 0,4, la plus grande admission que le régulateur puisse contrôler. Si le cadre atteint la position VI , il se trouvera trop abaissé pour faire déclencher, et l'admission se fera sensiblement à pleine course.

(1) Sur la figure 4, la distance entre les bords extérieurs des plaques H et H_1 , est trop considérable : telles qu'elles sont représentées, ces plaques recouvriraient en partie l'une des lumières du cylindre, en dévoquant la lumière d'échappement du côté opposé (*Traducteur*).

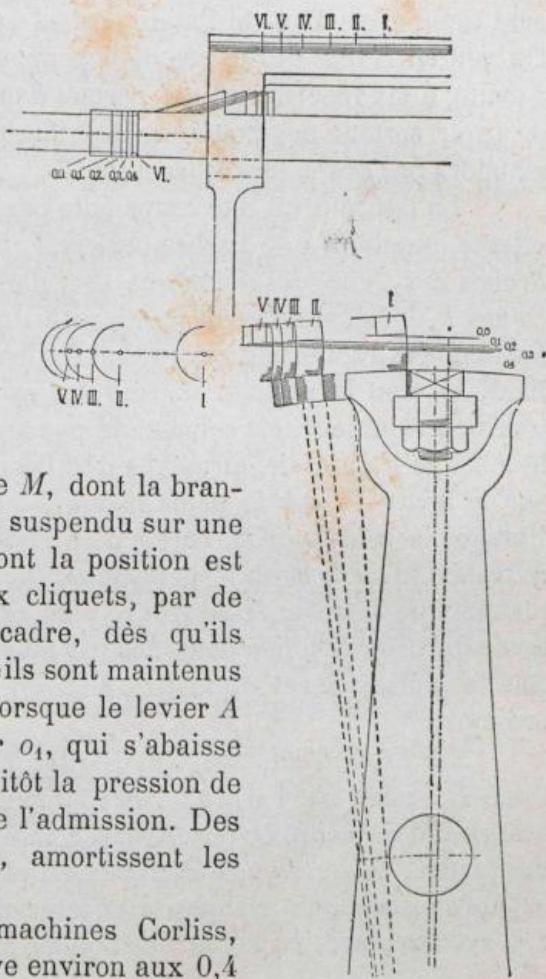


Fig. 169.

Distribution de MM. Goldie et Mac Culloch, à Galt (Canada).

La distribution à quatre tiroirs de MM. Goldie et Mac Culloch se rapporte assez à leur distribution à tiroirs doubles, décrite page 132. Nous en donnons un croquis sur la feuille 18, figures 5 à 9. La figure 5 est une élévation latérale, et les autres sont des coupes transversales. Les quatre tiroirs sont placés dans quatre boîtes séparées, sur le côté du cylindre, et à chaque extrémité; ils sont rapprochés l'un de l'autre, autant que possible, pour éviter d'allonger les conduits de vapeur. On voit en *E* (fig. 6) l'entrée de vapeur, et en *A* (fig. 7) le départ de l'échappement. Les tiroirs sont à grille, à six fenêtres, ce qui permet de réduire leur course à un très faible déplacement. Les tiges de tiroir sortent des boîtes de distribution à travers la paroi inférieure, et sont directement commandées par des cames tournantes.

La figure 6 est une coupe faite par l'axe du tiroir d'admission. Un arbre *w*, animé de la même vitesse angulaire que l'arbre principal, fait mouvoir un second arbre *v*, au moyen de deux roues droites *z*, *z₁*, dont les diamètres sont dans le rapport de 1 à 2. Sur l'arbre *v* se trouvent fixées des cames *k*, *k₁*, dont l'une est représentée à part sur la figure 8, et qui sont tracées de manière à ouvrir les lumières rapidement et en grand. Ces cames soulèvent les leviers *N*, *N₁*, d'une forme particulière, et dont la position dépend des oscillations d'un levier *M*; celui-ci, mobile autour de son tourillon supérieur, est commandé par le régulateur. Par l'intermédiaire du levier *N*, la came soulève la tige *F* du tiroir, au moyen d'un talon *n*, qui fait corps avec la tige, et qui est constamment appuyé sur le levier *N*, par le poids même du tiroir, et par la pression qui agit sur la section de la tige. Lorsque la came tourne, l'arête *o* du levier dépasse, à un moment donné, le sommet de la came, et retombe; le tiroir la suit, et les lumières d'entrée se trouvent fermées. Cet effet se produit d'autant plus tôt que le levier *N* se trouve plus repoussé vers la gauche (*Voir figure 6*), et inversement. La levée du tiroir *G* a lieu deux fois par tour de l'arbre *v*, c'est-à-dire une fois par tour de la machine. Sur le prolongement de la tige du tiroir est placé un matelas d'air *Q*, qui fonctionne à la manière ordinaire.

Le tiroir d'échappement *H* (fig. 7) est commandé d'une façon plus simple, au moyen d'une came *R*, calée sur l'arbre *w*, et reproduite à part dans la figure 9. Cette came est prise entre les branches d'un cadre ouvert *T*, fixé à la tige *L* du tiroir. Le tiroir reste immobile pendant la course du piston, en sorte que l'échappement est parfaitement libre. Au moment où la course va s'achever, le tiroir descend, de manière à effectuer la compression. Comme la pression tend à séparer le tiroir *H* d'avec sa glace, on le fait fonctionner entre deux glaces *S* et *S₁* (1).

Système de MM. Galloway et fils, à Manchester (Angleterre).

Les transmissions de mouvement de la section anglaise, à l'Exposition de 1878, étaient commandées par une machine Woolf, de trois cents chevaux, de MM. W. et J. Galloway et fils.

(1) Cette disposition n'est pas à l'abri de toute critique. Il est à peu près impossible de faire un tiroir dressé des deux côtés, dont les deux faces soient rigoureusement parallèles, et l'écartement des deux glaces ne peut se régler avec une précision suffisante pour que le joint se fasse sur les deux faces, surtout à chaud. Il est donc certain que le tiroir ne fait joint qu'avec la glace extérieure, et dès lors, celle qui est située vers le cylindre est inutile, à moins qu'on ne la conserve uniquement pour diminuer le volume de l'espace mort. En tous cas, il est inutile de la roder avec le tiroir (*Traducteur*).

Cette machine est dessinée sur la planche L I, en élévation (fig. 4) et en plan (fig. 5); les figures 6 et 7 représentent les détails du mécanisme de déclic du cylindre de haute pression.

Les deux cylindres sont placés côté à côté, et leurs manivelles sont à 180° l'une de l'autre, en sorte que l'échappement du petit cylindre se rend directement au grand; les espaces morts intermédiaires sont très réduits (1).

Il y a six tiroirs : les deux tiroirs intermédiaires et ceux d'échappement sont conduits par un même excentrique.

Les tiroirs d'admission se composent de simples plaques glissantes, et chacun d'eux fonctionne sur une seule lumière; leur surface est par conséquent assez faible, en sorte qu'ils ne consomment que peu de travail. Ils sont manœuvrés, indépendamment l'un de l'autre, par deux coudes d'un petit arbre situé en prolongement de l'arbre principal (*Voir* figures 5 et 6), et qui prend son mouvement par une manivelle, sur l'extrémité du maneton du petit cylindre; la marche de ces tiroirs est déterminée par le régulateur, ainsi que nous allons le décrire.

Les tiges des tiroirs sont renflées dans leurs boîtes à étoupes (*F*, fig. 6), en sorte que la pression de la vapeur fait ressort pour fermer les lumières; en outre, ces tiges sont munies de pistons à air, fonctionnant comme à l'ordinaire dans des capsules *Q*, fixées sur le support *T*. Les tiges se terminent par une partie rectangulaire, qui coulisse dans ce même support, et qui porte à son extrémité, en saillie sur sa face supérieure, une touche d'acier *o*.

La barre d'excentrique, *B₁* par exemple, se prolonge par une pièce prismatique *E*, avec laquelle elle est articulée, et qui forme fourchette, comme on le voit sur la figure 7. Sur la pièce *E*, qui est guidée dans le support *T*, se trouve un cliquet *N*, dont la branche horizontale est munie d'une touche d'acier *n*, qui s'engage derrière la touche *o*, lorsque le cliquet arrive à la limite de son mouvement d'oscillation. La branche supérieure du cliquet est articulée par son extrémité avec une tringle *L*, qui reçoit un mouvement de va-et-vient, depuis la tête de la barre d'excentrique *B*, par l'intermédiaire de la tige *I* et du levier coudé *r-r*; celui-ci est mobile autour du boulon *R*, fixé à l'extrémité d'un levier coudé *M M₁*, qui oscille avec le manchon du régulateur (2).

C'est la position de l'axe *R*, suivant la hauteur du manchon, qui détermine le degré d'introduction, en faisant avancer ou retarder l'instant où les cliquets abandonnent à elles-mêmes les tiges des tiroirs. Une pompe à huile *S* (fig. 6) modère les oscillations trop rapides du régulateur.

(1) Cette disposition est la même que celle adoptée depuis plus de vingt ans par MM. Boudier frères, de Rouen (*Traducteur*).

(2) Le mécanisme de commande qui vient d'être décrit n'est, au fond, qu'une transformation du système à deux excentriques, de Meyer. En attelant sur un excentrique (c'est-à-dire sur son collier, qui est ici la tête de la bielle faisant barre d'excentrique) une bielle faisant un certain angle avec la direction de la barre d'excentrique, la bielle ainsi attelée reçoit à peu près le même mouvement que si elle se trouvait dans la direction de la barre principale, et qu'elle fût conduite par un deuxième excentrique, qui fit avec le premier le même angle que font entre elles les deux bielles. Il suffit donc, au moyen d'un levier coudé, de renvoyer le mouvement ainsi obtenu dans la direction de la barre principale, pour que l'on puisse y rattacher, soit un tiroir de détente, soit un déclanchement, qui se trouve conduit sensiblement comme il le serait par un second excentrique.

Avec ce mécanisme, on économise un excentrique et son collier, toutefois on introduit plusieurs articulations successives entre l'excentrique et le tiroir de la détente. Ce défaut serait grave dans la commande d'un tiroir principal, mais pour un tiroir de détente, où l'effort est généralement plus faible, l'usure et le jeu des articulations ont moins d'importance au point de vue de la régularité : il en résulte simplement un peu de retard, facilement compensé par le régulateur.

Nous croyons que l'idée et la première application (quoique sous une forme un peu différente) de cette ingénieuse disposition, sont dues à feu M. A. Duvergier, constructeur à Lyon (*Traducteur*).

Pour le cas où la tige du tiroir ne reviendrait pas sous la seule action de la pression, on a disposé entre les deux branches de la fourchette *E* un boulon *z*, qui se meut librement dans une fenêtre de la tige *F*; le boulon, venant buter au fond de la fenêtre, comme le fait voir la figure 6, ramènerait la tige à la position convenable pour le coup suivant. Dans ce cas exceptionnel, la fermeture de la lumière d'admission ne se ferait que graduellement.

D'après les diagrammes de l'indicateur, cette machine développe dans les cylindres 300 chevaux-vapeur. Le diamètre du petit cylindre est de 0^m,508, celui du grand cylindre est de 0^m,864; la course est la même pour les deux : 0^m,914. L'arbre faisant 60 révolutions par minute, la vitesse moyenne des pistons est de 1^m,83 par seconde.

La machine est établie sur une grande et forte plaque de fondation; les crosses des pistons ne sont guidées que du côté inférieur, et les glissières sont formées par des surfaces rabotées dans la plaque de fondation.

Le volant, qui sert de poulie motrice, a 5^m,480 de diamètre; sa jante a 0^m,965 de largeur, la courroie qui y était appliquée à l'Exposition avait 0^m,914 de largeur.

La pompe à air, située dans le prolongement du grand cylindre, et conduite directement par la contre-tige du grand piston, est formée d'un corps de pompe en bronze, assemblé dans l'intérieur du condenseur; le diamètre de son piston est de 0^m,279.

L'arbre de cette machine est en acier Bessemer, de même que les bielles, les tiges des tiroirs, etc.

II. TIROIRS D'ADMISSION LATÉRAUX, AVEC ÉCHAPPEMENT PAR DESSOUS.

Machine de MM. Brown et C^{ie}, à Fitchburg (Mass., États-Unis).

MM. C. H. Brown et C^{ie}, à Fitchburg, avaient exposé à Philadelphie une très jolie machine, que nous représentons sur la planche XXXIII, figures 1 à 4.

La distribution (Voir figures 1 et 2 de la planche, et figure 170 du texte) se fait par des tiroirs à grille; ceux d'admission, *G*, placés sur le côté du cylindre, se meuvent dans le sens vertical, tandis que ceux d'échappement, *H*, placés en dessous, se meuvent sur des glaces horizontales.

Les quatre tiroirs sont commandés par des organes distincts, placés sur un arbre de distribution *w*. Dans la figure 170, qui correspond au commencement d'une course, le tiroir *G* commence à découvrir les lumières *i*; le tiroir d'échappement *H* reste immobile, son levier de manœuvre étant dans la position *a a*.

L'arbre de distribution *w* a la même vitesse de rotation que l'arbre de la manivelle, et il porte pour chacun des tiroirs *G* un excentrique *A* (planche XXXIII, fig. 2), dont le collier s'articule avec un levier en acier, *N*, mobile autour du point fixe *f*. Lorsque l'excentrique pousse ce levier en remontant, il saisit le talon du cliquet *o*, logé dans une fenêtre de la tige *F* du tiroir, et l'enlève; le tiroir découvre ainsi les lumières, jusqu'à ce que le cliquet soit dégagé d'avec le levier *N*; alors le tiroir retombe, par son poids et par l'effet de la pression de la vapeur sur la section de la tige, et l'admission se ferme. Une capsule à matelas d'air, *O*, située à la partie inférieure, amortit le choc.

Voici quel est le fonctionnement du déclenchement : le régulateur est relié à un arbre *v*, parallèle à l'arbre de distribution *w*, et peut lui communiquer un certain mouvement d'oscillation. Sur cet arbre sont calées deux petites manivelles, dont l'une est figurée en *r*; elles portent à leur extrémité des butoirs, qui s'approchent plus ou moins de la queue des cliquets *o*, et font basculer ceux-ci lorsque le contact se produit. L'instant du déclenchement dépend, comme on le voit, du degré d'inclinaison des manivelles *r*.

Il est clair que l'avance reste constante, quelle que soit l'admission, et comme chacun des tiroirs d'entrée a son excentrique séparé, le degré d'introduction peut presque atteindre l'unité.

Les tiroirs d'échappement sont aussi conduits par le même arbre *w*, au moyen de disques *B*, portant une rainure, dans laquelle s'engage l'extrémité des leviers *L*, à deux bras inégaux.

Dans cette machine, les glaces sont rapportées, et boulonnées entre le cylindre et la boîte de distribution; cela permet de les couler en fonte très dure.

Le régulateur est commandé par l'arbre *w*; il est entouré d'une enveloppe en fonte, visible sur le dessin d'ensemble (fig. 4). Le diamètre du cylindre est de 0^m,400, la course du piston, 0^m,965, et la vitesse, 65 tours par minute. La puissance normale de la machine est de 65 chevaux, pour une pression de vapeur de 4 kilogrammes.

Machine de MM. Wright et C^{ie}, à Newburg (New-York, États-Unis).

Les figures 5 à 9 de la planche XXXIII représentent une curieuse machine de MM. William Wright et C^{ie}, à Newburg. La disposition générale du cylindre est assez analogue à celle de la machine précédente, mais les tiroirs sont conduits d'une façon toute particulière, et tous les quatre par un seul excentrique.

La barre d'excentrique, soutenue par une manivelle intermédiaire (*Voir fig. 8*), saisit par son extrémité *B* (fig. 5) le tourillon supérieur *c* d'un conducteur ou levier à trois branches *A*, calé sur la tête d'un arbre situé transversalement sous le cylindre. Le conducteur porte deux tourillons *d*, *d*₁, qui commandent respectivement par des bielles, les manivelles de deux arbres transversaux, creux, *z* et *z*₁; les extrémités opposées de ces arbres manœuvrent les tiroirs d'admission. Pour cela on a disposé deux verrous d'acier, *n*, *n*₁, qui font saillie au delà du renflement extrême des arbres *z* et *z*₁, et saisissent, en remontant, les cliquets *o* et *o*₁, suspendus dans des fenêtres des tiges *F*, *F*₁, des tiroirs. Plus le verrou fait saillie hors de l'arbre creux, plus se prolonge la période d'admission, et le degré de saillie du verrou est placé de la manière suivante dans la dépendance du régulateur. Sous le cylindre, dans le bas du bâti, se trouve un arbre *r* (fig. 6), que le mouvement du régulateur fait osciller, et qui, par le moyen d'un bras *p* et d'une petite bielle *m* (pour ne considérer qu'un côté de la distribution), peut donner un certain mouvement de glissement à un axe central, enfilé dans l'arbre creux *z*. Cet axe porte à l'extrémité une saillie prismatique, en forme de clavette, dont on voit le profil sur la figure 5; cette saillie est disposée obliquement, et court dans une mortaise pratiquée sous le verrou *n*, en sorte que sa position détermine la position du verrou,

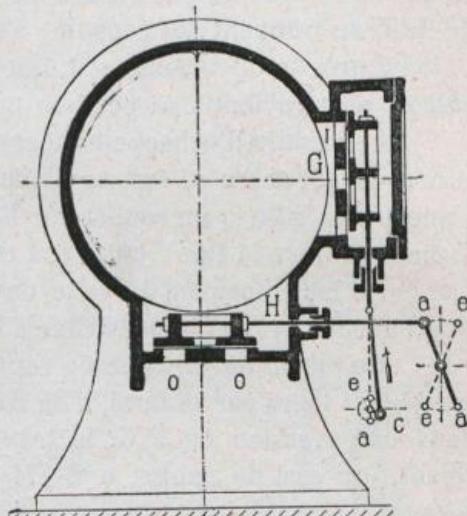


Fig. 170.

et règle par là même la durée de l'admission. En effet, le cliquet *o* se meut verticalement avec la tige *F*, tandis que l'extrémité du verrou *n* décrit un arc de cercle; aussitôt que le verrou dépasse le cliquet, le tiroir retombe, par l'effet de son poids et de la pression de la vapeur sur sa tige, en même temps que par l'effort du grand ressort à lames *s*, *s₁*. A l'extrémité inférieure des tiges de tiroir se trouvent des capsules à matelas d'air, *O*, *O₁*.

Après le déclenchement, lorsque le verrou redescend, le cliquet s'écarte pour le laisser passer, puis revient à sa position normale, par l'effet du poids qui lui est fixé.

Les tiroirs d'échappement sont tous deux conduits par l'arbre *z*, situé du côté d'arrière. Au milieu de cet arbre se trouve clavetée une manivelle *K* (fig. 5), qui met en mouvement, à l'aide d'une petite bille *e*, un coulisseau *b*, glissant sur un support venu de fonte avec le bâti; à ce coulisseau est fixée la tige *f* des deux tiroirs d'échappement (1).

Le bâti, formant cuvette devant la manivelle, est représenté sur les figures 8 et 9; il est fondu avec le grand palier, et fixé à la partie antérieure du cylindre par des vis.

Le piston de la machine représentée a 0^m,305 de diamètre sur 0^m,686 de course; la vitesse est de 100 tours par minute, d'où résulte pour le piston une vitesse moyenne de 2^m,29 par seconde. Sous une pression de 4^k,5, le travail effectif de cette machine est de 39,5 chevaux-vapeur. Le volant, qui sert de poulie, a 2^m,74 de diamètre et pèse 1,350 kilogrammes; sa jante a 0^m,508 de largeur.

III. TIROIRS D'ADMISSION EN DESSUS DU CYLINDRE, AVEC ÉCHAPPEMENT EN DESSOUS.

1^o TIROIRS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT PARALLÈLE A L'AXE DU CYLINDRE.

Distribution de M. Nemelka, à Simmering, près de Vienne (Autriche).

Le système particulier de M. L. Nemelka, à Simmering, est représenté sur la feuille 20 (figures 1 à 3). On voit, d'après l élévation latérale (fig. 1), que les organes extérieurs sont absolument ceux du type à bielles suspendues de M. Corliss, sauf en ce qui concerne les appa-

(1) C'est la transmission du mouvement aux tiroirs d'échappement, qui paraît le point le plus faible de ce mécanisme, d'ailleurs compliqué. On peut en effet compter, entre le collier d'excentrique et la tige *f*, sept points d'oscillation, et quelle que soit la précision qu'on apporte au montage, il est clair que ces articulations prennent avec le temps un certain jeu. Les retards ainsi produits dans les articulations successives, s'ajoutant nécessairement les uns aux autres, il est à présumer que l'échappement ne peut pas rester longtemps bien réglé: l'amplitude de la course des tiroirs doit décroître peu à peu, et l'avance à l'échappement doit aller aussi en diminuant graduellement, ainsi que la durée de la compression. Cet inconvénient ne se fait pas sentir au même degré dans les mécanismes d'admission, parce que le retard qui peut se produire pour la fermeture est compensé par le régulateur, qui agit alors un peu plus tôt. Cependant le retard se produit nécessairement pour l'avance à l'admission, qui va en décroissant graduellement (*Traducteur*).

reils de rabat, qui sont disposés comme dans les machines de MM. Spencer et Inglis. La figure 2, qui est une coupe verticale, fait voir les détails de l'intérieur; sur le dos de chacun des tiroirs plans se trouve une denture, qui engrène avec un pignon situé dans la boîte à vapeur, à la place ordinaire des tiroirs cylindriques des machines que nous venons de rappeler. Malgré les avantages d'étanchéité que présentent les tiroirs plans, la présence de ces engrenages à l'intérieur rend la machine de M. Nemelka bien inférieure à celles dont elle dérive, quoique M. Riedler (1) cite une machine de type, d'une puissance de 80 chevaux, qui marchait avec beaucoup de douceur. Le piston de ce moteur avait 0^m,712 de diamètre, et sa course était de 1^m,264.

Tiroirs de MM. Allen et fils.

La figure 171, qui est une coupe verticale de l'extrémité d'un cylindre, représente la distribution à quatre tiroirs de MM. Phil. Allen et fils (Print-Works, États-Unis), qui, avec celle de M. Corliss, décrite pages 4 et suivantes, est au nombre des plus anciennes de ce genre. La distribution, à l'extérieur, est d'ailleurs installée suivant le type à bielles suspendues de M. Corliss.

Les axes, pénétrant à l'intérieur, portent chacun un bras, *h* pour l'admission, *I* pour l'échappement, au moyen desquels il font mouvoir les tiroirs *G* et *H*, qui sont de simples plaques glissantes. Dans la position de la figure, l'échappement vient de se fermer, et l'admission s'ouvre (2).

Distribution de M. Greene, à Providence (Rhode Island, États-Unis).

Nous décrirons d'abord un mécanisme de détente pour lequel M. Noble T. Greene prit un brevet en 1869, et qui fut adopté par la Société de Construction de machines de Providence. Les figures 172 et 173 en sont une élévation latérale et une coupe longitudinale. On emploie deux excentriques : l'une des barres, *B*, est affectée aux tiroirs d'admission, et l'autre, *B₁*, commande ceux de l'échappement. La première s'articule avec un coulisseau *A*, de forme assez allongée, qui porte des verrous verticaux *n* et *n₁*, supportés par les ressorts *s* et *s₁*. Ces verrous, dans le mouvement alternatif du coulisseau, poussent tour à tour devant eux les leviers *N*, *N₁*, munis de touches d'acier à leurs extrémités, et calés sur de petits arbres *k*, *k₁* (fig. 173), qui pénètrent dans la boîte à vapeur ; ceux-ci font mouvoir, par les bielles *F* et *F₁*, les tiroirs *G* et *G₁*. Les poids *Q* et *Q₁* (fig. 172), qui agissent sur les bras de levier *K*, *K₁*, fixés aux axes des cliquets, sont soulevés lors de l'ouverture des lumières, et en effectuent brusquement la fermeture aussitôt que les leviers *N*, *N₁*, échappent à l'action des verrous. La hauteur à laquelle peuvent atteindre les verrous est limitée par une traverse mobile *R*, suspendue à la tringle *M* du régulateur, et contre laquelle viennent buter les têtes de ces verrous. De la

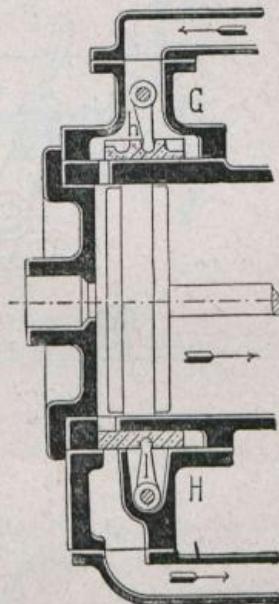


Fig. 171.

(1) *Excursionsberichten*.

(2) On peut considérer ce mode de transmission comme un engrenage à une seule dent, et quoique il y ait peu de risque d'arc-boutement, le jeu qui doit se produire par l'usure, entre la plaque et le bras qui la mène, doit être regardé comme un défaut.

Nous rencontrons ici, pour la première fois, un tiroir d'échappement commandé par dessous, c'est-à-dire travers une ouverture de la glace, excellent moyen de réduire l'espace nuisible (*Traducteur*).

hauteur de la traverse R dépend donc la durée du contact des verrous et des leviers N, N_1 , et, par suite, la durée de l'admission, qui est brusquement arrêtée par la chute des poids.

Quant aux tiroirs d'échappement H et H_1 , ils reçoivent leur mouvement par l'intermédiaire du levier $L L_1$, commandant la tige f sur laquelle ils sont tous deux fixés (1).

Les figures 4 à 6 de la feuille 20 représentent la dernière disposition de M. Greene, qui est

Fig. 172.

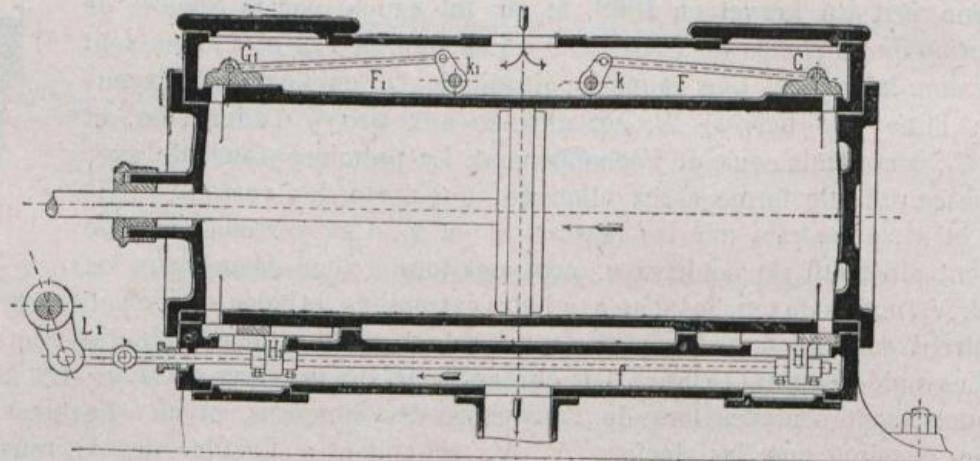
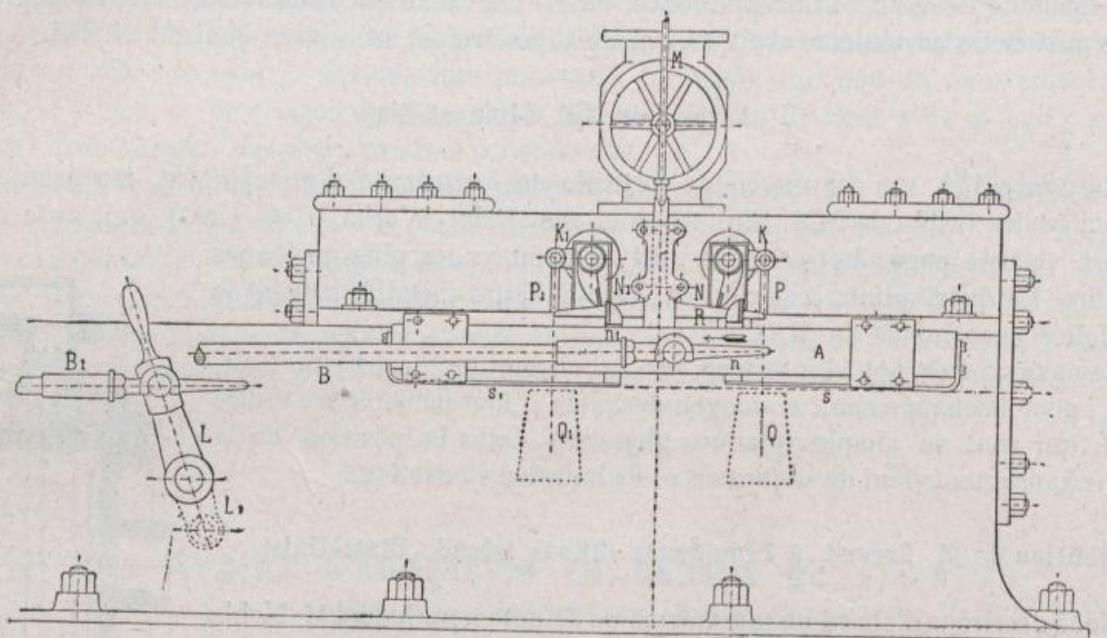


Fig. 173

reproduite en coupe verticale dans la figure 174 du texte. Le piston k se trouvant au point mort, le tiroir d'admission G a déjà un peu découvert la lumière i , et la vapeur pénètre derrière le piston. A l'autre extrémité du cylindre, le tiroir d'échappement H_1 recouvre sa lumière.

(1) Il n'est acceptable d'enfermer ainsi des articulations et des bielles, que lorsque l'effort qu'il s'agit de transmettre est tout à fait insignifiant, car ces pièces, qu'on ne peut ni surveiller ni entretenir, prennent nécessairement très vite un jeu fort nuisible à la marche (*Traducteur*).

Comme on l'a vu, les distributeurs d'admission sont conduits par un excentrique séparé, ce qui permet de faire varier l'admission depuis 0 jusqu'à 0,75.

Sur la figure 4 de la feuille 20, on retrouve le coulisseau *A*, mû par la barre d'excentrique *B*, et les deux verrous *n* et *n₁*, portant des saillies ou talons *z*, *z₁*; ceux-ci appuient sur les ressorts *s*, *s₁*, et glissent en même temps sous la traverse *R*, élevée ou abaissée par la tringle *M* du régulateur. La barre d'excentrique marchant dans le sens de la flèche, le verrou *n* pousse devant lui le cliquet *N*, tandis que le verrou *n₁*, faisant flétrir le ressort *s₁*, s'abaisse pour passer sous le cliquet *N₁* qui est immobile; à cet effet les deux pièces sont taillées en bec de came. Les leviers *N* et *N₁* sont fixés sur des axes *L*, *L₁* (feuille 20, fig. 6), de même que les bras *K*, *K₁*, auxquels sont suspendus, par les tiges *P*, *P₁*, des pistons à air qui jouent dans des capsules *O*, *O₁*. A l'extrémité des axes *L*, *L₁*, se trouvent fixés de petits leviers *C*, *C₁* (fig. 6) qui, s'engagent dans des mortaises pratiquées dans les tiges *F* et *F₁* des tiroirs.

Lorsque la barre *B* se meut comme l'indique la flèche, le tiroir du côté droit est repoussé et s'ouvre, mais bientôt le verrou abandonne le levier *N*, et la détente se produit. Le tiroir de gauche *G₁* reste en repos. La fermeture des lumières a lieu par le poids du piston à air, en en même temps que par l'effet de la pression de la vapeur sur la tige du tiroir.

Le mouvement des tiroirs d'échappement *H* et *H₁* (fig. 174) est intermittent et s'obtient de la manière suivante : la barre d'excentrique *B₁* (feuille 20, fig. 4) fait osciller, par le levier *I*, un arbre *E* (fig. 5), situé transversalement sous le cylindre, et sur cet arbre est fixée une fourchette *T*, dont les deux branches poussent alternativement un butoir *k*, calé sur la traverse *W* qui réunit les deux tiges de tiroir *D*; le jeu de ce butoir dans la fourchette est mesuré de telle façon que le tiroir soit mis en mouvement lorsque le point mort va avoir lieu; le reste du temps, la fourchette marche à vide, et le tiroir reste immobile.

Les tiroirs d'échappement sont à grille, en sorte que leur manœuvre absorbe peu de travail.

Système de M. Lebrun, à Nimy, près Mons (Belgique).

La planche XXXIV représente le mécanisme de distribution construit par MM. B. Lebrun et C^{ie}, à Nimy, près de Mons (ancienne maison E. Mauroy et Lebrun).

Comme on le voit sur les figures 1 et 2, ce mécanisme a beaucoup d'analogie avec celui des machines de MM. Houget et Teston et Farcot, mais comme les tiroirs ont leurs axes dans le plan vertical passant par l'axe du cylindre, il a fallu avoir recours à deux renvois de mouvement pour les conduire.

L'arbre qui mène la distribution est situé parallèlement à l'axe du cylindre ; il prend son mouvement sur l'arbre du volant au moyen de deux roues d'angle égales, et commande de la même manière un arbre vertical, qui est situé latéralement au cylindre, et qui porte le régulateur. Cet arbre porte encore deux autres roues d'angle, qui commandent, par des roues égales, deux arbres horizontaux, situés transversalement, au-dessus et au-dessous du cylindre. L'arbre supérieur porte une came en cœur (dessinée à part sur la figure 10), qui est prise entre deux joues d'un coulisseau (*Voir figures 4 et 8*), avec lesquelles elle est constamment en contact. Ce coulisseau est guidé dans une rainure à queue d'aronde, et la rotation de la came lui communique un mouvement alternatif horizontal. Le coulisseau porte deux cliquets, chargés chacun d'un poids sphérique qui tend à les abaisser ; mais les cliquets sont soutenus par les tiges de tiroir sur lesquelles ils glissent, et lorsque l'un d'eux parvient à la limite de son parcours du côté de la came, il dépasse la tête d'acier de la tige, et s'engage devant elle, en s'abaissant légèrement. Aussitôt après, le sens du mouvement ayant changé, la tige est repoussée par l'effet de la rotation de la came, et la lumière d'admission se découvre. Les tiroirs d'admission, représentés à une plus grande échelle dans la figure 6, et en coupe transversale dans la figure 3, se composent d'une plaque glissante, percée d'une fenêtre qui a la même largeur (0^m,260) que la lumière ; au milieu, la douille qui reçoit la tige forme une sorte de pont au-dessus de l'ouverture. La tige du tiroir est tournée à deux diamètres différents, la partie la plus forte forme piston différentiel, et a pour fonction, sous la pression de la vapeur, de repousser le tiroir et de fermer la lumière ; la partie de petit diamètre porte un piston à air, qui se meut dans une capsule, vissée en prolongement de la boîte du tiroir.

Le mécanisme de régulation est un peu compliqué. La tige *M* du régulateur (fig. 5) s'articule à un bras faisant corps avec l'axe *m* ; cet axe porte à l'autre extrémité un excentrique *R* (fig. 4), dont le collier est articulé avec un coulisseau *r*, guidé dans une glissière verticale ; enfin, sur ce coulisseau se trouvent des arrêts, contre lesquels viennent alternativement buter, par leur queue, l'un ou l'autre des cliquets (*Voir figures 2 et 8*). Dès que cette rencontre se produit, le cliquet se dégage d'avec la tige du tiroir, laquelle est aussitôt repoussée par la pression de la vapeur ; le choc est amorti par le matelas d'air. La figure 12 représente la position du tiroir après la fermeture.

Les queues des cliquets sont disposées d'une manière moins avantageuse que dans les machines de MM. Houget et Teston et Farcot. (*Voir pages 86 et 87*). Le mouvement d'abaissement de la queue du cliquet se faisant à peu près dans la direction du mouvement du coulisseau, l'effort nécessaire par le déclanchement donne lieu à une réaction notable dans cette direction. Cependant, grâce à la présence de l'excentrique, le régulateur ne ressent qu'une partie de cet effort : le reste augmente seulement les résistances passives du mécanisme de régulation.

L'arbre transversal inférieur fait mouvoir les tiroirs d'échappement, au moyen d'une deuxième came en cœur, qui est représentée dans la figure 11, et qui tourne entre les deux joues d'un coulisseau (*Voir figures 2 et 4*) guidé dans une glissière horizontale, et fixé aux tiges des tiroirs d'échappement. Ceux-ci, d'une très bonne disposition, sont à double ouverture ; ils sont représentés en détail dans la figure 7. D'après les propriétés connues des cames triangulaires, on se rend compte que le tiroir se meut rapidement au moment de l'ouverture, reste ensuite immobile, et se

ferme aussi rapidement vers la fin de la course. Au-dessous de la came se trouve un godet à recueillir l'huile.

L'échappement est évacué à travers les deux supports du cylindre, comme dans les machines de MM. Spencer et Inglis ; la vapeur venant de la chaudière n'enveloppe guère qu'un huitième de la surface du cylindre, et remonte ensuite vers les boîtes à tiroir (*Voir figures 3 et 4*).

Quant aux détails du bâti, des glissières, etc., ils sont exactement conformes aux types précédemment décrits des machines Corliss. Le cylindre de la machine représentée sur la planche XXXIV a 0^m,400 de diamètre, la course est de 0^m,900, et l'arbre fait 60 tours par minute; cela fait 1^m,80 par seconde, pour vitesse moyenne du piston.

Les diagrammes d'indicateur, reproduits très exactement sur la figure 175, indiquent une puissance de 58 chevaux-vapeur au cylindre, sous une pression de 5 kilogrammes dans la chaudière ; en n'estimant le rendement qu'à 0,70, cela correspond à 40^{ch}, 6 développés sur l'arbre.

La pompe à air, située derrière le cylindre, est horizontale ; elle est menée directement par la contre-tige du piston. Le corps de pompe a 0^m,165 de diamètre, et les volumes engendrés par les deux pistons sont comme 1 est à 5, 9. Le tuyau d'arrivée de vapeur a 0^m,100 de débit, et celui d'échappement au condenseur 0^m,135, ce qui fait respectivement 0,0625 et 0,114 de l'aire du piston à vapeur. Le volant, fondu d'une seule pièce, a 4 mètres de diamètre ; sa jante a 0^m,180 de largeur, et il pèse 4000 kilogrammes (1).

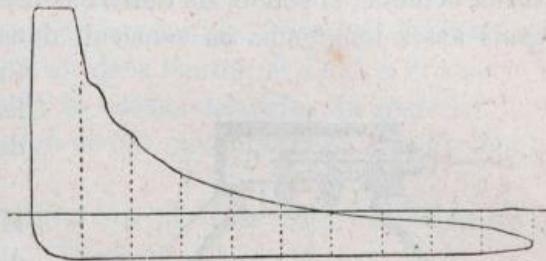


Fig. 175.

2^e TIROIRS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT

PERPENDICULAIRE A L'AXE DU CYLINDRE.

Dans le plus grand nombre des distributions à quatre tiroirs, ces organes sont placés dans le sens transversal, en dessus et en dessous du cylindre, comme l'indique la figure 176. Ce sont le plus souvent des tiroirs à grille, de manière que leur course ($a e$, $a_1 e_1$) est très faible.

Les mécanismes imaginés pour faire mouvoir les tiroirs d'admission, G , et d'échappement, H , présentent la plus grande variété. Tantôt l'admission est solidaire de l'échappement (comme dans les machines de MM. Wannieck et Köppner), et alors l'introduction ne peut dépasser 0,4 ; tantôt au contraire l'admission et l'échappement sont indépendants, ce qui permet d'élargir la limite de la variation automatique de la détente (machines de MM. Smrczka, Theis, Berchtold). Le chiffre maximum est celui de 0, 9, auquel on parvient avec la distribution de M. M. Kuchenbecker.

(1) L'arbre a 0^m,170 de diamètre, et 0^m,200 dans le moyeu du volant. Les paliers ont 0^m,160 de diamètre sur 0^m,350 de longueur. Le piston est du type suédois, avec quatre cercles élastiques ; sa tige a 60^{m/m} de diamètre. Le tourillon du pied de bielle a 70^{m/m} de diamètre sur 90^{m/m} de portée. La bielle, de 2^m,250 de longueur, est ronde : elle a 70^{m/m} de diamètre aux extrémités, et 100^{m/m} en son milieu ; le maneton, de 85^{m/m} de diamètre, a 120^{m/m} de longueur. Le rapport de la section des lumières à celle du cylindre est 0,056 pour l'admission, et 0,083 pour l'échappement (*Traducteur*).

Système de MM. Babcock et Wilcox, à New-York.

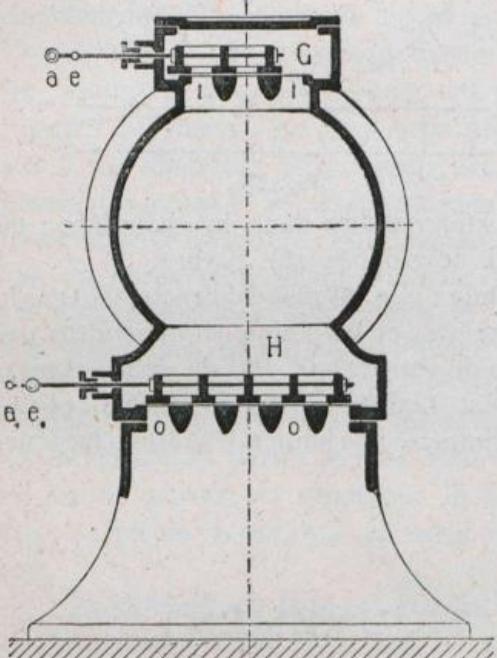
Les Ateliers de l'Espérance (*Hope Ironworks*), dirigés par MM. Babcock et Wilcox, comptent parmi les plus anciens et les plus estimés de l'Amérique du Nord; c'est à cette maison qu'est due la forme actuelle, si solide, du bâti à baïonnette des machines à vapeur, inventé par M. Horatio Allen. Depuis assez longtemps on construit dans ces ateliers des machines à détente variable, avec long

tiroir à coquille et conduits de vapeur très courts, où la détente se fait par des plaques, mobiles sur le dos du tiroir principal, et soumises à l'action du régulateur.

Les machines que construisent actuellement MM. Babcock et Wilcox sont plus perfectionnées: l'une d'elles est représentée sur la feuille 21. Quoique ce type rentre dans le groupe des machines à quatre tiroirs, il s'y trouve en réalité six tiroirs: ceux d'échappement, ceux d'admission, et deux tiroirs ou plaques de détente, fonctionnant sur le dos des derniers, et dont la manœuvre est commandée par le régulateur. Il n'y a qu'un seul excentrique, qui met en mouvement, comme le montre la figure 3, un levier *A* dont les extrémités sont articulées avec deux tiges horizontales *E* et *E₁*; dans ces tiges sont pratiquées des fenêtres sinuées, *N* et *N₁*, dans lesquelles sont engagés des tourillons faisant corps avec les tiges des tiroirs. Il est clair que les tiges *E* et *E₁*, dans leur mouvement de va-et-vient, impriment aux tiges des tiroirs un mouvement analogue. (Sur la figure 4, on voit en *F* et *F₁*, les tiges des tiroirs d'admission. Les lettres *G*, *G₁*, *H*, *H₁*, se rapportent aux tiroirs d'admission et d'échappement, tels

Fig. 176.
qu'ils sont indiqués dans la figure 176 du texte.)

Les deux plaques de détente (*E* et *E₁* dans la figure 1), reliées par une tige commune *f*, recouvrent les ouvertures des tiroirs d'entrée: à un moment donné, elles glissent transversalement à ces tiroirs, dans le sens de l'axe du cylindre, pour interrompre l'admission. Ce mouvement se produit de la manière suivante: avec la boîte à tiroir est fondu un petit cylindre *h* (figures 1 et 8), dans lequel court un piston *k*, calé sur la tige des plaques de détente. Ce piston reçoit, alternativement d'un côté et de l'autre, l'effort de la vapeur en pression, tandis que le côté opposé se trouve mis en communication avec l'échappement, le tout au moyen d'un petit distributeur à piston, *o* (fig. 8). Mais les lumières de l'échappement ne se trouvent pas aux extrémités du cylindre, elles sont plus rapprochées du milieu, en sorte que, lors du mouvement brusque du piston, la vapeur qui se trouve renfermée à l'extrémité forme matelas et amortit le choc. L'échappement contourne le milieu du distributeur. Les figures 6 et 7 sont des coupes transversales de ce petit cylindre, l'une par les lumières d'admission, l'autre par celles d'échappement. Pour produire la détente à un moment donné de la course du piston, il suffit de faire glisser le petit distributeur *o*; les plaques de détente sont alors immédiatement rappelées et ferment l'admission. Pour cela, on a calé sur l'axe du régulateur un manchon à cames, qui monte et descend avec lui, et qui fait osciller un levier *m* (fig. 4), dont l'extrémité est directement rattachée à la tige *p* du distributeur.



Le régulateur, représenté sur la figure 5, est d'une construction particulière. Les bielles N oscillent autour de leurs extrémités inférieures qui forment points fixes, elles soutiennent les bras M , qui sont de longueur double, et auxquels sont fixées les boules P . Les bielles N sont reliées à un arbre creux L , commandé par un engrenage d'angle, tandis que les bras M sont articulés avec l'arbre R , qui s'enfile dans l'intérieur du premier. Avec cette disposition, les boules se mouvent constamment dans le même plan horizontal, l'effet de la pesanteur est annulé. Le contrepoids Q (appliqué à un levier situé à la partie inférieure de l'arbre R) ne sert qu'à équilibrer la force centrifuge, et il l'équilibre pour la valeur correspondant à la vitesse normale de la machine. Pour des vitesses supérieures ou inférieures, l'équilibre est rompu dans un sens ou dans l'autre, et l'arbre R s'élève ou s'abaisse, ce qui modifie le degré de détente, pour rétablir la vitesse normale. On règle la vitesse de régime en faisant varier l'intensité de l'effort Q , ce qui se fait en ajoutant ou en enlevant des disques au contrepoids (1).

La limite de la variation automatique de l'introduction atteint dans cette machine les 0,8 de la course.

Distribution de MM. Edge et C^{ie}, à Bolton.

MM. Jonathan Edge et C^{ie} (ateliers de Tipping, à Bolton) construisent un système de distribution à quatre tiroirs, qui est représenté en croquis sur la feuille 18 (figures 1 et 2).

Un engrenage conique transmet le mouvement de l'arbre du volant à un arbre w , qui fait mouvoir, par deux trains de roues dentées, les arbres v et v_1 ; le premier commande les tiroirs d'admission G , le second ceux d'échappement H . L'arbre w fait deux tours, pour un tour de la manivelle. La tige F du tiroir G (fig. 1) est rattachée à un chariot T , qui porte deux galets r , r , entre lesquels tourne une came n , fixée sur l'arbre v . Par ce moyen, le chariot, et avec lui le tiroir, reçoivent un mouvement alternatif. Les roues I et II , qui font partie du train qui conduit l'arbre d'admission v , sont elliptiques, en sorte que la vitesse angulaire de l'arbre v est variable; d'ailleurs, le rapport des dentures des roues III et IV étant de 1 à 2, on conçoit que cette vitesse passe par son maximum aux instants où les lumières commencent à se découvrir.

L'arbre v peut, en outre, glisser suivant son axe : ce mouvement est produit par le régulateur au moyen d'un levier à fourche qui s'engage entre les deux embases m (fig. 2).

La came est tracée de telle façon que l'avance à l'introduction soit constante, quel que soit le degré de détente.

Les roues dentées V à $VIII$ communiquent le mouvement, depuis l'arbre w , à l'arbre d'échappement v_1 , qui tourne avec une vitesse uniforme, et n'a pas de mouvement de glissement. La tige F_1 du tiroir H (fig. 1) est aussi rattachée à un chariot T_1 , muni de galets o , o , entre lesquels tourne une came tracée de manière à ouvrir et fermer rapidement les lumières de sortie, au commencement et à la fin de chaque course, et à les maintenir complètement ouvertes pendant la durée de l'échappement.

Les tiroirs sont à grille, avec de nombreuses ouvertures, en sorte que leur course est réduite à une très faible étendue.

(1) Ce régulateur, de l'invention de M. Foucault, est absolument isochrone ; mais, par cette propriété même, son équilibre est très instable, et il ne convient pas pour conduire une machine à vapeur ; il fonctionne par oscillations perpétuelles beaucoup trop considérables. (Voir l'ouvrage déjà cité de M. Marié.) (Traducteur.)

Machines de MM. Buffaud frères, à Lyon.

Les distributions de MM. Buffaud frères sont semblables à celles de MM. Houget et Teston et Farcot, ou de MM. Lebrun et C^{ie}. Nous nous bornerons donc à donner des vues extérieures de leurs machines (fig. 177 et 178). Un arbre de distribution (fig. 178), parallèle à l'axe du cylindre, est commandé par engrenages depuis l'arbre du volant, et tourne beaucoup plus vite que celui-ci, de manière à pouvoir commander directement le régulateur, qui est du système de M. Buss. Sur cet arbre se trouvent deux vis sans fin, engrenant avec des roues tangentes calées sur deux arbres verticaux qui portent chacun deux cames : celle du haut pour l'admission, et celle du bas pour l'échappement ; ces cames se meuvent dans des cadres reliés aux tiges des tiroirs. Les cadres des tiroirs d'admission portent chacun un cliquet à charnière, qui fonctionne de la même façon que dans les machines de MM. Houget et Teston.

L'action du régulateur est transmise aux coins qui constituent les butoirs des cliquets, par des leviers coudés et de petites tringles horizontales, simultanément des deux côtés. La fermeture instantanée des tiroirs a lieu au moyen de ressorts à boudin, placés dans les parties saillantes des boîtes à tiroir (fig. 177), qui renferment en même temps le matelas d'air. Les cadres et les cames sont renfermés dans des sortes de boîtes, qui les préservent de la poussière et forment réservoirs pour le graissage (1).

Le bâti est fait en forme d'auge, il est venu de fonte avec le grand palier ; l'assise de la machine, tant vers le palier que sous le cylindre, est dans de très bonnes conditions de stabilité. Cette forme de bâti est très commode pour l'installation de la pompe à air et de la pompe sous le milieu de la machine (*Voir fig. 178*).

Distribution de MM. Wannieck et Köppner.

MM. Wannieck et Köppner, après avoir successivement adopté les types à doubles tiroirs et à quatre tiroirs que nous avons décrits pages 139 et 145, se sont attachés à placer l'évacuation dans

(1) Dans les machines à déclie de MM. Buffaud frères, les tiroirs sont à grille, avec de très nombreux orifices. Les glaces d'admission sont rapportées, et les lumières se prolongent isolément, à travers le métal du cylindre, jusqu'à l'intérieur, de manière à diminuer l'espace nuisible. Les tiroirs d'admission sont équilibrés d'une manière très ingénieuse : ils ont la forme d'un prisme trapézoïdal creux, au milieu duquel passe constamment la vapeur ; la face inférieure est percée à grille pour distribuer la vapeur, et la face supérieure, dont l'aire est à peu près égale à la somme des surfaces frottantes de la partie inférieure, s'applique constamment contre une plaque d'équilibre, à rebords saillants et dressés. Le dessus du tiroir fait joint avec cette dernière pièce, dont le milieu forme une cavité où règne constamment la pression atmosphérique. La plaque d'équilibre a une certaine liberté pour se rapprocher du tiroir, contre lequel elle est toujours pressée par un ressort à lames, qu'on règle à l'aide d'une vis. Tout le tour de la plaque, l'étanchéité est maintenue au moyen d'une mince feuille de cuivre, fixée par des vis sous le couvercle de la boîte à vapeur et sur la plaque d'équilibre. Cette feuille, vu son élasticité, se prête aux déplacements, d'ailleurs extrêmement faibles, qu'éprouve la plaque en raison des dilatations du tiroir, ou simplement par suite de l'usure.

Les tiroirs d'échappement sont aussi à grille, mais la vapeur y parvient par une seule large lumière. Leurs glaces font partie du bâti, sur lequel le cylindre est boulonné, et dans lequel est ménagé le conduit de l'échappement.

MM. Buffaud frères avaient exposé, en 1878, deux machines horizontales, à peu près du même type que celle figurée ci-dessus, mais dont les distributions rentraient dans les types usuels. (*Traducteur.*)

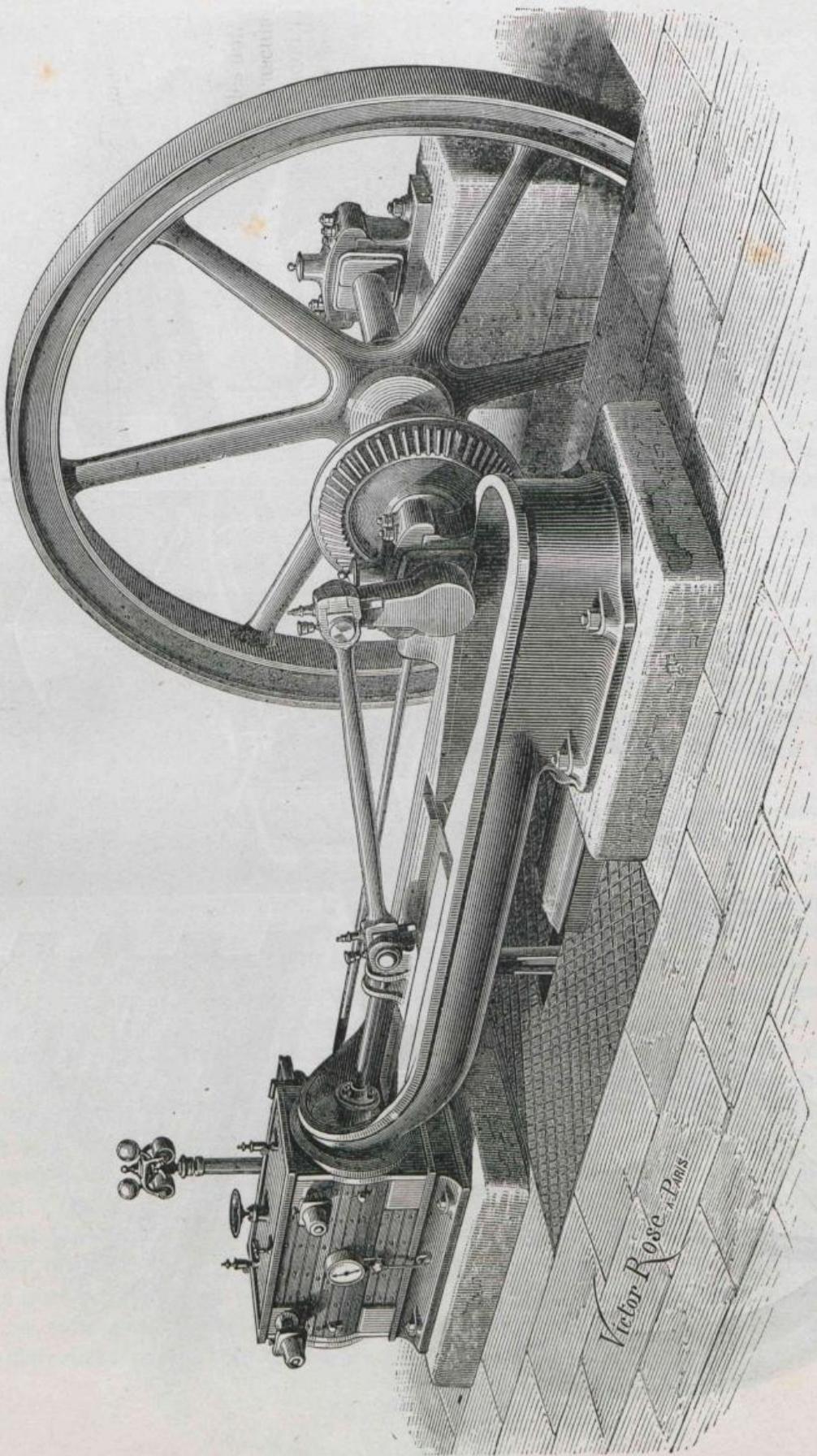


Fig. 177.

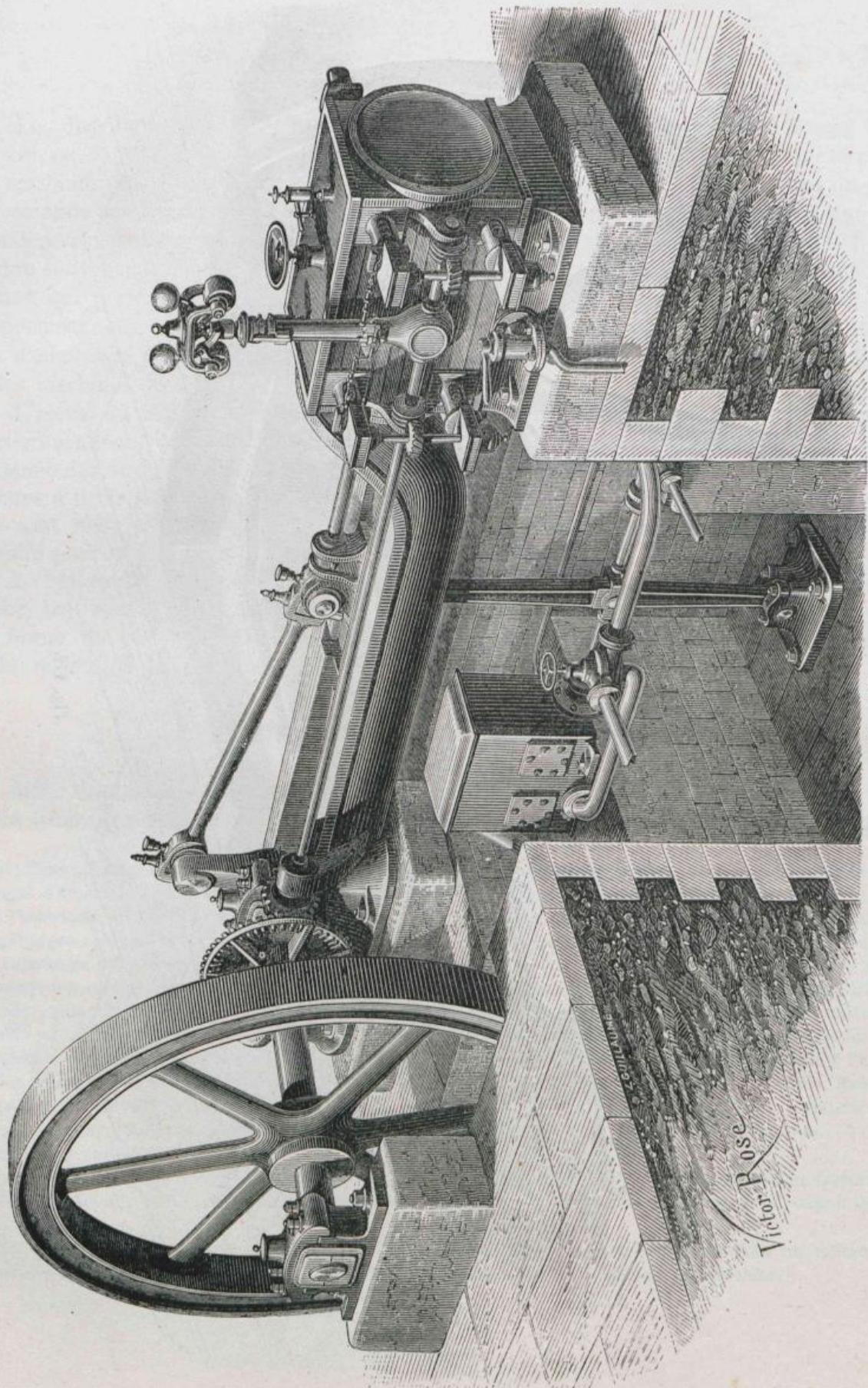


Fig. 178.

le bas du cylindre pour le purger constamment, et ont créé le type de machines que nous représentons sur la planche XXXV, tel que le construit M. Fr. Wannieck, à Brünn.

Les figures 1 à 4 sont des dessins d'ensemble ; les tiroirs sont reproduits à une plus grande échelle dans les figures 5 et 6, et la figure 7 indique diverses positions principales du déclic.

Parallèlement à l'axe du cylindre se trouve l'arbre de distribution, supporté par quatre pâliers, et mis en mouvement par l'arbre du volant, au moyen d'un engrenage d'angle formé de deux roues de 46 dents chacune ; l'une des roues est à dents de bois, pour éviter le bruit ; la roue qui conduit le pignon du régulateur est également dentée en bois.

Vis-à-vis de chaque extrémité du cylindre se trouve un excentrique *A* (fig. 4), calé sur l'arbre de distribution, et dont les oscillations font mouvoir un levier à quatre branches *BB₁*. Deux de ces branches forment une fourche dans laquelle travaille l'excentrique ; elles sont garnies de plaques d'acier qui reçoivent le frottement de cet organe, et des vis sont disposées pour régler ces plaques et pour rattraper le jeu. Les deux autres branches du levier, qui sont diamétralement opposées l'une à l'autre, forment chape par l'extrémité, pour s'articuler, du côté de l'admission avec le cliquet *N* (fig. 6), et du côté de l'échappement avec la tige *F₁* du tiroir (fig. 5). Le cliquet *N* décrit un léger arc de cercle avec l'extrémité du levier ; quant à la tige *F₁*, qui se meut en ligne droite, elle est munie d'un cadre rectangulaire, dans lequel est ajusté un coulisseau, qui peut prendre un petit mouvement dans le sens vertical, afin de permettre le mouvement du levier. Les tiroirs d'admission sont rappelés sans ressort, par l'effet de la pression de la vapeur sur la section de la tige du tiroir, le diamètre de cette tige étant renforcé dans ce but (*Voir fig. 4 et 6*). Dès que le cliquet est déclanché, le tiroir est ainsi repoussé et l'admission est fermée. Un matelas d'air, installé de la manière la plus simple, amortit le choc. Au fond de la capsule à air se trouve un disque en fer *u* (fig. 6), qui forme la tête d'une vis, de sorte qu'on peut régler la saillie du disque au delà du fond de la capsule ; le piston à air présente une cavité correspondante, au fond de laquelle est placé un morceau de feutre, qui vient porter sur la vis. On règle ainsi la course du tiroir.

Le régulateur agit sur la détente au moyen de plans inclinés ou coins, comme dans les premières machines de M. Corliss, seulement ces coins sont tournés en dessus (*Voir M, fig. 1*), et les figures 4 et 6 montrent de quelle manière ils agissent sous les bras *R₁* des leviers *RR₁*. Chacun de ces leviers porte à son extrémité, au-dessus du cliquet, un butoir ou couteau *r*, et il est chargé, à l'autre extrémité, d'une masse dont le poids maintient constamment le levier appliqué sur le coin *M*. La figure 7 indique les principales positions du déclanchement. Chaque excentrique conduisant un tiroir d'admission et un tiroir d'échappement, l'admission est assez limitée, comme on le sait. La position *I* est la plus éloignée que prenne le cliquet, et la position *II* correspond à la demi-course de l'excentrique ; à ce moment le cliquet entre en prise avec la tige du tiroir. La position *III* correspond au point mort du piston, et à ce moment l'admission est ouverte d'environ 3 %. Les positions *IV* et *V* représentent le cliquet sur le point d'échapper, pour des introductions qui sont respectivement de 0,1 et 0,38 de la course.

La figure 180 est un diagramme de Zeuner, tracé d'après les dimensions de la machine dont il est question. Comme les deux bras *B* et *B₁* du levier oscillant sont inégaux, la course du tiroir d'admission est plus grande que celle du tiroir d'échappement, aussi le cercle relatif à celui-ci est-il plus petit que l'autre. Il y a pour cela une raison de construction : c'est que la glace d'échappement est à quatre ouvertures, tandis que celle d'admission n'en a que deux, mais on ne tient pas compte de cette circonstance dans la construction du diagramme, où l'on ne considère que les chemins parcourus par le bord du tiroir. L'angle d'avance étant $\delta = 12^\circ,5$, on trace, avec un

rayon égal au recouvrement du tiroir d'admission, qui est de 5% , un demi-cercle γ_1 ; on prend γ_2 égal à la longueur de la lumière (35%), et on trace le cercle de diamètre $\alpha\beta$, la course du tiroir étant de 40% ; puis on décrit, avec un rayon de 20% , le cercle relatif au mouvement du tiroir d'admission.

Fig. 179.

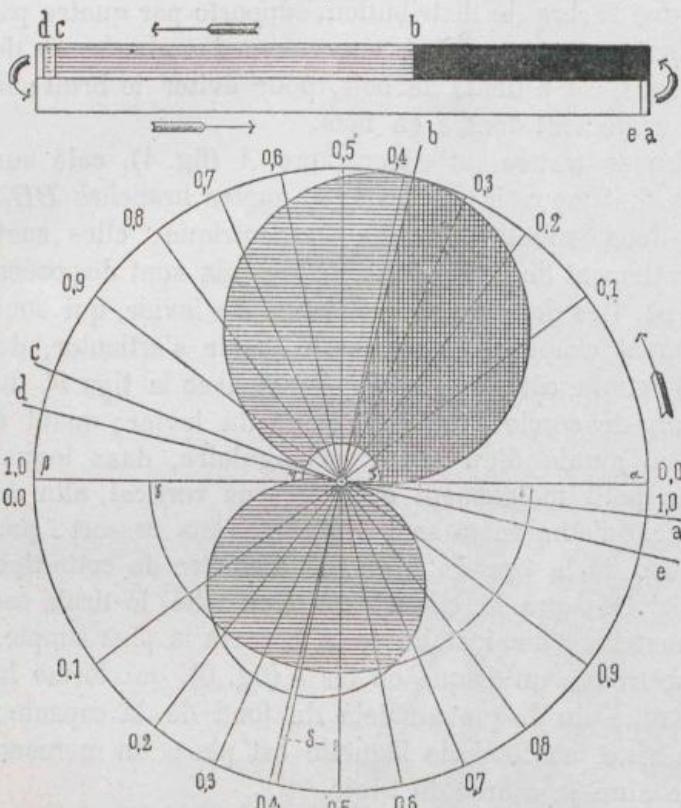


Fig. 180.

vert pendant une demi-révolution, il se ferme au point e , et la compression dure depuis e jusqu'en a .

La figure 179 représente les différentes périodes du fonctionnement, la partie supérieure de la figure correspondant à l'aller du piston, et la partie inférieure au retour; les lettres qui limitent les périodes sont les mêmes que dans la figure précédente (1).

(1) Le mécanisme employé ici pour commander le tiroir depuis l'excentrique est assez différent du système ordinaire, pour que le tracé de M. Zeuner ne puisse plus en représenter le fonctionnement avec exactitude. Nous avons donc tracé une épure des positions successives de l'excentrique, du levier oscillant BB_1 , et des arêtes des tiroirs, l'excentrique étant calé avec $12^{\circ}5$ d'avance; et nous avons porté, sur chaque position de la manivelle pendant un tour, les ouvertures correspondantes, soit pour la lumière d'admission, soit pour celle d'échappement. Le résultat de ce tracé est reproduit en vraie grandeur sur la figure 181, par une courbe en trait plein $ABCD$ pour l'admission, et par une autre courbe semblable $OFGH$ pour l'échappement. Afin que l'on se rende immédiatement compte de la différence des deux tracés, les deux cercles du tiroir de l'épure de M. Zeuner y sont également tracés, en traits pointillés, pour ce même calage.

L'admission commence pour la position Oa de la manivelle, et au moment du point mort, en Ob , la lumière est ouverte d'une longueur AB . L'ouverture augmente graduellement, et atteint son maximum au point C , situé sensiblement aux $0,48$ de la course; il est visible que la limite pratique du déclanchement se trouve vers les $0,48$ environ. Le maximum donné par le diagramme de M. Zeuner serait au point C' , correspondant aux $0,43$. L'admission naturelle, si le déclanchement venait à manquer, ne cesserait qu'au

Le tiroir d'échappement n'a pas de recouvrement, c'est-à-dire que, dans sa position moyenne, l'arête du tiroir coïncide avec celle de la lumière; on décrit donc, avec un rayon égal à la longueur de la lumière (25%), un demi-cercle γ_2 , et, avec un rayon de 14% , 8 (demi-course du tiroir), on décrit le cercle figuratif du mouvement du tiroir.

Les positions de la manivelle, correspondant aux diverses fractions de la course, sont indiquées de dixième en dixième sur la circonference. La rotation de l'arbre de distribution ayant lieu dans le sens de la flèche, on voit facilement les circonstances principales de la distribution. Au point a , l'admission commence; au point b , la lumière est ouverte à son maximum: c'est la limite de la variation automatique de la détente. L'admission naturelle durerait jusqu'au point c , et la détente ne se produirait que pendant l'intervalle cd , parce que le tiroir d'échappement commence à se découvrir à partir du point d . A cet instant le tiroir se trouve dans sa position moyenne. L'échappement reste ou-

Le cylindre de cette machine a 0^m,474 de diamètre, l'arbre fait 54 tours par minute, et le piston a 1^m,106 de course (et non 1^m,110 comme l'indiquerait la cote du maneton, fig. 2), en sorte que sa vitesse moyenne revient à 1^m,99 par seconde. Il n'y a pas d'enveloppe de vapeur; les boîtes à vapeur de l'admission sont réunies au conduit régnant sur le dessus du cylindre, et dans lequel débouche le tuyau d'arrivée de vapeur, qui a 0^m,118 de diamètre (ce qui fait 0,063 de l'aire du piston). L'échappement traverse les deux supports du cylindre: dans chacun d'eux est enfilée une boîte dont le fond constitue la glace du tiroir, et qui débouche dans un tuyau de 0^m,158 de diamètre (ce qui équivaut à 0,111 de la section du cylindre).

Le tourillon du pied de bielle, situé à $0^m,155$ en avant du milieu des coulisseaux, a $0^m,100$ de diamètre; sa longueur de portée est de $0^m,140$, et il se prolonge latéralement pour recevoir l'extrémité de la bielle de la pompe à air. Le maneton a $0^m,100$ de diamètre sur $0^m,158$ de portée, il est

point *D*, aux 0,98 de la course. On voit que, dans la première période de l'oscillation du tiroir, les ouvertures croissent un peu moins vite qu'avec le mécanisme ordinaire; au contraire, dans la seconde période, après le point *C*, les ouvertures sont un peu plus considérables : la courbe dépasse le cercle pointillé. Il s'en suit qu'au point de vue de la distribution seule, le mécanisme de MM. Wannieck et Köppner est moins avantageux.

Passant à l'échappement, on observe des différences analogues : la lumière commence à s'ouvrir pour la position *Od* de la manivelle, aux 0,99 de la course, et au moment du point mort, elle est découverte d'une longueur *OI*. L'arc de cercle *EFHK*, qui a pour rayon $OE = 25 \text{ mm/m}$ (longueur des lumières d'échappement), détermine le moment du maximum d'ouverture, et on voit que ce maximum a lieu à partir du point *F*, correspondant aux 0,09 de la course, jusqu'au point *H*, qui se trouve à peu près aux 0,60. La compression commence très tard, vers les 0,99. L'écarlement maximum du tiroir a lieu au point *G*, et non au point *G'* qu'indiquerait l'épure de M. Zeuner.

Contrairement à ce qui a lieu pour l'admission, on voit que, dans la première période de l'échappement, cette distribution ouvre un peu plus que ne le fait le système ordinaire ; dans la deuxième, après le point *G*, elle ouvre un peu moins.

Les différences seraient en sens inverse, si la rotation de l'arbre de distribution se trouvait renversée, c'est-à-dire s'il faisait ouvrir la lumière d'admission en s'éloignant de l'axe d'oscillation du levier BB₁; mais la limite de la variation automatique serait moins élevée.

Dans la figure 181, les positions de la manivelle ont été tracées en tenant compte de l'obliquité de la bielle, au lieu que dans la figure 180, les positions de la manivelle étaient tracées en projetant simplement sur le demi-cercle les divisions égales successives du diamètre, ce qui revient à supposer à la bielle une longueur infinie. Il existe des machines sans bielle, d'ailleurs défectueuses au point de vue des frottements, pour lesquelles ce procédé de division serait rigoureusement exact. (Traducteur.)

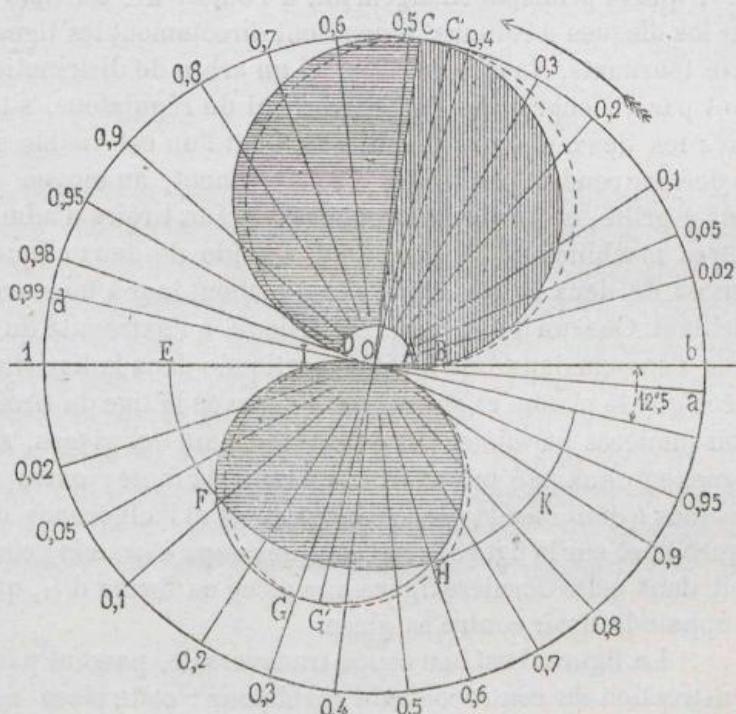


Fig. 184.

assemblé par emmanchement conique, et claveté. La grande bielle a pour longueur 5 fois le rayon de la manivelle ; sa tête est à chape fermée, et elle est dissymétrique, de manière à diminuer le porte-à-faux. Les clavettes de réglage sont placées de telle sorte que l'usure soit compensée en sens inverse aux deux extrémités, pour ne pas altérer la longueur de la bielle. Le bâti, qui est assez grêle, est boulonné avec le cylindre et avec le grand palier ; celui-ci est muni de coins de réglage des deux côtés, sa longueur est de 0^m,408, et il est alésé à 0^m,204.

Le régulateur, du système Porter, fait 167,4 tours par minute ; il est muni d'un frein à huile ; la course de son manchon est de 0^m,092.

Distribution de M. H. Berchtold, à Zürich.

Nous décrirons maintenant le dernier système de distribution de M. H. Berchtold, dont il a été fait mention précédemment (page 123) à propos des machines à tiroirs rotatifs.

La planche XXXIX (fig. 1 à 7) représente une de ces machines, qui est à condensation.

En comparant le mécanisme de distribution avec celui qui a déjà été décrit (page 124), on observe que le principal changement, à l'extérieur, consiste en ce que les leviers, mis en mouvement par les disques à rainure, repoussent directement les tiges des tiroirs, au lieu de faire mouvoir des axes tournants. Nous retrouvons ici un arbre de distribution, parallèle à l'axe du cylindre, commandant par un engrenage l'arbre vertical du régulateur, situé à côté du cylindre. Sur ce dernier sont fixés les deux disques à rainures, dont l'un est visible sur la figure 2, et l'autre sur la figure 7 ; ce dernier conduit les tiroirs d'échappement, au moyen de deux leviers coudés. Les tiroirs sont tous à grille, et de forme circulaire (1). Les tiroirs d'admission sont manœuvrés, comme dans les autres machines de M. Berchtold, à l'aide de deux cliquets, maintenus par des ressorts dans les gorges de deux galets, et qui s'enclanchent tour à tour avec un coulisseau, mobile sur un support oscillant. Chacun des cliquets est articulé à l'extrémité du grand bras d'un levier coudé, dont l'autre bras s'engage dans une fenêtre, pratiquée dans la tige du piston à air ; cette tige est de la même pièce que le piston, et assemblée à vis avec la tige du tiroir (*Voir fig. 2*). Les tiroirs présentent tous trois lumières parallèles ; il en est de même des glaces, seulement celles-ci ont leurs lumières partagées en deux par une cloison venue à la fonte ; entre les lumières sont creusés des évidements destinés à diminuer la surface de contact et l'adhérence du tiroir : ces évidements se voient sur la figure 2, et sur la figure 6, qui est une coupe à grande échelle du tiroir d'admission et de sa glace. On voit dans cette dernière figure une pièce en forme d'*U*, qui est pressée par deux ressorts à boudin, et appuie le tiroir contre sa glace.

La figure 3 est une coupe transversale, passant par la valve d'entrée, elle indique le mode de construction du contrepoids du régulateur : cette pièce est alésée et forme frein à huile, le piston qu'elle renferme restant fixe. La bielle qui relie le manchon mobile du régulateur au coulisseau oscillant est construite de la même manière que celle de la figure 8, qui se rapporte à la machine à tiroirs rotatifs. Le fonctionnement de la distribution est d'ailleurs exactement le même que dans cette dernière machine, les rainures du disque, qui commandent le mouvement du tiroir, étant identiques ; il n'y a de différence que dans le rapport des bras de levier.

Les machines de M. Berchtold présentent dans leur disposition générale quelques particula-

(1) Cette forme semble avoir été adoptée dans le but d'utiliser la même série de modèles que pour les machines à tiroirs rotatifs.

rités : la pompe à air est commandée d'une manière assez singulière, au moyen d'une contre-manivelle et d'un balancier suspendu ; elle est située, avec le condenseur, au-dessous des glissières (fig. 1, 4 et 5). Le cylindre est entièrement en porte-à-faux, ne tenant au bâti de la machine (qui lui-même repose sur le condenseur) que par le boulonnage du fond antérieur. Le pied de bielle est à fourche, et embrasse la crosse du piston (1), faite à peu près suivant le type Corliss (*Voir fig. 1 et 2.*)

Le cylindre de cette machine a 0^m, 400 de diamètre, la course est de 0^m, 900 ; le diamètre du conduit d'arrivée de vapeur est de 0^m, 110, ce qui fait 0,076 de l'aire du piston. Ce conduit débouche dans le bas de l'enveloppe du cylindre, et de l'enveloppe la vapeur passe comme d'ordinaire, au moyen d'une soupape, dans les boîtes des tiroirs. L'échappement se fait par un conduit de 0^m, 180 de large sur 0^m, 050 de haut (soit environ les 0,071 de l'aire du piston), et aboutit au condenseur en traversant trois joints sur son parcours. La pompe à air, à double effet, a une course de 0^m, 600 et un diamètre de 0^m, 170 : le volume engendré équivaut aux 0, 12 de celui du cylindre à vapeur.

La longueur de la bielle est d'environ 5, 5 fois le rayon de la manivelle, et la tête de bielle est de la forme généralement employée dans les machines de navigation. Le maneton est maintenu par une clavette dans la manivelle ; il se prolonge pour former la contre-manivelle. Une bielle méplate relie cette contre-manivelle au balancier, qui commande la pompe à air par l'intermédiaire d'une autre petite bielle (précédemment MM. Scheller et Berchtold plaçaient sur la tige de la pompe un coulisseau qui se mouvait dans une fenêtre du balancier). La pompe alimentaire est située au-dessus du bâti : elle est conduite par le petit bras du balancier.

Les assemblages du bâti sont d'un genre tout particulier. La glissière, le condenseur et la pompe à air forment une seule pièce de fonte, qui est le principal support de la machine. Le pont du bâti est boulonné sur cette pièce (*Voir fig. 2*), et il est fondu avec le palier de manivelle, mais celui-ci repose sur un support rapporté, qui lui est assemblé par des boulons à clavette ; les clavettes sont serrées par des écrous, comme on le voit sur la figure 1. Le palier est à trois coussinets ; le coussinet inférieur est maintenu en place par deux goujons, mais les deux coussinets latéraux, qui se rejoignent au-dessus de l'arbre, peuvent se régler, au moyen de coins qui sont en contact avec eux dans toute leur longueur ; chacun de ces coins est commandé par deux vis. Le palier a 0^m, 170 de diamètre et 0^m, 300 de longueur. L'arbre, qui a un diamètre uniforme de 0^m, 170, porte un seul collet, en arrière du grand palier. Le volant a 3^m, 70 de diamètre, il est à huit bras, sur lesquels est boulonnée une roue dentée de 2^m, 25 de diamètre, servant à la transmission ; la denture a 0^m, 180 de largeur.

Machine de M. Bernard, à Prague (Autriche).

(Système de M. Smrczka.)

Une distribution, inventée par M. Carl Smrczka, se construit dans les ateliers de M. J. C. Bernard, à Carolinenthal, près de Prague (ancienne maison Lüsse, Marky et Bernard). La planche XXXVI représente, suivant plusieurs projections, le cylindre d'une machine de ce système.

La machine est à quatre tiroirs, placés comme ceux des moteurs Corliss, et la fermeture

(1) Cette combinaison permet de n'avoir pour le pied de bielle qu'une seule articulation, le tourillon étant calé dans la bielle, et tournant dans un véritable palier ménagé dans la crosse ; c'est de beaucoup la disposition la plus correcte. (*Traducteur.*)

des tiroirs d'admission se fait au moyen de la pression de la vapeur, agissant sur leurs tiges, qui sont d'un assez fort diamètre ; cette disposition a été empruntée à la machine de M. Dautzenberg, que nous avons décrite.

Un arbre de distribution, animé de la même vitesse de rotation que la manivelle, et visible sur la figure 4, conduit tout le mécanisme ; il porte quatre excentriques, un pour chaque tiroir. Les quatre glaces sont à grille, à deux ouvertures ; toutes les lumières ont la même longueur, 30 mm , leur largeur est de 80 mm à l'admission, et de 90 mm à l'échappement. Comme on le voit sur la figure 182

Fig. 182.

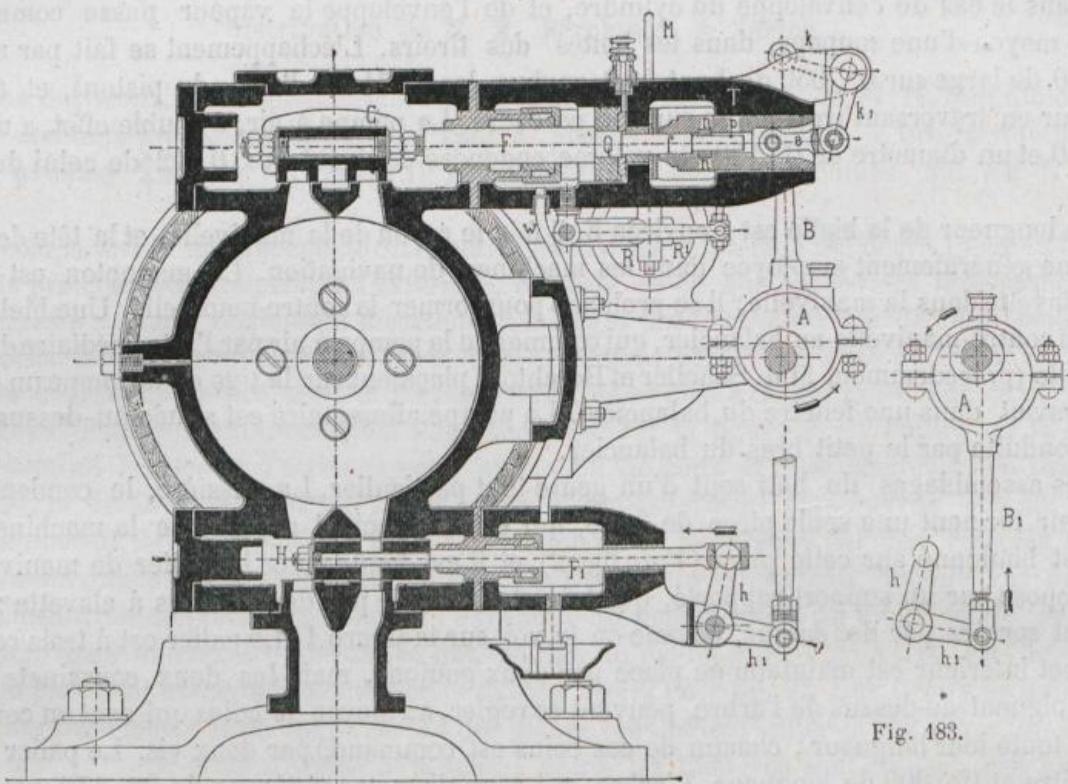


Fig. 183.

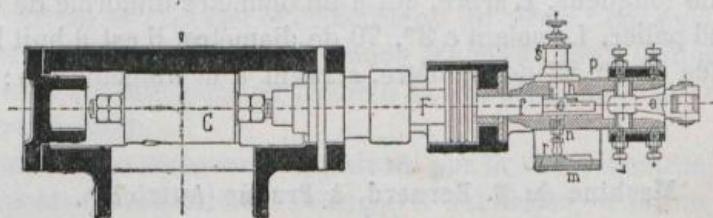


Fig. 184.

du texte, qui est une coupe transversale, la barre d'excentrique B s'articule avec le bras k d'un levier coudé kk_1 , dont les deux bras sont égaux ; le second bras k_1 est relié, par une petite bielle e , à un coulisseau d'acier p , qui se meut horizontalement dans l'intérieur d'un support en fonte T , servant en même temps de capsule au piston à air Q ; c'est un prolongement de la pièce T qui porte l'axe du levier kk_1 . La partie F de la tige du tiroir, d'un diamètre de $0^{\text{m}}, 050$, traverse une boîte à étoupes, et c'est sur cette section que s'exerce l'effort de la vapeur ; la course de la tige est limitée par le piston à air, qui est vissé sur la tige, et sous lequel est fixé un disque de feutre.

Le coulisseau p est percé dans toute sa longueur, pour recevoir l'extrémité f de la tige du tiroir : cette tige est représentée dans sa position extrême vers le dehors. Elle porte un ergot d'acier, o (fig. 184), qui peut s'enclencher derrière un verrou nn ; celui-ci court dans une mortaise perpendiculaire à la tige f , contre laquelle il est constamment appuyé par un ressort à boudin, logé dans une boîte s (Voir aussi fig. 8 de la planche). Lorsque, par la rotation de l'excentrique A , le coulisseau est refoulé vers l'intérieur, le tiroir découvre les lumières, et en même temps le verrou s'enclanche, et maintient le tiroir dans sa position d'ouverture. Pour opérer la fermeture, il suffit que le verrou soit repoussé, en comprimant le ressort s . A cet effet, le verrou est muni d'une touche r , dont on peut régler la longueur, et qui, participant avec le verrou au mouvement du coulisseau, frotte légèrement contre la surface d'une plaque en acier m , disposée verticalement. Cette surface est partagée en deux zones, dont l'une plus saillante que l'autre, et la touche r , en contact, au moment de l'enclanchement, avec la partie la plus basse, fait reculer le verrou lorsque, par le mouvement du coulisseau, elle passe sur la partie saillante de la plaque. Aussitôt la tige du tiroir se trouve dégagée, et la pression de la vapeur opère instantanément la fermeture; le choc est reçu par le matelas d'air.

Pour faire varier l'instant où la touche monte sur la partie élevée de la plaque, et par là faire varier le degré de l'admission, les deux zones de la plaque sont raccordées par un plan incliné disposé en diagonale (planche XXXVI, fig. 7), et on dispose la plaque de manière qu'elle puisse se déplacer verticalement, par l'effet du régulateur : elle s'abaisse quand les boules s'élèvent, et réciprocement. Plus la plaque s'abaisse, et plus se rapproche l'instant où la touche r est repoussée par la saillie de la plaque, en sorte que la durée de l'admission diminue d'autant.

Sur la figure 182, et sur les figures 2, 4 et 7 de la planche XXXVI, on voit de quelle manière le régulateur est relié à la plaque m : la tringle M du régulateur est articulée avec un levier R , fixé à un arbre w , lequel peut tourner dans des goujons à œil, fixés sur les supports de la distribution. Sur cet arbre est fixé un autre levier R_1 , qui soutient la plaque régulatrice (fig. 182. Voir aussi planche XXXVI, fig. 2, 7 et 8). La figure 8 représente à plus grande échelle le verrou et la touche, avec son ressort à boudin. La figure 9 est une épure des positions où se trouve le levier R_1 , pour divers degrés de détente, et des positions simultanées de la touche au moment du déclenchement. Les chiffres de la figure indiquent les proportions de l'admission. Dans la position que représente la figure 2, le déclenchement aurait lieu vers les 0,41 de la course du piston. La figure 9 a été tracée d'après le calage des excentriques d'admission, qui sont situés à 70° en avant de la manivelle, c'est-à-dire à 20° de retard.

La figure 183 indique comment les tiroirs d'échappement sont commandés par leurs excentriques : la barre B_1 agit sur un levier coudé hh_1 , dont l'extrémité s'engage dans une fenêtre de la tige F_1 . Les excentriques d'échappement sont calés avec une certaine avance, comme d'ordinaire.

Les figures 5 et 6 de la planche XXXVI représentent les faces frottantes des tiroirs d'échappement et d'admission.

Les figures 185 et 186 sont des épures de la marche des tiroirs, construites dans le genre du diagramme de M. Zeuner. Décrivons, avec un rayon égal au recouvrement extérieur du tiroir d'admission, mesuré au moment de son point mort, un demi-cercle $\gamma\zeta$, prenons $\alpha\zeta = 0^m,030$ (la longueur des lumières), et traçons le demi-cercle $\alpha\beta$. En portant sur les positions successives de la manivelle les ouvertures correspondantes du tiroir, on obtient une courbe en cœur (fig. 185), qui correspond au cercle du tiroir de M. Zeuner.

Le parcours du tiroir, à partir de son point mort, est ici porté sur les rayons vecteurs,

depuis le centre de la figure. En effet, les ouvertures des lumières ne sont pas symétriques par rapport à la position moyenne du tiroir, car le tiroir n'ouvre que d'un côté, et on en profite pour lui faire découvrir la lumière dès le commencement de sa course. Il résulte de cette dissymétrie que

l'ouverture des lumières n'est plus représentée par un cercle comme dans le diagramme de M. Zeuner, mais par une courbe nommée cardioïde (1).

Comme il y a quatre excentriques, ceux d'admission ont été calés de manière à étendre très loin la limite de la variation continue de l'introduction, comme on l'a vu à propos de la régulation.

Pour l'échappement, le calage est fait dans les conditions ordinaires, et la liaison de l'excentrique avec son tiroir est invariable ; là en effet, il est nécessaire que la lumière s'ouvre vers la seconde moitié de la course de l'excentrique en descendant (la figure 183 représente l'excentrique à son point mort inférieur), et qu'elle se ferme avant la fin de la première moitié de la course ascendante. Ainsi les parcours du tiroir sont symétriques par rapport à la position moyenne de la barre

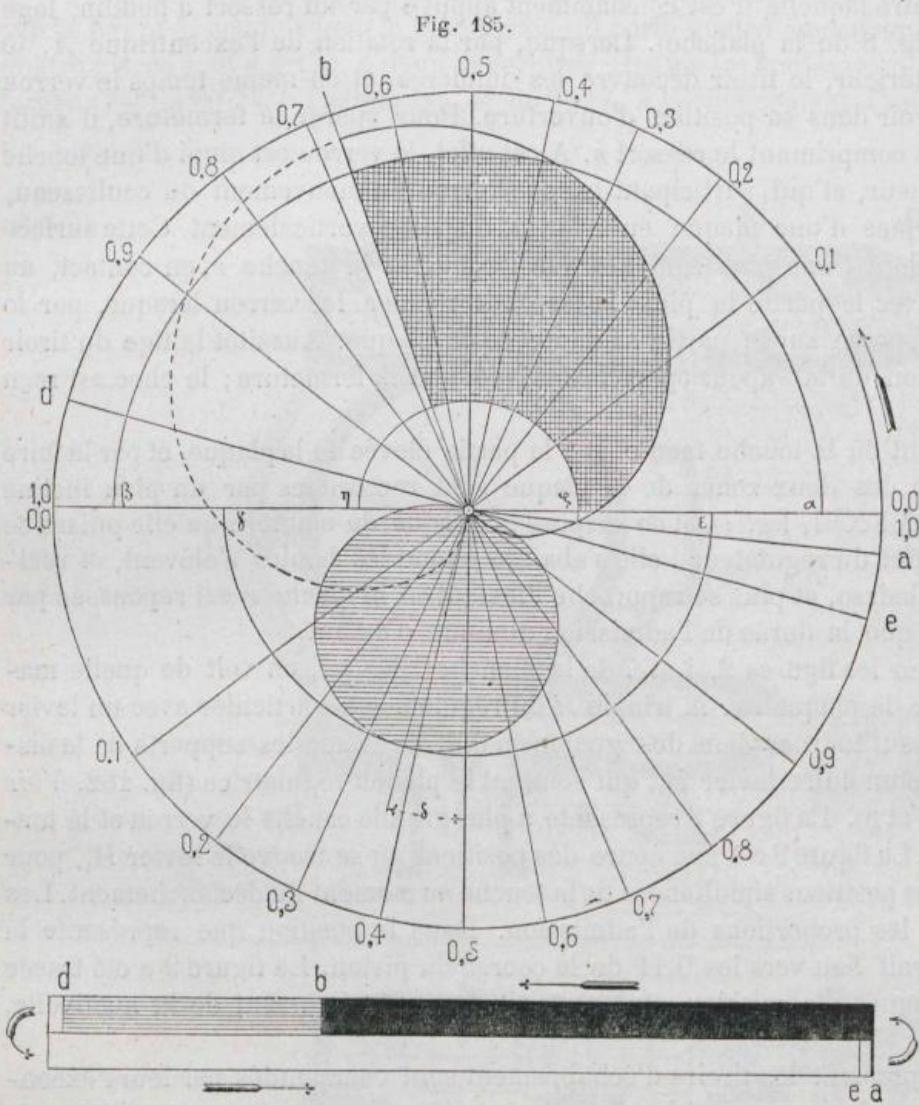


Fig. 186.

dans son oscillation, en sorte qu'on peut se servir du diagramme de M. Zeuner, comme il est tracé dans la moitié inférieure de la figure 185. Le tiroir n'a point de recouvrement dans sa position moyenne, et l'angle d'avance $\delta = 15^\circ$. L'excentricité étant de 30 mm , on décrit, sur le rayon vecteur correspondant, un cercle de 30 mm de diamètre, passant par le centre de la figure ; c'est le cercle du tiroir. La longueur des lumières étant égale à l'excentricité, le demi-cercle $\gamma\epsilon$, qui limite l'ouverture, est tangent au cercle du tiroir : l'arête du tiroir ne dépasse pas le bord de la lumière.

(1) Cette courbe, sur laquelle nous reviendrons dans la livraison complémentaire de cet ouvrage, est le lieu de l'extrémité d'une droite de longueur fixe, portée sur toutes les sécantes d'un même cercle, qui passent par un point donné de sa circonference, et mesurée à partir de la deuxième intersection avec la circonference. (Traducteur.)

En suivant la rotation dans le sens de la flèche, on voit que l'admission commence en *a*; la limite de l'admission variable est en *b*, aux 0,67 de la course; la détente finit, et l'échappement commence au point *d*, et la compression a lieu depuis *e* jusqu'en *a*. Dans la figure 186, ces périodes successives sont représentées, projetées sur la direction de la ligne des points morts.

Le cylindre de cette machine a 0^m,420 de diamètre; la course est de 0^m,800. La vapeur arrive, par un tuyau de 80 ^{m/m} de débit (0,036 de la section du piston), dans le conduit qui réunit les chapelles de distribution, et elle s'échappe, à chaque extrémité du cylindre, par une tubulure dont la partie supérieure constitue la glace; le débit de ces tubulures est de 0^m,110, soit 0,068 de la section du piston.

Le cylindre n'a pas d'enveloppe de vapeur; il est coulé avec quatre empattures, qui reposent sur un large soubassement en fonte.

La tige du piston, de 60 ^{m/m} de diamètre, traverse les deux fonds; elle porte une embase conique sur laquelle le piston est fixé par une clavette. Le fond antérieur présente un logement alésé, où s'encastre la boîte à étoupes: pour l'autre extrémité, la boîte est fondu avec le fond, elle est cachée sous un couvercle en fonte tourné et poli. Le bâti à baïonnette s'emboite dans un degré, tourné tout autour du fond antérieur, avec lequel il s'assemble à boulons. Le grand palier est fondu avec le bâti, mais repose sur une chaise séparée.

Les espaces nuisibles, particulièrement ceux de l'échappement qui comprennent tout le volume de la boîte à tiroir, sont relativement forts dans cette machine.

Machine de MM. Florio et C^{ie}, à Palerme (Italie).

(Système de M. Theis.)

La planche XXXVII représente une machine horizontale exposée en 1878 par la maison J. et V. Florio et C^{ie}, Fonderie Oreta, à Palerme. Les tiroirs, qui sont tous à grille (Voir fig. 1, 3, 6 et 7), sont conduits par deux excentriques, l'un pour ceux d'admission, et l'autre pour ceux d'échappement, ce qui permet d'arriver sensiblement au même résultat que dans la machine de M. Smrczka, où les excentriques sont au nombre de quatre. L'excentrique d'admission est calé à 52° 30' en avant de la manivelle, et l'admission atteint jusqu'aux 0,6 de la course. Le dernier type de MM. Wannieck et Köppner, décrit page 162, est également à deux excentriques, seulement chacun d'eux conduit à la fois un tiroir d'admission et un tiroir d'échappement, en sorte que la limite de l'admission est beaucoup plus resserrée.

A côté du cylindre (Voir fig. 4) se trouve un arbre vertical *A*, maintenu dans deux paliers, et à sa partie inférieure est calé un levier *B*, qui passe sous le cylindre, et s'articule à son extrémité avec une tige guidée; celle-ci, à son tour, est articulée avec la barre d'excentrique, qui est assez courte. Il s'en suit que l'arbre *A* reçoit un mouvement continual d'oscillation, et avec lui le levier *C* (fig. 2, 4 et 5), qui est claveté au haut de l'arbre. Ce levier, à chacune de ses oscillations, saisit l'une des tiges de tiroir, et ouvre la lumière d'admission correspondante. Il forme chape à ses extrémités, pour recevoir les cliquets *N* (fig. 5), qui sont assemblés à charnière avec les tiges de tiroir. Lorsque le levier *C*, se rapprochant de l'une des boîtes à vapeur, arrive au terme de son oscillation, le cliquet *N*, obéissant au ressort *S*, s'enclanche derrière le talon acieré *o*, en sorte qu'à son retour, le levier entraîne avec lui le tiroir. Dans la mortaise du levier, se trouve en outre logé un levier coudé *RR₁*, dont le bras *R₁* est rattaché au régulateur par une tringle *M*; le bras *R* peut venir s'appuyer contre le cliquet, et le faire déclencher, à un instant de la course qui varie suivant

la position du régulateur. Aussitôt a lieu la fermeture des lumières, par l'effort d'un ressort à lames superposées, qui présente une certaine symétrie avec le levier *C*; ce ressort agit sur une contre-tige du tiroir, placée en prolongement de la tige proprement dite, et sur laquelle est placée le piston à air. Chaque tiroir d'admission est équilibré au moyen d'un piston logé dans un petit cylindre qui fait partie du couvercle de la boîte à vapeur; ce piston est rattaché au tiroir au moyen d'une mince lame d'acier. La partie extérieure du petit cylindre étant toujours en communication, comme le montre la figure 1, avec l'intérieur du cylindre moteur, du même côté, il en résulte que le tiroir est constamment déchargé de la même quantité que la pression le charge, si l'on admet que la section du petit piston soit convenablement calculée. A la vérité, le tiroir cesse un instant d'être équilibré, au moment où la lumière s'ouvre, mais à ce moment la pression qu'il reçoit, par l'afflux rapide de la vapeur, est faible, et s'annule rapidement.

Les lumières d'admission ont 10 m/m de longueur, celles d'échappement ont 12 m/m ; la course des tiroirs d'admission est de 25 m/m , et celle des tiroirs d'échappement, de 30 m/m . L'excentricité, pour l'admission, est de 20 m/m .

La figure 5 représente (par rapport au levier) diverses positions du cliquet *N*, correspondant à des positions déterminées du piston. Le régulateur est relié, par une tige dont la longueur se règle à volonté, à un bras qui fait osciller un arbre horizontal, porté dans des paliers le long du cylindre (*Voir fig. 1 et 4*), et cet arbre porte deux petits excentriques, dont les colliers agissent sur les tringles *M* (*fig. 4 et 5*), qui commandent les déclanchements. Il en résulte que les oscillations du régulateur entraînent des oscillations correspondantes des leviers coudés *RR₁*, et règlent par là la durée de l'admission de vapeur.

Les tiroirs d'échappement sont commandés, de même que ceux d'admission, au moyen d'un levier *B₁*, situé sous le cylindre, et oscillant librement autour de l'axe *A*, qu'il embrasse par une douille; cette douille porte deux bras, dont les oscillations se transmettent aux tiroirs d'échappement par des articulations sans jeu.

Les figures 6 et 7 sont des détails des tiroirs d'admission et d'échappement.

Cette machine, d'une puissance de 12 chevaux, a un piston de $0^{\text{m}},300$ de diamètre; la course est de $0^{\text{m}},600$, et la vitesse, de 70 tours par minute, ce qui fait $1^{\text{m}},40$ pour vitesse moyenne du piston, par seconde. Le conduit d'arrivée de vapeur a $0^{\text{m}},060$ de débit, soit 0,04 de l'aire du piston. Le conduit d'échappement a $0^{\text{m}},110$; en déduisant la section du tuyau d'injection qui s'y trouve contenu, l'aire d'évacuation équivaut aux 0,1 de celle du piston. Le bâti est venu de fonte avec le condenseur, qui est situé sous la glissière, disposition dont on a déjà vu un exemple dans une machine de M. Berchtold, page 168. Il reçoit, dans deux paliers, l'arbre à vilbrequin, dont les deux manivelles sont équilibrées par des contrepoids venus de forge, comme dans beaucoup de machines marines. Le cylindre est situé entièrement en porte-à-faux, suspendu par son fond antérieur. Le tuyau d'évacuation débouche directement au condenseur, avec interposition d'un compensateur, à cause des différences de dilatation.

La bielle a pour longueur 5 fois la manivelle; elle est à fourche du côté de la crosse, et sa tête est d'une forme assez rarement employée. Les paliers sont munis de vis de réglage des deux côtés, ils ont 100 m/m d'alésage et 150 m/m de longueur. A côté de l'un d'eux se trouvent les deux excentriques, puis le volant, qui a 3 mètres de diamètre. De l'autre côté du bâti est calée une poulie pour la commande du régulateur, lequel fait 158 tours par minute; enfin, à l'extrémité de l'arbre, est un plateau-manivelle conduisant la pompe à air. Celle-ci est à simple effet, à piston plongeur; son diamètre est de $0^{\text{m}},175$, sur $0^{\text{m}},250$ de course. Les clapets sont formés de disques en caoutchouc; leurs chapelles se voient sur le plan (*fig. 2*), des deux côtés de la pompe. Le rapport du

volume engendré par le piston de la pompe, à celui d'une cylindrée simple, est 0,142. La pompe alimentaire est menée par un bras boulonné au piston plongeur.

La vapeur est délivrée à la machine par un tiroir à grille (fig. 4), manœuvré par une vis et un volant à main.

La forme du bâti rend assez difficile l'accès du presse-étoupes du piston ; aussi a-t-on fixé, sur chacun des deux écrous qui serrent le chapeau de cette garniture, une roue hélicoïdale, et les deux roues sont mises en mouvement simultanément, depuis l'extérieur, au moyen de deux vis sans fin montées sur un petit arbre, qui porte un volant à main ; les deux écrous serrent ainsi ensemble et de la même quantité.

La tête de bielle passe sous un graisseur, supporté en arcade au-dessus des paliers, et y prend à chaque tour une petite quantité d'huile.

Distribution de M. Villette, à Lille.

La figure 187 représente une coupe de la distribution d'une machine exposée à Paris en 1878, par M. P. Villette, de Lille.

Sur un arbre *A*, qui mène la distribution, sont pratiquées deux rainures, dans lesquelles peuvent glisser des clavettes *r* et *r₁*, rattachées à une pièce dépendant du régulateur : l'extrémité de ces clavettes est taillée en plan incliné. Sur ce même arbre est calé un disque *B*, dont le pourtour forme une gorge qui reçoit et guide le prolongement de la tige *F* du tiroir *G*. Sur ce disque est placé un verrou *n*, qui peut glisser dans une entaille pratiquée suivant le rayon, et qui repose sur la partie inclinée de la clavette *r* ; il est maintenu au contact par le ressort *s*. Lorsque la machine tourne, le verrou *n* s'engage dans une encoche *o* de la tige, et l'entraîne en comprimant le ressort à boudin *S* ; le tiroir découvre alors la lumière, et l'admission a lieu. Lorsque le verrou cesse d'être en prise avec la tige du tiroir, l'admission est coupée par l'effet du ressort *S*, qui se débande instantanément. On comprend que, suivant la position de la clavette, le verrou fait plus ou moins de saillie, et l'admission varie en conséquence. La clavette *r₁* se rapporte au mécanisme semblable du second tiroir d'admission.

Le tiroir d'échappement *H* est aussi conduit par l'arbre *A*, au moyen d'une came *K*, calée sur cet arbre, et représentée dans la figure 188 : elle tourne dans la tête d'un levier *L*, dont le bras inférieur s'articule à la tige *F₁* du tiroir.

Système de M. Kuchenbecker, à Schweidnitz (Prusse).

M. Moritz Kuchenbecker, ingénieur à Schweidnitz, a pris en 1878 un brevet pour un système très simple de distribution, qui est représenté, légèrement modifié, par les figures 1 et 2 de la

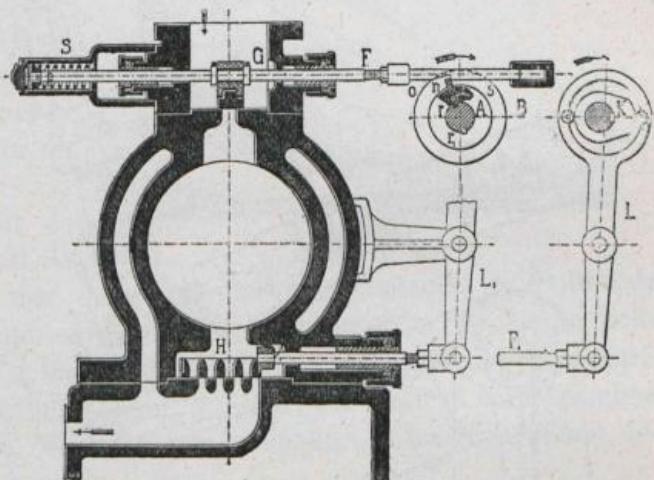


Fig. 187

Fig. 188.

feuille 22. Ce mécanisme permet, avec un seul excentrique pour chacune des extrémités du cylindre, d'étendre jusqu'à 0,9 la limite de l'introduction (1).

De même que dans certaines distributions précédemment décrites, c'est la pression de la vapeur qui opère la fermeture des tiroirs. Il est à remarquer que le mécanisme de déclenchement ne contient ici qu'une seule articulation.

Les glaces de l'admission sont inclinées de manière que l'axe de la tige du tiroir passe presque par le centre de l'arbre de distribution. Quant aux tiroirs d'échappement, ils peuvent être horizontaux comme à l'ordinaire.

L'arbre de distribution A (feuille 22, fig. 1), placé à côté du cylindre, tourne avec la même vitesse que l'arbre du volant, et porte deux excentriques, dont l'un se voit en C. La barre d'excentrique, B, est assez courte, elle est de la même pièce que l'une des moitiés du collier d'excentrique. L'extrémité de cette barre est articulée avec un levier L, qui oscille autour d'un point fixe ; par ce guidage, le mouvement du collier d'excentrique se trouve complètement déterminé, et il s'ensuit que l'arête d'une touche d'acier n, fixée sur le collier, décrit une courbe ovale. Dans ce mouvement la touche n rencontre l'extrémité acierée o d'une petite bielle N, formant le prolongement de la tige F du tiroir G, et la repousse, ce qui amène l'ouverture des lumières d'admission. Il est clair que ces touches d'acier entrent en contact constamment au même point de la courbe décrite par la pièce n ; l'avance linéaire du tiroir reste donc

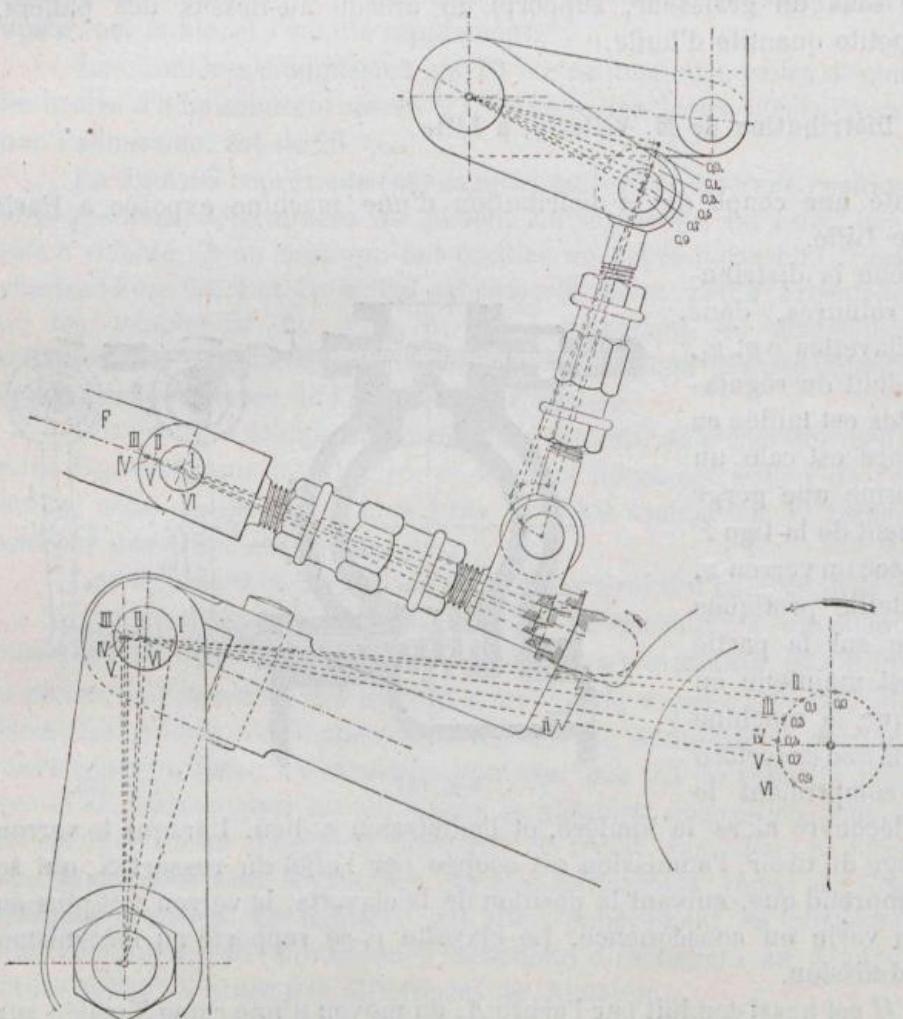


Fig. 189.

constante, quelle que soit la position de la bielle N. Plus celle-ci est abaissée, plus longtemps elle

(1) Il y a bien peu d'avantage, même au point de vue exclusif du travail développé dans un coup de piston, à employer la vapeur avec une introduction aussi élevée. On s'en rendra facilement compte en traçant, pour une même course, des diagrammes superposés, avec admission de 0,6, 0,7, 0,8, et 0,9 par exemple. La différence des aires, d'un diagramme au suivant, va en diminuant très rapidement, et, entre 0,8 et 0,9 par exemple, elle est presque insignifiante. (Traducteur.)

reste en prise. Aussitôt que la touche *o* échappe au contact de la pièce *n*, la pression de la vapeur, agissant sur la section de la tige *F*, qui est d'assez gros diamètre, repousse violemment cette tige, et fait fermer les lumières d'admission. Un matelas d'air, disposé en *O*, amortit le choc.

Le degré d'élévation de la bielle *N* est déterminé au moyen d'une bielle *P*, et d'un levier coudé *RR₁*, rattaché au manchon du régulateur par une tringle *M*.

Le tiroir d'échappement, *H*, est manœuvré par un bras inférieur *L₁* du levier *L*, mis en mouvement, comme on l'a vu, par la barre d'excentrique; l'extrémité du bras *L₁*, portant un coulisseau, se meut dans une fenêtre verticale de la tige *F₁*, qui reçoit ainsi un mouvement continu de va-et-vient.

La figure 189 représente les détails du mécanisme de régulation, et on y a tracé la série des positions de déclenchement qui correspondent à divers degrés de détente, avec la courbe ovale qui est le lieu géométrique des derniers contacts des touches *n* et *o*. L'excentrique tournant dans le sens de la flèche, la tige du tiroir est d'abord repoussée, jusque vers la position IV (aux 0,4 de la course); l'ouverture des lumières va donc en croissant jusque-là, puis elle diminue jusqu'à la position VI, correspondant aux 0,9 de la course. A ce dernier point les lumières se referment, à supposer que le régulateur n'ait pas fait fonctionner le déclenchement. Le mécanisme a été dessiné, sur la figure 189, dans cette position limite.

Le piston de la machine représentée sur la feuille 22 a 0^m,320 de diamètre, et sa course est de 0^m,700. Les tiroirs sont tous à grille; chacune des quatre lumières d'admission a 0^m,010 de longueur, et chacune des trois lumières d'échappement 0^m,016; la largeur est la même pour toutes : 0^m,120. Le tuyau de prise de vapeur, qui débouche dans la partie inférieure de l'enveloppe, a 0^m,080 de diamètre, et chacune des tubulures d'échappement, 0^m, 090; ces chiffres correspondent respectivement à 0,063 et 0,079 de l'aire du piston. Pour faciliter le montage et les réparations, les glaces sont venues de fonte avec les boîtes à vapeur.

La figure 190 représente un diagramme relevé sur cette machine, avec une pression initiale de 4 kilogrammes; la figure 191 est une série de diagrammes, relevés pour divers degrés d'admission, suivant diverses positions prises par le régulateur, d'après le travail que développait la machine.

Distribution de MM. Cail, Halot et C^{ie}, à Bruxelles.

(Système Stehelin.)

La maison Cail, Halot et C^{ie}, de Bruxelles, exposait à Paris, en 1878, une machine de 60 chevaux, dont le cylindre et la distribution sont représentés sur la feuille 28.

L'arbre de distribution *A*, parallèle à l'axe du cylindre, est mis en mouvement comme d'ordinaire depuis l'arbre principal, par un engrenage d'angle; il commande les tiroirs d'admission, *G*, inclinés comme ceux de M. Kuchenbecker, et les tiroirs d'échappement, *H*, qui sont horizontaux.

L'admission est déterminée par le mouvement de la came *C*, contre laquelle appuie cons-

tamment un coulisseau E , qui glisse sur un guide saillant J , taillé en queue d'aronde. Ce guide forme un bras, calé sur l'axe B (lequel se projette, dans la figure 1, derrière l'axe W), et son extrémité supérieure, par un tourillon n (fig. 3), s'articule avec la tête D de la tige F du tiroir.

La détente commence à l'instant où la came dépasse l'extrémité du coulisseau E , et on comprend que pour faire varier le degré d'admission, il suffit de déplacer le coulisseau E sur son guide; ce mouvement a lieu au moyen d'un levier M , calé sur l'arbre de détente R , et relié au coulisseau par deux petites bielles K . L'arbre R étant sous la dépendance du régulateur, la régulation automatique se trouve ainsi assurée.

La fermeture des lumières est produite d'abord par la pression de la vapeur, agissant sur la section des tiges F et F_1 , puis par l'effet d'un grand ressort à lames S , appuyant sous les têtes de ces tiges (Voir fig. 1 et 2). Pour assurer la fermeture, dans le cas où les garnitures trop serrées viendraient à retenir le tiroir, on a disposé, à l'opposé de la came C , un ergot U (fig. 2 et 4), qui appuierait alors sur le levier T (fig. 3), calé sur l'arbre B , et rappellerait ainsi la tige F vers l'arbre de distribution; toutefois ce n'est là qu'un dispositif de précaution.

Le mouvement des tiroirs d'échappement H est pris sur une manivelle N (fig. 2 et 4), située à l'extrémité de l'arbre A ; elle agit, au moyen d'une bielle L et d'une deuxième manivelle plus grande, sur l'arbre de détente W , qu'elle fait osciller. Sur cet arbre sont calés deux leviers pendants X (fig. 3 et 4), qui, au moyen de petites bielles Y , commandent les tiges F_1 des tiroirs H . Il est clair que le mouvement des tiroirs est sensiblement symétrique par rapport à leur position moyenne, qui répond à la position moyenne des leviers X , et comme chaque tiroir ne doit ouvrir que pendant un coup simple du piston, ou la moitié d'une double oscillation du levier, il en résulte que les deux glaces doivent être percées, l'une à gauche, l'autre à droite de l'axe de symétrie de la machine.

Le piston a $0^m,410$ de diamètre et $1^m,000$ de course; la vapeur, en arrivant, traverse d'abord l'enveloppe du cylindre. Le bâti à baïonnette est creux, et coulé avec le grand palier. Celui-ci est alésé à $0^m,180$, et sa longueur est de $0^m,280$; il est à trois coussinets, dont les deux latéraux, qui se rejoignent au-dessus de l'arbre, se règlent par des coins.

La bielle est à fourche du côté de la crosse, et à chape ouverte vers le maneton. Le volant a $4^m,000$ de diamètre, et sa jante a $0^m,325$ de largeur. Il pèse 4000 kilogrammes (1).

Machine de MM. Artige et C^{ie}, à Paris.

Nous terminerons notre revue des distributions à quatre tiroirs par l'étude de la remarquable machine exposée en 1878 par MM. Artige et C^{ie}, et représentée sur la planche LX.

Pour réduire à la dernière limite le volume des espaces nuisibles, il est évidemment logique de placer les tiroirs sur les parois planes; c'est ce qui a conduit MM. Artige et C^{ie} à les installer

(1) Cette machine tourne dans le sens rétrogade, c'est-à-dire, le volant rabattant vers le cylindre.

Le tuyau d'arrivée de vapeur a $0^m,100$ de diamètre intérieur, et celui d'échappement $0^m,125$. La pompe à air, menée par la contre-tige du piston, a $0^m,190$ de diamètre. Le diamètre du tuyau d'injection est de $70 \frac{1}{2} \text{ mm}$, celui du tuyau de décharge est de $0^m,130$.

Les lumières d'admission ont $22 \frac{1}{2} \text{ mm}$ de longueur sur $0^m,170$ de largeur (section totale $0^m,057$ de l'aire du piston), et celles d'échappement ont $28 \frac{1}{2} \text{ mm}$ sur $0^m,170$ (section totale $0^m,072$ de l'aire du piston).

La bielle, de section circulaire, a $2^m,500$ de longueur. Son diamètre est de $85 \frac{1}{2} \text{ mm}$ aux extrémités, et de $120 \frac{1}{2} \text{ mm}$ au milieu. Le diamètre du tourillon de la crosse est de 80 mm/m (la figure 2 porte par erreur 85 mm/m); celui du maneton est de 95 mm/m . (*Traducteur.*)

tous quatre sur les fonds du cylindre. Et comme les tiroirs d'échappement se meuvent forcément dans un espace qui fait partie du volume du cylindre, on a fait venir de fonte avec le piston, sur ses deux faces, des saillies qui remplissent aussi exactement que possible, à chaque point mort, les cavités réservées au mouvement de ces tiroirs.

Tous les tiroirs sont commandés par l'arbre de distribution *A* (fig. 4), qui a la même vélocité que l'arbre principal. Cet arbre se continue, le long du cylindre, par un arbre foré *b*, en acier, sur lequel sont calés les excentriques *C* et *C₁*, qui mènent les tiroirs d'échappement. Les tiroirs d'admission sont conduits par des manchons à cames *B* et *B₁* (fig. 4 et 6), qui tournent avec l'arbre, tout en restant libres de se déplacer dans le sens longitudinal, étant reliés par une clavette (*Voir fig. 7*) à un arbre *a*, enfilé dans l'arbre *b*; les clavettes traversent ce dernier arbre en passant dans de longues mortaises (*Voir fig. 4 et 7*).

Il est clair que si, pendant le mouvement, l'arbre *a* se déplace dans son fourreau *b*, les cames se déplacent avec lui; elles sont d'ailleurs construites comme à l'ordinaire au point de vue de la durée de l'admission. Le régulateur agit par une tringle, au moyen d'un engrenage à vis sans fin *R*, sur une roue dentée, dont l'axe porte un levier à fourchette qui embrasse une rainure du manchon *M*; celui-ci est relié à l'arbre *a* par une clavette, de la même manière que les manchons à cames, et communique ainsi à ces manchons le mouvement déterminé par le régulateur.

Les tiges des tiroirs traversent la paroi des boîtes à vapeur, sans autre garniture qu'une série d'anneaux élastiques, logés dans des rainures, à la façon des pistons suédois. Ce mode de joint entraîne un fort diamètre extérieur, en sorte que la pression repousse constamment les tiges *J* et *J₁* des tiroirs d'admission, contre les cames, où elles s'appuient par l'intermédiaire d'un galet d'acier, tournant dans une chape ménagée à l'extrémité de la tige. L'autre extrémité bute contre un ressort à boudin, qui a pour fonction d'assurer le mouvement au départ.

Les tiges *F* des tiroirs d'échappement sont, comme on l'a vu, commandées par les excentriques *C* et *C₁*, mais comme elles se trouvent dans le même plan vertical que les tiges de l'admission, le mouvement est renvoyé, depuis les barres d'excentrique (*D*, fig. 5), par deux petits arbres, oscillant dans la partie inférieure du bâti (*Voir fig. 3*), et par des leviers *E*, calés sur ces arbres. L'un de ces leviers est articulé à la barre d'excentrique, et l'autre à la tige *F*, avec le jeu nécessaire pour permettre l'oscillation du levier.

Cette machine développe une puissance de 40 chevaux, avec une introduction de 0,1, et sous une pression initiale de 5 kilogrammes. Le cylindre est alésé à 0^m,440, et la course est de 0^m,860; la marche normale étant de 50 tours par minute, la vitesse moyenne du piston est de 1^m,43 par seconde. La vapeur pénètre dans l'enveloppe par le côté, et se rend ensuite aux boîtes à vapeur, par des conduits dont on voit la disposition dans la figure 8 (1).

Le bâti est du type ordinaire, formant cadre, mais la glissière est cylindrique, et supportée sur deux traverses du bâti.

La pompe à air est placée en arrière du cylindre, et au-dessous du plancher; elle est menée par deux balanciers oscillants verticaux, qui sont rattachés par des bielles au tourillon de la crosse; une longue bielle horizontale, placée sous la machine, transmet au piston le mouvement des balanciers.

(1) Dans cette figure on a omis la ligne de séparation du couvercle et de l'enveloppe, dans la paroi intérieure.

TROISIÈME PARTIE

MACHINES A DISTRIBUTION PAR SOUPAPES

CHAPITRE PREMIER — DISTRIBUTIONS SANS DÉCLIC

I. DISTRIBUTIONS SIMPLES, SANS DÉTENTE.

Pendant longtemps, on ne rencontrait de distributions à soupapes que dans les machines des mines ou des élévations d'eau; ce n'est que récemment qu'on les a modifiées pour les adapter aux moteurs ordinaires. Les machines à soupapes présentent la plus grande variété, un bon nombre ayant été construites aux ateliers mêmes de l'exploitation où elles fonctionnent.

Par sa nature même, une soupape ne peut établir ou interrompre qu'une seule communication, elle ne représente donc qu'une seule des quatre arêtes d'un tiroir ordinaire, en sorte qu'il faut toujours, pour chaque extrémité du cylindre, deux soupapes; on comprend que les positions de ces organes peuvent varier autant qu'on l'a vu pour les tiroirs cylindriques ou plans. L'ancienne mode était de placer les quatre soupapes de distribution, avec celle de mise en train, en batterie à côté du cylindre. Actuellement, de même que dans les machines Corliss, on place généralement les soupapes d'admission en dessus, et celles d'échappement en dessous du cylindre; cependant on voit aussi des dispositions différentes.

Les machines d'extraction sont toujours munies d'un changement de marche. Actuellement, on les fait presque toujours jumelles, avec les manivelles placées à 90 degrés l'une de l'autre.

Distribution des ateliers de Wilhelmshütte.

Les machines d'extraction de Wilhelmshütte ont des distributions à soupapes installées comme l'indiquent les figures 192 et 193. Les cinq soupapes sont en batterie à côté du cylindre; celle du milieu, *V*, qui est la mise en train, se manœuvre à la main; l'admission a lieu par les soupapes *G* et *G₁*, et l'échappement par *H* et *H₁*. Il n'y a qu'un seul excentrique, et comme il doit servir à la marche dans les deux sens, son angle de calage est de 90 degrés.

Les tiges *F* des soupapes sont mises en mouvement par des leviers, *L*, *L₁*, placés de manière que les extrémités des deux leviers qui se rapportent à chaque paire de soupapes (*G* et *H*, *G₁* et *H₁*), soient l'une auprès de l'autre. Entre les deux soupapes se trouve placé un arbre *w*, sur lequel sont fixées des cames *o* et *o₁*, placées symétriquement, de sorte que l'axe *w* étant animé, comme on va le voir, d'un mouvement d'oscillation, les deux soupapes sont alternativement soulevées.

La barre d'excentrique *B* s'articule à l'extrémité inférieure d'une coulisse *A*, qui oscille

autour de son milieu, et qui met en mouvement une bielle *C*; celle-ci commande les bras *K*, calés sur les axes *w*, et reliés l'un à l'autre par une bielle d'accouplement *D*, de manière que ces deux axes oscillent simultanément. Le changement de marche s'opère en faisant glisser le coulisseau *i* d'une extrémité à l'autre de la coulisse. La vitesse de la machine se règle seulement en étranglant plus ou moins l'arrivée de vapeur.

Ces machines travaillent toujours à pleine admission, sans détente ni compression, et il y a

Fig. 192.

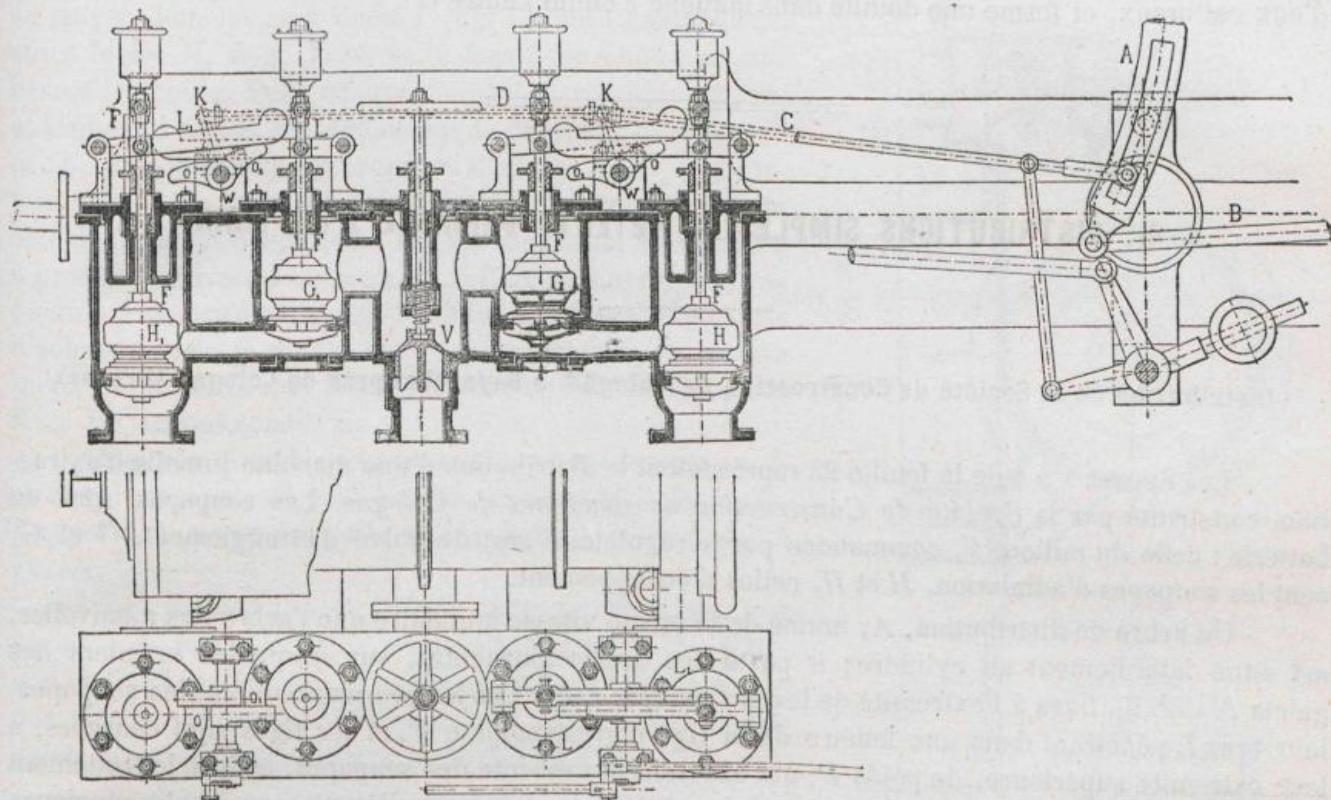


Fig. 193.

même constamment un peu de retard, tant à l'admission qu'à l'échappement, en sorte que rien ne vient atténuer la perte due à l'espace nuisible. La consommation en combustible est, par suite, considérable, et on ne peut utiliser de semblables moteurs que dans les mines de charbon, où cette dépense a relativement peu d'importance.

Distributions de machines soufflantes américaines.

Les figures 18 à 22 de la planche LIII représentent deux distributions par soupapes, très usitées en Amérique. Le type des figures 18 à 20 est celui de M. John Fritz, appliqué à une machine Woolf horizontale. Au-dessus des deux cylindres se trouve l'arbre de distribution, qui est conduit par engrenages; il porte des cames qui manœuvrent, au moyen de leviers, les huit soupapes; l'admission est fixe dans les deux cylindres, et le rapport total de détente est de 1 à 4 (1).

(1) Diamètres : du cylindre à haute pression, 0^m,755; du cylindre de détente, 1^m,371. Course 2^m,032. Diamètre du cylindre soufflant, 2^m,032; pression du vent, 0^k,72 par centimètre carré. Vélocité, 20 tours par minute; pression de la vapeur aux chaudières, 3^k,5.

Les figures 21 et 22 représentent une distribution également très répandue dans l'Amérique du Nord, sous le nom de *système du Mississippi*. Les quatre soupapes sont placées au-dessus du cylindre, et on emploie deux excentriques, dont l'un met en mouvement les soupapes d'admission, et l'autre, celles d'échappement. La tige de chaque soupape est suspendue à un levier, dont l'extrémité est alternativement soulevée et abaissée par une came oscillante. Les deux cames diamétralement opposées sont fixées sur un même axe, et cet axe porte un bras, articulé avec la bielle qui transmet le mouvement de l'excentrique. Comme les axes des deux doubles cames coïncident, l'un d'eux est creux, et forme une douille dans laquelle s'enfile l'autre (1).

II. DISTRIBUTIONS SIMPLES, A DÉTENTE VARIABLE A LA MAIN.

Distribution de la Société de Construction de Cologne, à Bayenthal près de Cologne (Prusse).

Les figures 1 à 4 de la feuille 23 représentent la distribution d'une machine jumelle d'extraction, construite par la *Société de Construction de machines de Cologne*. Les soupapes sont en batterie : celle du milieu, *V*, commandée par le régulateur, sert de valve d'étranglement. *G* et *G₁* sont les soupapes d'admission, *H* et *H₁* celles d'échappement.

Un arbre de distribution, *A*, animé de la même vitesse angulaire que l'arbre des manivelles, est situé latéralement au cylindre ; il porte des cames tournantes, sur lesquelles appuient des galets *N* (fig. 2), fixés à l'extrémité de leviers coudés, *L L₁*. Ces leviers manœuvrent les soupapes, leur bras *L* pénétrant dans une fenêtre de la tige correspondante *F*, et les tiges sont chargées, à leur extrémité supérieure, de poids *P*, qui assurent la descente des soupapes, malgré le frottement des tiges dans leurs garnitures. Pour produire différents degrés de détente, on établit plusieurs cames juxtaposées ; elles forment deux groupes, *D* et *D₁*, réunis par un manchon, dont la position est fixe pendant la marche. On modifie l'admission en faisant glisser à la main le manchon sur l'arbre *A*, et on le fixe à nouveau au moyen d'une vis, suivant celle des cames que l'on veut faire agir.

La figure 4 indique le détail du tracé des cames ; on voit que pour l'admission, la montée du galet, correspondant à l'ouverture de la soupape, a lieu, quel que soit le degré de détente, pour une position fixe de la manivelle, indiquée en *Y* ; la ligne *X* correspond au point mort, et l'angle compris entre ces deux lignes est l'angle d'avance. Les cames opèrent respectivement l'admission pendant $\frac{1}{7}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{5}{8}$.

L'échappement est gouverné par les cames *K* et *K₁*, qui sont fixées à demeure sur l'arbre.

Les profils des cames se composent, pour la montée, d'une ligne droite, raccordée avec les parties circulaires par des arcs de cercle, l'arc concave ayant pour rayon le rayon même du galet.

(1) Diamètre du cylindre, 1^m,067; diamètre du cylindre soufflant, 1^m,372; course, 1^m,524. Le piston soufflant est monté sur la contre-tige du piston à vapeur. La machine représentée fait 40 tours par minute ; elle dessert une installation Bessemer. Elle est construite par M. B. Cross, à Sacramento (Californie).

Distribution des ateliers Friedrich Wilhelm, à Mülheim sur la Ruhr (Prusse).
(Système Schlink.)

Cette distribution est représentée par les figures 5 et 6 de la feuille 23. Les soupapes sont encore disposées en batterie, mais la régulation se fait à la main, en modifiant le degré de l'admission, et sans étranglement.

Sur l'arbre de distribution *A* est enfilée une longue douille *B*, qui peut glisser sur une clavette fixée à l'arbre, au moyen d'un levier à main *T* (fig. 6), qui commande un autre levier *M*, dont l'extrémité forme fourchette et embrasse la douille. Pour chaque soupape il y a deux cames, et toutes les cames sont fixées sur la douille. Les cames *D* et *D₁*, qui conduisent les soupapes d'admission *G*, par l'intermédiaire de leviers *L* (Voir fig. 5), sont rectilignes du côté d'entrée, et hélicoïdales du côté de sortie, de manière à produire, suivant leur position, différents degrés d'introduction, l'avance à l'admission restant constante. Les cames d'échappement, *K* et *K₁*, sont des manchons de section uniforme, en sorte que l'échappement se fait constamment dans les mêmes conditions.

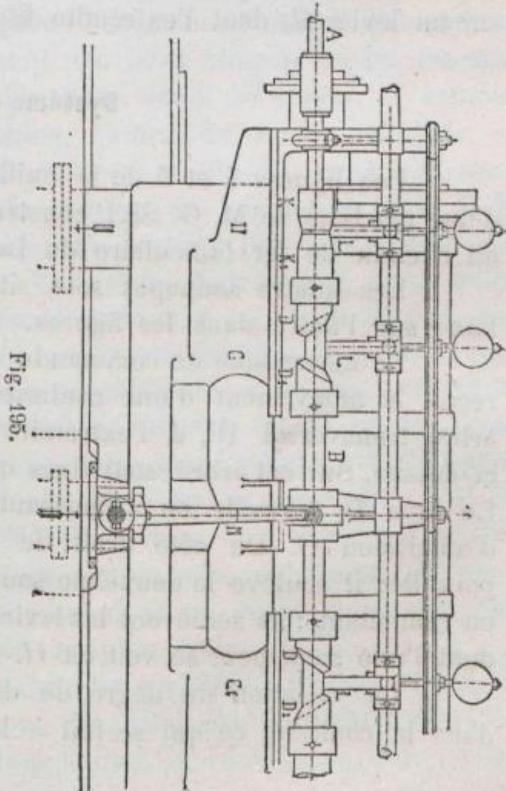
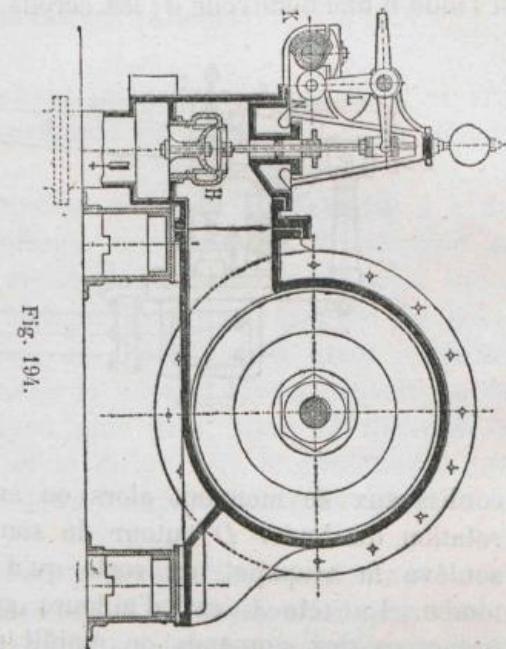
Pour la marche dans un sens, ce sont les cames *D* et *K* qui agissent, et pour l'autre sens, ce sont *D₁* et *K₁*. La position moyenne (celle de la figure) correspond à l'arrêt.

Les figures 194 et 195 du texte représentent une variante du même système, construite par M. F.W. Köttgen, à Barmen (Prusse). Les mêmes lettres se rapportent aux mêmes pièces que ci-dessus. On y voit, en *N*, l'un des galets qui roulent sur les cames de distribution.

Distribution de M. Gross, à Sacramento, Californie
(États-Unis).

M. W. B. Gross est l'auteur d'un système de détente, employé surtout dans les machines de navigation, et représenté par la figure 196, tel qu'on l'applique sur les bateaux de rivière.

Chaque tige de soupape d'admission, *F* par exemple, porte une tête *C*, qui reçoit l'effort d'un grand levier *D*, généralement en bois; celui-ci est animé d'un mouvement d'oscillation, qui lui est imprimé au moyen d'un levier à trois branches *A*, recevant lui-même, de la barre d'excentrique *B*, un mouvement alternatif. Pour pouvoir mettre en marche, ou renverser le mouvement, les chapes des tourillons, dans la barre d'excentrique, sont à fourchette, et on a disposé un levier *K* qui permet de manœuvrer les soupapes à la main.



Un deuxième excentrique, attelé à la barre B_1 , permet de faire varier la détente. A cet effet, le mouvement du grand levier, D par exemple, est transmis à la tête C par l'intermédiaire d'un coulisseau n , guidé dans une armature E qui est boulonnée au levier D . Ce coulisseau est relié par un écrou Q à une tringle filetée P , qui s'assemble par un joint universel à l'extrémité de la barre B_1 . Pour faire varier la détente, on fait tourner la tige P sur elle-même, à l'aide d'une manivelle J ; les écrous Q et Q_1 étant filetés, l'un à droite, l'autre à gauche, les deux

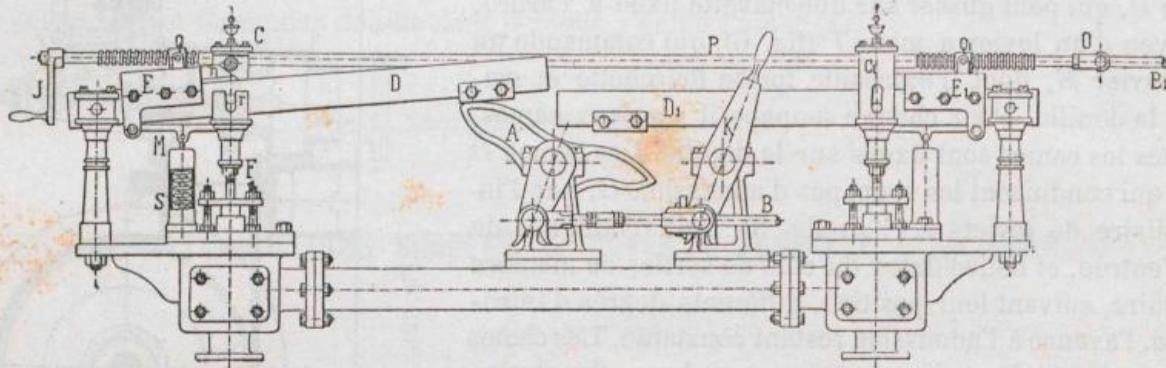


Fig. 196.

coulisseaux se meuvent alors en sens inverses dans leurs guides E et E_1 . Par l'effet de la rotation du levier D autour de son axe, le coulisseau s'écarte graduellement, à mesure qu'il soulève la soupape, en sorte qu'à un certain point, il abandonne la pièce C , et la soupape tombe. La tête C est d'ailleurs guidée par un goujon r , fixé au levier. Pour assurer la fermeture des soupapes, on établit à côté de chacune d'elles un ressort à boudin, S , qui tire sur un levier M , dont l'extrémité libre appuie dans une mortaise de la tête correspondante, C .

Système de M. G. Sigl, à Vienne (Autriche).

Les figures 5 et 6 de la feuille 24 représentent le cylindre, et la commande des soupapes d'une machine de M. G. Sigl, construite sur les plans de M. de Felbinger, et servant de moteur au chemin de fer funiculaire du Leopoldsberg, près de Vienne.

Les quatre soupapes sont situées au-dessus du cylindre, et se projettent deux à deux l'une sur l'autre dans les figures.

Le mécanisme de commande est très simple : une barre B , qui mène toute la distribution, reçoit le mouvement d'une coulisse du type de Gooch. Au-dessus du cylindre se trouve un arbre transversal W , à l'extrémité duquel est calé un bras A qui s'articule avec la barre ci-dessus. Sur cet arbre sont fixés quatre bras, D , D_1 , E , E_1 , dont les extrémités sont arrondies. Le bras D_1 travaille en s'abaissant : il appuie sur le levier LL_1 , et soulève ainsi la soupape d'admission G . Du côté droit de la figure, le levier symétrique est seulement dessiné en pointillé; il soulève la deuxième soupape d'admission. Les deux autres bras, E et E_1 , travaillent en remontant : ils soulèvent les leviers K et K_1 , et avec eux les tiges des soupapes d'échappement, dont l'une seulement se voit en H . Des ressorts à boudin S assurent la fermeture des soupapes.

La variation du degré de détente a lieu par le déplacement de la tête de la barre B , dans la coulisse, ce qui se fait à la main.

III. DISTRIBUTIONS SIMPLES, A DÉTENTE VARIABLE PAR LE RÉGULATEUR.

Machine de la Société de Construction de Nüremberg (Allemagne).

La Société de Construction de machines de Nüremberg (ancienne maison Klett et C^e) construit des machines à vapeur d'un type particulier, représenté en ensemble et en détails sur les planches XXXVIII et XXXIX.

Latéralement au cylindre sont boulonnées deux chapelles (planche XXXIX, fig. 1 à 3), dont chacune est divisée en deux compartiments, et renferme une soupape d'admission et une soupape d'échappement, celle-ci située en contre-bas de la première. L'espace situé entre les deux soupapes se raccorde graduellement, comme l'indique la figure 4, avec le canal rectangulaire qui communique au cylindre, et qui a $220^{\text{m}}/\text{m}$ sur $60^{\text{m}}/\text{m}$. Les deux chapelles sont reliées entre elles, d'abord par un T en fonte, qui amène la vapeur depuis l'enveloppe du cylindre, et la distribue des deux côtés, puis par un tuyau plus gros, situé en dessous, et coudé aux deux extrémités; celui-ci reçoit l'échappement, et le dirige vers le condenseur. Les couvercles des chapelles sont d'une seule pièce pour les deux compartiments, ils contiennent les presse-étoupes des tiges de soupape.

Parallèlement à l'axe du cylindre se trouve placé l'arbre de distribution, tournant dans quatre paliers, dont l'un fait partie du support du régulateur; il est commandé par l'arbre principal, au moyen d'une paire de roues d'angle égales, l'une desquelles est dentée en bois. Cet arbre porte des cames en acier trempé dur : la figure 7 représente celles qui correspondent à l'admission, et la figure 8, celles de l'échappement. On tient compte, en les traçant, de l'obliquité de la bielle, afin d'égaliser les admissions des deux côtés du piston; le contour indiqué en traits pleins correspond à l'avant de la machine, l'autre, en traits pointillés, se rapporte à l'arrière. Sur chaque came appuie un couteau émoussé *o* (fig. 9), en acier recuit au brun, fixé à un levier coudé *K N*; et, par suite de la rotation de l'arbre, le bras *K* du levier soulève ou laisse tomber la tige *F* de la soupape, qu'il saisit par une fourchette.

Les deux cames de l'échappement sont calées sur l'arbre de distribution, mais celles d'admission peuvent glisser sur cet arbre, le long d'une clavette fixe, et sont réunies par une longue douille, comme l'indique la figure 2. Ces deux cames sont tracées de manière que l'instant où commence la détente corresponde à une fraction variable de la course, suivant la position qu'elles occupent sur leur arbre, mais qu'au contraire l'instant où la soupape est soulevée reste le même pour toutes les positions de la came, en sorte que l'avance à l'admission est constante. C'est le régulateur qui imprime à la douille le déplacement convenable : il la manœuvre au moyen d'une fourchette et d'une combinaison de leviers, que l'on voit sur les figures 1 et 3. Les arcades qui servent de guides aux tiges de soupape supportent les logements des ressorts de rabat : ce sont des ressorts à boudin, dont on règle la tension par une vis. Avec l'arcade est également fondue la capsule du matelas d'air.

La puissance de cette machine est de 75 chevaux. Le cylindre est alésé à $0^{\text{m}},500$, la course est de $0^{\text{m}},900$, et la vitesse de 54 tours ; la vitesse moyenne du piston est, par suite, de $1^{\text{m}},62$ par seconde. Le tuyau d'arrivée de vapeur, qui débouche dans le haut de l'enveloppe, a $0^{\text{m}},120$ de

débit, et le tuyau de départ $0^m,160$; ces deux cotes correspondent respectivement à $0,058$ et $0,102$ de l'aire du piston. L'enveloppe est coulée avec le cylindre.

Le piston est fondu creux : il est garni de trois anneaux élastiques, tendus par une lame de ressort unique (fig. 2 et 3). La tige de piston a $70^m/m$ de diamètre; la contre-tige, qui commande directement la pompe à air, a $50^m/m$ seulement, afin de permettre le passage de l'écrou qui maintient le piston en place. Le piston de la pompe à air est simplement cannelé, sans garniture ; il a $0^m,210$ de diamètre, et par suite, le rapport des volumes engendrés par les deux pistons est $0,176$.

Le bâti à baïonnette, fondu d'une seule pièce avec le grand palier, forme poutre creuse. La crosse, en fer forgé, est clavetée sur la tige du piston. Les coulisseaux sont en fonte et garnis de métal blanc ; celui du bas est muni d'un coin de réglage, qu'on rappelle au moyen d'une tige filetée (fig. 6). Le pied de bielle est à fourche, et son tourillon tourne dans la crosse, qui forme palier (*Voir planche XXXVIII, fig. 4*). La bielle, de proportions robustes, est à tête fermée.

Le maneton, légèrement arrondi en fuseau, a $0^m,160$ de portée, et $0^m,135$ de diamètre au milieu ; il se termine par un disque rapporté, fixé à vis. Son embase est à demi encastrée dans la manivelle, à laquelle il est fixé par une clavette.

Le diamètre de l'arbre est de $0^m,220$, réduit à $0^m,180$ dans le grand palier ; en avant de ce palier, l'arbre porte une embase, qui est en partie noyée dans le moyeu de la manivelle. Le palier, dont la semelle présente une très large assise, a $0^m,350$ de longueur ; il est en trois coussinets, garnis de métal blanc ; les deux coussinets latéraux se règlent à l'aide de coins.

Pour toutes les machines dont le cylindre ne dépasse pas $0^m,440$ en diamètre, la Société de Nuremberg a adopté des volants poulies, à jante tournée. Au-delà de cette grandeur, les volants sont dentés comme celui de la machine que nous étudions ; son diamètre est de $4^m,90$, et les dents ont $0^m,270$ de largeur. Ce volant est formé de plusieurs pièces : au centre, un tourteau, composé de deux moitiés serrées ensemble par deux couronnes en fer, est calé sur une partie renflée de l'arbre. Sur ce tourteau s'assemblent les deux moitiés de la couronne, dont chacune est coulée avec trois bras ; les deux parties de la jante sont jointes par éclisses et clavettes, et chaque bras est assujetti au moyen de trois boulons sur le tourteau central.

Pour se rendre du cylindre au condenseur, la vapeur traverse un réchauffeur d'alimentation, situé latéralement, au-dessous du sol de la machine, et dont les détails sont représentés dans les figures 1, 2, 6 et 7 de la planche XXXVIII. C'est un cylindre renfermant 21 tubes en fer de $55^m/m$ de diamètre intérieur sur $2^m,710$ de longueur ; l'eau d'alimentation passe dans les tubes, et la vapeur circule tout autour. Les deux extrémités portent des couvercles en calotte sphérique, avec tubulures, raccordant les tuyaux d'arrivée et de départ avec l'intérieur des tubes du réchauffeur. Entre le cylindre et le réchauffeur se trouve une valve d'arrêt, et entre le réchauffeur et le condenseur est placé un robinet à trois voies, servant à faire fonctionner la machine à volonté avec ou sans condensation. Ce robinet est représenté sur la figure 6, dans la position voulue pour que la vapeur se rende au condenseur ; en le faisant tourner de 90° , on ferait décharger la vapeur dans l'atmosphère par le tuyau inférieur. Le réchauffeur fonctionne toujours, que l'on condense ou non.

L'eau qui s'amasse, soit dans la conduite d'arrivée, soit dans l'enveloppe, est évacuée par un purgeur automatique. Celle qui pourrait s'amasser dans le cylindre s'écoule d'elle-même par les lumières, et s'évacue dans l'échappement.

La machine est gouvernée par un régulateur Porter, qui fait 180 tours par minute, et dont le manchon a $0^m,048$ de course ; il est combiné pour régler l'admission entre les limites extrêmes $0,033$ et $0,80$ de la course du piston.

Système de M. Freiesleben, à Niesky (Prusse).

Le système de M. Fr. Friesleben est représenté sur la feuille 24, figures 1 à 4. Les soupapes sont disposées sur les côtés du cylindre, celles d'admission étant placées directement au-dessus de celles d'échappement.

Les soupapes d'admission sont manœuvrées à l'aide de manchons à cames D et D_1 , enfilés sur l'arbre A qui commande la distribution. Chaque manchon, D par exemple (fig. 3), appuie sur le levier K , rattaché par une tringle k au levier L de la soupape. La surface des manchons affecte, du côté de la détente, une forme hélicoïdale, en sorte qu'en les faisant glisser sur l'arbre A , on fait varier la proportion de l'admission. Ce mouvement a lieu par l'effet d'un régulateur à boules, disposé horizontalement entre les deux manchons, et tournant sur l'arbre A . Un train d'engrenages, $z z_1 g g_1$ (fig. 4), donne au régulateur une vitesse de rotation beaucoup plus grande que celle de l'arbre qui le porte ; les oscillations trop vives sont amorties par deux freins à huile, i et i_1 , dans lesquels se meuvent des pistons directement reliés aux manchons ou colliers de tête h et h_1 du régulateur.

La came (Voir fig. 3) agit sur le levier K d'une façon toute particulière : elle appuie sur une sphère r , mobile dans une alvéole hémisphérique pratiquée dans le levier ; cette disposition a pour but de diminuer la résistance au mouvement des cames dans le sens longitudinal.

Les soupapes d'échappement H (fig. 3) reçoivent leur mouvement d'une manivelle B (fig. 4), calée sur l'extrémité de l'arbre A ; cette manivelle, par une bielle P et un bras Q , imprime un mouvement d'oscillation à l'arbre W , qui commande les deux soupapes, et dont la position en plan est indiquée sur la figure 4. L'arbre A porte deux leviers opposés, O et O_1 , qui agissent alternativement sur les soupapes, avec un temps perdu de la moitié de leur course. A cause de l'obliquité de l'arbre W , les deux têtes de la bielle P sont montées sur des tourillons sphériques.

Les quatre soupapes sont repoussées vers leurs sièges par des ressorts à boudin S , S_1 (fig. 3), qui n'ont d'ailleurs à vaincre que le frottement de la garniture et l'effort qu'exerce la vapeur sur la section de la tige.

Système de la Société de Construction de machines de Prague.

Les machines d'extraction construites par la Société de Prague sont munies d'une détente variable automatiquement, due à M. Carl Tökei, directeur des ateliers de la Société ; nous en représentons les parties essentielles (1) sur la feuille 23 (fig. 7 et 8).

On sait que dans les machines d'extraction, la résistance à vaincre va en diminuant graduellement, depuis le départ, suivant une loi déterminée ; il est donc possible de ménager le tracé des cames de manière à établir une décroissance identique dans le travail du moteur. Le déplacement des cames, qui sont fixées à une douille B , mobile sur l'arbre de distribution A , est réglé par la machine elle-même, en sorte que l'on peut assimiler cette combinaison à l'emploi d'un régulateur. On voit, sur les figures, que les soupapes d'admission G et G_1 , comme celles d'échappement H et H_1 , sont manœuvrées par l'intermédiaire de leviers coudés LL_1 , comme précédemment. La douille B peut toujours être déplacée à la main, au moyen d'un levier N (fig. 7),

(1) *Berg-und Hüttenmannisches Jahrbuch*, 1873.

calé sur un arbre transversal W , qui porte une fourchette C , saisissant les deux collets bb de cette douille. Mais on peut aussi confier à la machine le soin de régler elle-même sa détente, au moyen de la combinaison suivante. Sur la douille B est fixé un assez long pignon x , engrenant avec une roue z , calée sur un arbre v , lequel tourne par ses deux extrémités dans des colonnettes verticales. Cet arbre est fileté, et traverse un écrou M , qui communique son mouvement de translation à un bras monté fou sur l'axe W , et portant à son extrémité un secteur denté E , qui, dans la figure 8, se projette presque entièrement derrière une arcade réunissant les deux colonnettes qui supportent l'arbre v .

Au départ, le levier de manœuvre N est amené dans l'une des positions extrêmes, X par exemple, et maintenu par le verrou T dans l'un des crans du secteur E . Le mouvement de la machine, agissant comme on vient de le voir, entraîne peu à peu le secteur, et avec lui le levier N , dans la direction de la flèche (fig. 8), en sorte que le bras C s'approche graduellement de la position moyenne, et que les introductions vont en diminuant. Lorsqu'on veut arrêter, on met le verrou T dans le cran Z , qui est pratiqué dans l'arcade fixe; pour faire tourner la machine en sens contraire, on met le levier N dans la position Y .

En maintenant à la main le levier de manœuvre, sans enclancher le verrou, on peut marcher à un degré quelconque de détente, ou même à pleine admission.

A l'exposition de Vienne, en 1873, se trouvait une machine d'extraction jumelle, de ce type, combinée pour éléver une charge de 1250 kilogrammes, de 380 mètres de profondeur, avec une vitesse de 5 à 7 mètres par seconde. Les cylindres avaient 0^m,500 de diamètre, et la course était de 1^m,900; la marche normale était de 36 tours par minute.

IV. DISTRIBUTIONS A RENCONTRE, A CHUTE LIBRE.

Nous appelons distributions *à rencontre* celles dans lesquelles un organe relié d'une façon continue avec l'arbre du volant, vient rencontrer à chaque tour un taquet relié à la soupape, et soulève celle-ci.

1^o SOUPAPES PLACÉES SUR LE COTÉ DU CYLINDRE.

Système de MM. Briegleb, Hansen et C^{ie}, à Gotha (Saxe).

La planche XL représente trois variantes du système de distribution à soupapes de MM. Briegleb, Hansen et C^{ie} (ancienne maison Bonsack, Hansen et C^{ie}), telles que ces constructeurs l'appliquent à des machines de plus de 40 chevaux. Les figures se correspondent deux à deux, pour l'admission (fig. 1, 3 et 5) et pour l'échappement (fig. 2, 4 et 6).

Dans les trois dispositions, *A* est l'arbre de distribution, tournant avec la même vitesse que le volant, et commandé, dans la première variante, par un arbre auxiliaire *B*, et, dans les deux autres, directement depuis l'arbre moteur.

Dans les trois mécanismes d'admission, la tige *S* de la soupape *G* est manœuvrée par un levier *K*, au moyen d'une bielle. Celle-ci est soulevée par la rencontre d'un ergot d'acier *n*, qui vient à chaque tour buter, soit sous un coulisseau *D* (fig. 1), soit sous l'extrémité de la bielle *C* (fig. 2 et 3). Le guidage se fait, dans le premier cas par des douilles où glissent les deux tiges *C* et *C₁* d'un cadre entourant l'arbre *A*, dans le second cas, au moyen d'une petite bielle *D*, articulée à la queue *B* de l'excentrique, dans le troisième enfin, par une tige *b*, articulée au bâti, et coulissant à pompe dans l'intérieur de la queue *B* de l'excentrique. Les soupapes sont rabattues soit par un poids (fig. 1), soit par des ressorts à boudin *S* (fig. 2 et 3), et le choc est amorti à l'aide de capsules à matelas d'air *Q*.

La durée du contact de l'ergot *n*, à partir de la rencontre, avec la pièce qu'il soulève, est réglée, dans le premier mécanisme, par le déplacement latéral du coulisseau *D*; celui-ci est relié, par une tige guidée, à une glissière *E*, en forme de T, qui embrasse un coulisseau situé à l'extrémité d'une équerre oscillant sur l'arbre *W*; l'autre bras de l'équerre est rattaché par une tringle au levier du régulateur.

Dans les deux autres mécanismes, la durée du contact après la rencontre (et par conséquent la durée de l'admission) est déterminée par le degré d'inclinaison de la bielle *C*, qui coulisse dans une pièce articulée à l'extrémité d'un bras *T*, mobile lui-même dans des glissières ménagées dans le bâti. Par l'autre extrémité, la pièce *T* est reliée à l'un des bras d'une équerre *R*, qui s'incline plus ou moins d'après la position du régulateur, auquel elle est rattachée par la tringle *M*.

La rencontre de l'ergot *n* avec le coulisseau (ou la bielle, suivant les cas), ayant lieu vers la mi-course en montant, il est clair que l'avance à l'introduction reste constante, et que la durée de l'admission peut atteindre presque la course entière, lorsque la pièce de rencontre se trouve placée de manière à ne pas quitter l'ergot pendant tout le demi-tour supérieur de l'excentrique.

Pour les soupapes d'échappement *H*, on voit dans la figure 2 un cadre *N*, monté sur la tige *KK₁*, et dans lequel tourne l'arbre *A*. Sur cet arbre est calée une came *o*, qui vient buter à chaque tour contre une pièce d'acier *n*, fixée au cadre, et la soulève, ce qui, par l'intermédiaire du levier *L*, fait ouvrir la soupape. La pièce *n* est profilée en arc de cercle en son milieu, de manière qu'elle est d'abord soulevée par la came, puis demeure un certain temps dans sa position la plus élevée, avant de redescendre. La tige *F₁* de la soupape est chargée d'un poids *P₁*, qui assure la fermeture. Le mécanisme est représenté à l'instant où la came va rencontrer la pièce *n* du cadre, et ouvrir l'échappement.

Les mécanismes d'échappement des deuxième et troisième variantes sont identiques : une came *o*, fixée sur l'arbre *A*, abaisse, en tournant, un cadre *K*, fixé sur une tige verticale, et fait ainsi lever la soupape *H*. En continuant sa rotation, la came laisse remonter le cadre, sous l'effort du poids *P* et du ressort à boudin *Q*, et la fermeture se fait graduellement, sans choc (1).

(1) On remarquera l'analogie de ces mécanismes, d'apparence singulière et d'ailleurs encombrants, avec certains déclanchements américains. (*Traducteur.*)

Système de la Société de Construction de machines de Putnam, à Fitchburg (Mass. États-Unis).

La Société de Putnam, un des meilleurs ateliers d'Amérique, construit un type de machines représenté sur la planche XLI, figures 1 à 3.

Le mécanisme de déclic est du même genre que celui de MM. Goldie et Mac-Culloch, décrit page 150. La distribution est conduite par un arbre parallèle au cylindre, et dont la vitesse est moitié de celle du volant; sur cet arbre sont fixées des cames à deux bosses, telles que n , n_1 (fig. 3); cette came fait lever la soupape d'admission G par l'intermédiaire d'une barre N , qui présente un talon o , et qui s'engage sous le boulon z , dans une fenêtre de la tige F . Le régulateur, agissant sur le levier coulé MM_1 , déplace plus ou moins la barre N dans le sens de sa longueur, et par là détermine la durée de l'admission, car, dès que la came dépasse le talon o , la soupape retombe; pour assurer une fermeture rapide, la tige F est sollicitée par un ressort s .

Pour les soupapes d'échappement, la barre N est articulée à un point fixe du support K , et son mouvement est constamment le même.

Ce mécanisme, où toutes les parties qui travaillent sont en acier trempé dur, fonctionne très exactement. Les soupapes sont formées de deux chapeaux séparés, fixés sur une tige en fer, qui est entourée d'une douille de bronze dans la partie qui traverse la boîte à étoupes.

Le piston moteur, de 0^m,305 de diamètre, a 0^m,838 de course; la vitesse étant de 55 tours, la vitesse moyenne du piston revient à 1^m,53 par seconde.

Le bâti est d'une forme assez singulière, et porte un palier borgne, en face du palier de manivelle. L'arbre du régulateur, situé entre les chapelles des soupapes, traverse, par un conduit ménagé à la fonte, la tubulure d'arrivée de vapeur; dans cet arbre est enfilé un tube qui monte et descend sous l'influence des boules. Celles-ci agissent en sens contraire d'un fort ressort à boudin, logé dans le haut du régulateur, et que l'on tend plus ou moins, au moyen d'une vis, pour modifier la vitesse de régime. La partie inférieure de la tringle du régulateur ne tourne pas: elle est percée d'une fenêtre, à travers laquelle passe l'arbre de distribution, les axes de ces deux pièces concourant en un même point, comme le montre la figure 3.

Distribution de la Société anonyme de constructions mécaniques d'Anzin (Établissements de Quillacq).

La Société de Constructions mécaniques d'Anzin, qui, sous la direction de M. de Quillacq, fondateur des établissements, s'est fait une spécialité de la construction des machines d'extra-
ction, avait exposé en 1878 des dessins des derniers types de ses machines. Ce qui concerne la distribution est reproduit sur la planche XLII, figures 9 à 11.

Les soupapes sont placées latéralement, celles d'admission étant verticalement au-dessus de celles d'échappement.

La distribution est conduite par deux excentriques X et X_1 (fig. 197) et une coulisse A (fig. 198), permettant de renverser la marche. Au moyen d'une bielle B , dont la tête peut se déplacer sur la coulisse, le mouvement est transmis, par l'intermédiaire d'une autre bielle D , à une barre C (figure 199), placée verticalement entre les deux chapelles de distribution. Cette barre est d'ailleurs animée d'un second mouvement, dans le sens vertical, qui lui est imprimé de la manière suivante. La coulisse A , suspendue sur un levier $T T_1$, fait osciller ce levier, dont le bras inférieur T_1 est relié, par la bielle P , à un levier coulé $Q Q_1$. Le bras Q_1 de cette dernière pièce

s'articule avec l'extrémité de la barre *C*, et un contrepoids convenable équilibre le poids de la barre, et de la bielle *D* qui lui est articulée. La barre *C*, ainsi commandée par les deux extrémités, se trouve animée de deux mouvements de sens différents et de périodes différentes, en sorte que ses divers points décrivent des courbes ovales, dont quelques-unes sont tracées sur la figure 199; elle fait mouvoir, au moyen des bielles *E*, *E₁*, et des leviers coudés *L*, *L₁*, les soupapes d'échappement. Des ressorts à boudin *S₁*, situés sous les soupapes, se bandent lors de l'ouverture, et assurent la fermeture (Voir planche XLII, figure 9) lors du recul des leviers *L*, *L₁*.

Voici maintenant comment sont manœuvrées les soupapes d'admission.

L'extrémité de la bielle *D* est retournée vers le haut, et forme un taquet *n*, qui, dans le mouvement de balancement de la barre *C*, vient rencontrer tour à tour les butoirs *o* et *o₁*, situés à l'extrémité des bielles pendantes *M* et *M₁*. Le taquet repousse ces bielles devant lui, et comme elles sont reliées, par d'autres petites bielles, aux leviers *K* qui manœuvrent les soupapes, on voit que la longueur de l'admission est mesurée par la durée du contact du taquet avec le butoir. Cette durée dépend de la hauteur à laquelle se trouvent les bielles *M* et *M₁*, qui sont suspendues aux deux extrémités d'un petit balancier *R R₁*, placé sous la dépendance du régulateur : plus l'aiguille que porte ce levier s'incline vers la droite, et plus les admissions sont prolongées. Les cylindres *O* servent de capsules à matelas d'air, et contiennent les ressorts à boudin qui font fermer brusquement les soupapes au moment du déclenchement; la tension de ces ressorts se règle par des vis. Comme les positions des bielles *M* et *M₁* se modifient en sens inverses, les butoirs *o* et *o₁* sont placés inversément par rapport au taquet *n*; en admettant que la machine marche dans le sens indiqué par les numéros *I*, *II*, etc. (suivant les flèches),

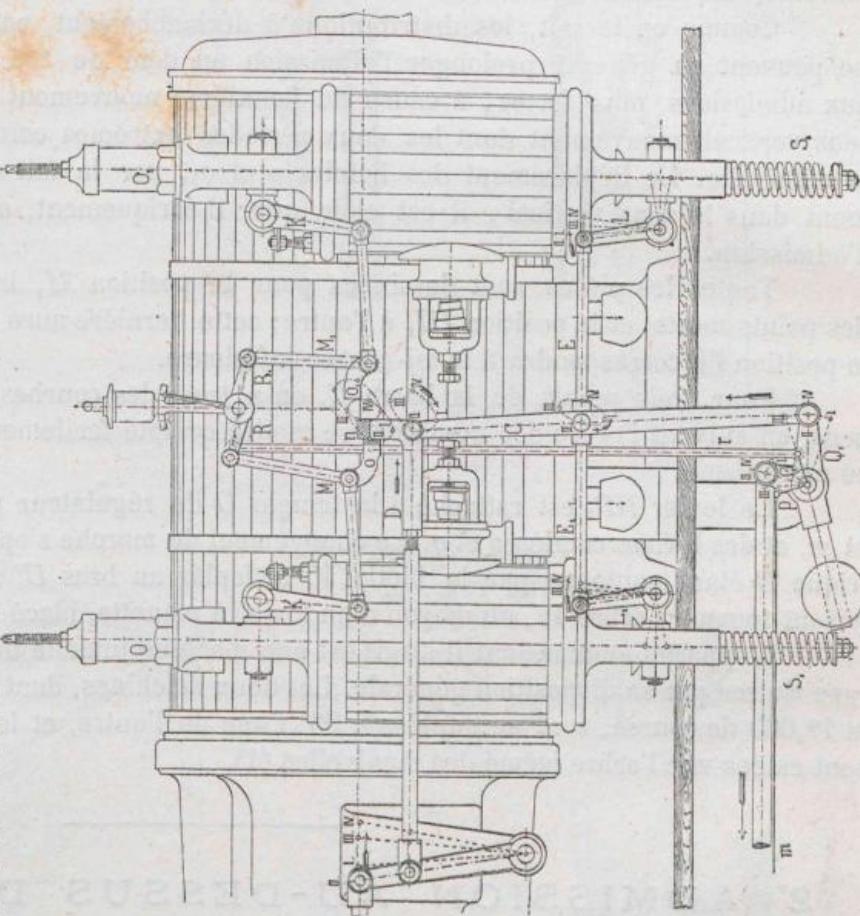


Fig. 199.

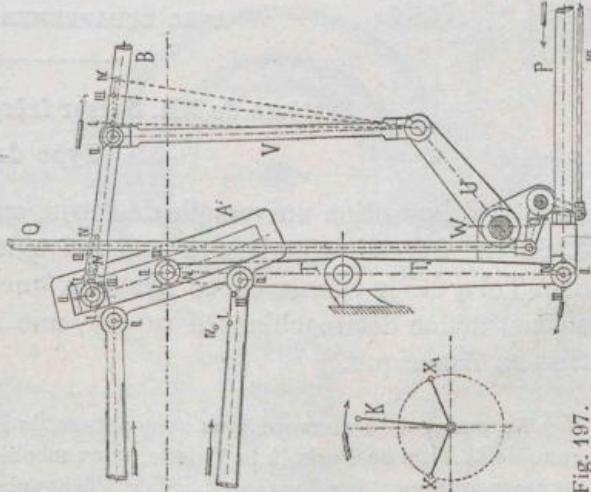


Fig. 198.

Fig. 197.

le butoir o , qui est au contact dans la figure 199, dépasse le taquet par dessous, et le butoir o_1 , par dessus.

Les positions de toutes les pièces, dans les figures 198 et 199, correspondent à la position K de la manivelle (fig. 197) : l'excentrique actif X se trouvant presque à sa position extrême, à l'instant figuré.

Comme on le sait, les distributions à déclanchement, conduites par un seul excentrique, ne peuvent en général prolonger l'admission au delà de 0,4. Mais ici, la régulation s'étend aux admissions plus fortes, à cause du deuxième mouvement que reçoit la barre C dans le sens vertical, mouvement dont les deux périodes extrêmes coïncident avec les points morts de la manivelle. Le déplacement des butoirs o et o_1 , par le fait du régulateur, ayant lieu également dans le sens vertical, il est clair que, théoriquement, on peut atteindre tous les degrés d'admission.

Toutes les pièces sont dessinées pour la position II , la position I correspondant à l'un des points morts, et la position III , à l'autre; cette dernière aura lieu à l'origine du coup suivant, et la position IV correspondra à la mi-course inférieure.

Pour trois points de la barre C , on a tracé les courbes ovales de leur trajectoire, et l'on peut, en suivant l'ordre des numéros, se rendre compte facilement des propriétés remarquables de ce mécanisme.

Le levier RR_1 est rattaché à la tringle O du régulateur par l'intermédiaire des tringles r et m , et des leviers coudés p et q . Le changement de marche s'opère à la main : la barre d'excentrique B étant soutenue par la bielle V , articulée au bras U , on la déplace dans la coulisse en faisant tourner l'arbre W , au moyen d'un levier à manette, placé à portée du mécanicien.

L'appareil moteur dont il s'agit est une machine jumelle de 350 chevaux, qui se rattache au type Sulzer par sa disposition générale. Les deux machines, dont les pistons ont 0^m,750 de diamètre et 1^m,600 de course, sont accouplées à 90° l'une de l'autre, et les bobines des câbles d'extraction sont calées sur l'arbre même des manivelles (1).

2^o ADMISSION AU-DESSUS DU CYLINDRE

AVEC ÉCHAPPEMENT PAR DESSOUS.

Système de MM. Sulzer frères, à Winterthur (Suisse).

Type de 1867.

C'est à l'Exposition universelle de Paris, en 1867, que parut d'abord le système de machines de MM. Sulzer frères : c'était une conception toute nouvelle, et qui, dès l'abord, fut hautement appréciée. Tel a été le succès de ce système, que MM. Sulzer ont acquis aujourd'hui en Europe, dans la construction des machines à vapeur, une situation hors ligne, qui n'a d'égale que celle de M. Corliss en Amérique.

(1) Au moment où nous mettons sous presse, la Société d'Anzin vient de mettre en service, à l'usine d'élevation d'eau de la Ville de Paris, à la Villette, deux machines symétriques, dont la distribution, à part une modification ingénieuse apportée à la manœuvre de l'échappement, se rapporte au type de 1873 de MM. Sulzer. Ces machines, chacune de 300 chevaux, conduisent directement, par les contre-tiges des pistons, des pompes du type Girard. Les pistons à vapeur ont 0^m,750 de diamètre : leur course est de 1^m,600.

Dans cette machine de 1867, on rencontrait, pour la première fois, quatre soupapes équilibrées, placées de la même manière que les tiroirs cylindriques de M. Corliss; le bâti était du modèle à baïonnette. Actuellement, cette machine n'a plus qu'un intérêt pour ainsi dire historique, car elle fut bientôt remplacée par un type radicalement différent et plus avantageux. Nous en donnerons néanmoins la description, pour mieux faire ressortir les phases successives du développement.

Un arbre de distribution *A* (fig. 200 à 202), situé latéralement, donne le mouvement aux soupapes d'admission et d'échappement, au moyen de quatre cammes, pareilles deux à deux. Examinons d'abord qui ce concerne la soupape d'admission *G*. La came *C* appuie sur une touche d'acier fixée au levier *B*, et celui-ci, qui oscille autour du point *b*, se trouve en même temps articulé en *c* dans une fourche qui termine la bielle *E*.

Lorsque l'arbre *A* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la came repousse le levier *B*, et la bielle *E* agissant

Fig. 200.

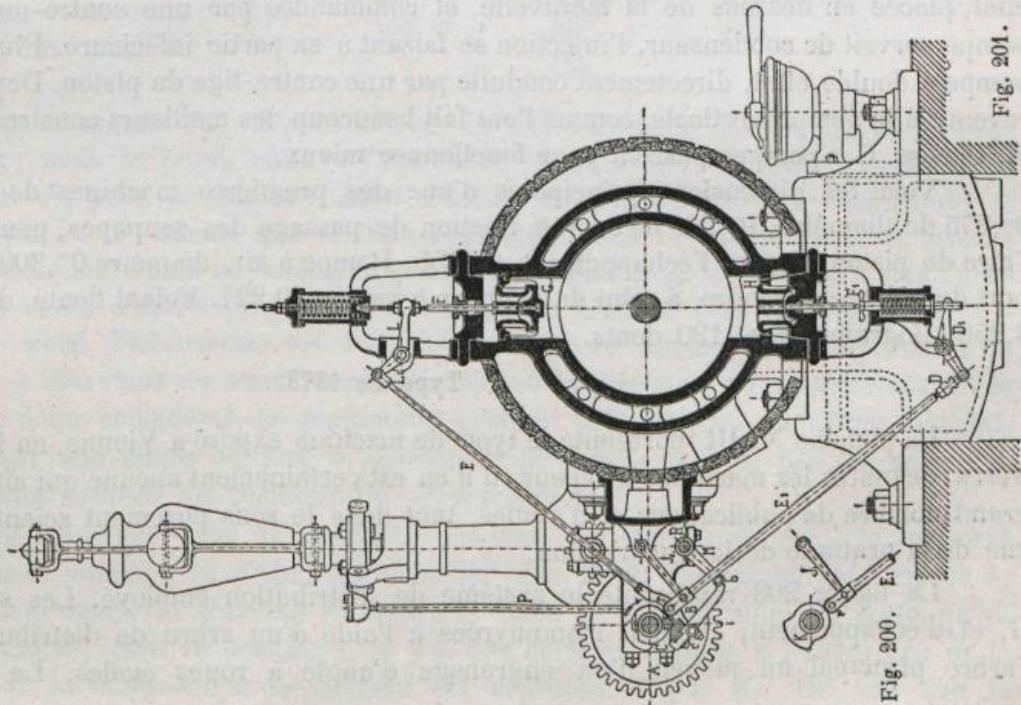


Fig. 201.

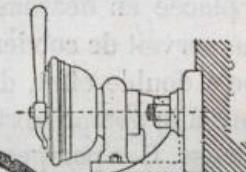
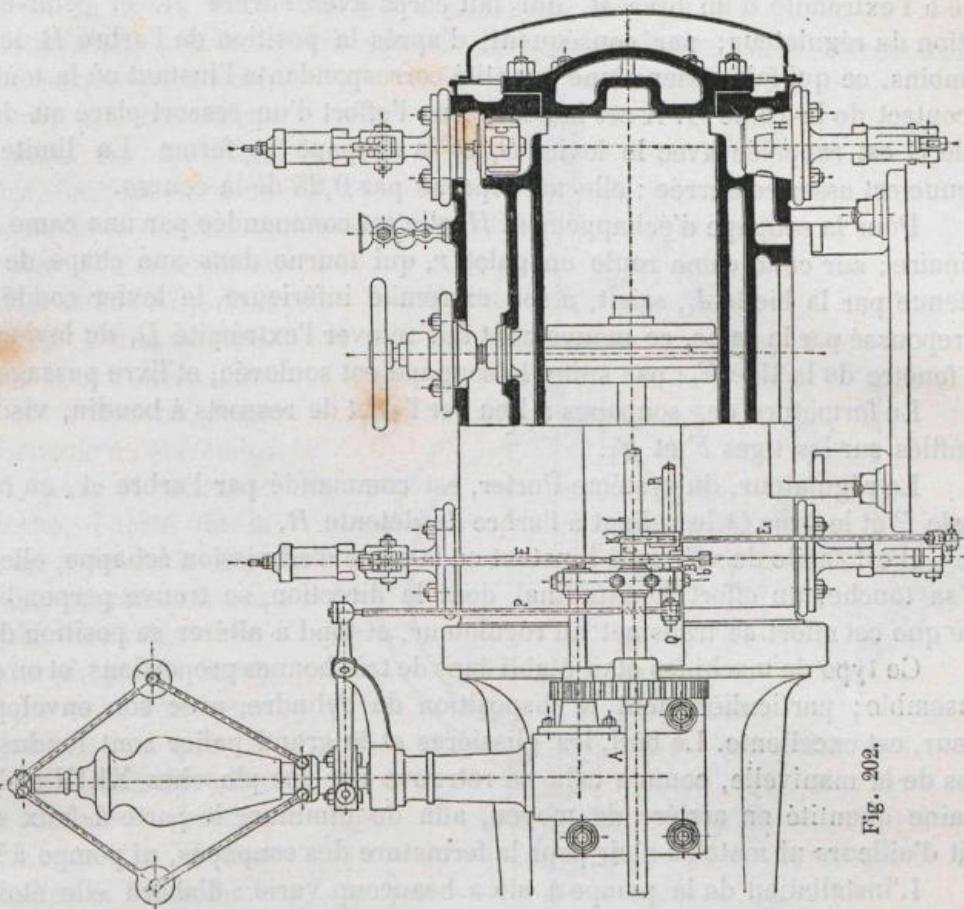


Fig. 202.



sur le levier coudé LL_1 , soulève la tige de la soupape. Le point b , où s'articule le levier B , est situé à l'extrémité d'un bras M , qui fait corps avec l'arbre R , et celui-ci peut osciller suivant l'action du régulateur; par conséquent, d'après la position de l'arbre R , le levier B s'avance plus ou moins, ce qui fait varier d'une quantité correspondante l'instant où la touche qu'il porte échappe au contact de la came C . A cet instant, sous l'effort d'un ressort placé au-dessus de la soupape, la bielle E est rappelée avec le levier B , et la soupape se ferme. La limite de la variation ainsi obtenue est assez resserrée : elle ne dépasse pas 0,25 de la course.

Pour la soupape d'échappement H , elle est commandée par une came K (fig. 200) de la forme ordinaire ; sur cette came roule un galet r , qui tourne dans une chape de la bielle E_1 . Celle-ci, soutenue par la bielle J_1 , saisit, à son extrémité inférieure, le levier coudé DD_1 . Lorsque le galet est repoussé par la came, ce mouvement fait relever l'extrémité D_1 du levier, qui est engagée dans une fenêtre de la tige F_1 ; par suite, la soupape est soulevée, et livre passage à la vapeur.

La fermeture des soupapes a lieu par l'effet de ressorts à boudin, visibles sur la figure 201, et enfilés sur les tiges F et F_1 .

Le régulateur, du système Porter, est commandé par l'arbre A , au moyen d'engrenages ; la tringle P et le bras Q le relient à l'arbre de détente R .

Il est facile de voir qu'à l'instant où la came d'admission échappe, elle exerce sur le levier B , par sa touche, un effort longitudinal dont la direction se trouve perpendiculaire au bras M , en sorte que cet effort se transmet au régulateur, et tend à altérer sa position d'équilibre.

Ce type de machines était établi dans de très bonnes proportions, et on en a conservé les formes d'ensemble ; particulièrement la disposition du cylindre, avec son enveloppe et ses conduits de vapeur, est excellente. Le bâti, les glissières et le grand palier sont fondus d'une seule pièce. Le corps de la manivelle, comme cela se retrouve sur les planches XLIII et XLIV, est reculé d'une certaine quantité en arrière du moyeu, afin de diminuer le porte-à-faux sur le maneton. Il n'y avait d'ailleurs ni matelas d'air pour la fermeture des soupapes, ni pompe à huile au régulateur.

L'installation de la pompe à air a beaucoup varié : d'abord elle était verticale et à simple effet, placée en dessous de la manivelle, et commandée par une contre-manivelle ; le corps de pompe servait de condenseur, l'injection se faisant à sa partie inférieure. Plus tard, on adopta une pompe à double effet, directement conduite par une contre-tige du piston. Depuis, MM. Sulzer sont revenus à la pompe verticale, comme l'ont fait beaucoup des meilleurs constructeurs, et entre autres M. Corliss. Ces pompes passent pour fonctionner mieux.

Voici les dimensions principales d'une des premières machines de MM. Sulzer. Piston, 0^m,375 de diamètre, 0^m,900 de course. Section de passage des soupapes, pour l'admission 0,04 de l'aire du piston, et pour l'échappement, 0,0455. Pompe à air, diamètre 0^m,300, course 0^m,320 ; rapport du volume engendré, à celui du cylindre à vapeur, 0,227. Volant denté, diamètre 3^m,650, poids 3,250 kilogrammes, et 190 dents.

Type de 1873.

La planche XLIII représente le type de machine exposé à Vienne, en 1873, par MM. Sulzer frères ; de toutes les machines à vapeur, il n'en est certainement aucune qui ait donné lieu à un plus grand nombre de publications et d'études, tant dans le sens purement scientifique, qu'au point de vue de la pratique de la construction.

La figure 203 représente le système de distribution employé. Les soupapes d'admission, G , et d'échappement, H , sont manœuvrées à l'aide d'un arbre de distribution, A , conduit par l'arbre principal au moyen d'un engrenage d'angle à roues égales. Le mécanisme relatif à

l'échappement est identiquement le même que dans le type précédent, il est d'ailleurs affecté des mêmes lettres que sur la figure 201 ; nous n'y reviendrons pas.

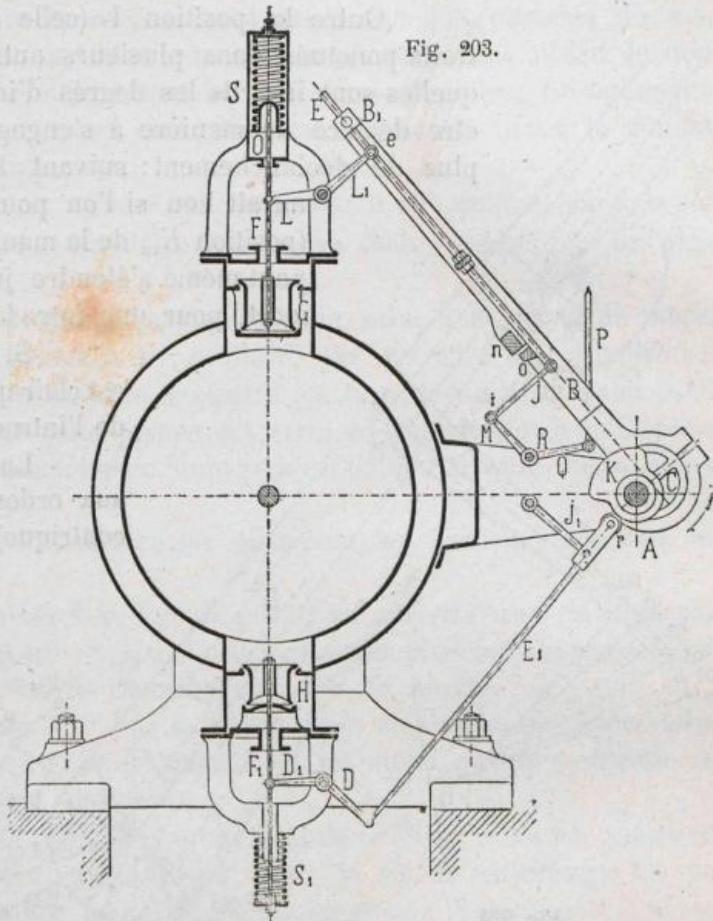
Les soupapes d'admission sont conduites par un excentrique C ; la barre d'excentrique, BB_1 , est formée de deux flasques parallèles, reliées à leur extrémité B_1 par une entretoise qui coulisse librement sur une tige cylindrique E : ces deux flasques sont en outre rattachées par une traverse d'acier, n , qui sert de butoir. La tige E s'articule en e avec l'extrémité du levier coudé LL_1 , dont le bras L , se terminant en griffe, soulève la tige F de la soupape. L'extrémité inférieure de la tige E , qui est à fourche, porte un talon d'acier o , et s'articule à l'extrémité d'une petite bielle J . L'arbre A tournant dans le sens de la flèche, l'arête de la traverse n décrit, dans un tour de la machine, une courbe ovale, et rencontre le talon o . Alors la tige E , dont les deux extrémités tournent autour de points fixes, suit la barre d'excentrique dans son mouvement de descente, jusqu'à ce que la traverse dépasse et abandonne le talon n . A cet instant, le ressort à boudin S , qui était comprimé par le levier de la soupape, se débande, et l'introduction est brusquement interrompue. Le choc est amorti par un matelas d'air ménagé en O .

Tant que le point i , autour duquel peut tourner la bielle J , reste fixe, le degré d'introduction ne change pas ; mais ce point, situé à l'extrémité du bras M d'un levier coudé MQ , mobile autour du point R , peut se déplacer sous l'action du régulateur, qui commande le levier MQ par la tringle P . Il s'ensuit que le talon o s'engage plus ou moins dans la courbe ovale, et reste, par conséquent, plus ou moins longtemps en contact avec la traverse n : la durée de l'introduction varie donc d'après la position du point i . L'effort que le régulateur a à exercer pour modifier ainsi l'admission est très faible, car le mouvement imprimé à la bielle J et au talon o , a lieu dans un sens perpendiculaire à la direction du mouvement de la barre BB_1 ; on peut donc considérer le régulateur comme indépendant du déclanchement.

La figure 204 est une épure où l'on a représenté la courbe décrite par l'arête de la traverse n , et un certain nombre de positions du déclanchement.

L'excentrique se trouvant dans la position moyenne de son parcours, la traverse occupe la position n ; à ce moment, le piston approche du point mort. En parcourant l'espace e , qui s'étend jusqu'au point mort, la traverse rencontre le talon o , et l'entraîne, en sorte qu'au commencement de la course, pour la position I, il y a une certaine avance à l'ouverture de la soupape. La position de la manivelle à ce moment est représentée par K_1 . On voit que la

Fig. 203.



longueur e , diminuée de l'avance, correspond au recouvrement des distributeurs glissants, et l'arc parcouru par l'excentrique depuis sa position moyenne, peut être considéré comme l'angle d'avance. Il est à remarquer que l'ouverture des soupapes a lieu au moment du maximum de vitesse de l'excentrique.

Outre la position I (celle du point mort), la tige E est figurée en traits ponctués dans plusieurs autres positions de déclenchement, à côté desquelles sont inscrits les degrés d'introduction correspondants. Le talon o peut être déplacé de manière à s'engager assez loin dans l'ovale pour qu'il n'y ait plus de déclenchement: suivant les données de la figure 204, ce maximum

aurait lieu si l'on poussait l'introduction aux 0,95 de la course (position K_{vn} de la manivelle). D'un autre côté, l'action du régulateur peut même s'étendre jusqu'à faire déclencher à l'instant du point mort, pour une introduction nulle (position I).

Si l'on augmente l'avance de l'excentrique, il est clair qu'on diminue par là même la valeur maxima de l'introduction.

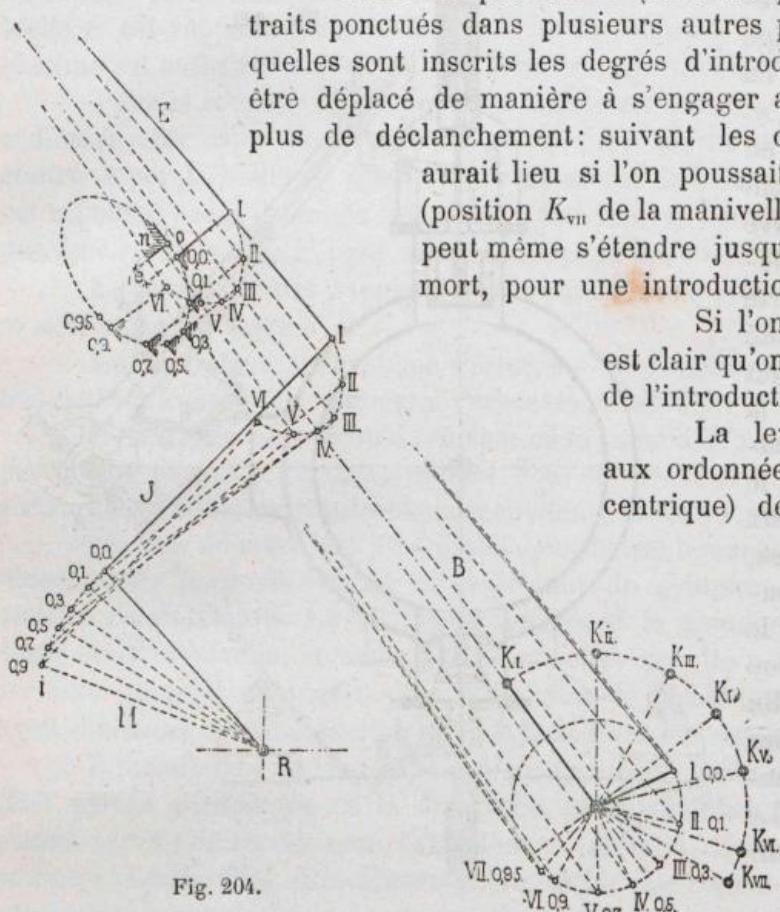
La levée de la soupape est proportionnelle aux ordonnées (prises dans le sens de la barre d'excentrique) de la courbe ovale que décrit l'arête de la touche n, et on reconnaît immédiatement qu'elle va en augmentant pendant les premières fractions de la course du piston; le maximum se trouve vers 0,4. Au delà de ce point, l'ouverture se resserre de nouveau,

mais ceci a d'autant moins d'importance, que les machines dont il s'agit travaillent généralement avec une très grande détente.

L'ensemble du moteur est repré-

senté sur la planche XLIII, figures 1 et 2; les figures 3 à 5 sont des détails du cylindre; les figures 6 et 7 sont des coupes de la pompe à air.

Le cylindre a 0^m,450 de diamètre, la course est de 1^m,050, et l'arbre fait 50 tours à la minute, ce qui correspond à une vitesse moyenne de 1^m,75 pour le piston. La pression étant de 5 kilogrammes, la machine développe une puissance de 70 chevaux-vapeur, avec un rendement de 0,85. La consommation par cheval indiqué est par heure de 8 kilogrammes de vapeur (0^k,976 de charbon). Le diamètre des soupapes est de 0^m,120 pour l'admission, et 0^m,130 pour l'échappement; ces dimensions représentent respectivement 0,071 et 0,083 de l'aire du piston. Le conduit d'arrivée de vapeur a 0^m,102 de débit, soit 0,051 de l'aire du piston; il débouche dans la partie inférieure de l'enveloppe, et toute la surface du cylindre, ainsi que des deux fonds, est chauffée par le courant de vapeur. La valve de mise en train est située sur le haut du cylindre, au milieu du canal qui communique aux deux chapelles des soupapes. Les sièges de ces soupapes ne sont pas construits comme ceux de la figure 201. Ces derniers étaient simplement logés dans un alésage de l'enveloppe, et maintenus par de petites vis, mais il y avait toujours à craindre qu'en serrant trop les vis, on ne fit voiler



le siège. Dans les soupapes de la machine que nous étudions, les sièges sont au contraire maintenus en place par une deuxième pièce fenestrée (fig. 3 et 4), sur laquelle appuie le couvercle de la chapelle. Les soupapes et leurs sièges sont en fonte dure.

Le cylindre est coulé avec son enveloppe, ses chapelles et son fond antérieur. A l'extérieur, l'enveloppe est protégée contre le rayonnement par une triple chemise de mastic non-conducteur, feutre et bois superposés, en sorte que le diamètre apparent atteint le double du diamètre de l'alésage, ce qui dissimule entièrement la saillie des chapelles. Le cylindre est boulonné sur une large chaise, posée en travers des évidements ménagés dans la fondation pour les mécanismes des soupapes d'échappement.

Le piston est en deux pièces, qui sont serrées, par un écrou à pas quarré, sur une portée conique de la tige. La garniture se compose de deux cercles en fonte, tendus par un anneau élastique placé en dedans.

Le tuyau d'échappement a 0^m,136 de diamètre, il porte une valve qui permet de marcher à volonté avec ou sans condensation. La pompe à air, conduite par la contre-tige du piston, est à double effet : elle a 0^m,180 de diamètre ; le volume engendré par le piston équivaut aux 0,16 du volume du cylindre à vapeur. Le piston de cette pompe est garni en chanvre, et les clapets sont en caoutchouc, sur des sièges à grille. Le diamètre de l'injection est 0^m,064, et celui de la décharge 0^m,150.

Le bâti à baïonnette, dans lequel sont alésées les glissières, est boulonné sur une bride venue de fonte avec le fond du cylindre.

La crosse, qui est en fer, est assemblée à la tige du piston au moyen d'une clavette, serrée par un écrou ; les coulisseaux ont 0^m,340 sur 0^m,230. Le tourillon du pied de bielle oscille dans un palier ménagé dans la crosse ; il a 0,080 de diamètre et 0,125 de portée.

La bielle, dont la longueur est égale à 5 fois le rayon de la manivelle, est à tête fermée. Le maneton a 0^m,100 de diamètre et 0^m,130 de portée : il est maintenu par une clavette dans la manivelle, dont le moyen est légèrement saillant.

Le palier de manivelle est alésé à 0^m,200, sa longueur est de 0^m,300 ; il est en quatre coussinets, dont un seul, celui du côté opposé au cylindre est muni de vis de rattrapage. Ce palier repose sur un support fondu séparément, avec lequel il est boulonné par l'intérieur.

Le volant a 4^m,540 de diamètre, et pèse 7150 kilogrammes ; sa couronne se compose de quatre segments, chacun coulé avec deux bras ; ceux-ci sont boulonnés sur les nervures du moyeu.

Ce type de machine fonctionne parfaitement, et a été adopté ou imité par un grand nombre de constructeurs.

Type de 1878.

MM. Sulzer frères ont exposé à Paris, en 1878, une machine munie d'un mécanisme de détente tout nouveau, particulièrement favorable aux grandes vitesses. Cette machine, du système Woolf, est représentée sur la planche XLIV.

Dans le mécanisme précédent (dit de 1873), la traverse et le butoir, qui donnent le mouvement à la soupape d'admission, se rencontrent au moment du maximum de vitesse de la barre d'excentrique, comme on peut s'en rendre compte sur la figure 204 ; il en résulte, il est vrai, que la soupape se lève rapidement, mais aussi, que l'on ne peut dépasser une certaine vitesse sans crainte d'avaries de ce côté.

Voici comment MM. Sulzer ont remédié à cet inconvénient. La pièce *a* (fig. 205) est une pédale formant l'extrémité du levier coudé *h* qui effectue la levée de la soupape ; sa surface

supérieure est ajustée suivant un arc de cercle. La pièce *b* est une cale oscillante ou sabot, qui fait partie du mécanisme de l'excentrique. Sa surface inférieure est ajustée suivant un arc de cercle qui a pour centre le point d'oscillation du sabot, et s'applique exactement dans la partie circulaire de la pédale, cintrée suivant le même rayon.

L'arête de ce sabot décrit une courbe en cœur (tracée en pointillé), sur laquelle nous reviendrons, et elle est animée d'un double mouvement : l'un, dans le sens *yy₁*, fait ouvrir la soupape, l'autre, dans le sens *xx₁*, éloigne le sabot et fait déclencher. La flèche *zz₁* indique la direction du mouvement pendant l'ouverture de la soupape ; il est clair qu'aussitôt que l'arête du sabot dépasse l'extrémité du levier, la soupape retombe.

Lorsque le degré d'admission doit changer, la courbe en cœur se déplace, du côté *x₁* pour diminuer

l'admission, et dans le sens inverse pour l'augmenter ; la pièce *a* ne se déplace pas. Le sabot rencontra la pédale avec une vitesse assez faible, et il s'applique, par toute sa surface arrondie, dans la concavité du levier *a* ; dès que le contact a lieu, la vitesse s'accroît très rapidement. Ce

double mouvement du sabot, et le mouvement invariable de la soupape d'échappement, s'obtiennent simultanément au moyen d'un seul excentrique pour chaque extrémité du cylindre.

La figure 206 représente l'ensemble du mécanisme, et indique le sens de la rotation de l'excentrique. La barre d'excentrique *B*, qui est courte, est articulée en *c* avec deux petites bielles *d*, qui sont folles sur l'axe *o*, en sorte que leur fonction se réduit à maintenir le point *c* sur un arc de cercle. Il s'en suit que le point *e*, extrémité de la barre, décrit une courbe ovale particulière. Le point *c* sert aussi de point d'attache à une bielle *f*, dont l'extrémité supérieure s'articule avec un double bras *g*, auquel elle imprime un mouvement d'oscillation dans le sens vertical ; le boulon d'articulation de *f* avec *g* sert en même temps d'axe de rotation au sabot *b*, qui se trouve, comme la pédale *a* du levier de la soupape, entre les deux pièces *g*.

Le sabot forme une des branches d'un levier coudé, dont l'autre branche s'articule en *i* avec la bielle *k* ; celle-ci est également articulée, par l'autre extrémité, avec un levier *m*, mobile autour du point *e* de la barre d'excentrique. Le mouvement du levier *m* est déterminé par la condition que l'extrémité de sa

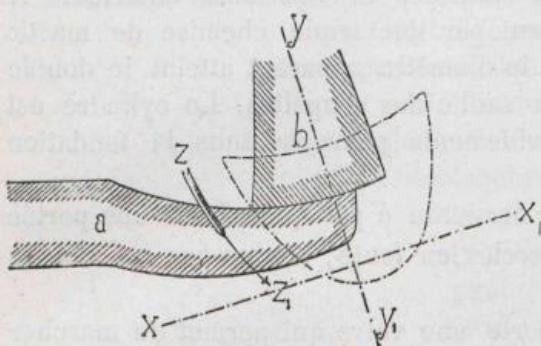


Fig. 205.

l'admission, et dans le sens inverse pour l'augmenter ; la pièce *a* ne se déplace pas. Le sabot rencontra la pédale avec une vitesse assez faible, et il s'applique, par toute sa surface arrondie, dans la concavité du levier *a* ; dès que le contact a lieu, la vitesse s'accroît très rapidement. Ce

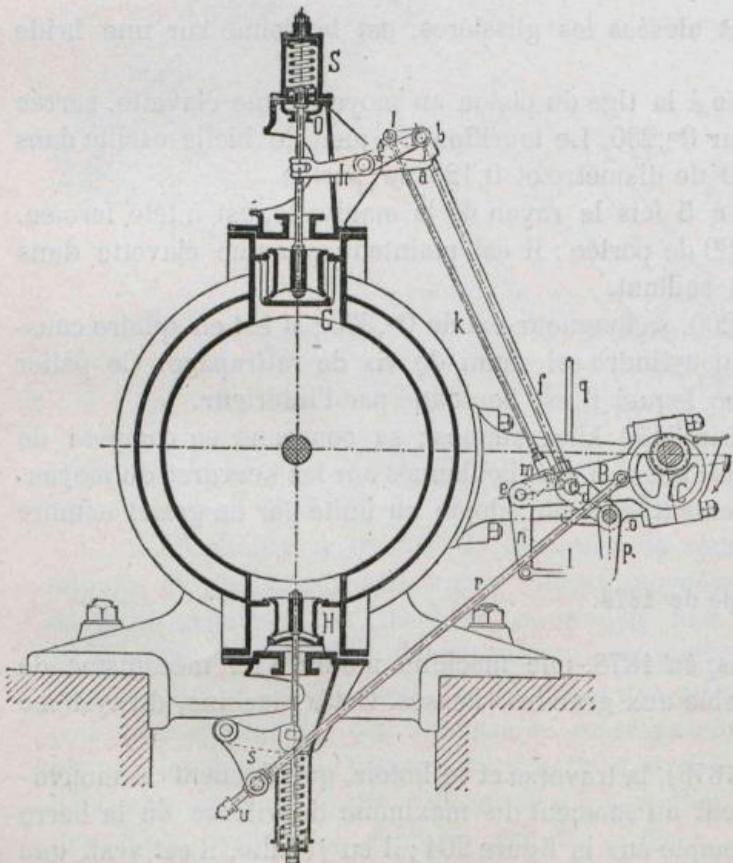


Fig. 206.

également articulée, par l'autre extrémité, avec un levier *m*, mobile autour du point *e* de la barre d'excentrique. Le mouvement du levier *m* est déterminé par la condition que l'extrémité de sa

deuxième branche n décrive un arc de cercle autour d'un point fixe ; pour cela, la branche n est reliée, par une petite bielle I , à l'extrémité d'un bras p .

L'ouverture et l'abaissement de la soupape sont produits par le mouvement de la bielle f , et le déclanchement est effectué par la bielle k .

Les circonstances diverses de tous ces mouvements se voient dans l'épure représentée par les figures 207 et 208. Considérons d'abord, sur la figure 208, les courbes tracées en trait plein, et qui correspondent à une valeur déterminée de l'admission ; il est facile de voir, sur le cercle qui représente la rotation de l'excentrique, que pour les positions 6 à 10, l'oscillation du bras d est faible, en sorte que l'axe de rotation du sabot b reste presque immobile. Au contraire, pour ces mêmes positions, l'oscillation du point e , et par conséquent celle de l'articulation o , est très vive dans le sens vertical, en sorte que le sabot d décrit sensiblement, par son arête, un arc de cercle autour de son axe. Au-delà du point 10, les conditions du mouvement sont à peu près inverses : l'extrémité e du bras m s'abaisse d'abord lentement, puis plus vite, tandis que le point c s'abaisse jusqu'à un maximum situé vers le point 2 ; le sabot décrit donc une branche de courbe en descendant, et fait baisser la pédale du levier h . A partir du point 3, la bielle f remonte, et avec elle le sabot, en sorte que la soupape s'abaisse (si elle n'est pas déjà déclenchée) ; comme le point o se meut, à partir de la position 3, dans une direction presque perpendiculaire à l'axe de la bielle h , la courbe décrite par le sabot s'allonge vers l'extérieur jusqu'à la position 6, ce qui complète la période d'une oscillation complète, répondant à un tour de la machine.

Comme à l'ordinaire, la fermeture rapide de la soupape est assurée par un ressort à boudin S , et le choc est amorti au moyen d'un matelas d'air O (Voir fig. 206).

Jusqu'ici, nous avons admis que le bras p était immobile, et que la bielle I oscillait autour d'un point fixe, mais en réalité, il n'en est pas ainsi : ce bras peut osciller avec son axe o , en sorte que le centre d'oscillation de la bielle I se déplace, et que l'inclinaison du levier mn , sur la barre d'excentrique, se trouve modifiée. L'extrémité du bras m décrit ainsi diverses courbes, dont deux,

Fig. 207.

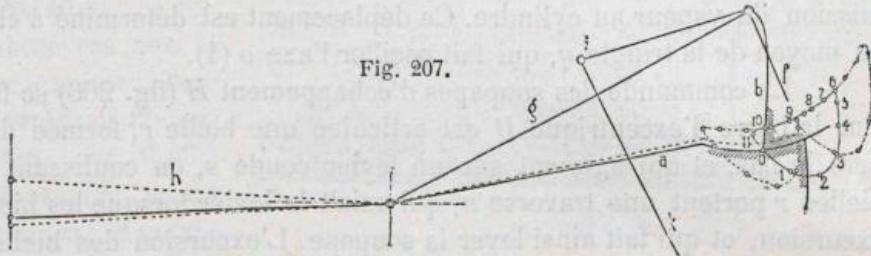
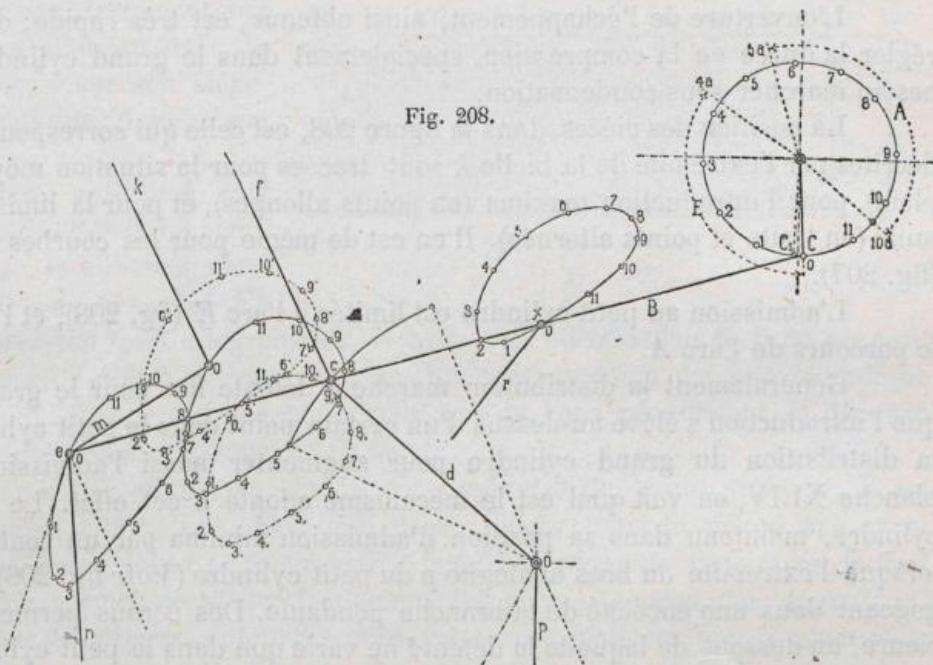


Fig. 208.



une supérieure et une inférieure, sont tracées en pointillé sur la figure 208. Suivant la position du levier mn , le sabot est plus ou moins incliné sur la verticale, et la courbe que décrit son arête se trouve déplacée d'une quantité correspondante, en tournant autour de l'axe de rotation du sabot (dans ce déplacement elle est légèrement déformée, comme on le voit sur la figure 207). Ainsi le déplacement du bras p , par suite de l'oscillation de l'axe de détente o , entraîne la variation de l'admission de vapeur au cylindre. Ce déplacement est déterminé à chaque instant par le régulateur, au moyen de la tringle q , qui fait osciller l'axe o (1).

La commande des soupapes d'échappement H (fig. 206) se fait aussi d'une manière nouvelle. Sur la barre d'excentrique B est articulée une bielle r , formée de deux tiges parallèles, dirigées vers le bas, et qui agissent sur un levier coudé s , en coulissant librement dans une douille. Les bielles r portent une traverse u , qui saisit le levier lorsque les bielles arrivent dans le haut de leur excursion, et qui fait ainsi lever la soupape. L'excursion des bielles se continue à vide lorsque la soupape est revenue en place, le levier restant immobile.

L'ouverture de l'échappement, ainsi obtenue, est très rapide; d'ailleurs, on peut facilement régler la durée de la compression, spécialement dans le grand cylindre, de manière à pouvoir au besoin marcher sans condensation.

La position des pièces, dans la figure 208, est celle qui correspond au point mort: les courbes décrites par l'extrémité de la bielle k sont tracées pour la situation moyenne du régulateur (en trait plein), pour l'introduction maxima (en points allongés), et pour la limite inférieure ou introduction nulle (en traits et points alternés). Il en est de même pour les courbes décrites par l'arête du sabot (fig. 207).

L'admission au petit cylindre est limitée à l'arc E (fig. 208), et l'échappement a lieu pendant le parcours de l'arc A .

Généralement la distribution marche à détente fixe pour le grand cylindre; cependant, dès que l'introduction s'élève au-dessus d'un certain point dans le petit cylindre, le régulateur agit sur la distribution du grand cylindre pour augmenter aussi l'admission. Sur la figure 3 de la planche XLIV, on voit quel est le mécanisme adopté à cet effet. Le levier de détente du grand cylindre, maintenu dans sa position d'admission minima par un contrepoids, peut en être écarté lorsque l'extrémité du bras analogue p du petit cylindre (Voir fig. 206) vient agir sur lui, en s'engageant dans une encoche de la branche pendante. Des écrous permettent de régler la limite inférieure, au-dessous de laquelle la détente ne varie que dans le petit cylindre (2).

Le calage des excentriques, par rapport à la manivelle, est indiqué sur la figure 208, où C désigne l'excentrique du petit cylindre, et C_1 celui du grand cylindre. La ligne horizontale correspondant aux points morts, on voit que les angles de calage sont presque droits.

(1) Il faut insister sur l'idée très ingénieuse, que nous retrouverons ailleurs, de prolonger la barre d'excentrique au delà de son guidage, afin de se procurer, par l'oscillation d'un point convenablement choisi sur son prolongement, un mouvement dont la période soit différente de celui du point guidé. On renvoie alors, par des leviers convenablement disposés, ce nouveau mouvement jusqu'au distributeur, où il donne le moyen d'établir un déclanchement. On arrive ainsi à reculer très loin la limite de la variation automatique de l'introduction. Cette variation est d'ailleurs continue, depuis 0 jusqu'au maximum ou admission naturelle, qui se produit lorsque le déclanchement n'agit pas. (*Traducteur.*)

(2) Cependant, remarquons que le surcroit de résistance qu'éprouve le régulateur, à partir du moment où le levier de détente du grand cylindre est repoussé, doit nécessairement diminuer la sensibilité et l'énergie de son action.

Dans la machine de la planche XLIV, la levée maxima des soupapes d'admission est de 16 mm , et elles ont 2 mm , 5 d'avance ; l'admission peut varier depuis 0 à 0,9 de la course. Pour les soupapes d'admission au grand cylindre, la levée atteint 19 mm , et l'avance 3 mm ; l'admission peut varier de 0,25 à 0,85. Les figures 209 et 210 sont des diagrammes du mouvement des soupapes, la première pour l'admission, la seconde pour l'échappement. (On observera que la figure 209 n'a pas été tracée pour le même calage que la figure 208; dans cette dernière, l'introduction maxima n'atteignait guère que 0,83.) Comme on le voit, la levée est très rapide, avantage précieux pour les grandes détentes; le maximum de levée (aux points g et g_1) a lieu vers les 0,25 de la course. Les courbes se terminent aux points i et i_1 ; elles ne peuvent aller au delà, la soupape étant dès lors en repos sur son siège, tandis que le mécanisme continue à vide son mouvement.

Les diamètres des deux cylindres sont $0^{\text{m}},300$ et $0^{\text{m}},600$; la course est de $0^{\text{m}},900$. La manivelle faisant 70 tours par minute, la vitesse moyenne des pistons est de $2^{\text{m}},10$ par seconde. En marche normale, sous une pression de 6 kilogrammes, et avec une introduction de 0,30 au petit cylindre, le travail développé atteint 120 chevaux-vapeur. La consommation par cheval indiqué et par heure est de $7^{\text{k}},5$ à 8^{k} de vapeur; avec de bon charbon et de bons générateurs, la dépense de combustible peut donc descendre au-dessous de $0^{\text{k}},85$.

Le bâti à baïonnette, qui est creux, se boulonne au cylindre de haute pression; il est coulé d'une pièce avec le grand palier. Les deux cylindres, placés dans le même axe, sont reliés directement par l'intermédiaire d'une pièce circulaire fenêtrée, venue de fonte avec le fond du grand cylindre; cette pièce permet de visiter facilement les presse-étoupes des deux fonds intermédiaires. Des enveloppes de vapeur, entourées elles-mêmes de matières non-conductrices, échauffent les deux cylindres; la vapeur venant des chaudières ne circule que dans l'enveloppe du petit cylindre; celle du plus grand reçoit la vapeur sortant du petit, et joue ainsi le rôle de réservoir intermédiaire, pendant les moments de détente au cylindre de basse pression.

Le tuyau d'arrivée de vapeur a 90 mm d'ouverture, soit 0,09 de la section du piston; le tuyau qui met en communication les deux cylindres a $0^{\text{m}},110$ de diamètre, ce qui équivaut à 0,134 de l'aire du petit piston, et à 0,034 de celle du grand. Le tuyau d'évacuation au condenseur a $0^{\text{m}},125$ de diamètre, soit 0,043 de l'aire du grand piston.

Lorsqu'on en enlève les fonds du grand cylindre, le fond d'arrière du petit cylindre peut traverser le grand, en sorte qu'on peut faire sortir par là les deux pistons avec leur tige. Tous les fonds de cylindre s'emboîtent assez juste pour faire joint sans l'interposition de mastic.

La figure 1 de la planche XLIV indique le détail de la construction du piston, dont le corps est en une seule pièce, sur laquelle est boulonné un anneau qui maintient la garniture élastique. Les pistons ont une contre-tige, qui, par l'intermédiaire d'une bielle à fourche (figures 1 et 2), conduit un balancier formé de deux flasques, donnant le mouvement à la pompe à

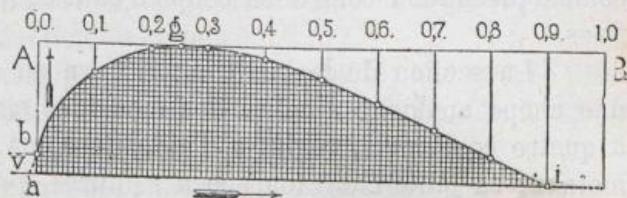


Fig. 209.

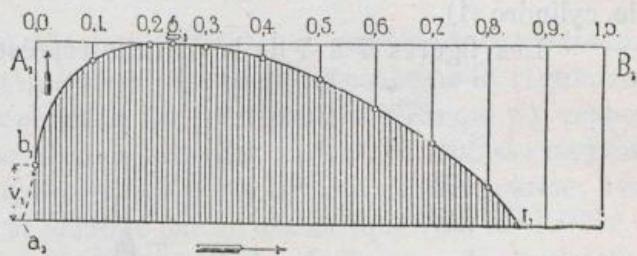


Fig. 210.

air; celle-ci, placée sous le sol, est verticale et à double effet. Le même balancier conduit la pompe alimentaire, du côté opposé à la pompe à air.

Sous les cylindres se trouvent placés des purgeurs automatiques, qui enlèvent à mesure l'eau condensée dans les enveloppes. Les fonds sont munis de soupapes de sûreté à ressorts, comme précaution contre les coups d'eau, ce qui ne se rencontre que rarement dans les machines fixes.

La section de la bielle motrice va en se renforçant jusqu'au maneton, qu'elle saisit par une chape analogue à celles des machines marines. Les deux paliers de l'arbre principal sont à quatre coussinets, réglés à l'aide de coins. Le volant est en deux pièces; il sert de poulie motrice, sa jante étant tournée à rainures, pour une transmission par six cordes sans fin. Les bras du volant sont de section elliptique, pour éviter qu'ils ne fassent ventilateur, d'autant plus que le sens de rotation de la machine est inverse du sens ordinaire, la manivelle rabattant vers le cylindre (1).

Les figures 4 à 7 de la planche représentent, en diverses projections, les pièces de détail

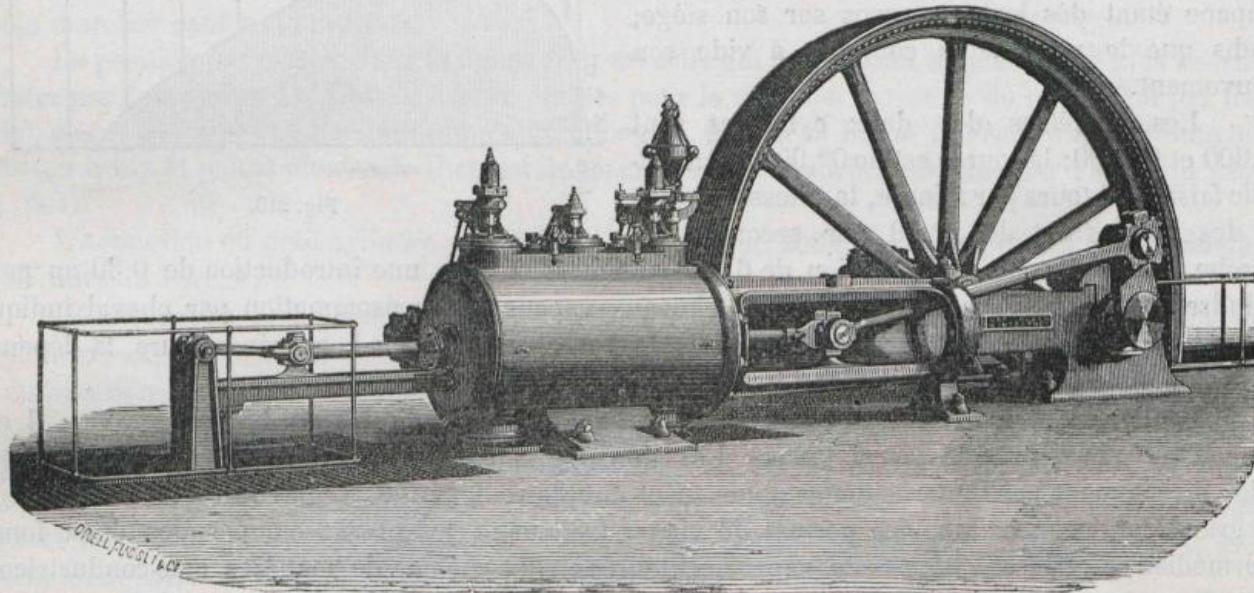


Fig. 211.

du mécanisme de distribution. Nous reproduisons, sur la figure 211, l'ensemble d'une machine du même système, à un seul cylindre, remarquable par ses belles proportions.

MACHINES CONSTRUITES D'APRÈS LE TYPE DE 1873 DE MM. SULZER.

Machine de M. Pallenberg, à Mannheim (Allemagne).

Les figures 1 à 5 de la feuille 25 représentent le mécanisme de distribution de M. Joseph Pallenberg. La barre d'excentrique *B* (fig. 1) est guidée, par son extrémité supérieure, au moyen

(1) L'arbre a 0^m.250 de diamètre dans le moyeu du volant, et 0^m.190 dans les paliers, qui ont 0^m.320 de portée. Le volant pèse 3,200 kilogrammes, et sa jante a 0^m.430 de largeur. Le maneton a 0^m.115 de diamètre sur 0^m.120 de portée : le tourillon du pied de bielle a 0^m.085 de diamètre sur 0^m.120 de portée.

d'une tige *D*, qui lui est assemblée à charnière, et qui glisse dans une douille fixe, ménagée à l'intérieur du support *T*; ce mode de guidage est d'ailleurs moins bon que celui de MM. Sulzer. Dans la barre *B*, faite à fourche, se trouve fixé un taquet d'acier *n*.

Une bielle *E*, munie d'une touche *o*, s'articule d'un côté avec le levier *LL₁*, qui a pour fonction de soulever la soupape *G*, et de l'autre, par l'intermédiaire d'une petite bielle *J*, avec un levier *M*, claveté sur l'arbre *R*, lequel peut osciller sous l'influence du régulateur. D'après l'amplitude des oscillations, la position de la bielle *E* change plus ou moins, ce qui fait varier la durée du contact des pièces *n* et *o*, et, par suite, la durée de l'introduction au cylindre.

Le mécanisme qui commande la soupape d'échappement n'est pas modifié: une came *K* (fig. 5) repousse une bielle, qui, au moyen d'un levier coudé, fait lever la soupape *H*. La fermeture est assurée par le ressort à boudin *S*, contenu dans la boîte *O*.

Le cylindre de cette machine a 0^m,445 d'alésage, et la course est de 0^m,890.

Type des Ateliers de Construction de machines d'Augsbourg (Bavière).

Les *Ateliers d'Augsbourg* avaient exposé à Vienne, en 1873, une machine à condensation, de 45 chevaux, exactement semblable à celles de MM. Sulzer, sauf en ce qui concerne le régulateur, qui était à bras croisés. Nous nous bornerons à reproduire les principaux chiffres qui s'y rapportent: diamètre du piston 0^m,345, course 0^m,740; nombre de tours par minute, 62; vitesse moyenne du piston, 1^m,53 par seconde. Diamètre du volant, 3^m,600; la jante, formant poulie motrice, avait 0^m,260 de largeur. La pompe à air était inclinée, et conduite par un excentrique calé sur l'arbre.

La planche XLV (fig. 1 à 3) reproduit l'ensemble de l'installation de deux machines jumelles, construites par la même maison, pour une usine de filature et tissage de Cologne. Les cylindres ont 0^m,500 de diamètre, la course est de 1^m,100, et l'arbre fait 58 tours; la vitesse moyenne du piston est, par suite, de 2^m,13 par seconde. On ne craint pas, paraît-il, de pousser la vitesse des moteurs de ce genre jusqu'à 70 tours.

Comme on s'est spécialement attaché à l'économie de vapeur, on a limité l'admission à 0,3 au maximum, et l'on a pris soin que la levée du régulateur, qui est à bielles croisées, soit très faible, dans le but de rendre la régulation plus parfaite.

Un levier à main, muni d'un cliquet, est disposé spécialement à côté du volant pour le faire tourner et mettre en route, lorsque la machine se trouve arrêtée dans une position où il n'y ait pas d'admission.

Le conduit d'arrivée de vapeur de 0^m,140 de diamètre, et celui d'échappement de 0^m,150 (0,078 et 0,09 de l'aire du piston), communiquent au cylindre par dessous, l'un à côté de l'autre.

On a souvent reproché, aux distributions par soupapes, que le frottement des tiges des soupapes dans leur garniture est très irrégulier, suivant l'état des étoupes de cette garniture. Dans ce moteur, les tiges traversent un alésage assez long, au-dessous du presse-étoupes: dans ce guidage l'eau de condensation s'amasse toujours, en sorte que le frottement de la garniture peut être réduit à une valeur très faible; cela diminue la valeur de l'objection dont il s'agit.

Chacune des deux machines a sa pompe à air séparée; elle est conduite par un excentrique, au moyen d'un levier coudé, en fer, menant également la pompe alimentaire.

La transmission se fait depuis la jante du volant, par douze cordes sans fin, en chanvre, système bien plus économique que les courroies, surtout pour les grandes forces.

Distribution de M. A. Trappen, à Wetter sur la Ruhr (Prusse).

Nous représentons, sur la planche XLVI, le système de distribution de M. A. Trappen, directeur des ateliers *Märkische Maschinenbau Anstalt*, à Wetter (ancienne maison Kamp et C^{ie}). Les figures 1 à 3 se rapportent à une machine de laminoir.

Le mécanisme de distribution est représenté à grande échelle sur la figure 7. L'arbre de distribution, *A*, est placé parallèlement au cylindre; il porte quatre excentriques, un pour chacune des soupapes. Le mécanisme d'admission seul présente des particularités nouvelles : la barre d'excentrique, très courte, ne sert que de guidage, étant articulée avec la bielle *I*. Le collier d'excentrique est muni d'un ergot d'acier *n*, qui saisit à chaque tour une touche *o*, fixée à la bielle *E*; cette bielle fait ouvrir l'admission, étant articulée avec le levier de manœuvre de la soupape. La durée du contact des pièces *n* et *o* dépend de l'écartement de la bielle *E*, dont la position est déterminée à chaque instant par le régulateur, au moyen de la bielle *M* et du bras *P*, calé sur l'arbre de détente *R*.

Le régulateur est commandé depuis l'arbre de distribution, par des engrenages; l'arbre vertical est foré, pour laisser passer la tige, qui aboutit à une pompe à huile située à la partie inférieure. Le manchon du régulateur agit sur un levier à contre-poids, calé sur un petit arbre transversal (figures 4 et 6); les oscillations de ce levier sont transmises à l'arbre de détente au moyen d'une paire de secteurs dentés, coniques.

L'arête de l'ergot *n* décrit, pour chaque tour de la machine, une courbe ovale, qui est tracée sur l'épure de règlement (fig. 212 du texte); dans cette épure les chiffres romains indiquent les positions correspondantes des diverses pièces, et les chiffres décimaux, les proportions respectives d'admission. On voit que la soupape n'atteint le maximum de sa levée que vers les 0,75 de la course, et qu'on peut facilement pousser l'introduction à 0,9. Dans la machine prise pour exemple, le déplacement communiqué à la bielle *M* par le levier *R* est de 24 mm , entre les limites de 0 et 0,9; cet intervalle est marqué *X* sur la figure.

Quelle que soit la position de la bielle *E*, il est clair que l'ergot la rencontre au même instant de la rotation, en sorte que l'avance à l'introduction est constante.

La figure 213 est un diagramme représentant la levée de la soupape pour toutes les positions du piston. L'ouverture commence en *a*, et au moment du point mort la courbe passe au point *b*, la soupape étant soulevée d'une hauteur *v*. Le maximum de levée a lieu au point *g*, et la soupape se ferme, en tous cas, au point *m*, quoique l'admission puisse, en théorie, s'étendre à la course entière. On règle le maximum de l'admission au moyen des écrous qui réunissent les deux parties de la bielle *M*, mais on ne peut repousser la bielle *E* au delà de la position *VI*, qui correspond au point mort, autrement la touche *o* n'échapperait plus, et la soupape redescendrait suivant la courbe *mki*, la fermeture n'ayant lieu qu'au point *i*. L'arc de courbe *ila* n'est pas utilisé : l'ergot *n* parcourt toujours à vide la portion de sa course qui s'y rapporte.

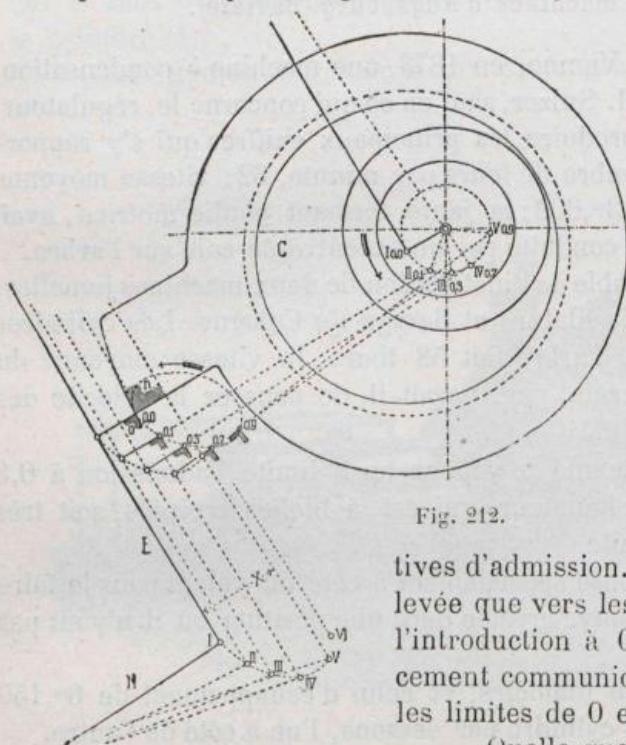


Fig. 212.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que ce mécanisme est très simple, facile à régler au montage, et à surveiller pendant le service. Il correspond exactement, pour les soupapes, à celui de M. Kuchienbecker (page 175) pour les tiroirs plans.

Les figures 4 à 6 représentent le cylindre d'une autre machine des mêmes ateliers, avec distribution du même système. Le reste de la machine est d'ailleurs semblable au type le plus répandu des machines Corliss. Le piston a 0^m,350 de diamètre, sa course est de 0^m,700. Lorsqu'on fait travailler cette machine sans condensation, elle fait 72 tours par minute, et développe 25 chevaux; en marchant avec condensation, on règle sa vitesse à 66 tours : elle développe alors 30 chevaux. Les vitesses correspondantes du piston sont respectivement de 1^m,68 et 1^m,54.

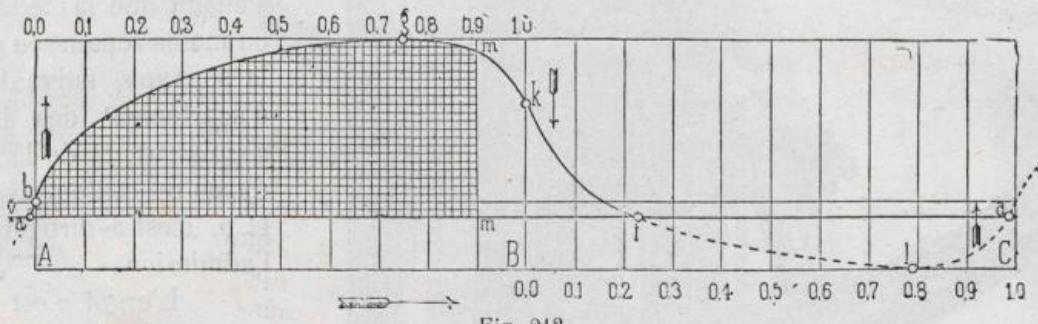


Fig. 213.

La pompe à air est conduite par une bielle articulée sur l'extrémité du maneton : elle est située sous le sol, comme celle que l'on voit sur la planche V.

Le bâti des machines de laminoir de la même usine (figures 1 à 3) est formé d'un cadre dont la section est un U renversé. Leur régulateur agit sur l'arbre de détente par une tringle pendante, à la manière ordinaire.

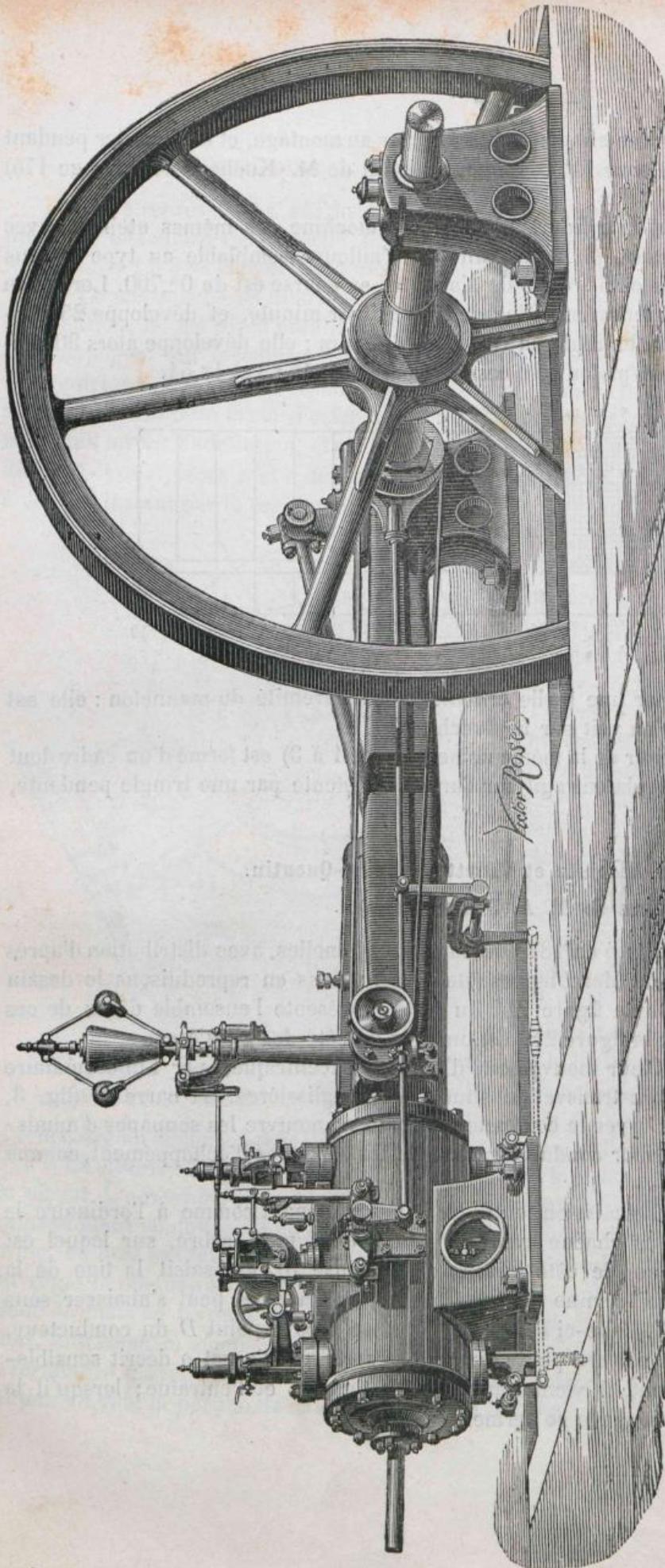
Machine de MM. Lecointe et Villette, à Saint-Quentin.

(Système de M. A. Zimmermann).

MM. Lecointe et Villette ont exposé en 1878 des machines jumelles, avec distribution d'après le système de M. Alb. Zimmermann, de Marchiennes (Belgique) : nous en reproduisons le dessin sur la planche XLVII, figures 1 à 3. La figure 214 du texte représente l'ensemble d'une de ces machines, du côté de la distribution ; la figure 215 est une vue du côté des glissières.

Les quatre soupapes reçoivent leur mouvement d'un seul excentrique, par l'intermédiaire d'un levier oscillant, calé sur un arbre transversal situé sous les glissières. La barre B (fig. 3, planche XLVII), s'articule au point C avec le conducteur A, qui manœuvre les soupapes d'admission, tandis que le bras de levier inférieur conduit directement les soupapes d'échappement, comme le montre la figure 1.

Les couvercles des chapelles d'admission, outre les boîtes contenant comme à l'ordinaire le ressort et le matelas d'air, sont fondu斯 chacun avec les paliers d'un petit arbre, sur lequel est fixé un levier L (pour ne considérer que le côté gauche de la figure 3), qui saisit la tige de la soupape. L'autre bras N du levier se termine par une touche d'acier n, et peut s'abaisser sous l'effort d'un ergot o, fixé à la barre E. Celle-ci s'élève et s'abaisse avec le point D du conducteur, son extrémité supérieure étant guidée par une petite bielle r, en sorte que l'ergot o décrit sensiblement un arc de cercle. En s'abaisson, il vient rencontrer la touche, et l'entraîne ; lorsqu'il la dépasse, le levier L N bascule et la soupape se ferme.



La bielle *r* est articulée à l'extrémité d'un court levier *R*, et oscille autour de cette articulation ; mais le levier *R* oscille lui-même autour de son point milieu, par le moyen d'un bras *P*, monté sur le même axe, et articulé avec la tringle *M* du régulateur. Il s'ensuit que la bielle *r* est plus ou moins repoussée du côté de la soupape, suivant le degré d'écartement des boules du régulateur, et de là dépend la durée du contact des pièces *n* et *o*, c'est-à-dire la durée de l'admission.

L'ergot *o* est mobile autour du boulon qui le maintient, et à la remontée de la tige *E*, il s'efface pour dépasser l'extrémité *N* du levier de la soupape ; un petit ressort *s* le ramène en place aussitôt après. Malgré cela, l'ergot ne doit pas être considéré comme un cliquet, car il reste immobile pendant tout le temps de la descente.

Comme il n'y a qu'un excentrique, et que le déclanchement ne peut avoir lieu que pendant la descente de l'ergot, l'admission est limitée à 0,4 environ. Le mouvement des soupapes, par rapport à la course du piston, est presque identique aux mouvements des tiroirs Corliss, vu l'analogie du mécanisme, mais la courbe qui représente les phases du fonctionnement n'existe que pendant le temps de l'ouverture ; pour tout le reste de la course, la soupape étant immobile, cette courbe se réduit à une ligne droite.

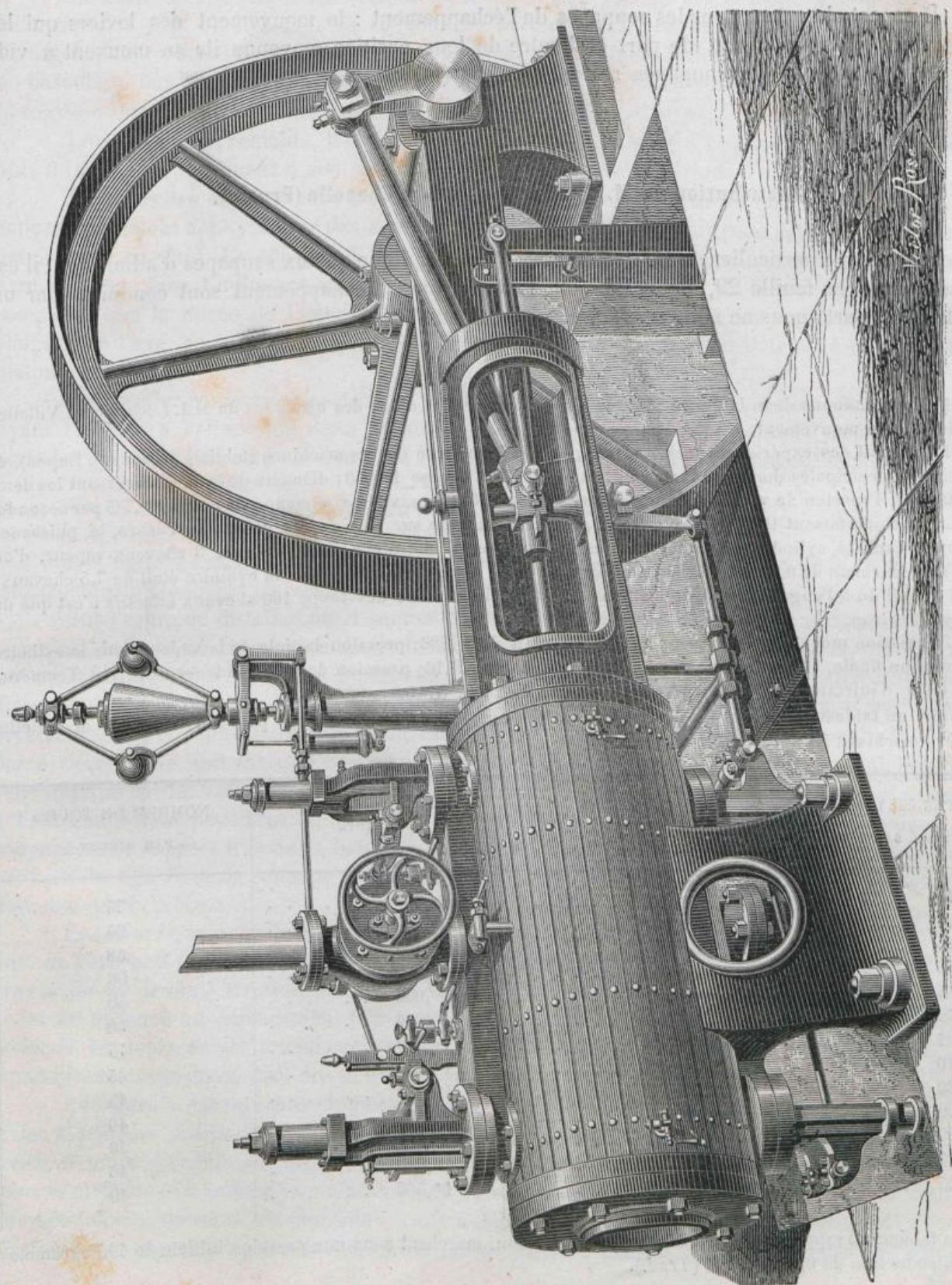


Fig. 215.

Il en est de même pour les soupapes de l'échappement : le mouvement des leviers qui les manœuvrent est symétrique ; de part et d'autre de leur position moyenne ils se meuvent à vide pendant le temps que les soupapes restent fermées (1).

Distribution de M. Trostorff, à Aix-la-Chapelle (Prusse).

Le mécanisme particulier de M. Carl Trostorff ne s'applique qu'aux soupapes d'admission ; il est représenté sur la feuille 29, figures 1 à 3. Les soupapes d'échappement sont conduites par un excentrique à part ; nous ne nous occuperons que de l'admission.

(1) Nous donnons dans la figure 215 une vue en perspective d'une des machines de MM. Lecointe et Villette, prise du côté du mouvement.

Il a été fait des expériences très soignées, en 1877, sur une de ces machines établie à Neaux (ou Eupen), et dont voici les principales données. Piston : diamètre 0^m,500, course 1^m,050 ; diamètre de la tige, traversant les deux fonds, 0^m,085. Pression de vapeur 5 kilogrammes. Vélocité 51 tours, vitesse moyenne du piston 1^m,785 par seconde.

La machine faisant 100 chevaux effectifs, mesurés au frein sur une poulie calée sur l'arbre, la puissance développée dans le cylindre, mesurée par les diagrammes d'indicateur, était de 114, 3 chevaux-vapeur, d'où résulte un rendement de 0,87. La machine marchant à vide, la puissance indiquée au cylindre était de 7,5 chevaux ; ainsi le travail dû à l'augmentation de frottement lorsque la machine développe 100 chevaux effectifs n'est que de 7 chevaux environ.

L'admission moyenne, dans ces expériences, était de 0,1986 ; pression initiale de la vapeur dans le cylindre 4^k,75 ; pression finale, 1^k,05. Contre-pression dans le cylindre, 0^k,16 ; pression dans le condenseur, 0^k,118. Température de l'eau d'injection, 16°,5 ; température de l'eau évacuée, 37°,5.

Voici un tableau indiquant les dimensions et les nombres de tours adoptés par MM. Lecointe et Villette, pour leurs machines du système Zimmermann.

FORCE EN CHEVAUX-VAPEUR MESURÉE SUR L'ARBRE.	DIAMÈTRE DU PIÉTON.	COURSE.	NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE.
15	0 ^m ,250	0 ^m ,600	75
25	0 ^m ,300	0 ^m ,750	60
35	0 ^m ,350	0 ^m ,900	58
45	0 ^m ,400	0 ^m ,900	58
55	0 ^m ,450	1 ^m ,050	50
72	0 ^m ,500	1 ^m ,050	50
92	0 ^m ,550	1 ^m ,250	45
110	0 ^m ,600	1 ^m ,250	45
130	0 ^m ,650	1 ^m ,250	45
160	0 ^m ,700	1 ^m ,500	40
185	0 ^m ,750	1 ^m ,500	40
210	0 ^m ,800	1 ^m ,500	40
225	0 ^m ,850	1 ^m ,500	40

Ce tableau se rapporte aux machines à condensation, marchant sous une pression initiale de 4 kilogrammes et une introduction de 0,167 ou 1/6 (Trad.).

La barre d'excentrique fait osciller un levier *A* (fig. 2), calé sur le même axe qu'une sorte de balancier *BB₁* (fig. 1). Les bras de ce balancier portent deux ergots, *n* et *n₁*, qui viennent buter, en descendant, contre les pièces *o* et *o₁*, montées à l'extrémité de leviers du premier genre; ceux-ci, en basculant, font lever les soupapes. L'admission cesse au moment où l'ergot abandonne le levier : la soupape est aussitôt rabattue par l'effet du ressort placé au-dessus.

Lorsque l'ergot remonte, il écarte la pièce *o*, qui est montée à charnière et qui forme cliquet; puis il la dépasse, revenant à son point mort pour une nouvelle période d'admission.

Les axes des ergots *n* sont mobiles dans le sens de la longueur du balancier *BB₁*; ces ergots sont constamment appuyés, par des ressorts *S*, contre la surface d'un cône *M* (*Voir* la figure 3, qui est projetée en plan). Le cône, enfilé sur l'axe du balancier, avec lequel il oscille, peut glisser suivant son axe, sous l'influence du régulateur, auquel il est relié par un levier à fourchette *R*. On comprend que la durée de l'admission est d'autant plus grande, que les ergots *n* et *n₁* sont plus éloignés de l'axe, en sorte que la position du cône *M* règle le degré de détente à chaque coup de piston.

Le premier contact des pièces *n* et *o* a toujours lieu pour la même position du balancier *BB₁*, ayant l'avance à l'admission reste constante. Ce mécanisme est assez simple, cependant on peut craindre que les petits cliquets *o* et *o₁*, à l'extrémité des leviers, ne se dérangent facilement.

Distribution de M. Knövenagel, à Hanovre.

Les figures 4 et 5 de la feuille 29 représentent le système de régulation de M. A. Knövenagel, constructeur à Hanovre; ici encore il ne s'agit que des soupapes d'admission.

Sur l'arbre de distribution *A* sont calés deux excentriques *C* (un vers chaque extrémité du cylindre), et la barre *B*, qui commande la soupape, est guidée dans une douille *E*, qui est mobile sur un tourillon situé dans une fourchette, à l'extrémité du bras de levier *D*. Il résulte de cette disposition que la partie supérieure de la barre, au-dessus du point de suspension *e*, oscille en sens inverse de la partie inférieure. En particulier, l'arête d'une touche d'acier *n*, fixée à la tête de la barre, décrit constamment une courbe ovoïde. Le mouvement de l'excentrique ayant lieu dans le sens indiqué par la flèche, la touche *n* vient en contact avec une pièce *o*, également en acier, fixée à l'extrémité d'un petit bras *K*, qui forme un parallélogramme avec la bielle *J*, le levier *L* de la soupape, et le support fixe de la boîte du ressort de rabat. Le levier *L* se trouve ainsi abaissé, et par suite la tige *F* de la soupape est soulevée; elle retombe lorsque la touche *n*, dans son oscillation, dépasse la pièce *o*.

Le levier *R*, calé sur l'arbre *M*, est relié au régulateur, avec lequel il s'élève ou s'abaisse : l'extrémité de l'arbre *M* porte un tourillon excentré *r*, qui sert d'axe de rotation au levier coudé *Dc*. Le bras *c* de ce levier, terminé par une sorte de coulisse, glisse sur un goujon fixe *u*, lorsque le levier *Dc* éprouve un déplacement par suite de la rotation de l'arbre *M*. Ainsi le mouvement du levier *R*, en déplaçant le tourillon *r*, déplace aussi le point de suspension *e* de la douille *E*, et par là modifie la durée du contact des deux touches *n* et *o*.

La figure 5 est un tracé cinématique de ces variations : on y a représenté la barre *B* et le levier *D* pour les positions extrêmes et la position moyenne du régulateur. Pour la position *R₁* du levier, le point d'oscillation de la barre est en *e₁* : il passe en *e₂* lorsque le levier s'abaisse en *R₂*. Dans le premier cas, la touche *n* n'atteint pas du tout la pièce *o*, comme on le voit par la courbe de son mouvement, dessinée en pointillé : il n'y a donc pas d'admission. Dans le second cas, les deux touches ne se séparent qu'aux 0,8 de la course du piston ; c'est la limite supérieure de l'admission.

L'utilité du parallélogramme formé par les pièces *J*, *K*, *L*, est de maintenir autant que possible les pièces *n* et *o* dans une même direction pendant toute la durée du contact; en outre, il permet de régler très aisément la distribution en modifiant convenablement la longueur de la bielle *J*; on arrive ainsi à compenser la perturbation provenant de l'obliquité de la bielle motrice.

Une machine de M. Knövenagel commandait la transmission principale de l'exposition industrielle de Hanovre en 1878; le piston, de 0^m.360 de diamètre, avait une course de 0^m.780, et la machine faisait 75 tours par minute (vitesse moyenne du piston, 1^m.95 par seconde). Le volant avait 4 mètres de diamètre, et transmettait le travail au moyen de 5 cordes en chanvre, de 45 millimètres de grosseur, qui s'appliquaient dans des rainures tournées sur la jante.

Distribution de M. Völl, à Neaux (ou Eupen, Prusse).

M. J. Völl, ingénieur à Neaux, est l'inventeur d'un mécanisme de distribution, représenté sur la feuille 29, figures 6 à 8. Contre le cylindre se trouve un coulisseau *A* (fig. 6) guidé dans une glissière horizontale, et mis en mouvement par la barre d'excentrique *B*; ce coulisseau conduit les quatre soupapes : celles d'échappement par une tige guidée *K*, et celles d'admission au moyen de deux couteaux *C* et *C*₁.

La figure 8 reproduit à plus grande échelle les détails relatifs à l'admission. La tige de souape, *F*, est soulevée par le moyen d'un levier coudé *LL*₁, qui oscille autour de l'axe *D*, et qui se termine à la partie inférieure par une douille fendue, *U*, qui renferme un tourillon, également fendu, de manière à laisser passer une coulisse *N*, contenant un bec de came *Z* (le *Z* est marqué en blanc sur la figure). La pièce *N* joue le rôle de guide, et son extrémité supérieure est articulée au bout d'un levier *RR*₁, mobile autour d'un axe situé en son milieu. Le bras *R*₁ est engagé dans une mortaise de la tige *M*, qui est reliée au manchon du régulateur comme l'indique la figure 6, en sorte que le levier *RR*₁ oscille avec le régulateur, et fait saillir plus ou moins l'ergot *Z* en dessous de la douille *U*, ce qui revient à faire varier la longueur du bras de levier *L*.

Lorsque le coulisseau *A* se meut dans le sens indiqué par la flèche, le couteau *C* repousse le bec de came *Z*, et fait lever la souape; il est clair que la hauteur de la levée, comme la durée de l'admission, dépendent de la saillie de la pièce *Z*: dès que celle-ci échappe au couteau, la souape retombe.

Lors du retour du coulisseau, la pièce *Z* est repoussée vers le haut, faisant céder le ressort *S*, puis retombe en place lorsque le couteau l'a dépassée.

Les soupapes d'échappement sont conduites par la tige *K*, fixée au coulisseau; cette tige porte des talons *r* et *r*₁, qui soulèvent les soupapes par l'intermédiaire de leviers coudés *Q* et *Q*₁, armés de galets; la fermeture de ces soupapes est assurée au moyen de ressorts à boudin.

3^o LES QUATRE SOUPAPES

PLACÉES SOUS LE CYLINDRE.

Machine de MM. Escher, Wyss et C^{ie}, à Zürich.

MM. Escher, Wyss et C^{ie} ont exposé à Paris, en 1878, une machine du système Woolf, qui servait de moteur à une partie des transmissions. Cette machine est représentée sur la planche XLVIII.

On voit sur la figure 3 l'arbre de distribution, qui est en deux parties, reliées par engrenages. Il commande les soupapes des deux cylindres, mais la détente n'est variable que dans le petit cylindre, les quatre soupapes du grand cylindre, comme celles de l'évacuation du plus petit, étant mises en mouvement par des cames fixées sur l'arbre.

La figure 4 est une coupe montrant les détails du mécanisme de distribution, pour le cylindre à haute pression.

A l'avant et à l'arrière du support de chaque cylindre, se trouvent boulonnées des chaises, présentant des flasques qui portent les tourillons servant de points fixes aux leviers des soupapes, soit deux tourillons pour chaque chaise; l'un se rapporte à la soupape d'admission, l'autre à celle d'échappement.

Les leviers de manœuvre des soupapes sont conduits par des bielles, dont les têtes, munies de galets, sont abaissées au moment convenable par les cames calées sur l'arbre.

Les soupapes d'admission du petit cylindre font exception : elles sont conduites par un mécanisme dont l'ensemble est représenté sur la figure 4, les pièces essentielles étant reproduites à grande échelle dans la figure 5.

Sur un axe fixe r oscillent plusieurs pièces indépendantes les unes des autres : une douille E , un levier coudé MM_1 , mis en relation avec le régulateur par la tringle R , et le levier LL_1 , qui a pour fonction de soulever la soupape d'admission; son extrémité est munie d'une touche d'acier o . Sur l'arbre de distribution A (fig. 4) est calé un excentrique C , dont le collier porte la barre B (fig. 5); celle-ci est guidée, à son extrémité inférieure, suivant un arc de cercle, au moyen de la petite bielle J , qui la rattache à l'extrémité du bras de levier M_1 , le levier MM_1 étant supposé fixe pour le moment. Vers son extrémité, la barre B forme une chape où se trouve un tourillon z , et sur ce tourillon oscille une pièce CD , dont l'extrémité D , tournée cylindrique, glisse à frottement doux dans la douille E , qui lui sert de guide. A l'autre extrémité, la pièce CD porte un bec n , qui, à chaque mouvement d'abaissement de la bielle B , vient appuyer sur la touche o du levier LL_1 , et fait soulever la soupape. La durée du contact, et par conséquent de l'admission, dépend évidemment de la distance de la barre B au tourillon r , et c'est ici qu'intervient le régulateur, qui modifie plus ou moins la position du levier MM_1 , opérant ainsi le déplacement de l'arc de cercle sur lequel est guidée l'extrémité de la barre. La tringle R est articulée par le haut avec une petite manivelle, calée sur un arbre horizontal que le régulateur fait légèrement osciller au moyen d'une tringle pendante, comme à l'ordinaire (*Voir figures 2 et 3*).

Il est clair que ce mécanisme pourrait se régler de manière à pousser le degré d'admission jusqu'à la course entière, mais on préfère ne pas aller aussi loin, ce qui permet de faire lever plus vivement la soupape dès le commencement de la course; on donne à l'excentrique un peu d'avance en conséquence.

Le petit cylindre est alésé à $0^m,200$, et le grand à $0^m,400$; le premier seul possède une enveloppe de vapeur. Tous deux sont fixés sur un grand bâti, et reliés par une pièce cylindrique, munie de fenêtres par lesquelles on peut atteindre les deux boîtes à étoupes. La course est de $0^m,600$, et la vitesse de 70 tours, ce qui met la vitesse moyenne du piston à $1^m,40$ par seconde. La machine est établie pour développer une puissance de 60 chevaux, en marchant sous une pression initiale de 7 kilogrammes.

La vapeur, avant de parvenir au petit cylindre, échauffe d'abord le récipient intermédiaire aux deux cylindres, puis traverse l'enveloppe du cylindre de haute pression, d'où elle passe à la valve de mise en route. Sortant du petit cylindre, la vapeur se réchauffe dans le récipient, puis

achève de se détendre dans le grand cylindre; de là, par une valve, on la dirige soit au condenseur, soit dans l'atmosphère.

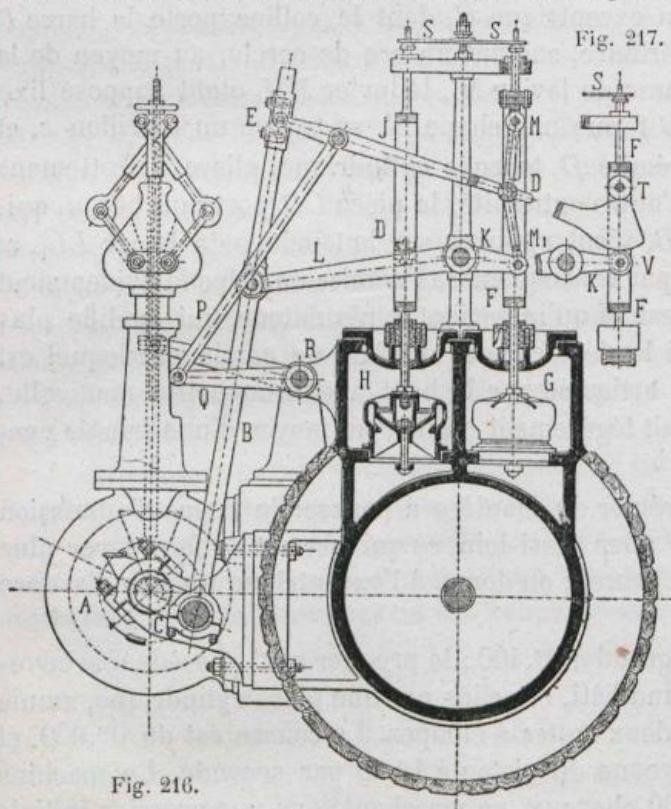
La pompe à air, placée sous le sol, est à double effet; elle est menée par un balancier vertical, conduit lui-même par deux bielles qui s'articulent sur le tourillon de la crosse. Son diamètre est de 0^m,175; la course est de 0^m,350; par suite le volume engendré par le piston est égal aux 0,112 de celui du grand cylindre.

Le volant a 3 mètres de diamètre, sa jante porte 6 rainures, recevant des cordes en chanvre, de 40 millimètres de diamètre. La manivelle, la tige du piston et la plupart des pièces de la distribution sont en acier; le grand palier, qui se règle par des coins latéraux, est garni en métal blanc.

V. DISTRIBUTIONS A RENCONTRE, A FERMETURE RÉGLÉE.

Système de M. A. Collmann, de Vienne (Autriche).

Les figures 216 et 217 représentent les dispositions essentielles du système de distribution de M. Collmann; ce mécanisme a du reste été reproduit avec un grand nombre de variantes.



Pour chaque extrémité du cylindre, il y a deux soupapes, *G* et *H*, placées côté à côté; toutes deux sont mises en mouvement par un même vibrateur (ou excentrique) *C*, situé sur l'arbre de distribution *A*, lequel tourne avec la même vitesse angulaire que l'arbre du volant.

La figure représente le mécanisme tel qu'il se trouve au moment du point mort; si nous divisons en deux, suivant le diamètre pointillé, le cercle décrit par le tourillon *C*, on voit que pendant la moitié inférieure du parcours, c'est l'admission qu'il s'agit de manœuvrer, et pendant la moitié supérieure, l'échappement seul doit fonctionner.

La soupape d'admission est commandée au moyen de la combinaison des mouvements de deux points pris sur la barre d'excentrique *B*. Le premier point, à l'extrémité du bras de levier *L*, décrit un arc de cercle qui se confond à peu près avec une verticale, et son oscillation s'étend, à part la petite variation qui

peut provenir de l'avance, depuis le milieu d'une course du piston, jusqu'au milieu de la course suivante. Le deuxième point, situé vers l'extrémité supérieure de la barre d'excentrique, oscille sensiblement dans le sens horizontal, et la période de son oscillation dure depuis un point mort jusqu'à l'autre; ce deuxième point se trouve au milieu d'un coulisseau *E*. Dans la position figurée,

le bras de levier *L* s'abaisse, tandis que le coulisseau, maintenu par la bielle *P*, reste à peu près immobile momentanément.

Le levier *KL* participe au premier mouvement, dont la période s'étend du milieu d'une course au milieu de la suivante : c'est donc celui-là qui a pour fonction, par son bras *L*, de manœuvrer la soupape d'échappement *H*, qu'il commence à soulever lorsqu'il se trouve vers le milieu de sa période d'oscillation. Le bras de levier passe entre deux flasques qui forment la tige *D*; et vient buter sous une entretoise qui réunit les deux flasques.

Le bras *K* du levier joue également dans la tige *F* de la soupape d'admission, et son mouvement correspondrait à la marche à pleine admission ; mais il n'enlève la tige que par l'intermédiaire d'un système à genou *MDM₁*, dont la rotule *D* est rattachée au coulisseau *E*, au moyen d'une bielle *J*. L'extrémité supérieure *M* du genou glisse d'ailleurs dans des guides verticaux, de manière qu'aussitôt la soupape revenue sur son siège, le genou continue seul son mouvement de descente. Enfin la position du coulisseau *E*, sur la barre d'excentrique, est à chaque instant déterminée par le régulateur, au moyen d'une bielle *P*, rattachée au bras *Q*, calé sur l'arbre *R*. Celui-ci est relié par un autre bras au manchon du régulateur, avec lequel il oscille.

Dans la position de la figure 216, l'admission est sur le point de s'ouvrir. La manivelle *C*, en s'abaissant, fait relever l'extrémité *M* du genou, et par conséquent soulève la tige de la soupape. Mais en même temps, le coulisseau *E* commence son oscillation du côté du cylindre, et repousse les pièces du genou ; de la combinaison de ces deux mouvements, il résulte une fermeture plus rapide que si la soupape n'était commandée que par le levier *KL* seulement. En effet, plus le coulisseau est repoussé vers le haut de la barre *B*, plus son excursion dans le sens horizontal est considérable, plus aussi il fait plier en dehors l'articulation du genou, en sorte que le point *M* s'abaisse, et avec lui la tige *F*. Inversement, si le coulisseau *E* est abaissé, l'amplitude des inflexions du genou diminue, et le mouvement de la tige *F* se rapproche de celui du levier *HL*, c'est-à-dire de la pleine admission (1).

La figure 217 représente une variante : le genou est remplacé par une sorte de crosse, formant l'extrémité de la bielle *J*. Cette crosse roule sur le galet *V*, fixé au levier *K*, et vient buter à chaque tour sous le galet *T*, fixé à la tige ; elle est profilée de telle façon que par le mouvement que lui communique le coulisseau *E*, elle produise sous le galet *T* le même effet que le genou.

On voit que la soupape est accompagnée tout le temps de sa descente, et ne tombe plus ; on a donc pu supprimer les matelas d'air et tout leur attirail, simplification importante, en observant toutefois que l'on renonce par là à la fermeture instantanée proprement dite.

(1) Cette combinaison de deux périodes différentes dans le mouvement de la barre d'excentrique, est au fond la même que celle qu'ont adoptée MM. Sulzer (Voir page 199), dans leur système de 1878, pour manœuvrer les soupapes à chute libre, mais la combinaison de M. Collmann est plus élégante. Il faut remarquer que dans ce mouvement, la soupape est constamment conduite par l'extrémité supérieure du genou, comme si la tige était articulée en ce point, la tension du ressort supérieur étant notablement plus forte qu'il ne serait nécessaire pour rabattre la soupape et vaincre le frottement de la garniture. Les distributions de M. Collmann sont exemptes de bien des causes d'irrégularité, inévitables dans la plupart des machines que nous avons passées en revue jusqu'ici : les variations de résistances du matelas d'air, les différences du frottement de la tige de soupape, ou de l'axe du tiroir, suivant l'état de la garniture d'étoipes, sont les principales de ces causes. D'ailleurs on n'a plus à se préoccuper de la difficulté de réglage des butoirs ou ergots, lorsqu'il faut les renouveler par suite d'usure. On a donc la certitude qu'à aucun moment la soupape ne manquera de se lever, ni de s'abaisser au moment voulu ; aussi, ces machines atteignent facilement une vitesse de 100 tours par minute, tandis qu'on ne peut guère dépasser 60 tours avec les distributions à déclic ou à cames ; et comme la vitesse avec laquelle la soupape retombe sur son siège est déterminée, on peut lui donner sa valeur maxima, celle au delà de laquelle la soupape serait détériorée par le

Les figures 218 à 221 sont des diagrammes du mouvement des soupapes (ou plutôt du mouvement de l'extrémité supérieure *M* du genou), rapporté aux positions successives du piston. La partie des courbes située au-dessus de la ligne *AB* est celle pendant laquelle il y a contact avec la tige, et par conséquent ouverture de l'orifice d'admission. Les surfaces couvertes de hachures correspondent donc à l'introduction de vapeur. Au-dessous de la ligne *AB*, les courbes correspondent tout de même au mouvement du point supérieur du genou, mais le mécanisme fonctionne à vide.

Dans ces figures, les dimensions verticales sont prises en vraie grandeur; les quatre diagrammes se rapportent à des introductions pendant 0,1, 0,3, 0,5 et 0,8 de la course.

Le diagramme de la figure 222 est celui qui se rapporte à l'échappement : il est constamment le même.

La courbe *ACB*, dans toutes ces figures, est celle dont les ordonnées mesurent les quantités dont la soupape devrait être soulevée, pour qu'il n'y eût pas d'étirage sensible de la vapeur, en prenant la vitesse du piston égale à 2 mètres; l'étirage se produit à partir du point où la courbe d'ouverture coupe la courbe *ACB* (1).

La machine motrice de la section autrichienne, à l'Exposition de 1878, avait une distribution Collmann, représentée sur la planche XLIX, fig. 5. Le mouvement est transmis à la soupape d'échappement par l'intermédiaire d'un levier formant une pédale légèrement cintrée, ce qui a pour effet d'accélérer très rapidement la levée de la soupape, à partir du moment où elle quitte son siège. En effet, le point de contact du levier horizontal, directement conduit par l'excentrique, avec le levier à pédale, se rapproche très vite du point de rotation de ce dernier, à mesure que le mouvement ascensionnel se produit.

La fermeture des soupapes, dans cette machine, était assurée au moyen de poids.

Les figures 6 et 7 de la même planche représentent les soupapes employées dans ces distributions : la première est destinée à l'admission, la seconde à l'échappement. Leur construction

choc. Avec les matelas d'air, comme ils peuvent quelquefois manquer leur effet, on doit se tenir en dessous de cette limite.

Ces résultats importants s'obtiennent à l'aide d'un mécanisme en somme assez simple, et paraissent constituer un progrès sérieux, digne de toute l'attention des constructeurs.

Voici quelques données relatives à la machine exposée en 1878. Diamètre du piston, 0^m,350; course, 0^m,600; Vélocité, 80 à 120 tours. La bielle a 1^m,500 de longueur; le tourillon de pied a 0^m,075 de diamètre sur 0^m,115 de portée, et le maneton 0^m,090 de diamètre sur 0^m,110 de portée. Le corps de bielle a 65 ^{m/m} de diamètre aux extrémités, et 80 ^{m/m} au milieu. L'arbre a 0^m,160 de diamètre; le grand palier est alésé à la même dimension, et sa portée est de 0^m,250. Le volant, de 3^m,00 de diamètre, pèse 2500 kil.; sa jante a 0^m,275 de largeur. La pompe à air est à simple effet, et à piston plongeur : diamètre 0^m,220, course 0^m,300. Le volume du condenseur est de 370 litres.

Les soupapes ont toutes 0^m,140 de diamètre. Pour l'admission, leur levée est exprimée par le tableau suivant :

Degré d'admission	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
Levée au moment du point mort, ou avance	1 ^{m/m} ,5	3 ^{m/m}	3 ^{m/m}	4 ^{m/m}	5 ^{m/m}
Maximum de levée	2 ^{m/m}	4 ^{m/m}	6 ^{m/m}	9 ^{m/m}	12 ^{m/m}

Pour l'échappement, la levée à l'instant du point mort est de 5 ^{m/m}; le maximum est de 17 ^{m/m}. Les lumières d'admission ont 0^m,200 sur 0^m,038, et celles d'échappement 0^m,200 sur 0^m,048 (*Trad.*).

(1) Il ne faut pas considérer cette circonstance comme constituant une infériorité réelle de la distribution de M. Collmann, vis-à-vis des distributions à soupapes munies de déclics et de matelas d'air. Celles-ci ferment en apparence subitement, mais en réalité, le diagramme de la descente de la soupape serait une courbe qui s'allongerait en se rapprochant de l'axe *AB*, et cela d'autant plus que le choc serait mieux évité (*Trad.*).

fait l'objet d'un brevet de M. Collmann. Avec la disposition ordinaire des sièges, il se produit souvent, dans les pièces, des dilatations inégales qui les déforment, soit par l'effet des écarts de tem-

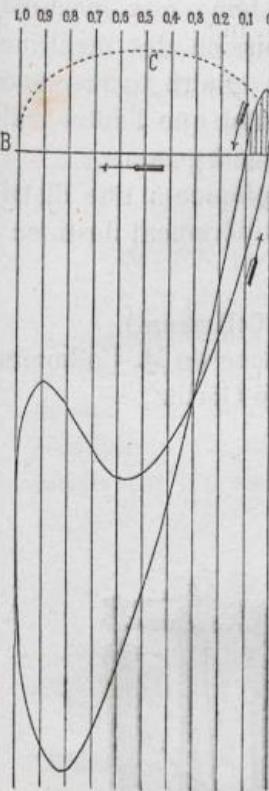


Fig. 218.

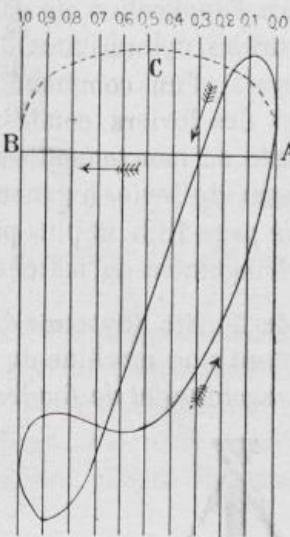


Fig. 219.

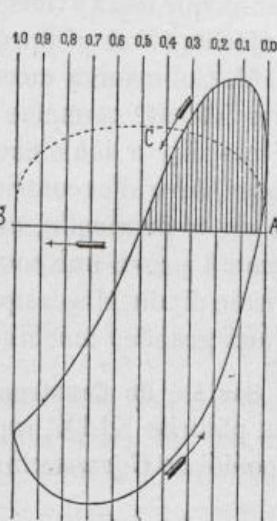


Fig. 220.

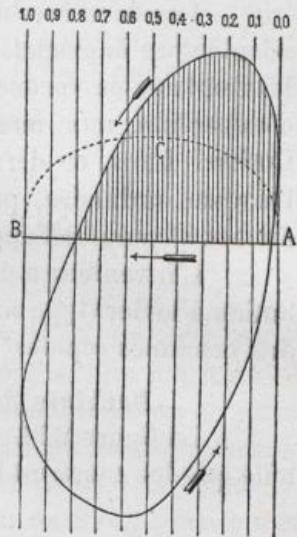


Fig. 221.

pérature, soit par suite de défauts d'homogénéité du métal. Pour y remédier, et conserver aux soupapes leur étanchéité première, l'inventeur tourne les zones de contact suivant une forme conique, en faisant coïncider les sommets des deux cônes, comme l'indiquent les lignes pointillées dans les figures 6 et 7. Les dilatations des deux pièces n'altérant pas l'angle au sommet des cônes, on démontre que le contact doit être permanent, quelque inégaux que soient les effets de la chaleur.

On voit sur les figures 9 et 10 de la planche une disposition de sûreté, au moyen de laquelle la machine s'arrête automatiquement, s'il se produit une rupture dans la commande du régulateur. Sur l'arbre de détente *a* est fixé un levier *b*, qui est rattaché avec le levier *cd* du régulateur par l'intermédiaire d'une cataracte très lourde; le piston *e* de cette cataracte est d'une même pièce avec une traverse *f*, reliée au bâti de la machine par deux tringles *g*, *h*. Si l'extrémité du levier *d* vient à se trouver libre, le poids de la cataracte suffit pour l'abaisser graduellement, et fermer peu à peu l'introduction. De son côté, le levier du régulateur est formé d'un bras *c*, fou sur l'axe *i*, et qui n'est rendu solidaire du bras *d* que par un cliquet *m*, dont la queue est maintenue au moyen d'un talon latéral qui glisse dans une coulisse verticale *k*.

Si les boules viennent à tomber, le talon descend au delà de la coulisse *k*, et se dégage, en sorte que le poids du régulateur n'équilibre plus la cataracte; celle-ci

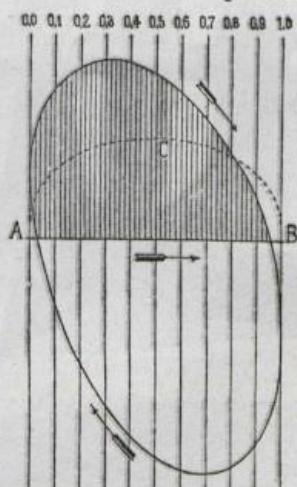


Fig. 222.

s'abaisse donc, et arrête la machine. Si la machine, au contraire, vient à s'emporter, les boules s'élèvent, et le talon sort de la coulisse, par le haut; le poids de la cataracte arrête alors la machine comme dans le cas précédent.

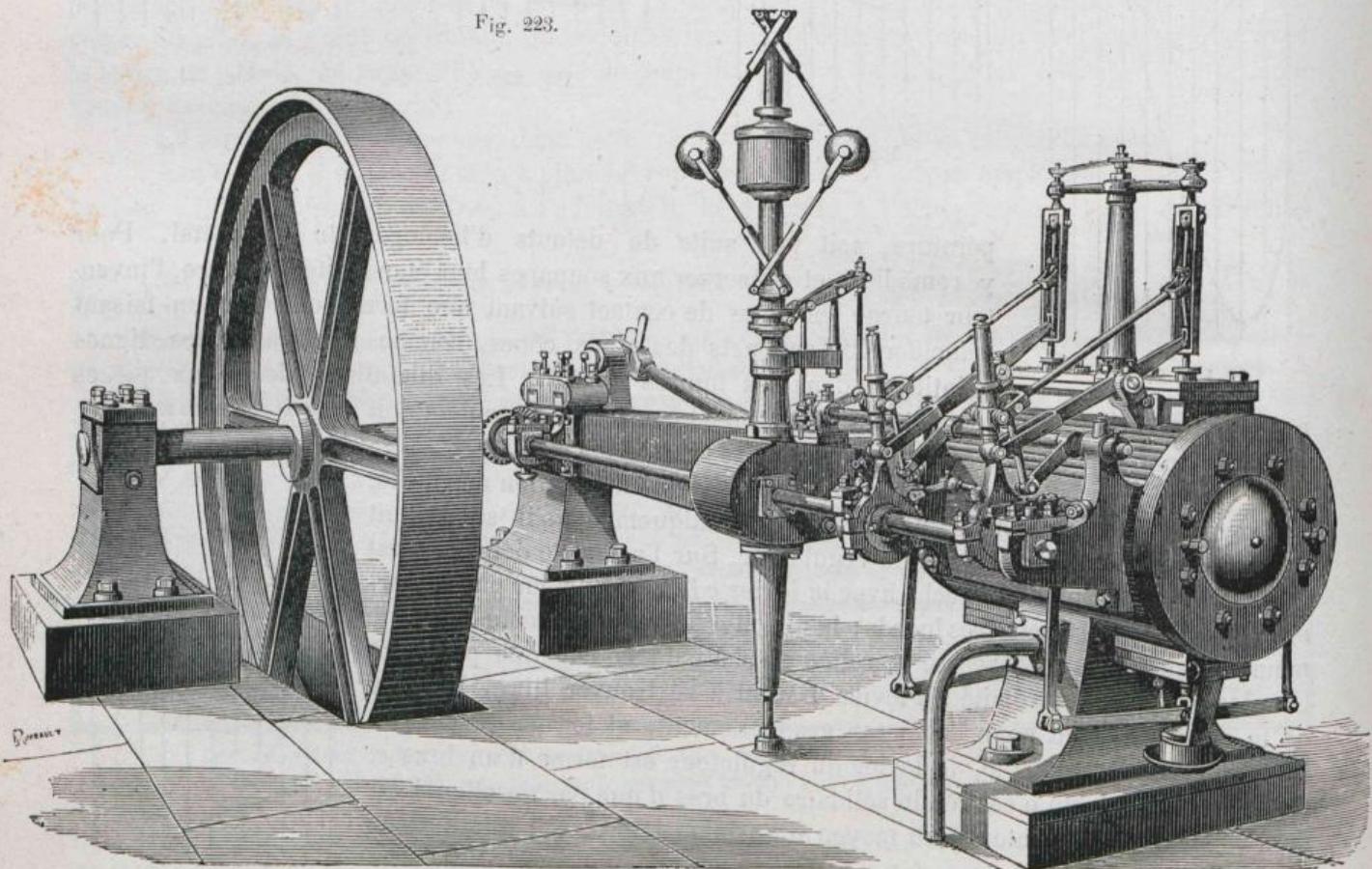
Les deux combinaisons que nous avons décrites, relatives au levier à genou, et une troisième adoptée par la Société de Görlitz (*Voir ci-après*), peuvent s'adapter également bien à des machines horizontales ou verticales. M. Collmann a aussi prévu l'application de son système aux machines d'extraction, aux machines Woolf, et même aux tiroirs cylindriques d'admission des machines Corliss. Dans ce dernier cas, il y a deux excentriques, l'un commande les quatre tiroirs, avec l'avance ordinaire, par une barre d'excentrique et des leviers coudés, tandis que l'autre, calé diamétralalement à l'opposé de la manivelle, est affecté au mouvement du levier à genou.

L'inventeur a également prévu une combinaison de levier à genou, appliquée à une distribution à levier (type américain dit du Mississippi, *Voir page 182*), et plus particulièrement destinée à des machines rapides, ou aux grandes machines à changement de marche.

Machines de la Société de Construction de Görlitz. (Système de M. Collmann.)

La figure 223, et la planche XLIX, représentent une machine du système de M. Collmann, telle que les construit la *Société de Construction de machines et de fonderie de Görlitz*.

Fig. 223.



La figure 3 (planche XLIX) est une coupe transversale, indiquant les principaux détails du mécanisme. Les soupapes d'échappement sont conduites à part, au moyen de cames, qui les sou-

lèvent par l'intermédiaire d'un système de leviers. C'est une petite complication, mais on y gagne de pouvoir régler facilement le fonctionnement de ces soupapes.

Quant à l'admission, la seule différence d'avec le type qui vient d'être décrit, se trouve dans le détail du levier à genou MM_1 . La bielle supérieure M de cet organe (Voir fig. 8) est articulée avec la tige F de la soupape, et elle est forée, formant une douille qui se termine par un collet plan, dressé. Dans la douille se meut une tige faisant corps avec la chape qui sert d'articulation au genou; sur cette tige se trouve également un collet ou embase dressée n , qui vient buter contre le collet de la bielle M , ce qui fait lever la soupape. Une fois la soupape redescendue sur son siège, la tige joue librement à vide dans la douille M .

Machines de la Société suisse de Construction de machines et de locomotives, à Winterthur.
(Système de M. Ch. Brown.)

M. Ch. Brown, directeur des ateliers de la Société de Construction de Winterthur, est l'inventeur de plusieurs systèmes de soupapes, tous conçus en vue de l'application aux machines dont les pistons sont animés de grandes vitesses. Les soupapes d'échappement sont toujours en dessous du cylindre, et reçoivent un mouvement invariable. Mais les soupapes d'admission, placées en dessus, sont conduites par un mécanisme spécial, dont le fonctionnement dépend directement du régulateur. Ce mécanisme, que nous décrirons plus loin, est resté à peu de chose près le même, tandis que les soupapes ont affecté successivement diverses dispositions que nous allons d'abord exposer.

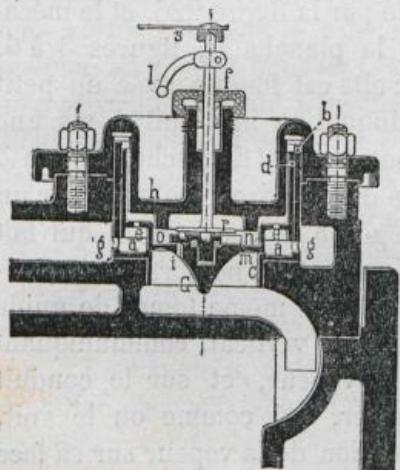


Fig. 224.

La figure 224 représente une des premières combinaisons adoptées. La soupape proprement dite G , est fondue avec un piston annulaire d , qui se meut dans un cylindre rapporté b , faisant corps avec le siège c de la soupape. Ce cylindre est percé à sa base d'ouvertures g, g , qui laissent pénétrer la vapeur. La soupape est aussi percée à son pourtour d'un certain nombre de petits trous e, e , dont la section est déterminée avec grand soin. L'espace aa , situé au-dessous de ces trous, est rempli de vapeur provenant du générateur. Le chapeau de soupape, G , est rodé plan en dessus, et il est percé de trois trous i , qui peuvent être simultanément ouverts ou fermés, par un petit tiroir rotatif n , découpé en trois secteurs. Ce tiroir est mis en mouvement par un disque r , également à trois ailettes, faisant corps avec la tige f , laquelle reçoit un mouvement de rotation au moyen du levier l . Un ressort s appuie sur la tête de la tige, et la repousse, ainsi que son tiroir, contre la soupape.

Pour établir l'admission de vapeur, le tiroir rotatif n est mis en mouvement de manière à découvrir les orifices i . Alors l'espace o , compris entre la soupape et le couvercle de la chapelle, se trouve en communication avec l'intérieur du cylindre, et la pression de la vapeur qui y est contenue s'abaisse immédiatement, malgré la présence des petits orifices e . La pression de la vapeur venant du générateur, qui remplit l'espace aa , soulève aussitôt la soupape, et la vapeur pénètre au cylindre.

Pour faire retomber la soupape, le tiroir n est remis en mouvement de manière à fermer les trous i ; la pleine pression règne alors dans l'espace o , tandis que sous la soupape, soit par l'effet de la marche du piston, soit par suite de l'écoulement rapide de la vapeur, la pression se trouve un peu moindre; d'ailleurs le ressort s , et le poids de la soupape, agissent pour fermer

l'admission : par suite, la fermeture a lieu. Ainsi le mouvement de la tige *f*, qui est commandée par le régulateur, détermine le degré d'admission de vapeur au cylindre (1).

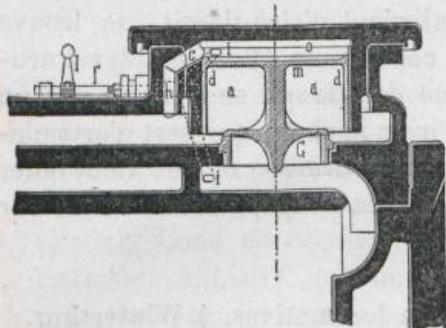


Fig. 225.

Beaucoup plus simple est la disposition figurée ci-contre (fig. 225). La soupape est fondue avec un piston *m*, qui porte un rebord cylindrique *d*, mobile dans un cylindre alésé qui fait partie du couvercle de la chapelle. Les ouvertures *e e* du système précédent sont remplacées par un canal *c*, et le conduit *i i* remplace de même les trous pratiqués dans la soupape ; ce conduit peut être ouvert ou fermé par un robinet *h*, qui correspond au tiroir rotatif du type précédent. Lorsque le robinet est ouvert, l'espace *o*, en dessus du piston, se trouve en communication avec le cylindre, dans lequel règne la basse pression

du condenseur, la pression s'abaisse donc dans cet espace, et la soupape est soulevée par la pression de la vapeur affluant sous le piston *m*, en *a*. Dès que le robinet est fermé, le canal *c* rétablit la pleine pression au-dessus du piston *m*, et la soupape redescend sur son siège. Le mécanisme de commande agit sur l'axe *f* du robinet, au moyen d'un bras *l*.

Ces deux genres de soupapes marchent sans bruit, mais elles ont un défaut sérieux, c'est que l'on ne peut jamais être absolument sûr de leur fonctionnement, et en outre, leur mouvement dépend du bon état d'un organe accessoire assez délicat. Aussi l'inventeur, renonçant à faire manœuvrer les soupapes par la pression de la vapeur, a-t-il adopté une autre disposition que nous allons décrire, où les inconvénients ci-dessus sont éliminés.

Ce troisième genre de soupapes date de 1877 : il est représenté par la figure 226, et le méca-

nisme de manœuvre se voit sur la planche L, figures 3 à 6. *V* est la soupape proprement dite : elle est fondue avec un petit cylindre creux *U*, dans le haut duquel on introduit à vis une paire de coussinets cannelés, servant de point d'attache à la tige *Z* de la soupape. La partie inférieure du cylindre *U* se meut sur un piston *K*, venu de fonte avec le siège de la soupape, et qui fait joint dans le cylindre au moyen d'un certain nombre de cannelures. Au centre de ce piston, qui sert en même temps de guide à la soupape, se trouve foré un conduit vertical, communiquant par des trous *i* avec la boîte à vapeur, et sur le conduit s'applique un petit clapet *e*, en acier, qui comme on le voit, supporte constamment la pleine pression de la vapeur sur sa face inférieure. Lorsque la soupape *V*, avec son cylindre *U*, est sou-

levée, la vapeur, passant sous le clapet *e*, remplit le vide qui se forme au-dessus du piston *K* ; mais lorsque la soupape redescend, le clapet retombe, et la vapeur renfermée entre *U* et *k* ne peut s'échapper que par un petit trou, foré dans l'axe du clapet ; ainsi la fermeture de la soupape n'a lieu que graduellement. On donne au trou percé dans le clapet un diamètre tel, que la chute se fasse sans bruit. Ce dispositif joue le rôle de matelas d'air, toutefois on ne peut en régler l'effet à volonté.

La tige *Z* de la soupape a un certain jeu entre les coussinets *m*, mais sa partie supérieure, qui porte plusieurs cannelures, joue dans un très long alésage ; l'eau de condensation s'y amasse et

(1) Ce système nécessite un soin extrême dans l'ajustage, et sa complication est réellement excessive.

prévient les fuites de vapeur, en sorte qu'il suffit, pour assurer l'étanchéité, d'une très petite garniture de coton fort peu serrée; le frottement de la tige est donc réduit au minimum.

La figure 3 de la planche L indique la manière dont la soupape est manœuvrée : sa tige *F* est rattachée, par le haut, et au moyen de minces lames d'acier *S*, à deux tringles *ff*, fixées elles-mêmes à un manchon *o*, qui coulisse à l'extérieur de la douille du presse-étoupes. Une tige *p*, provenant du mécanisme de régulation, fait osciller un levier *a*, qui va et vient entre les branches pendantes de deux leviers coudés *b*. Ceux-ci, par des fourchettes situées à l'extrémité de leurs bras horizontaux, saisissent les manchons *o*, et les font monter ou descendre. Lorsque la fourchette s'élève, l'admission s'ouvre, et l'élasticité de l'assemblage du manchon et de la tige *F* prévient tout effet nuisible pour la soupape. Un ressort *c* assure la fermeture des soupapes lors du retour de la tige *p*.

La grandeur de l'admission dépend de l'amplitude des oscillations du levier *a*, et cette amplitude est déterminée par un système de leviers, placé sous la dépendance directe du régulateur, comme on va le voir.

Une barre *R* (planche L, fig. 3) est articulée par une extrémité à un point *O*, convenablement choisi sur la bielle motrice, et par l'autre, à l'extrémité *T* d'un levier *S*, oscillant autour d'un point fixe pris sur le bâti; au point *Q*, situé vers le milieu de la barre *R*, est articulé un autre levier *P*. Pendant un tour de la manivelle, le point *O* décrit la courbe ovale $OO_1O_2O_3$, et le point *Q* décrit une sorte d'ovale, aplati d'un côté, $QQ_1Q_2Q_3$. Il en résulte que le levier *P* oscille à la fois dans le sens vertical et dans le sens horizontal. L'extrémité supérieure *n* de ce levier est reliée, par un système de bielles opposées, u_1x et $n \times u_2$ (Voir fig. 6), aux deux extrémités d'une barre u_1u_2 , de telle sorte que le point *n* oscille de part et d'autre de la barre u_1u_2 , et sensiblement sur une perpendiculaire à cette barre. Pour cela, la barre $n \times u_2$ glisse librement, en u_2 , dans une douille ménagée dans l'articulation, de manière à compenser l'effet de la rotation de u_1x autour du point u_1 . Mais la barre u_1u_2 est elle-même rattachée au manchon du régulateur par un levier, en sorte qu'elle peut affecter diverses positions plus ou moins inclinées, à partir de l'horizontale (fig. 6) qui correspond à l'introduction minima, jusqu'à la position de la figure 4, qui est le maximum. L'extrémité du levier est reliée au point *z* avec le piston d'un frein à huile.

La tringle *p*, qui commande les soupapes, est articulée au point *r* du levier *P*, le boulon d'articulation passant dans un œil qui permet d'augmenter ou diminuer à volonté la levée des soupapes. Le point *r* décrit des courbes elliptiques $r \ r_1r_2r_3$, dont le grand axe, dirigé transversalement à la barre u_1u_2 , s'incline avec elle. La distance entre les tangentes verticales menées à ces courbes est justement le déplacement de la tige *p*, et on voit que cette distance est variable suivant les diverses inclinaisons du système (1). Le trajet le plus court correspond à la figure 5, et le plus long à la figure 4, la figure 3 étant dessinée pour la position moyenne. Il est clair que l'admission au cylindre varie comme le déplacement longitudinal de la tige *p*. On remarquera qu'au moment du point mort, la direction

(1) En supposant que l'avance fût nulle, le point de la courbe, correspondant à la fermeture de la soupape serait celui que déterminerait une verticale menée par le point qui répond au point mort de la manivelle; suivant l'inclinaison de la barre u_1u_2 , il est visible que l'arc ainsi délimité peut varier dans de très grandes proportions. L'avance à l'introduction fait reculer vers le milieu de l'ovale la limite ci-dessus et le degré d'introduction se trouve augmenté d'autant.

Il ne faut pas perdre de vue que les soupapes ne sont pas abandonnées à elles-mêmes lors de la fermeture, en sorte qu'il n'y a pas de chute proprement dite; mais le mouvement de descente suit le retour de la tringle *p*, et il est très rapide (*Trad.*).

du levier P passe sensiblement, quelle que soit l'inclinaison de la barre $u_1 u_2$, par l'axe d'oscillation u ; il en résulte que l'avance à l'introduction est constante pour tous les degrés d'admission.

Il faut observer que le point r de la tige p décrit également une courbe autour de son point d'oscillation à l'extrémité du bras a ; il en résulterait une inégalité d'introduction entre les deux extrémités du cylindre, si l'on ne corrigeait cette perturbation en altérant légèrement les longueurs des petites bielles $u_1 x$ et $n x u_2$.

La Société de Winterthur a exposé à Paris en 1878 une machine semblable, dont l'ensemble est reproduit sur la planche L (figures 1 et 2) et divers détails sur la planche LI (figures 1 à 3). Les tiges des soupapes sont attelées à deux petits leviers coudés (*Voir* planche LI, fig. 3), dont le bras supérieur porte un manchon avec embase dressée formant butoir. La tige de distribution traverse les manchons, et porte des embases semblables, qui repoussent tour à tour l'un ou l'autre des leviers coudés. Chaque soupape est chargée par deux ressorts à boudin concentriques et enroulés en sens contraire, logés dans une petite boîte au haut de la tige. Ces ressorts obligent la soupape à redescendre aussi vite que le permet le recul de la tige de distribution.

Les deux soupapes d'échappement sont commandées par un excentrique spécial, qui les manœuvre au moyen de deux leviers légèrement arrondis en came (planche LI, fig. 3) et situés au-dessous du cylindre. Ces leviers soulèvent les soupapes par l'intermédiaire de leviers du second genre, dont l'extrémité est acierée.

Le cylindre de la machine exposée avait 0^m,400 d'alésage, et la course du piston était de 0^m,700. La machine faisait très aisément 120 tours par minute, ce qui correspond pour le piston à une vitesse moyenne de 2^m,80 par seconde. Le tuyau d'admission de vapeur débouche par dessous dans l'enveloppe, le cylindre proprement dit étant fondu à part. De l'enveloppe la vapeur est admise dans le conduit qui relie les deux chapelles d'admission, au moyen d'une valve équilibrée, dont la tige est construite de la même façon que celles des soupapes. A sa partie supérieure, cette tige est fixée à un chapeau, qui s'assemble par une vis à pas rapide, sur la tête de la douille. En tournant ce chapeau au moyen d'une manette (*Voir* planche LI, fig. 2), on ouvre ou ferme la valve.

La tige du piston a 70 ^m/_m de diamètre, elle est fixée au piston par un écrou situé vis-à-vis d'une embase conique; aux deux extrémités de la partie frottante, on a pratiqué un léger évidement, destiné à éviter le creux que produit peu à peu sur la tige le frottement dans la garniture du presse-étoupes. La contre-tige du piston conduit les pompes à air, au moyen d'un levier oscillant, à trois branches. Ces pompes, verticales et à simple effet, sont placées en arrière du cylindre; leurs pistons ont 0^m,280 de diamètre et 0^m,190 de course; le volume des deux ensemble équivaut aux 0,267 du volume du cylindre à vapeur. Les pistons (planche L, fig. 7) sont d'un type particulier: le couvercle, qui est guidé, forme clapet; il est muni d'une garniture en caoutchouc, boulonnée en dessous, et il est pressé sur son siège par un ressort à boudin enfilé au-dessus de la tête du couvercle.

On voit, sur la figure 2 de la planche LI, le tuyau d'échappement, qui se trouve à côté du tuyau d'arrivée; il débouche dans le condenseur, à l'intérieur duquel sont suspendus les deux corps des pompes à air.

Le bâti est cylindrique et bifurqué, comme dans la machine de MM. Florio et C^{ie} (*Voir* page 173). Il est boulonné avec le couvercle du cylindre et le cylindre lui-même; celui-ci est supporté par un soubassement un peu grêle. Le corps du bâti, qui contient les glissières, présente des fenêtres sur les deux côtés, pour permettre d'atteindre la crosse, et il a une large ouverture au-dessus du presse-étoupes de la tige. Les paliers sont coulés avec le bâti, et le plan de séparation de leurs coussinets est vertical.

La bielle, dont la longueur est de 5,5 fois le rayon de la manivelle, est à fourche du côté du piston : le tourillon oscille dans un palier ménagé dans la crosse. La tête de bielle saisit un maneton de 0^m,180 de diamètre, sur 0^m,250 de portée, qui est calé entre deux plateaux manivelles, équilibrés par des contrepoids venus de fonte.

En dehors des paliers, l'arbre porte d'un côté l'excentrique de l'échappement, une petite poulie conduisant par courroie le régulateur, et le volant, qui a 2^m,60 de diamètre sur 0^m,45 de largeur; de l'autre côté de la machine, il porte une petite manivelle qui conduit la pompe alimentaire.

CHAPITRE SECOND. — DISTRIBUTIONS A DÉCLIC.

I. SOUPAPES PLACÉES SUR LE COTÉ DU CYLINDRE

Machine des Ateliers Saxons, à Chemnitz.

Les Ateliers Saxons, à Chemnitz (ancienne maison Rich. Hartmann) ont exposé à Vienne en 1873 une machine motrice de 100 chevaux, avec distribution par soupapes fort bien établie. Depuis, le même système a été appliqué avec succès aux machines d'extraction.

La planche LII représente un moteur de 80 chevaux, qui servira d'exemple à notre description.

Comme on le voit, les soupapes équilibrées sont placées dans des chapelles venues de fonte sur le côté de l'enveloppe du cylindre, les soupapes d'admission étant au-dessus de celles d'échappement, dans le même axe. Toutes les soupapes sont conduites au moyen d'un arbre horizontal, situé un peu plus haut que l'axe du cylindre, et auquel le mouvement est transmis au moyen d'engrenages, depuis l'arbre de la manivelle : ces deux arbres ont même vitesse angulaire. L'arbre intermédiaire de la transmission, qui tourne deux fois plus vite, mène le régulateur, au moyen d'un autre engrenage accélérateur.

Deux excentriques, calés sur l'arbre de distribution, conduisent les soupapes d'admission ; l'angle de calage est choisi de manière à atteindre de très grandes introductions.

Pour chaque excentrique, la barre est articulée à un levier LL_1 (fig. 5), qui oscille autour d'un axe fixé à un support fondu avec le couvercle de la chapelle. La tige F de la soupape présente une fenêtre, dans laquelle passe l'extrémité du levier; la fenêtre est traversée par un taquet o , en acier, sous lequel vient s'enclencher, au bas de sa course, un cliquet n , suspendu au bras L ; un ressort s assure l'entrée en prise. Lorsque le levier remonte, le cliquet, après un temps perdu convenable, enlève donc la soupape. On donne à ce temps perdu une valeur relativement assez forte, afin que l'ouverture n'ait lieu qu'au moment où la vitesse de la barre d'excentrique atteint presque son maximum. Le cliquet porte une queue N , dirigée horizontalement, qui vient buter, en remontant, contre une came M , dont la position est déterminée par le régulateur ; le mouvement ascensionnel continuant, le cliquet se dégage, et la soupape retombe, sous l'action d'un fort ressort à boudin appuyant sur la tête de la tige. Un matelas d'air amortit le choc.

La came est calée sur un arbre de détente, tournant dans les deux supports des leviers LL_1 , et directement rattaché, par une bielle, au levier du régulateur. Le profil de la came se détermine d'après les limites que l'on veut assigner à l'introduction.

Les soupapes d'échappement sont manœuvrées au moyen de deux cames, calées sur l'arbre de distribution; la tige de soupape sort par dessous : elle est commandée directement par un levier, sur lequel appuie une bielle, armée d'un galet qui roule constamment sur le pourtour de la came.

La position latérale des soupapes donne lieu à un assez grand espace nuisible; on le réduit en y plaçant un bloc de fonte, suspendu au siège de la soupape d'admission. Les soupapes, comme leurs sièges, se faisaient d'abord en bronze : on y a renoncé pour adopter la fonte. Il est à remarquer que le siège à lanterne de la soupape d'admission, est suspendu par le haut, en sorte que sa dilatation est libre, ce qui n'a pas lieu pour la soupape d'échappement, dont le siège est appliqué depuis le bas, contre la zone de contact située à sa partie supérieure.

Cette machine marche à condensation. Le piston a $0^m,600$ de diamètre, et $1^m,200$ de course ; sa vitesse moyenne est de $1^m,68$. L'arbre fait 42 révolutions par minute. Le cylindre, rapporté dans son enveloppe, est entouré par le courant de vapeur, arrivant par dessous. De l'enveloppe la vapeur passe aux chapelles des soupapes, en traversant une valve. L'échappement, traversant le support du cylindre, se rend au condenseur par un tuyau situé du côté opposé aux soupapes (Voir fig. 3). Les conduits d'arrivée et d'échappement ont respectivement 140 et 160 mm_m de diamètre, ce qui équivaut à $0,054$ et $0,071$ de l'aire du piston.

Le support du cylindre, ainsi que le grand palier, reposent chacun sur une plaque de fondation séparée. La tige du piston a 90 % ; elle est clavetée dans la crosse. La longueur de la bielle est égale à 5 fois le rayon de la manivelle; elle est à fourche par son pied, et le tourillon y est maintenu par des portées coniques et un écrou. Le maneton, qui tourne dans une tête fermée, a $0^m,126$ de diamètre sur $0^m,156$ de portée; il se prolonge pour conduire le piston de la pompe à air. Celle-ci est à double effet, et se trouve en dessous du sol; le diamètre de son piston est de $0^m,340$, et sa course est de $0,550$: le volume qu'il engendre est égal aux $0,147$ du volume du cylindre à vapeur.

Le grand palier est fondu d'une pièce avec le bâti : il est à trois coussinets, de $0^m,250$ de diamètre sur $0^m,420$ de longueur. Le diamètre de l'arbre est réduit à $0^m,240$ dans le moyeu de la manivelle, qui a $0^m,240$ de portée; l'arbre repose sur un second palier, identique à celui de la manivelle, sauf les coins de réglage; ces deux paliers sont éloignés de $2^m,134$ d'axe en axe. Le volant est denté, il est calé sur le milieu de l'arbre, qui est renforcé à $0^m,295$. Son diamètre extérieur est de $5^m,130$, et il a six bras, boulonnés sur le moyeu. Le régulateur, du système Porter, est à bielles croisées : il fait 110 tours par minute. Son support, qui paraît maigre, est placé au milieu des glissières.

Machine de la Société anonyme de Marcinelle et Couillet (Belgique).

La société de Marcinelle et Couillet avait exposé à Paris un ventilateur de mines, mû par une machine à soupapes, dont la régulation est liée à la pression de l'atmosphère, au moyen d'un régulateur particulier, dû à M. Timmermans.

Nous décrirons d'abord la distribution, avec l'aide de la figure 228. Sur le côté du cylindre se trouvent les deux chapelles, contenant chacune la soupape d'admission G , et celle d'admission H , qui est placée au-dessous de la première. De même que dans les machines Corliss proprement dites, la barre d'excentrique B fait osciller un conducteur A , mobile sur un axe Z situé entre les deux chapelles, et un peu au-dessus de l'axe du cylindre; quatre bielles (dont deux sont figurées, E et E_1) rattachent les quatre soupapes à ce conducteur. La

bielle E_1 manœuvre directement la soupape d'échappement, au moyen d'un levier coudé KK_1 ; une fois la soupape appliquée sur son siège, le levier continue son mouvement à vide, et au retour soulève de nouveau la soupape. Quant à la soupape d'admission, elle n'est reliée à la bielle E que pendant la levée, et par l'intermédiaire d'un déclic : lorsque le degré convenable d'admission est atteint, le déclanchement se produit, et la soupape est repoussée sur son siège par l'effet d'un ressort à boudin, muni d'un matelas d'air O .

Examinons en détail le fonctionnement du mécanisme de déclic. Sur l'axe J sont calés deux leviers L et L_1 , dont le premier est articulé à la bielle E , et dont le deuxième, muni d'une touche d'acier o , opère le soulèvement de la soupape. L'enclanchement a lieu par un levier coudé NN_1 , qui joue le rôle de cliquet, et qui se trouve suspendu dans une fenêtre de la tige F de la soupape. Ce levier porte un taquet d'acier, n , qui sous l'effort d'un ressort s , s'engage au-dessus de la plaque o , lorsque le levier L_1 arrive au bas de son oscillation. Le mouvement ascendant du levier fait ensuite lever la soupape, jusqu'au moment où le bras N_1 du levier coudé vient buter contre un arrêt r , dont la position dépend du régulateur; à cet instant, le levier tournant autour de son axe, la tige de soupape est dégagée et retombe.

L'arrêt r est situé à l'extrémité du bras R du levier coudé RR_1 , monté fou sur l'arbre J . L'autre bras R_1 est articulé à une tige verticale M , qui vient buter sur l'un quelconque des échelons d'une pièce Q , représentée à part, et à plus grande échelle, dans la figure 227. Il suffit donc de faire porter la tige M sur l'un ou l'autre des échelons, pour déterminer par là la proportion de l'introduction de vapeur au cylindre : plus cette tige est abaissée, plus l'introduction est grande. On comprend d'ailleurs que le levier RR_1 pourrait aussi bien être commandé par un régulateur ordinaire.

Le régulateur qui gouverne cette machine est du système barométrique de M. Timmermans. L'expérience a appris que la plupart du temps les forts dégagements de grisou, si redoutés dans les mines, sont dus à un brusque abaissement de la pression atmosphérique : les gaz dangereux se dilatent alors, et font irruption dans les galeries. Il est donc nécessaire, à ces moments, d'augmenter l'intensité de la ventilation, c'est-à-dire, la vitesse du ventilateur, pour renouveler plus rapidement l'air de la mine, et on considère comme très utile de faire régler la machine par un véritable baromètre : la ventilation suit ainsi automatiquement la décroissance de la pression atmosphérique. Dans les moments où la pression varie en croissant, au contraire, on préfère confier au mécanicien, et non au ventilateur, le soin de mettre la machine à la vitesse convenable.

Les détails du régulateur barométrique et de ses accessoires se voient sur la planche XLVII, figures 4 à 7. Le levier f du régulateur (Voir fig. 6) agit, par l'intermédiaire de la barre m , sur la tige M (Voir fig. 228 du texte); mais la barre m n'est réunie avec le régulateur qu'au moyen de roches (planche XLVII, fig. 7), en sorte que le mouvement

Fig. 227

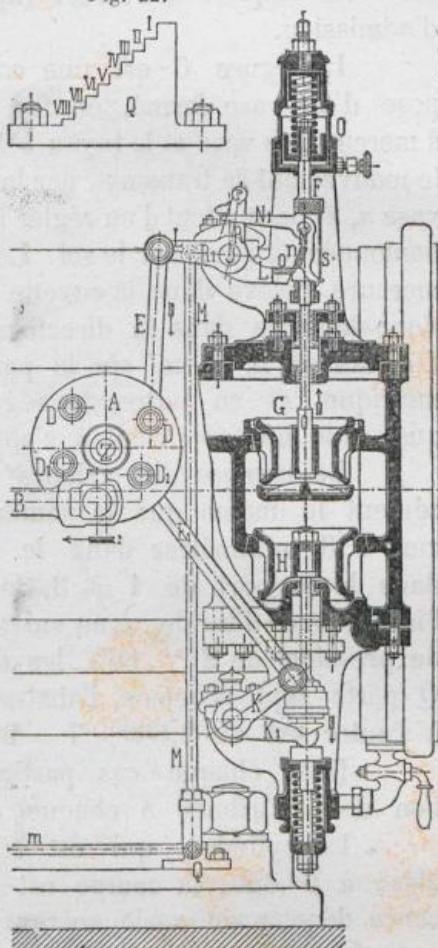


Fig. 228.

ne peut se transmettre que dans un sens. Dès que la pression de l'atmosphère vient à diminuer, l'extrémité inférieure des deux tiges *M* est attirée vers le régulateur, et descend alors d'un degré sur l'escalier taillé dans la pièce *Q*; par suite, la marche de la machine s'accélère aussitôt. Lorsque, au contraire, la pression augmente, le levier *f* ne peut faire remonter les tiges, et le rochet (*k*, fig. 4) recule librement sur les cannelures de la tige *m*. Une fois la pression revenue à sa valeur normale après une baisse, le mécanicien desserre les cliquets à ressort (fig. 7), et soulève les tiges *M* pour revenir au degré ordinaire d'admission.

La figure 6 est une coupe verticale du régulateur de M. Timmermans. Il se compose d'un vase fermé, en fer, qui est en communication par un tuyau *b* avec une cuvette à mercure, ce vase et le tuyau *b* formant un baromètre; sur le mercure se trouve un flotteur *d*, dont le mouvement se transmet, par la tige *e*, au levier coudé *ff₁*. Trois tiges filetées *g* soutiennent le vase *a*, et permettent d'en régler la hauteur. Le tout est entouré d'une enveloppe en fonte, solidement boulonnée en place sur le sol. Lorsque la pression atmosphérique vient à diminuer, le niveau du mercure s'élève dans la cuvette et soulève le flotteur avec sa tige; la branche *f* du levier coudé est donc déplacée dans la direction de droite, et agit, comme on l'a déjà vu, sur la régulation. Un cadran *h*, placé sur la paroi de l'appareil, indique à chaque instant la hauteur barométrique, et en outre, le régulateur est muni d'une sonnerie électrique, qui appelle dès que cette hauteur vient à s'abaisser de 5 millimètres.

Le nombre des valeurs différentes que peut prendre l'introduction de vapeur est forcément le même que le nombre des degrés de la pièce *Q* (fig. 227). Ces degrés ont chacun 4,3 millimètres dans le sens horizontal, et comme les bras de levier *f₁* et *f* sont dans le rapport de 1 à 3, la hauteur dont le flotteur doit se déplacer, pour faire passer l'introduction d'un degré au suivant, est de $\frac{4,3}{3} = 1 \text{ mm/m}$, 433, ce qui correspond à un abaissement de pression de 2 mm/m , 866, les deux vases à mercure étant d'égale surface. Comme la pièce *Q* porte sept échelons, l'abaissement de pression qui correspond au passage d'un extrême à l'autre est de $2,866 \times 7 = 20$ millimètres.

Dans chaque cas particulier on détermine par l'expérience le degré de détente que l'on doit attribuer à chaque échelon, et on en déduit la hauteur de l'échelon.

Le cylindre, qui est représenté en élévation extérieure sur la planche XLVII, est alésé à 0^m,620; la course est de 0^m,850, et, sous une pression de 3 atmosphères, la puissance développée varie suivant le degré de détente, comme l'indique le tableau suivant :

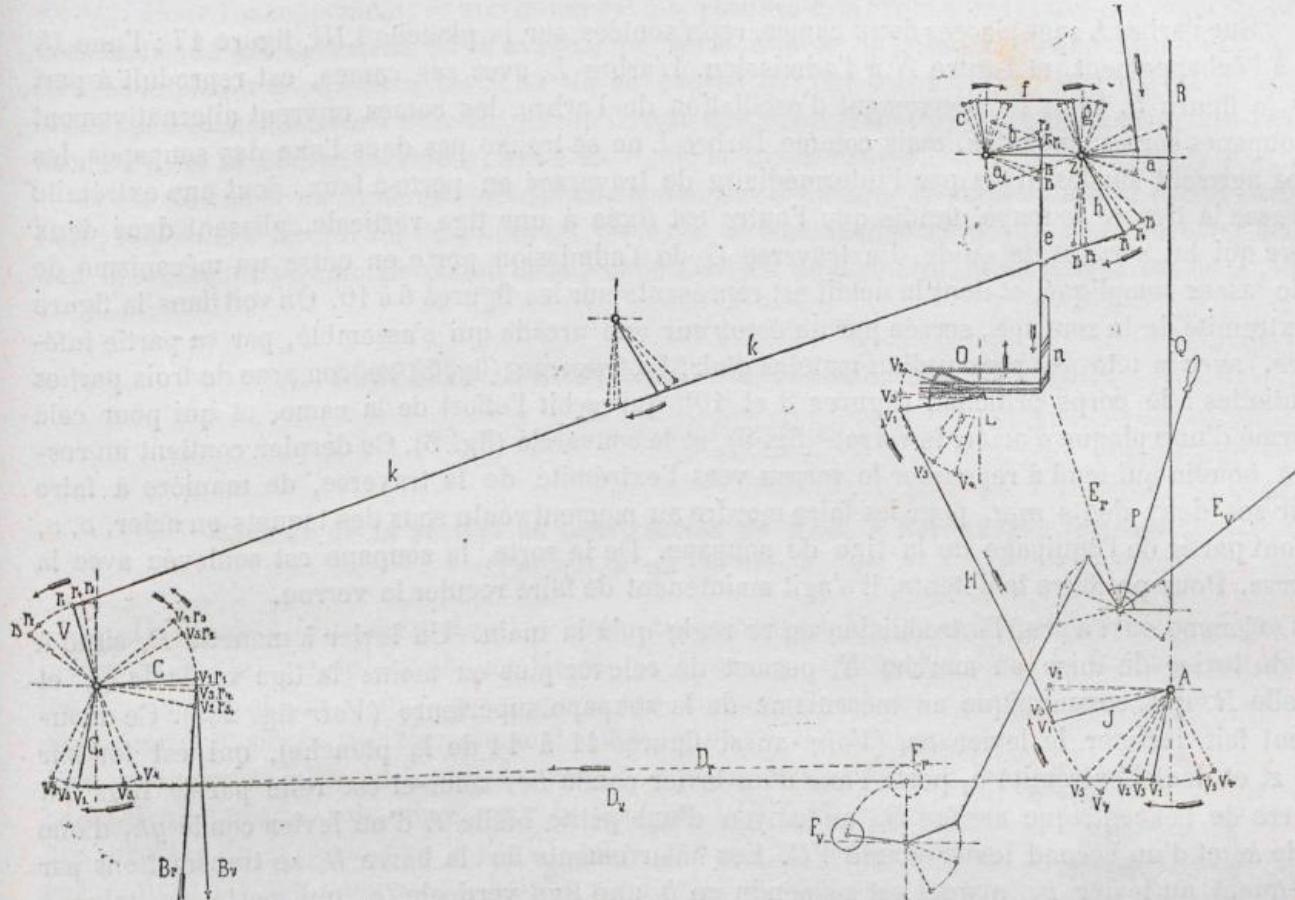
Numéros des échelons	I	II	III	IV	V	VI	VII
Degré d'introduction.	0,165	0,175	0,20	0,24	0,27	0,31	0,37
Nombre de tours par minute.	40	44	48	52	56	61	68
Puissance indiquée, en chevaux-vapeur.	36	43,5	56,5	71,8	89,7	110	147

La machine commande directement un ventilateur Guibal, de 12^m de diamètre sur 2^m,5 de largeur, portant 10 aubes, et qui lui sert de volant.

Machine de MM. Pusey, Jones et Cie, à New-York.

(Système de M. John Baird.)

La planche LIII représente la machine du vapeur *Hudson* (ligne Cromwell), construite par MM. Pusey, Jones et Cie, sur les plans de M. Baird. De même que dans la machine de MM. Peek et Cie (Voir page 58), la détente se règle à la main, sans régulateur.



des bielles, ou aussi toutes deux ensemble. C'est d'après cette dernière position qu'est tracée la figure 1 de la planche LIII : la machine est alors arrêtée. Dans la figure 229, la bielle D_v est enclanchée, et la machine marche en avant. Au milieu de l'arbre A se trouve un levier J , qui est équilibré; il porte les tourillons de deux bielles, dont la plus longue met en mouvement les soupapes du haut, et l'autre, H , commande les soupapes du bas, par l'intermédiaire d'un arbre L . Nous étudierons seulement le mouvement de ces dernières, le mécanisme du haut étant le même.

Sur l'arbre L sont placées deux cames, représentées sur la planche LIII, figure 17 ; l'une M , sert à l'échappement, et l'autre N à l'admission. L'arbre L , avec ses cames, est reproduit à part dans la figure 5. Dans le mouvement d'oscillation de l'arbre, les cames ouvrent alternativement les soupapes correspondantes, mais comme l'arbre L ne se trouve pas dans l'axe des soupapes, les cames agissent sur les tiges par l'intermédiaire de traverses en porte-à faux, dont une extrémité embrasse la tige de soupape, tandis que l'autre est fixée à une tige verticale, glissant dans deux paliers qui lui servent de guide. La traverse O de l'admission porte en outre un mécanisme de déclique assez compliqué, et dont le détail est représenté sur les figures 6 à 10. On voit dans la figure 7 l'extrémité de la soupape, serrée par un écrou sur une arcade qui s'assemble, par sa partie inférieure, avec la tête du piston d'un matelas d'air. La traverse (fig. 8) se compose de trois parties essentielles : le corps principal (figures 8 et 10), qui reçoit l'effort de la came, et qui pour cela est armé d'une plaque d'acier, le verrou (fig. 9), et le couvercle (fig. 6). Ce dernier contient un ressort à boudin qui tend à repousser le verrou vers l'extrémité de la traverse, de manière à faire saillir ses deux dents mm , pour les faire mordre au moment voulu sous des taquets en acier, o , o , qui font partie de l'équipage de la tige de soupape. De la sorte, la soupape est soulevée avec la traverse. Pour produire la détente, il s'agit maintenant de faire reculer le verrou.

Comme on l'a vu, l'introduction ne se règle qu'à la main. Un levier à manette P , situé à côté du levier de mise en marche E , permet de relever plus ou moins la tige verticale Q , et la bielle R , qui communique au mécanisme de la soupape supérieure (Voir fig. 229). Ce mouvement fait incliner le levier aa_1 (Voir aussi figures 11 à 14 de la planche), qui est fou sur l'axe z , et dont l'extrémité a_1 porte l'axe d'un levier coudé bc ; celui-ci est relié par le bras c à la barre de l'excentrique arrière B_r , au moyen d'une petite bielle f , d'un levier coudé gh , d'une tringle k , et d'un second levier coudé VC . Les mouvements de la barre B_r se transmettent par conséquent au levier bc , auquel est suspendu en b une tige verticale e , qui porte un talon à biseau n ; ce talon, animé d'un mouvement de va-et-vient vertical, s'introduit dans la mortaise u du couvercle de la traverse (fig. 10). Il bute alors contre un galet d'acier r , qui fait partie du verrou, et repousse celui-ci, de manière que la tige de soupape se trouve dégagée d'avec la traverse, et retombe. Le choc est amorti par le matelas d'air qu'on voit dans les figures 7 et 8.

Lorsque le point d'oscillation du levier bc est déplacé à la main, comme il a été expliqué plus haut, la grandeur de l'admission est modifiée, et elle peut s'étendre de 0 à 0,3. Comme la tige e reçoit son mouvement de l'excentrique de marche en arrière, le mécanisme de déclique ne fonctionne que dans la marche en avant, ce qui n'a guère d'inconvénient, la marche en arrière n'ayant jamais lieu que pendant très peu de temps ; on règle alors à la main, par étranglement.

Pour l'échappement, on voit dans la figure 16 de la planche le détail de la tige de soupape, qui est soulevée par la came M , au moyen d'une tige guidée et d'une traverse (fig. 15), l'extrémité de celle-ci étant prise entre deux écrous, filetés sur la tige de la soupape. On voit encore, sur la figure 16, la douille et l'écrou dont on se sert pour détacher la soupape d'avec le cône de la tige, lorsqu'on

veut démontrer. En comparant avec la figure 4, on voit qu'il suffit de serrer l'écrou : les quatre tiges de soupapes sont filetées à cet effet.

Revenons à la figure 17. La position IV de la came est la position moyenne, pour laquelle la soupape d'échappement est déjà ouverte de 3 mm . La position VI correspond à l'ouverture de l'admission : à cet instant, la soupape d'échappement de l'autre extrémité du cylindre est déjà ouverte de 30 mm (position II). En VII, la soupape d'admission atteint son maximum de levée, soit 48 mm . Pour l'échappement, le maximum est à la position I, la levée correspondante étant de 70 mm . L'excentrique est calé avec 24° d'avance, en sorte que le maximum d'admission (VII) a lieu lorsque le piston a parcouru les $0,34$ de sa course ($0^m,622$ sur $1^m,828$). Aux $0,9$ de la course, l'échappement commence à s'ouvrir, lorsqu'il reste encore au piston 203 mm à parcourir ; il se referme aux $0,99$ de la course de retour, soit à 25 mm de la fin de course.

A côté de la machine est installé un condenseur à surface, formant en même temps partie du bâti ; la pompe à air qui lui est jointe est verticale, et commandée au moyen d'un balancier articulé sur la crosse du piston. Le piston de la pompe a $0^m,762$ de diamètre, et sa course est de $0^m,457$.

II. SOUPAPES D'ADMISSION EN-DESSUS DU CYLINDRE

ET SOUPAPES D'ÉCHAPPÉMENT EN-DESSOUS

Machine de la Société de Construction du Harz, à Nordhausen (Prusse).
(Système de M. Hartung.)

La Société de Construction du Harz (anciennement Thelen et Weydemeyer) applique à ses machines le système de distribution de M. C. Hartung, représenté dans sa forme première par les figures 231 et 232. Dans les supports des matelas d'air sont ménagés les paliers de deux axes courts Z , situés transversalement. Chacun de ces axes est animé d'un mouvement alternatif, soit au moyen d'un levier rattaché à la barre d'excentrique, soit, comme sur la planche LIV (qui représente une machine du système dont il s'agit), au moyen d'une bielle, menée par un petit plateau conducteur installé sur le côté du cylindre.

Sur l'axe Z oscille librement un levier L , qui s'engage dans la tige de la soupape ; deux leviers K , K (fig. 232), calés sur l'axe, portent à leur extrémité un tourillon, sur lequel peut osciller un levier NN . Celui-ci est muni d'un talon n , qui s'enclanche, à chaque oscillation de l'axe Z , contre un talon semblable o , faisant partie du levier L . Lorsque les deux leviers K se relèvent, le cliquet N entraîne donc le levier L , et la soupape est soulevée, donnant passage à la vapeur. Mais en même temps, la queue du levier NN s'abaisse, et comme elle se meut dans une fenêtre de la tige M , qui est soutenue par le régulateur au moyen de tringles R , elle peut être arrêtée à tout instant de son mouvement, suivant la hauteur à laquelle se trouvent les boules du régulateur. Le point d'articulation du levier NN continuant tout de même à monter, il s'ensuit que le talon n se soulève et abandonne le levier L , qui retombe, sous l'effort du ressort S . Au-dessus du ressort est installé le matelas d'air O .

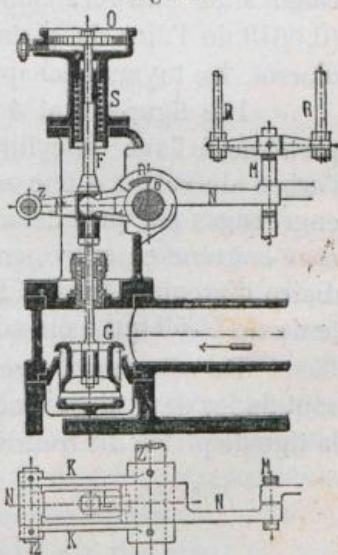


Fig. 232.

Quand la vitesse augmente, le régulateur relève la tige *M*, et le déclanchement se produit plus tôt ; l'inverse a lieu si la vitesse vient à diminuer.

La planche LIV représente une machine de la Société du Harz, dont la distribution, faite sur le même principe, est plus perfectionnée.

Les leviers qui manœuvrent les tiges des soupapes (*Voir fig. 5*) marchent alternativement, l'un soulevant la soupape d'une extrémité du cylindre, tandis que l'autre reste immobile, il faut donc que les points morts de l'excentrique d'admission soient voisins des extrémités de la course, tandis que les points morts de l'excentrique d'échappement doivent se trouver vers la mi-course. L'excentrique qui mènerait l'admission se trouverait donc calé sensiblement à 90° de celui qui mènerait l'échappement ; c'est ce qui a permis de les réduire à un seul, en plaçant les barres à 90° l'une de l'autre, et cet excentrique est simplement un maneton faisant corps avec un arbre conducteur *A* (*fig. 4*), situé sur le côté du cylindre ; avec cette disposition, on peut prolonger l'admission jusqu'à 0,9.

La figure 5 de la planche LIV fait voir les détails des déclanchements, où les talons du type précédent sont remplacés par des lames d'acier maintenues par des écrous. La figure 6 reproduit l'épure des positions importantes des pièces principales : à part la position II, qui correspond au point mort, elles sont tracées à l'instant où le déclanchement va avoir lieu, et les chiffres qui les accompagnent indiquent les proportions correspondantes de l'admission.

On voit, sur les figures 3 et 4, la bielle qui communique aux soupapes d'échappement le mouvement donné par le maneton conducteur.

La machine fait 60 tours par minute ; la course du piston est de 1^m,240. Le cylindre, alésé à 0^m,710, repose sur deux poutres du bâti, profilées en U renversé. Ces poutres se réunissent ensuite, et se prolongent jusqu'à l'extrémité de la glissière, supportant ainsi le bâti à baïonnette. Cet arrangement fait paraître la machine très élevée, l'axe du cylindre étant à 1^m,000 du sol, mais lui donne en revanche l'avantage d'être très bien assise, et tout l'attirail de l'échappement, qui ne se trouve plus dans une fosse, est bien plus accessible. Le cylindre n'est pas enveloppé de vapeur. Le canal situé entre les boîtes des soupapes d'admission porte une tubulure de 0^m,180 d'ouverture, (0,0643 de l'aire du piston), et à l'entrée de cette tubulure se trouve une soupape qui sert de valve d'arrêt. Le tuyau d'échappement a 0,200 d'ouverture, soit 0^m,0793 de l'aire du piston.

Les figures 2 et 4 indiquent de quelle manière est commandé le régulateur. Un long arbre parallèle à l'axe du cylindre, et portant deux engrenages d'angle, communique le mouvement de l'arbre du volant à une roue d'angle calée sur la tête de l'arbre conducteur *A*, et le rapport des engrenages est pris de manière que l'arbre *A* tourne avec la même vitesse que le volant. Cette roue engrène en outre, en I (*fig. 4*), avec le pignon d'un arbre vertical, et celui-ci, par l'intermédiaire d'un autre renvoi d'engrenages d'angle (II), fait tourner l'arbre du régulateur ; c'est le système de Pröll qui a été adopté : il fait 120 tours par minute.

Du manchon du régulateur descendant deux tringles, qui soutiennent une traverse à laquelle sont fixées deux tiges fenêtrées, une pour chaque cliquet ; entre les deux, se trouve également fixée la tige de piston du frein à huile.

Distribution de MM. Rost et C^{ie}, à Dresde.

MM. C. Rost et C^{ie}, constructeurs à Dresde, ont adopté une distribution à soupapes qui est représentée sur la feuille 22, figures 3 à 5. La figure 3 indique à grande échelle le détail du mécanisme de déclanchement : *A* est un arbre latéral, parallèle à l'axe du cylindre, et mis en mouvement,

à l'aide d'engrenages, par l'arbre du volant. Les soupapes d'échappement, H (fig. 5), sont commandées par des cames, et celles d'admission, G , le sont par des excentriques. Chacune des barres d'excentrique BB se compose de deux flasques, qui sont guidées dans un fourreau D , fixé à la tige E qui s'articule avec le levier de soupape : cette tige oscille donc avec la barre dont elle forme le prolongement. Sur un boulon b , fixé entre les deux flasques, oscille une équerre MN , dont la branche N est maintenue entre les deux joues de la barre B , par l'effet d'un ressort S , qui l'appuie contre la pièce D . Dans la position de la figure 3, l'excentrique occupe le point extrême de sa course; lorsque l'arbre A tourne suivant la flèche, la plaque d'acier n , fixée au levier N , vient rencontrer le taquet o , fixé à la pièce D , en sorte que la tige E est entraînée, et la soupape s'ouvre.

Un mécanisme très ingénieux, que nous allons décrire, permet de faire varier l'introduction depuis 0 jusqu'à la pleine course, quoique la soupape s'enlève à peu près au moment du maximum de vitesse de l'excentrique. Deux arbres rr_1 , rendus solidaires par deux secteurs dentés égaux, Z et Z_1 , portent des cames d'acier, P et P_1 ; dans la position dessinée, ce contact n'aura lieu, avec la came P , que vers la fin de la course du piston, ainsi que le montre l'épure reproduite sur la figure 233. L'excentrique parcourant l'arc compris I à II, le talon n franchit librement l'espace e ; ce jeu est destiné à assurer l'entrée en prise. Le point II correspond au point mort du piston; à cet instant la soupape commence à être soulevée. Depuis là jusqu'aux 0,05 de la course ou environ, la barre d'excentrique et le talon n s'éloignent de la came P , et depuis 0,05 jusqu'à 0,1 (position III), leur distance reste à peu près la même; aussi le déclenchement s'opère-t-il, pendant cette période, par le moyen de la branche M du levier MN , qui au contraire se meut alors assez rapidement dans le sens de la barre. La branche N est utilisée dès que le mouvement de la barre dans le sens transversal devient plus sensible, c'est-à-dire après le point IV qui correspond aux 0,3 de la course. Sur la figure 233, on a tracé les positions de la face inférieure de la branche M , depuis I jusqu'à V, cette dernière correspondant à 0,5 d'admission. Au delà, c'est la branche N qui fonctionne et, pour assurer la continuité, elle commence à venir au contact de la came dès les 0,4 de la course; la position VIII (la dernière) est celle de l'admission à pleine course. Les positions simultanées des deux cames, ainsi que des arêtes n et o , à l'instant du déclenchement, sont affectées des mêmes numéros, en sorte qu'il est facile de les suivre sur l'épure.

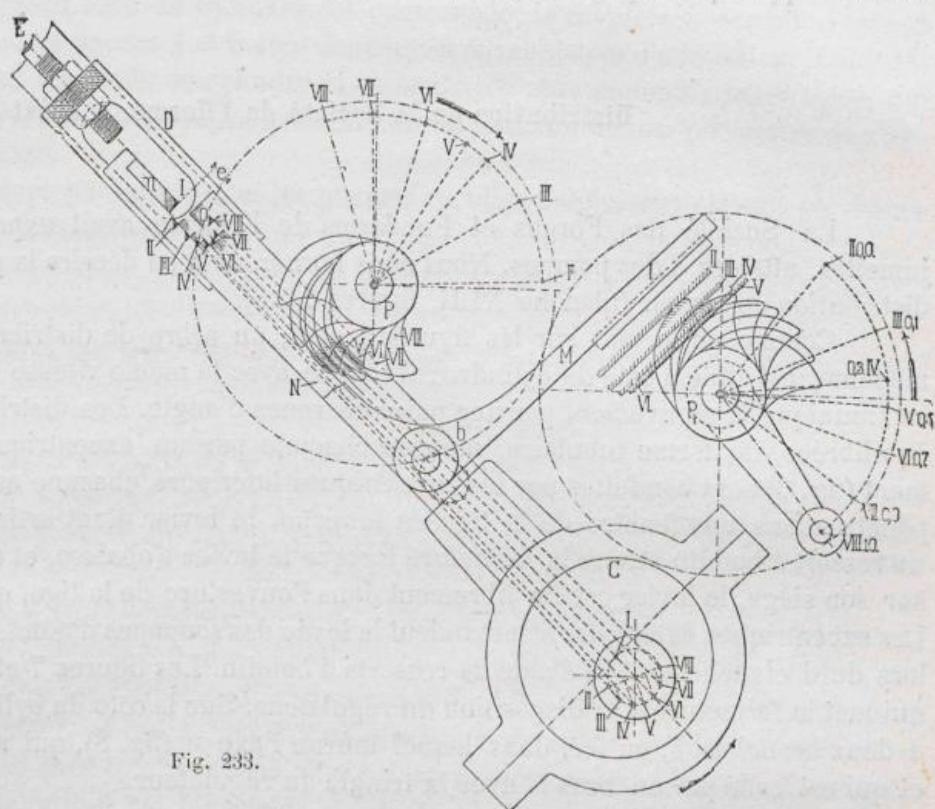


Fig. 233.

En ayant soin de déterminer isolément les contours des deux paires de cames, on peut corriger, par les différences de leurs rayons vecteurs, les perturbations dues à la bielle motrice, et égaler les introductions des deux côtés du piston.

On peut mesurer sur l'épure la levée de la soupape pour chaque degré d'introduction ; le maximum a lieu vers les 0,65 de la course. Contrairement à ce qui a lieu généralement, ce maximum ne constitue pas la limite extrême des introductions ; l'admission peut se prolonger au delà, toutefois il est évidemment indispensable qu'elle n'aille pas jusqu'à dépasser la course entière. Le système de M. Trappen (*Voir page 204*) nous a déjà présenté les mêmes circonstances.

Distribution de la Société de l'Horme, à Saint-Julien.

La Société des Forges et Fonderies de l'Horme avait exposé en 1878 deux machines jumelles, attelées à des pompes. Nous nous bornerons à en décrire la partie la plus intéressante, la distribution de vapeur (planche XLII, figures 1 à 8).

Comme on le voit sur les figures 1 et 2, un arbre de distribution, parallèle à l'axe de la machine, est situé à côté du cylindre ; il tourne avec la même vitesse que l'arbre du volant, qui lui communique le mouvement par une paire de roues d'angle. Les distributeurs sont quatre soupapes équilibrées, de forme tubulaire, menées chacune par un excentrique. Les soupapes d'échappement (fig. 6) sont conduites par les excentriques intérieurs, chacune au moyen d'un levier coudé qui pénètre dans une fenêtre de la tige de soupape, le levier étant articulé à la barre d'excentrique : un ressort à boudin assure la fermeture lorsque le levier s'abaisse, et quand la soupape est revenue sur son siège, le levier oscille librement dans l'ouverture de la tige, qui présente un jeu suffisant. Les excentriques extérieurs commandent la levée des soupapes d'admission, qui sont aussi rabattues, lors du déclanchement, à l'aide de ressorts à boudin. Les figures 7 et 8 représentent le mécanisme qui met la fermeture à la disposition du régulateur. Sur le côté du cylindre sont fixés deux supports à deux branches T , en fer, dans lequel tourne l'axe w (fig. 8), qui règne tout le long du cylindre et qui est relié par un bras R avec la tringle du régulateur.

Dans chacun de ces supports se trouve également un autre axe court, sur lequel tourne librement un levier K_1 ; celui-ci, par une bielle, articulée en v , commande un autre levier, soulevant la soupape (*Voir fig. 1*). Le levier K_1 fait corps avec un secteur K , sur la circonférence duquel est fixée une touche d'acier o , et sur cette touche vient buter un cliquet Nn (fig. 7), qu'un ressort s appuie constamment contre le secteur. Le cliquet est mobile autour d'un axe z , placé à l'extrémité d'un double levier L , et ce même axe reçoit l'extrémité de la barre d'excentrique, qui agit ainsi directement sur le cliquet.

Dans la figure 7, l'excentrique est supposé à l'extrémité de sa course. La machine étant en marche, le cliquet fait bientôt lever le bras du levier K_1 , et la soupape s'ouvre ; à un moment donné, la queue N du cliquet vient buter contre une came r , calée sur l'arbre w , et l'extrémité n se trouve soulevée, et dégage le levier K_1 , d'où résulte instantanément la chute de la soupape.

Les quatre excentriques étant indépendants les uns des autres, on peut leur donner tel calage que l'on veut, et pour que la soupape se soulève le plus vivement possible, il est bon que la mi-course de l'excentrique coïncide à peu près avec les points morts du piston ; mais il suit de là que la limite extrême de l'admission est assez rapprochée, parce que la queue du cliquet ne peut venir

buter contre la came *r* que dans un sens, et qu'il faut encore résERVER la course nécessaire pour faire lever le cliquet, quelque réduite que soit cette quantité.

Dans la machine exposée, l'admission peut varier de 0 à 0, 43 de la course ; si le déclanchement ne se produit pas avant cette limite, la soupape ne se referme que par le retour de l'excentrique, à 0, 82. L'admission normale est de 0, 15 ; les soupapes ont alors 15 m/m de levée, et la vitesse de la vapeur qui les traverse est de 25 m par seconde.

La planche XLII indique le mode de construction du cylindre, qui est fondu avec son enveloppe. Pour réduire l'espace nuisible, la soupape d'admission est placée à moitié en dedans du cylindre, et la paroi intérieure du fond de cylindre est contournée de manière à remplir l'espace situé entre les deux soupapes. Les figures 4 et 5 sont des coupes des soupapes d'admission, indiquant comment elles sont logées dans les fonds de cylindre. Les soupapes sont en fonte ; leurs tiges, qui sont en acier, sont assemblées dans les soupapes avec un certain jeu, afin de leur permettre de s'appliquer exactement sur leur siège.

Les machines font 60 tours par minute, et les pompes qu'elles conduisent élèvent par heure 200 mètres cubes d'eau à 45 mètres de hauteur.

Machine de MM. Crespin et Marteau, à Paris.

La machine représentée sur la planche LV a été exposée en 1878 par MM. Crespin et Marteau ; sa distribution est combinée d'après un principe nouveau, de manière à obtenir tous les degrés d'introduction, tout en n'ayant qu'un seul organe (qui est une came) pour commander les quatre soupapes (1).

Pour cela il est nécessaire que les points morts de la came coïncident avec ceux du piston, et comme le mouvement est transmis de la came à la distribution de la manière la plus simple, par une seule barre, il a fallu installer les soupapes d'échappement de telle sorte qu'à l'extrémité de la course, elles se ferment subitement, ce qui a lieu à leur maximum de levée, car le mouvement se continue pendant toute la course dans le même sens. Il y a donc un déclanchement pour chacune des soupapes d'échappement, seulement il est invariable, et agit constamment au même point de la course.

On a adopté une came au lieu d'un excentrique circulaire, afin de pouvoir donner aux soupapes, dès le commencement de la course, une forte levée. Cette came est reproduite à grande échelle dans les figures 6 et 7 : la plus grande partie de son pourtour est formée d'un arc de spirale dont le pas est très lent, en sorte que les soupapes continuent à s'élever pendant toute la course. Dans la position de la figure 6, qui est la même que celle de l'ensemble (fig. 1), le piston se trouve à mi-course, et lorsque la came aura tourné de 90° , le mécanisme distributeur atteindra sa position extrême, en même temps que le piston. Vers les deux points morts, le profil de la came s'ac-

(1) Généralement on combine la distribution de manière que l'échappement se fasse par le fonctionnement naturel des distributeurs, et on organise l'admission variable dans les limites que permet le mécanisme adopté pour commander la distribution. Ici, au contraire, ce sont les organes d'admission que l'on fait marcher comme s'ils devaient fonctionner à pleine course ; et pour donner aux soupapes d'échappement la marche qui leur convient, on les dégage au moment convenable, de manière qu'elles se ferment tandis que le mécanisme qui les conduit continue et achève sa période avec les soupapes d'admission (*Trad.*).

centue en saillie d'un côté, et en creux de l'autre, afin d'assurer l'entrée en prise des cliquets; ensuite les soupapes s'élèvent de nouveau, d'abord vite, puis lentement jusqu'au point mort suivant, ou jusqu'au point où agira le déclenchement, l'admission naturelle s'étendant ici à la course entière.

Le mécanisme du déclic est le même pour les quatre soupapes : la figure 5 en donne le détail pour la soupape d'admission arrière. La barre, mise en mouvement par la came, fait osciller un levier placé sur le côté du bâti, et dont le bras inférieur conduit les soupapes d'échappement, tandis que le bras supérieur met en mouvement celles d'admission, par l'intermédiaire d'un autre levier oscillant. Le bras *A* (fig. 5) de ce dernier levier est articulé à deux douilles, dont une seule *B* est figurée; chacune d'elles porte un cliquet *N*, et coulisse sur une tige cylindrique *G*, articulée par son extrémité avec le bras *L* du levier coudé qui manœuvre la soupape. La tige *G* est munie d'un taquet *o*, au moyen duquel elle est entraînée à chaque tour par le cliquet, en sorte que la soupape est alors soulevée. La queue du cliquet venant buter contre un arrêt *r*, relié au manchon du régulateur, le déclenchement se produit, et le mécanisme se trouve dans la position de la figure. Au retour le ressort *S* engage de nouveau le cliquet derrière le taquet *o*.

Le mécanisme de l'échappement diffère seulement de celui-ci en ce que les douilles sont l'une à côté de l'autre, et que les butoirs qui font lever les cliquets sont fixés à demeure contre le bâti.

La figure 4 est un croquis élémentaire de cette distribution. Le piston étant au milieu de sa course, les soupapes *a* et *d* se meuvent en remontant, tandis que les deux autres, *b* et *c*, sont fermées, leurs cliquets se rapprochant de plus en plus de l'instant où ils mordront contre les butoirs.

Ce système présente un avantage particulier, c'est de pouvoir renverser la marche sans mécanisme spécial. Il suffit de soulever les deux cliquets engagés, puis de faire avancer les tiges *G* des deux autres cliquets jusqu'à ce qu'ils entrent en prise; par cette manœuvre, on ferme les soupapes qui étaient ouvertes, et on ouvre celles qui étaient fermées, en sorte que la vapeur pénètre au cylindre à l'inverse de ce qui avait lieu précédemment. Le rayon vecteur principal de la came coïncidant avec la position de la manivelle, et la came étant symétrique, la distribution fonctionne également bien dans les deux sens.

L'installation des soupapes et de leurs rabats est indiquée en détail sur la figure 3. Le cylindre de cette machine est alésé à 0^m,300, et la course est de 0^m,600.

III. LES QUATRE SOUPAPES SITUÉES AU-DESSUS DU CYLINDRE.

Distribution de M. Borgsmüller, à Hofstede près de Bochum (Prusse).

La feuille 25 (fig. 6 et 7) représente le système de distribution de M. H. Borgsmüller, à Hofstede. L'arbre de distribution *A* (fig. 7), tournant avec la même vitesse angulaire que la manivelle, porte quatre cames *c*, *c*₁ (fig. 6), qui agissent sur les soupapes, *G*, *H*, situées toutes quatre sur le dessus du cylindre.

La manœuvre de la soupape d'admission *G* se fait à l'aide des deux leviers *BB*₁ et *LL*₁, oscillant tous deux sur des axes fixés au support *T*, sur le côté du cylindre, et les extrémités de ces leviers, sont reliées par une tringle *E*, dont la longueur peut se régler à volonté. Le bras *B* porte un galet *r*, qui, par l'effet d'un contrepoids placé sur le bras *B*₁, appuie constamment sous la came *C*; la rotation

de celle-ci a donc pour effet de faire osciller le bras de levier L , dont l'extrémité joue dans une fenêtre de la tige F de la soupape. Ce bras de levier porte un levier coudé N , formant cliquet, lequel s'engage, par l'effet d'un ressort s , dans la fenêtre de la tige de soupape. On voit que l'abaissement du bras B fait ainsi lever la soupape, mais bientôt le second bras du cliquet, dirigé obliquement, vient buter contre le doigt R : le cliquet bascule, et la soupape retombe. Ce doigt est fixé sur un arbre w , tournant dans des supports qui font partie des pièces T , et sur cet arbre est aussi claveté un bras de levier M , dont l'extrémité en fourchette embrasse le manchon du régulateur, et monte ou descend avec lui. Lorsque le contrepoids ramène l'ensemble des leviers B et L , le cliquet N redescend et s'enclanche à nouveau dans la tige de soupape, pour l'enlever au coup suivant.

Les soupapes d'échappement sont conduites par un mécanisme pareil, mais sans déclic. Le levier KK_1 (fig. 7) oscille autour de l'axe Z_1 , également situé sur le support T , et son extrémité s'engage dans la tige de soupape F_1 .

Les quatre soupapes sont rabattues sur leurs sièges par des ressorts à boudin S , S_1 (fig. 6).

On change le sens de la marche de la machine au moyen de la combinaison suivante. Les quatre cames sont calées non sur l'axe A , mais sur une douille A , qui l'entoure ; sur l'extrémité de l'arbre A est claveté un disque Y , et sur la douille A_1 est fixé un levier à manette X ; à l'extrémité opposée à la poignée, ce levier porte un verrou à ressort i . Sur le pourtour du disque Y est pratiquée une entaille, dont les deux extrémités forment talon et arrêtent le verrou i , qui alors s'engage et maintient le levier en place. Suivant que ce levier occupe l'une ou l'autre des positions extrêmes, les cames se trouvent dans la position de marche en avant ou de marche en arrière, par rapport à l'arbre A .

QUATRIÈME PARTIE

MACHINES A DISTRIBUTION MIXTE⁽¹⁾

CHAPITRE PREMIER. — MACHINES A TIROIRS DE DISTRIBUTION AVEC SOUPAPES DE DÉTENTE.

I. SOUPAPES PLACÉES EN AVANT DES TIROIRS.

Distribution de M. J. Meyer, à Mulhouse.

Lorsque les machines à détente instantanée commencèrent à se répandre, et qu'on eût apprécié leur supériorité, on chercha naturellement à modifier les anciennes machines à tiroir, de manière à leur procurer les qualités des nouveaux moteurs; quelques-unes de ces transformations ont été très heureuses, quoiqu'il fût impossible de réduire les grands espaces nuisibles en usage jusqu'alors, et qu'on ne pût éviter de laisser la vapeur contenue dans la boîte du tiroir se détendre avec celle du cylindre, pendant une certaine partie de la course. Les distributions que l'on combina

dans cet ordre d'idées ont toutes plus ou moins pour point de départ la distribution à détente de M. J. Meyer, dont la description nous servira par conséquent de point de départ pour cette étude.

La figure 234 représente le type primitif bien connu, dû à M. Meyer. Le tiroir *G* est mis en mouvement par l'excentrique, comme d'ordinaire, au moyen de la tige *J*, et à l'orifice d'entrée de la vapeur dans la boîte, se trouve une soupape *E*, qui est soulevée deux fois par tour au moyen d'une douille conique *N*, munie de cames. Cette douille tourne avec l'arbre *R* du régulateur, mais peut aussi glisser le long de l'arbre, ce qui fait varier la durée de la levée de la soupape, et par suite la durée de l'admission.

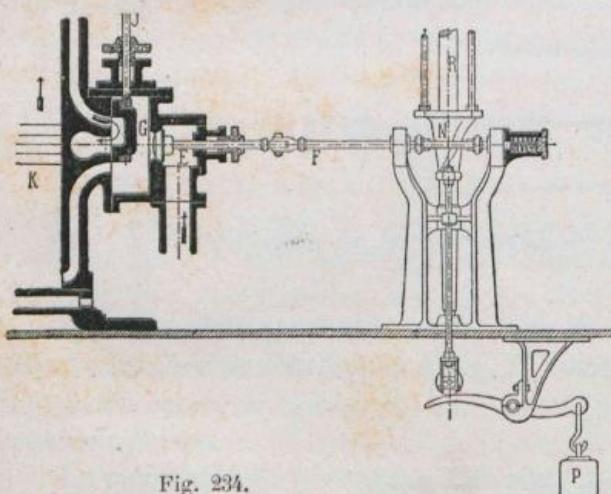
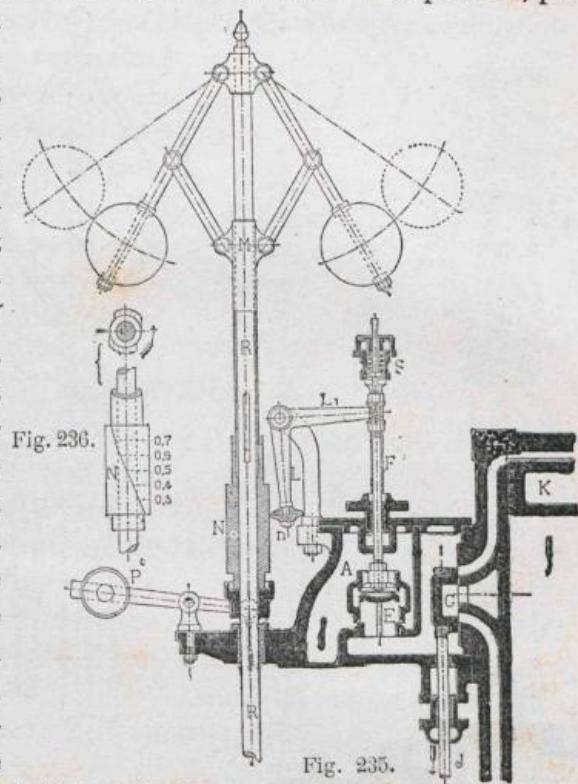


Fig. 234.

(1) Nous appelons distributions mixtes celles dans lesquelles des tiroirs cylindriques, ou des tiroirs plans, et des soupapes, fonctionnent simultanément.

Les figures 235 et 236 représentent un mécanisme du même genre, mais plus perfectionné. Le piston *K* (fig. 235), le tiroir *G* et sa tige *J*, fonctionnent comme à l'ordinaire : il se produit, par le recouvrement du tiroir, une légère détente vers la fin de la course. Dans la boîte *A* se trouve une soupape équilibrée, qui est soulevée deux fois pendant chaque révolution de la machine, pour donner accès à la vapeur. Ce mouvement est produit au moyen de la douille *N*, fixée à l'extrémité du manchon *M* du régulateur, qui est monté sur l'arbre *R*, dont la vitesse est la même que celle de l'arbre du volant; *P* est le contre-poids du régulateur. La périphérie de la douille *N* forme deux cames hélicoïdales (*Voir* fig. 236), dont l'arête oblique correspond à des introductions variant de 0,25 à 0,7. Un galet *n*, monté à l'extrémité du levier coudé *LL₁*, est constamment appuyé contre la came par l'effet du ressort *S*, et pendant chaque tour, il est repoussé et ramené deux fois. La tige de soupape étant reliée au bras horizontal *L₁*, on voit que la vapeur passe au cylindre pendant tout le temps que le galet *n* roule sur la partie saillante de la came. Les mouvements du régulateur, faisant monter ou descendre la douille *N*, font par là varier le degré d'introduction : lorsque la vitesse augmente, la douille s'élève, et la partie saillante qui soulève le galet devient plus étroite, en sorte que l'admission diminue, et vice versa.



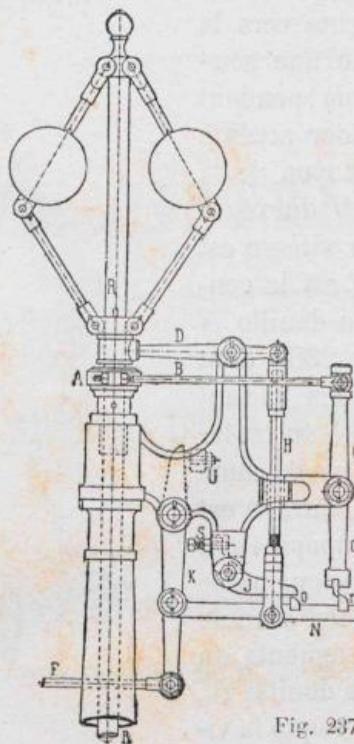
Distribution de M. Umpherstone, à Glasgow.

Les figures 237 et 238 représentent un système original de régulation, dû à M. Umpherstone, de Glasgow. La vapeur est donnée dans la boîte à tiroir par une soupape équilibrée *E*, qui se ferme deux fois pendant chaque tour, et qui arrête ainsi l'admission, pour chaque coup de piston, à un instant qui dépend de la hauteur des boules du régulateur, comme on va le voir. En outre, la soupape reste fermée aussi longtemps que la vitesse dépasse une certaine limite, et au contraire reste ouverte, dès que la vitesse descend au-dessous d'une valeur déterminée.

L'arbre *R* du régulateur (fig. 237) est animé d'une vitesse de rotation double de celle de l'arbre à manivelles. Il porte un excentrique *A*, qui, au moyen de la barre *B*, communique au levier *CC₁* un mouvement continu d'oscillation. Lorsque les ergots ou talons *n* sont en prise, le levier *CC₁* entraîne avec lui la barre *N*, qui, par le moyen du levier *K*, de la tringle *F* et du levier coudé *LL₁*, fait lever la soupape. La barre *N*, étant suspendue par la tige *H* au levier *D* du régulateur, peut occuper différentes positions, d'après lesquelles la durée de l'enclanchement varie : elle se prolonge d'autant plus, que la barre *N* est plus relevée, et inversement. Lorsque la vitesse augmente trop, les ergots *n* finissent par ne plus se rencontrer et la soupape ne se lève plus, jusqu'à ce que, la vitesse rentrant dans la limite normale, le régulateur soulève assez la barre *N* pour rétablir la liaison entre les diverses pièces. Si au contraire la barre *N* s'élève trop, un deuxième talon, qui lui est fixé, arrive à s'enclencher derrière un cliquet *J*, et la soupape est ainsi maintenue ouverte, aussi longtemps que le régulateur ne revient pas à la position extrême qui lui est assignée de ce côté, c'est-à-

dire tant que la vitesse reste au-dessous de sa limite inférieure. Lorsque la barre *N* est ainsi enclenchée, l'introduction au cylindre dure aussi longtemps que le permet le tiroir. Une vis *S* permet de régler la position à laquelle le cliquet *J* doit entrer en prise; le butoir *U* est destiné à atténuer le choc qui a lieu sur le siège de la soupape au moment du déclenchement.

Ce mécanisme ne consomme que peu de travail, et se règle assez facilement.



Détente variable de MM. Maxim
et Welch, à New-York.

MM. Maxim et Welch, de New-York, construisent de petits moteurs du système de M. Hiram Maxim, dans lesquels la détente est réglée au moyen du mécanisme représenté dans les figures 239 et 240. Le régulateur se compose de poids *Q*, placés dans l'intérieur de la poulie-volant, et fixés sur des leviers coudés *MM₁*; des ressorts *S*, placés entre les poids et la jante du volant, reçoivent l'effet de la force centrifuge.

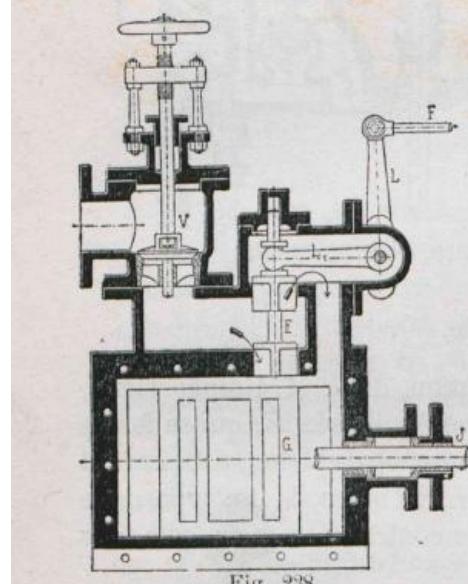


Fig. 238.

Fig. 237. Détente variable de MM. Maxim et Welch, à New-York.

Y, construisent de petits moteurs du système de M. Hiram Maxim, dans lesquels la détente est réglée au moyen du mécanisme représenté dans les figures 239 et 240. Le régulateur se compose de poids *Q*, placés dans l'intérieur de la poulie-volant, et fixés sur des leviers coudés *MM₁*; des ressorts *S*, placés entre les poids et la jante du volant, reçoivent l'effet de la force centrifuge. Lorsque la vitesse change, les bras *M* des leviers coudés font glisser sur l'arbre la douille *N*, qui est montée sur une longue clavette, et qui porte deux cames décroissantes, diamétralement opposées l'une à l'autre. Pendant un tour, les deux cames viennent successivement agir sur le galet *n* situé à une extrémité du levier coudé *LL₁*, et font osciller celui-ci; la soupape *E*, qui règle l'admission, est donc soulevée et abaissée deux fois par tour, et les périodes d'ouverture durent plus ou moins suivant la position de la douille *N* sur l'arbre du volant. La vapeur arrive en *A*, et après avoir traversé la soupape *E*, se rend à la boîte du tiroir par la tubulure *B*.

Machine de MM. Starke et Hoffmann, à Hirschberg (Silesie, Prusse).
(Système de M. M. Starke.)

Les figures 1 à 4 de la planche LVI représentent une machine de MM. Starke et Hoffmann, dans laquelle la vapeur est distribuée au cylindre par deux tiroirs séparés, chacun dans sa boîte à vapeur. Les deux tiroirs sont montés sur une tige commune, et reçoivent le mouvement d'un excentrique calé sur un arbre secondaire; ils donnent lieu ainsi à une détente fixe. Sur chacune des boîtes des tiroirs, se trouve placée une soupape équilibrée, servant à régler l'admission variable, au moyen d'un appareil particulier que nous allons décrire. Les figures 5 à 9 représentent cet appareil, construit séparément pour s'appliquer à d'anciennes machines en transformation; la description étant identiquement la même, nous nous servirons de ces dernières figures, qui sont à plus grande échelle.

Le mouvement est pris sur un excentrique quelconque, calé sur l'arbre du volant ou sur tout autre arbre ayant la même vélocité, et se communique à un conducteur oscillant *A* (fig. 5), qui porte deux couronnes circulaires en acier, *C* et *C₁*, dont les centres coïncident avec l'axe du conducteur. Au-dessus de ces deux couronnes se trouvent deux tiges verticales, ou curseurs, *B* et *B₁*, guidées d'une part dans le support *T* (fig. 6), et d'autre part entre des galets d'acier *a*, *a₁*; l'extrémité inférieure de chacun des curseurs est armée d'un galet, qui roule sur le pourtour de la couronne correspondante. Un léger ressort à boudin, contenu dans la douille du support, appuie sur chaque curseur et le presse contre la couronne. Chacune des couronnes porte une encoche demi-circulaire, dans laquelle, à l'extrémité de l'oscillation du conducteur, tombe le galet du curseur; dès le commencement de l'oscillation inverse, le curseur est soulevé, et, avec lui, la soupape qui lui correspond.

Le mouvement est transmis, des curseurs aux soupapes, par des cliquets *N* et *N₁*, mobiles autour de tourillons situés à l'extrémité des bras de levier, *L* et *L₁*, qui commandent les soupapes (*Voir figures 5 et 8*); et lorsque l'un des curseurs tombe dans l'encoche de la couronne, le cliquet correspondant vient mordre sur l'extrémité supérieure du curseur, qui est munie à cet effet d'une touche d'acier à vive arête. Dans la figure 5, on voit le cliquet *N* en prise, tandis que le cliquet *N₁* est dégagé. Comme les couronnes *C* et *C₁*, sont circulaires, la soupape, une fois soulevée par l'ascension du curseur, reste à la même hauteur pendant toute la période d'admission.

Les leviers *L* et *L₁* sont calés sur les axes *D* et *D₁* (fig. 8), qui peuvent soit manœuvrer isolément leurs soupapes respectives, comme sur la figure 1, soit, dans le cas où il n'y a qu'une soupape, agir alternativement dans une mortaise de la tige *F* (fig. 6), qui conduit ce distributeur, par exemple au moyen d'une combinaison de leviers.

Le déclenchement est effectué à l'aide d'un arbre *M*, supporté en deux points *K*, et muni d'un bras *o* (figures 5 et 6). Un balancier *J*, articulé d'une part à l'extrémité de l'arbre *M*, par une fourchette et un manchon *b*, et d'autre part, au moyen d'une petite bielle, à un tourillon fixé au conducteur *A*, communique à l'arbre *M* un mouvement continu de va-et-vient suivant son axe; le bras *o*, dans ce mouvement, appuie alternativement sur les queues *r* et *r₁* des cliquets, et les fait ainsi tour à tour basculer, ce qui entraîne la fermeture immédiate des soupapes correspondantes, chargées par leurs ressorts de rabat.

Il reste à voir comment l'instant de la fermeture est déterminé par le régulateur. L'arbre *M* tourne librement sur lui-même dans le manchon *b*, et il porte un bras *P*, à l'extrémité duquel agit une bielle *R*, reliée au levier du régulateur, qui communique ainsi à l'arbre une rotation d'une certaine amplitude autour de son axe; il en résulte que le bras *o*, comme on peut s'en rendre compte sur la figure 5, rencontre les queues des cliquets d'autant plus tôt qu'il est plus abaissé, et inversement. La régulation de la machine dépend donc de la forme de ces queues, quel'on détermine par une épure.

Le moteur que représente la planche LVI, sous une pression de 5 kilogrammes, à la vélocité de 50 tours par minute, et avec une admission de 0,25 à 0,33, développe une puissance de 65 à 80 chevaux-vapeur, en fonctionnant sans condensation. Avec un condenseur, la puissance atteint 90 à 105 chevaux. Le piston a 0^m,950 de course, et son diamètre est de 0^m,525.

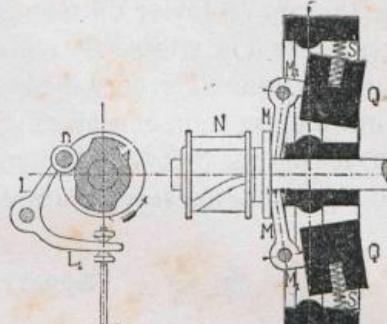


Fig. 239.

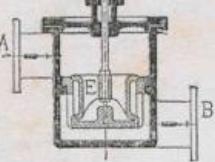


Fig. 240.

Le régulateur employé est du système de M. Buss, aujourd'hui très répandu. Cet appareil, en apparence compliqué, mais composé d'un très petit nombre de pièces, possède des propriétés remarquables : sous l'action de la force centrifuge, il exerce un effort relativement considérable sur la tige ou le levier de manœuvre, effort qui est à peu près constant entre les limites extrêmes assignées à la vitesse de régime. Il possède une très grande sensibilité : on le construit de telle sorte que pour une différence égale à 0,008 de la vitesse moyenne, le manchon passe d'une extrémité à l'autre de sa course ; par suite, on lui adjoint avantageusement une pompe à huile, comme on le voit sur les figures 3 et 6 de la planche. MM. Schaeffer et Budenberg, à Buckau-Magdebourg, construisent ce régulateur en série courante, pour des machines de toute puissance jusqu'à 120 chevaux (1).

Appareil à détente, des Ateliers Saxons, à Chemnitz.

Les Ateliers Saxons ont souvent employé un système de détente à soupape, représenté par les figures 242 et 243, et qui s'adapte à la boîte à tiroir d'une machine ordinaire.

Fig. 242.

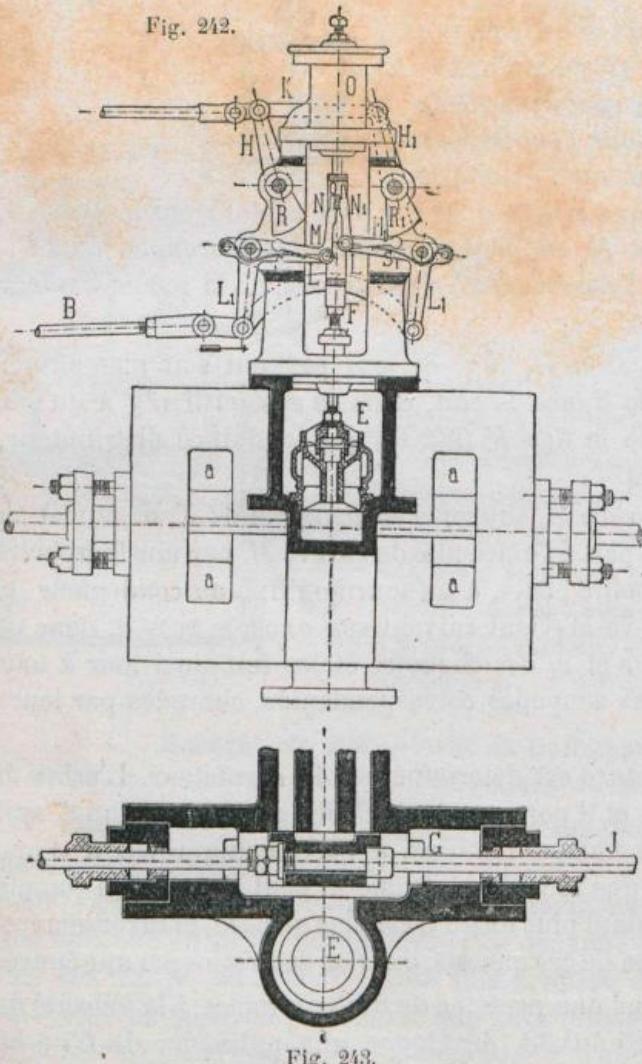


Fig. 243.

Le tiroir *G* est conduit par son excentrique, et un deuxième excentrique fait fonctionner la soupape équilibrée *E*, qui limite l'introduction de vapeur au gré du régulateur. Dans une fenêtre de la tige *F* de la soupape se trouve fixé un butoir d'acier, *o*, qui est saisi, pendant chaque tour de la machine, par les deux cliquets *N* et *N₁* alternativement, en sorte que la soupape est soulevée un peu avant les points morts. Les cliquets, repoussés vers le butoir par de petits ressorts *s* et *s₁*, sont de petits leviers coudés, mobiles sur l'extrémité *L* des leviers coudés *LL₁*, qui tous les deux suivent le mouvement de la barre d'excentrique *B*, à laquelle ils sont rattachés par de petites bielles, dont une cintrée ; les leviers sont disposés inversement, afin que le jeu des cliquets soit alternatif. La fonction du deuxième excentrique se borne donc à faire lever la soupape.

En s'élevant alternativement avec les bras de levier *L*, les cliquets viennent buter par leurs bras *M* et *M₁*, contre des cames *R* et *R₁*, dont la position est déterminée à chaque instant par le régulateur ; à cet effet, des bras *H* et *H₁* sont calés sur les axes des cames, et reliés par une petite bielle *K*, de manière qu'ils se meuvent toujours ensemble : le tout est articulé avec la tringle du régulateur. Dès que la branche *M* d'un des cliquets vient buter contre la came, elle bascule, et la soupape, retom-

(1) Pour mieux rendre compte du fonctionnement de ce régulateur, supposons-le réduit à deux masses pesantes *A* et *B* (fig. 244) fixées aux deux bras *a* et *b* d'un levier coudé *ab*, sensiblement d'équerre, et mobile

bant en place, coupe l'admission. Dans la boîte *O* se trouve un ressort à boudin qui accélère la fermeture.

Dans le but de diminuer les espaces nuisibles, le couvercle de la boîte à tiroir fait saillie à l'intérieur, aux endroits *a*, *a*; il serait préférable de prolonger à cet effet les boîtes à étoupes de la tige *G*, de manière à remplir complètement les vides aux deux extrémités.

Appareil à détente de M. Uhland, à Leipzig.

Les figures 244 à 251 représentent l'appareil à détente de M. W.-H. Uhland, ingénieur à Leipzig; la construction en est assez simple, et il s'applique facilement aux machines anciennes; on peut lui faire commander indifféremment des tiroirs, des robinets, ou des soupapes. Dans les figures, l'appareil est supposé en connexion directe avec le régulateur, et placé sur la distribution d'une machine horizontale, qui aurait deux tiroirs d'admission (un à chaque extrémité du cylindre), et pour chacun une soupape effectuant la détente variable. Ce sont ces soupapes que l'appareil doit manœuvrer: *F* et *F₁* (fig. 244) sont leurs tiges. *F*

L'arbre de distribution, ou plutôt l'arbre de détente, *W*, est ici mis en mouvement par l'arbre *R* du régulateur, au moyen d'engrenages *r* et *r₁*; mais cet arbre peut naturellement être commandé de toute autre manière. Il porte un disque distributeur *A* (fig. 250 et 251), muni d'un rebord régnant sur la moitié environ de sa circonference, et les tiges *F* et *F₁* sont armées chacune d'un verrou *n*, qui est soulevé par la partie élevée du rebord, mais qui, au repos, se trouve plus élevé que le reste du pourtour, la différence de hauteur du rebord étant plus grande

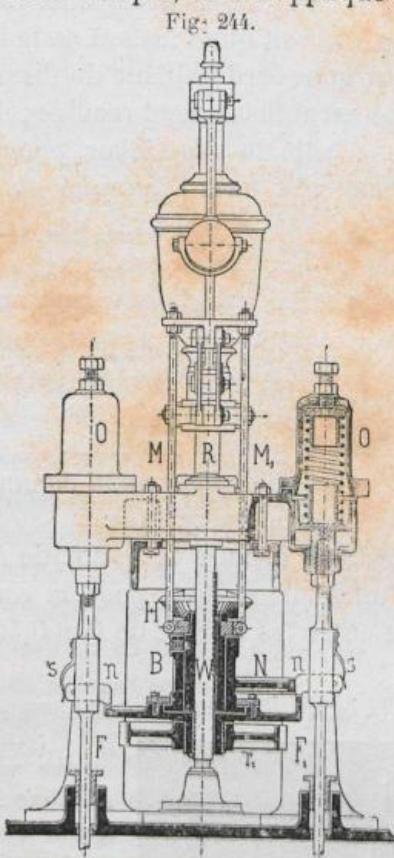


Fig. 244.

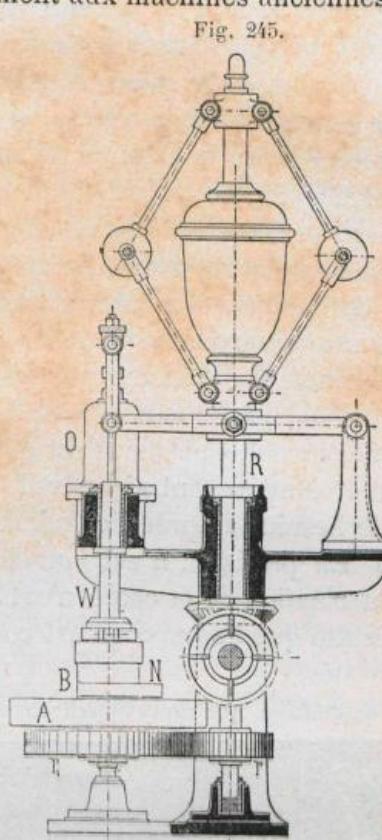


Fig. 245.

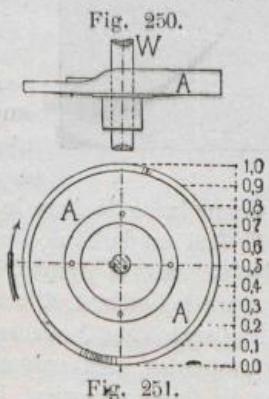


Fig. 250.

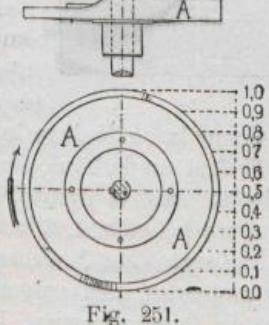


Fig. 251.

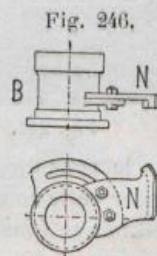


Fig. 246.

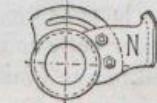


Fig. 247.



Fig. 248.



Fig. 249.

autour du sommet de l'angle des deux bras; l'ensemble tourne autour de l'axe vertical *XY*. Supposons l'appareil en équilibre dans sa position moyenne (celle du milieu de la figure); la boule *A* n'est soumise qu'à l'action de la

que la levée des soupapes (ou la course des tiroirs de détente, suivant les cas). Par le mouvement de rotation du disque A , les soupapes sont donc alternativement soulevées à chaque tour, et l'admission qui en résulterait, s'il n'y avait pas de déclenchement, durerait pendant toute la course.

Les verrous n , logés dans les fenêtres des tiges F et F_1 , sont maintenus en place par de petits ressorts s , mais ils peuvent être repoussés, de manière à échapper au contact du disque A , au moyen du mécanisme suivant. Au-dessus du disque se trouve un manchon B , portant un bras N formant came (fig. 246 et 247), et ce bras dépasse de $1 \frac{1}{2}^{\text{m}}/\text{m}$ la circonférence du disque. Le manchon tournant avec l'arbre W , lorsque la came rencontre le taquet n , elle le repousse, et aussitôt le ressort à boudin O , devenu libre d'agir, fait fermer la soupape. Comme d'ordinaire, un matelas d'air est ménagé dans la boîte du ressort. On voit que l'instant de la fermeture de la soupape dépend de la position de la came N par rapport au rebord saillant du disque A , et que l'admission peut durer pendant toute la course, si la came est suffisamment reculée ; il suffit donc d'établir une relation forcée entre la position de la came et celle du régulateur, pour que la distribution de vapeur puisse être réglée automatiquement. Pour cela, dans l'intérieur du manchon B , et concentrique à celui-ci, se trouve enfilée une douille H (fig. 244, 248 et 249), qui tourne avec l'arbre W , mais qui est directement rattachée, au moyen d'un collier et de deux tringles M et M_1 , au levier du régulateur, de manière à monter et descendre avec lui, en glissant sur une longue clavette. Cette douille porte une rainure hélicoïdale $n\ n$ (fig. 248), dans laquelle s'engage un goujon, fileté dans l'épaisseur du manchon B ; le mouvement de la douille intérieure dans le sens vertical se transforme ainsi, pour le manchon, en un mouvement de rotation dans un sens ou dans l'autre. Quand les boules du régulateur s'élèvent, la came N est déplacée vers la gauche par exemple, et quand les boules s'abaissent, la came vient au contraire vers la droite ; c'est ce déplacement, comme on l'a vu, qui fait varier suivant le besoin la durée de l'admission de vapeur au cylindre.

En pratique, il est bon de donner à la rainure de la douille H un pas très allongé, en sorte que la rotation de la came n'est que d'un quart de tour pour la course entière du régulateur. Il en résulte que l'admission est contenue entre les limites de 0 et 0,50, ce qui suffit le plus souvent.

force centrifuge, que nous appellerons C , et la boule B ne supporte que son propre poids, que nous désignerons par P ; on a alors l'équation $C = Pb$. Si la vitesse augmente, la distance ρ de la boule A à l'axe XY augmente (fig. 241, position de gauche), et l'effort centrifuge s'accroît d'une quantité p ; d'autre part, une composante du poids de la boule A vient s'ajouter à la force centrifuge pour éloigner la boule de l'axe. Soit q cette quantité ; la force agissant sur la boule A , normalement à XY , sera $C' = C + (p + q)$. Pour la boule B , on voit de même que l'effort centrifuge introduit une

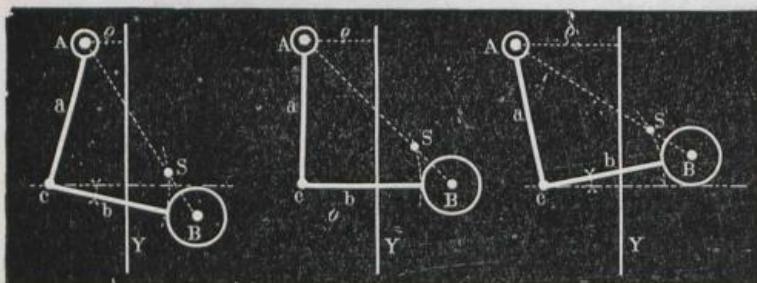


Fig. 241.

composante qui s'ajoute à la pesanteur pour ramener la boule dans le plan horizontal passant par l'axe d'oscillation du levier coudé ; soit r cette composante, l'effort sur la boule sera $P' = P + r$.

Lorsque la vitesse diminue (position de droite dans la figure), les mêmes composantes se retranchent au lieu de s'ajouter ; on a donc, pour valeur de l'effort sur la boule A , $C'' = C - (p + q)$, et sur la boule B , $P'' = P - r$. On voit que plus la vitesse augmente, plus aussi les forces C et P s'accroissent, et l'on a soin d'adopter, pour les longueurs des bras a et b , et pour les poids des boules, des valeurs telles, que la variation de $p + q$ soit sensiblement égale à celle de r , dans les limites du fonctionnement. L'appareil se tient donc en équilibre sous n'importe quelle inclinaison des leviers à boules, pourvu qu'il ait sa vitesse angulaire moyenne, en sorte qu'il est pratiquement isochrone ou astatique.

Dans les cas exceptionnels, il est facile d'arriver à des admissions plus prolongées, soit en altérant la position de la came, de manière à déplacer d'une même quantité les limites extrêmes, l'admission pouvant alors varier de 0,1 à 0,6 par exemple, ou de 0,25 à 0,75, soit en donnant plus de longueur à la douille H .

Cet appareil, qui rentre dans la classe des distributeurs à cames, se construit aussi d'une autre manière, le disque A étant placé sur un axe horizontal. Dans ce cas, le rebord qui fait lever la tige de soupape est rabattu contre la surface du disque, et l'extrémité de la came N est retournée à angle droit, pour repousser le verrou.

Appareil à détente de M. Pröll, à Dresde.

La feuille 26 (fig. 1 à 4) représente l'appareil à détente de M. Pröll (de la maison Pröll et Scharowski, à Dresde). Comme le mécanisme précédent, cet appareil s'installe tout monté sur la boîte de distribution d'une machine. Le mouvement est pris soit sur l'excentrique du tiroir, soit sur un excentrique séparé, et communiqué au bras de levier A (fig. 2), au moyen de bielles ou de leviers. Le régulateur, du système de M. Pröll, est commandé par une poulie à courroie, située à l'opposé.

L'arbre W , solidaire du bras A , porte un levier à deux branches BB_1 (figures 1 et 2), dont les deux extrémités, armées de plaques d'acier, se meuvent dans des fenêtres percées dans les deux tiges C et C_1 , qui sont guidées dans des douilles où elles vont et viennent en sens inverse l'une de l'autre. Sur ces tiges, au-dessus des fenêtres, sont fixés deux manchons K et K_1 , portant des tourillons autour desquels peuvent osciller des cliquets N et N_1 . Ceux-ci, armés de plaques d'acier n , sont appliqués par des ressorts s et s_1 contre les faces acierées de deux coulisseaux D et D_1 , de manière que lorsqu'un cliquet descend, le coulisseau correspondant peut être considéré comme faisant partie de la tige sur laquelle il se trouve. Sur ces coulisseaux s'articulent des leviers à fourchette, L et L_1 (Voir figure 4), suspendus au moyen de petites bielles J et J_1 , à la boîte fixe O , qui contient le ressort de rabat de la soupape. Les têtes des leviers L et L_1 sont toutes deux prises dans une fenêtre de la tige F de la soupape d'admission E . Pour faire lever cette soupape, il faut donc que l'un des coulisseaux D, D_1 , qui sont rattachés par des tourillons aux leviers L et L_1 , soit abaissé. Lors de la montée de la soupape, la tige F , qui traverse le fond de la boîte O , comprime le ressort S , et ce ressort s'appuie sur le fond supérieur de la boîte, dans lequel est guidée l'extrémité de la tringle R du régulateur. La tringle monte et descend, suivant la position des boules, et elle porte une pièce M , en forme de double coin, sur laquelle viennent buter les queues r et r_1 des cliquets, ce qui occasionne le déclenchement, et la chute de la soupape. A mesure que les boules du régulateur s'élèvent, les queues des cliquets rencontrent de plus en plus tôt les plans inclinés qui les repoussent. La tringle R , passant dans l'arbre creux du régulateur, est fixée à une traverse V , qui fait partie du poids mobile Q . A la partie supérieure de la tringle est assujetti un petit piston U , qui joue dans un cylindre ménagé dans la tête de l'arbre du régulateur, et qui, formant matelas d'air, amortit les oscillations du poids Q .

Pour arrêter l'introduction de vapeur, on tourne le volant à main X , agissant au moyen d'une vis sur le levier coudé YZ ; la pièce à coins M , où le bras Y est engagé, est ainsi soulevée, en sorte que les cliquets basculent avant d'avoir pu atteindre les coulisseaux D, D_1 , et par suite la soupape reste fermée. Pendant la marche, le levier YZ oscille à vide avec la pièce M .

Appareil à détente de M. Tremper.

Les figures 252 et 253 représentent l'appareil de détente variable de M. Tremper, construit par MM. Pusey, Jones et C^{ie}, à Wilmington (Delaware, États-Unis). La barre d'excentrique s'articule sur un bras A, calé sur un arbre w, qui porte à l'extrémité un levier coudé BB₁ (Voir fig. 253).

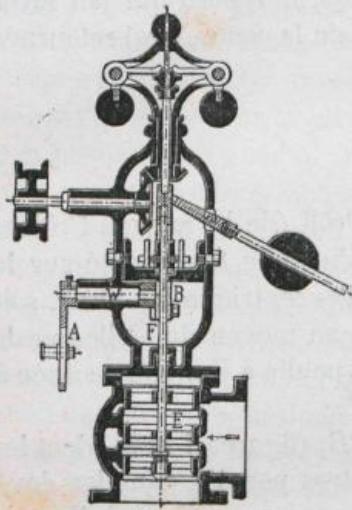


Fig. 252.

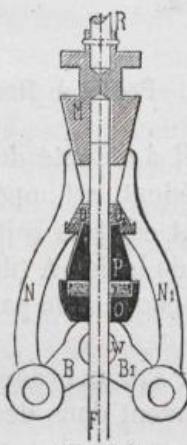


Fig. 253.

durée de l'admission varie, et lorsque les boules parviennent à leur position la plus élevée, le déclanchement n'a plus lieu ; le tiroir distribue alors la vapeur avec son admission naturelle, qui est le maximum.

II. SOUPAPE PLACÉE SUR LE TIROIR

Système de M. Werner, à Darmstadt (Allemagne).

Les figures 254 à 256 représentent la distribution de M. R.-R. Werner, professeur à Darmstadt. Le siège de la soupape fait corps avec le tiroir distributeur : on évite par là de laisser détendre en pure perte, à chaque coup de piston, la vapeur qui remplit la boîte du tiroir, mais la construction se complique beaucoup, car la soupape, outre son propre mouvement, participe à celui du tiroir.

La douille N du régulateur, munie de deux cames, tourne avec la même vitesse que l'arbre à manivelle, et sur son pourtour roule un galet n, tenu dans une chape à l'extrémité d'une petite bielle C; celle-ci est reliée à un bras D, faisant corps avec l'arbre vertical F, qui pénètre à l'intérieur de la boîte de distribution. La bielle C est d'ailleurs guidée dans une douille O, fondue avec un support T, qui est fixé à la colonne du régulateur. L'arbre F porte un bras L, dont l'extrémité, qui forme fourchette, est munie d'un long boulon, qui passe dans un oeil de l'étrier J de la soupape E. On voit que lorsque le galet n est repoussé par les cames de la douille, l'arbre F oscille, et soulève la soupape par l'intermédiaire du bras L, quelle que soit la position du tiroir. Un ressort à boudin, renfermé dans la douille O, appuie constamment la bielle C vers la came. La soupape, dont le siège est fixé sur le tiroir, monte et descend avec celui-ci, le boulon du bras L présentant une longueur suffisante pour le parcours. Le siège se compose de deux zones circulaires e, e, venues de fonte avec les trois ailettes Q (fig. 256).

Dans l'exemple représenté, l'introduction atteint son minimum pour une vitesse de 44 tours par minute, et son maximum pour 45 tours.

Système de M. Collmann, à Vienne.

Les figures 5 à 8 de la feuille 26 représentent une application, sur une machine à tiroir, d'une détente variable conduite par un mécanisme à genou du type de M. Collmann. La soupape équilibrée *E* (fig. 6 et 7) est logée dans le tiroir *G*, qui se meut comme à l'ordinaire. Le mouvement est communiqué à cette soupape par un maneton *C*, monté sur un arbre secondaire, qui fait deux tours pour un tour de l'arbre principal, de manière que la soupape puisse avoir une levée pour chaque coup de piston. L'arbre auxiliaire est commandé par engrenages.

Le mécanisme de genou (fig. 5) est semblable à celui qui a été précédemment décrit (*Voir page 212*), et les lettres de la figure sont les mêmes pour les mêmes pièces, en sorte qu'en nous n'y reviendrons pas. La manœuvre de la soupape, à l'intérieur de la boîte, se fait au moyen d'un parallélogramme composé de deux leviers oscillants *L* et *L₁*, et d'une barre horizontale *T*, qui traverse une fenêtre correspondante pratiquée dans la tête de la soupape. Celle-ci, munie d'une semelle qui glisse sur la barre *T*, se meut dans un guide fixé au tiroir; le guide est surmonté d'une cuvette allongée, qui reçoit l'huile tombant d'un graisseur situé sur le haut de la boîte à tiroir. L'axe du levier *L* traverse la paroi de la boîte à tiroir au moyen d'un presse-étoupes, et porte en dehors un bras *U*, sur lequel s'articule la tringle *V*, qui transmet le mouvement du genou, pendant la durée convenable d'après la position du régulateur. Lorsque la soupape retombe, la vapeur ne pénètre plus dans le tiroir, et l'admission est arrêtée. Le régulateur agit sur le genou au moyen du levier coudé *RR₁*, et de la tringle *M*; celle-ci, articulée sur un prolongement du levier *J*, fait varier comme on sait la position du coulisseau *E* sur la barre d'excentrique. On construit ce mécanisme de manière à admettre la vapeur depuis 0,1 à 0,9.

Fig. 254.

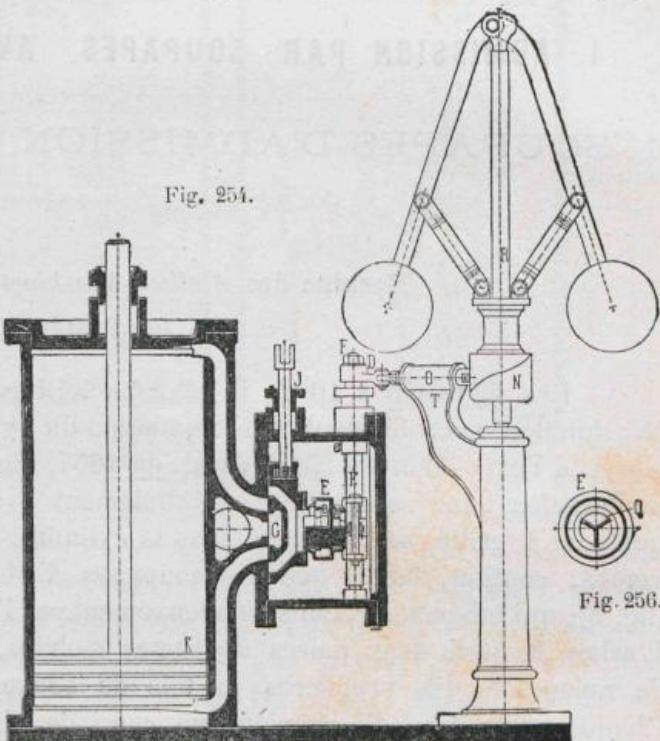


Fig. 256.

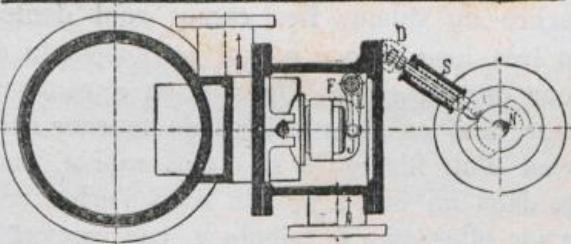


Fig. 255.

CHAPITRE SECOND. — MACHINES A QUATRE DISTRIBUTEURS.

I. ADMISSION PAR SOUPAPES, AVEC ÉCHAPPEMENT PAR TIROIRS.

1^o SOUPAPES D'ADMISSION PLACÉES LATÉRALEMENT

Machine des Ateliers Washington, à Newburgh. (États-Unis.)

(Système Wright.)

Les figures 6 à 10 de la planche XLI représentent une machine construite aux ateliers Washington, avec distribution et régulation du système de M. Wright : cette machine eut un grand succès à l'exposition de New-York, en 1867. Sur le côté du cylindre se trouvent les soupapes d'admission, qui se meuvent parallèlement à la tige du piston. Les tiroirs d'échappement, qui sont à grille, se trouvent sous le cylindre, et reçoivent de l'arbre de distribution un mouvement continu, tandis que les soupapes d'admission sont commandées par l'arbre creux *M* (fig. 8), qui lui-même est mis en mouvement par l'arbre *A*, au moyen d'un engrenage d'angle *R*. L'arbre *M* porte deux paires de cames mobiles, *e*, *e*₁, et *i*, *i*₁ (fig. 10), qui ont pour fonction de repousser, les premières la tête de soupape *a* (fig. 9 et 10), les secondes la tête *a*₁. Chaque came travaille pendant un coup de piston, l'arbre *M* tournant deux fois moins vite que l'arbre du volant. Les cames sont dentées en crémaillère à l'intérieur, et engrènent avec un très long pignon *r*, qui est suspendu à la tringle *n* du régulateur, et qui tourne dans l'intérieur de l'arbre *M*. On voit en *s* comment la tringle est articulée avec les leviers du régulateur, tout en restant libre de tourner sur elle-même. Ce dernier mouvement est obtenu au moyen d'un filetage à pas très rapide, pratiqué à la partie inférieure de la tringle, qui s'engage dans un écrou *p*, calé dans l'arbre creux *M*. Les oscillations du régulateur font donc tourner sur elle-même la tringle *n*, par rapport à l'axe *M*, et il en résulte que les extrémités des quatre caines font plus ou moins de saillies, ce qui modifie d'une manière correspondante la durée de l'ouverture des soupapes. Lorsque l'une des têtes, *a*₁ par exemple, échappe à l'action de la came, la pression de la vapeur, qui s'exerce sur la section de la tige *F* (fig. 9 et 10) fait fermer la soupape instantanément.

Il paraît qu'on a construit sur ce type des machines dont la puissance atteint 1200 chevaux.

Distribution de MM. Rowan et fils, à Belfast. (Irlande.)

MM. Rowan et fils, à Belfast, ayant à construire pour une filature de lin un moteur d'une grande régularité, ont adopté trois cylindres indépendants, verticaux, avec les manivelles situées à 120° l'une de l'autre. La distribution est représentée par les figures 257 et 258.

L'arbre de distribution *A*, disposé horizontalement, règne devant les trois cylindres, et il est commandé depuis l'arbre à manivelles, au moyen d'un arbre vertical avec engrenages d'angle.

Les deux tiroirs d'échappement de chaque cylindre, *H* et *H₁* (fig. 257) sont mis en mouvement ensemble, vers la fin de la course, au moyen d'une came en cœur *D*, calée sur l'arbre *A*; ces tiroirs sont maintenus appliqués contre leurs glaces par la pression de la vapeur contenue dans le cylindre.

Chacune des soupapes d'admission, *G* et *G₁*, est conduite par une came *C* (fig. 258), qui, tournant avec l'arbre *A*, soulève le cadre *B* auquel est fixée la tige *F*. Le mécanisme de régulation, qui ressemble beaucoup à ceux de MM. Briegleb, Hansen et C^{ie} (page 188), se compose d'un verrou *N*, qui coulisse dans le cadre *B*, s'avancant plus ou moins, au-dessus de la came, suivant la position du régulateur, auquel ce verrou est rattaché par l'intermédiaire

de la tringle *M* et du levier coudé *R R₁*. Lorsque le régulateur atteint sa position la plus élevée, le verrou est assez retiré pour que la came le touche à peine, et que la soupape se ferme par conséquent aux premiers instants de la course. Pour éviter les chocs, chaque cadre est relié au piston d'une cataracte *O*, remplie d'eau.

Les trois cylindres sont alésés à 0^m,570, et la course est de 1^m,220. Sous une pression initiale de 4 kilogrammes, à 0,1 d'admission, et avec une vitesse de 45 tours par minute, ce moteur développe 300 chevaux à l'indicateur; la vitesse moyenne des pistons est de 1^m,87.

Machine des Ateliers de Hartford, à Hartford (Connecticut, États-Unis).

(Système de M. Woodruff.)

Nous reproduisons sur la planche XLI, d'après M. Radinger, une machine exposée à Philadelphie par la Société de Fonderie et de Construction de machines de Hartford, et construite dans le système de M. Woodruff. La distribution de vapeur a quelque rapport avec celle de M. Wright, décrite précédemment.

L'arbre du régulateur est creux; il est mis en mouvement par l'engrenage d'angle *R* (fig. 4), calé sur un arbre *A*, celui-ci étant commandé par l'arbre principal à l'aide d'engrenages. Les soupapes d'admission sont manœuvrées par un excentrique *C* (fig. 5), qui repousse tour à tour devant lui les têtes *B* et *B₁* des tiges de soupape, *F* et *F₁*. Cet excentrique est ensillé sur l'arbre du régulateur, qui tourne avec la même vitesse que l'arbre à manivelles et pour modifier suivant le besoin l'admission de vapeur, on fait varier le calage de l'excentrique, de

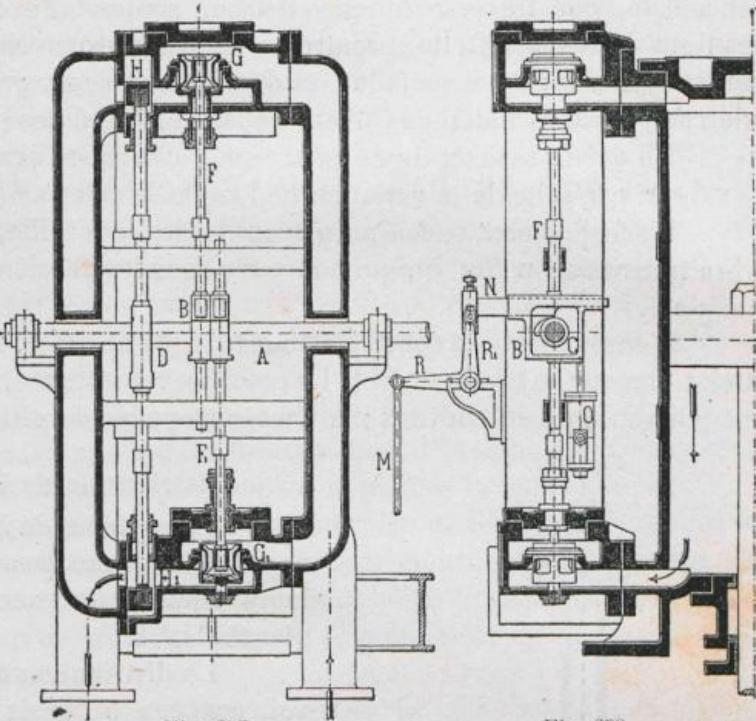


Fig. 257.

Fig. 258.

la manière suivante. L'excentrique forme un manchon assez allongé, rattaché par une clavette à l'extrémité de la tringle du régulateur, avec lequel il monte et descend, et ce mouvement se transforme en rotation par rapport à l'arbre creux, au moyen d'une fenêtre hélicoïdale, que traverse la clavette qui soutient l'excentrique. Pendant leur retour, les têtes des tiges de soupape frottent contre le manchon excentrique, par suite de la pression de vapeur qui les repousse; il a donc fallu leur donner une assez grande étendue en hauteur, pour ne pas interrompre le contact des deux pièces, malgré les oscillations verticales de l'excentrique.

Un défaut sérieux de ce mécanisme, c'est que l'avance à l'admission change continuellement de valeur, par suite de la variation de l'angle de calage.

L'échappement se fait au moyen de tiroirs à grille, conduits par un excentrique calé sur un arbre transversal w (fig. 5), qui se trouve sous les glissières, et qui est commandé par l'engrenage d'angle p .

L'ensemble de la construction est simple et solide. Le cylindre est alésé à $0^m,305$, et la course atteint presque le triple, $0^m,914$. La machine représentée, marchant à 65 tours par minute, développe une puissance de 40 chevaux; la vitesse moyenne du piston est de $1^m,98$.

Fig. 259.

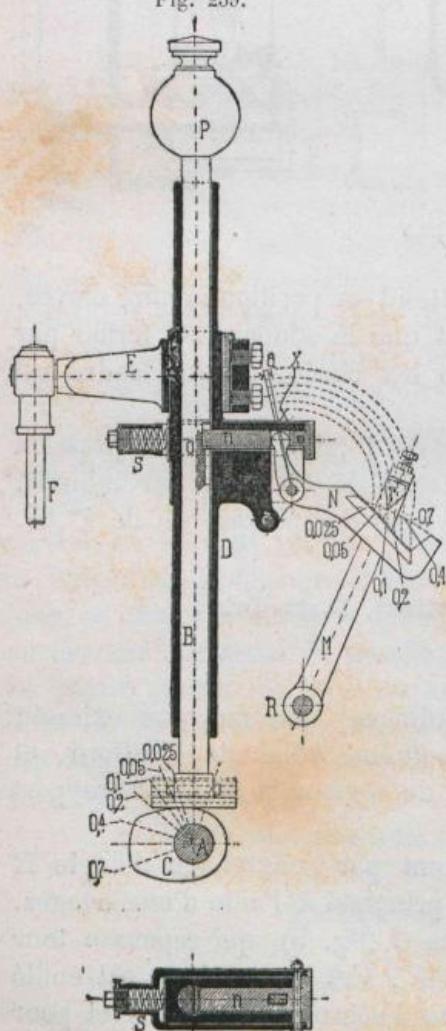


Fig. 260.

Distribution de M. Chr. Nolet, à Gand. (Belgique.)

Le système de M. Chr. Nolet, qui date de 1872, a dès son apparition, excité beaucoup d'intérêt, et compte parmi les meilleurs types actuellement employés; il est représenté sur la planche LVII.

La distribution est conduite au moyen d'un arbre de renvoi, commandé depuis l'arbre du volant, par des roues d'angle égales; cet arbre manœuvre directement les organes de l'échappement, mais ceux de l'admission sont menés par un deuxième arbre, parallèle au premier, et tournant avec la même vitesse. Celui-ci, au moyen d'un engrenage accélérateur, donne aussi le mouvement au régulateur. Sur le côté du cylindre, et venues du même jet de fonte, se trouvent les boîtes de distribution, contenant les soupapes, qui sont commandées par des cames placées sur l'arbre d'admission. La tige B (Voir fig. 259 du texte), mobile dans deux douilles à axe vertical, et chargée d'un poids P , porte à sa base une semelle, qui repose constamment sur le contour de la came C , en sorte que la tige suit toujours l'oscillation de la came. Sur cette tige glisse à frottement doux une douille D , reliée d'une façon invariable, par la traverse E , avec la tige de soupape F . Lorsque la tige B arrive au plus bas de sa course, la soupape porte déjà sur son siège, et avec elle s'est arrêtée la douille D ; à ce moment, un verrou n , faisant partie de l'équipage de la douille, s'engage dans une encoche pratiquée dans une plaque d'acier o , qui est encastrée dans la tige B ; les deux pièces deviennent ainsi momentanément solidaires. Le verrou court dans un alésage pratiqué horizontalement dans une saillie de la douille D , et il est constamment attiré vers sa position de fermeture par l'effet d'un ressort à boudin S (fig. 260).

Le profil de la came est tracé de telle façon, que l'ouverture de la soupape se fait très rapidement, de 0 à 0,3 de la course; depuis là jusqu'à 0,7, la soupape ne s'élève que lentement, juste assez pour que le régulateur puisse convenablement agir. Pour effectuer le déclanchement, le verrou est dégagé par le levier coudé *N*, qui vient buter contre un arrêt *r*, et tourne en entraînant avec lui le verrou, qui quitte l'encoche de la tige, en sorte que la douille *D* se trouve libre et tombe, entraînant avec elle la soupape. Le choc est amorti par un appareil à air, dont le piston est suspendu à l'appendice de la douille, au-dessous du verrou (*Voir* planche LVII, fig. 3). L'arrêt ou butoir *r*, dont la position détermine l'instant de la chute de la soupape, est situé à l'extrémité d'un bras *M*, calé sur l'arbre *R*, qui oscille sous la dépendance du régulateur. La courbe *xx*, tracée sur la figure 259, indique les hauteurs de levée de la soupape, pour toutes les positions du butoir, positions dont quelques-unes sont indiquées par des arcs de cercle prolongés jusqu'à la courbe, et numérotées suivant les degrés d'admission qui leur correspondent. La longueur de course équivalente au déplacement du verrou *n* pendant le déclanchement, est en outre représentée par l'espace compris entre les deux côtés de l'angle aigu *a*, pour les mêmes degrés d'admission que ci-dessus.

L'échappement se fait par des tiroirs à grille, dont la course est très réduite, vu le grand nombre de leurs ouvertures. Nous retrouvons ici une excellente disposition, déjà signalée précédemment (page 155), et qui consiste à commander le tiroir d'échappement à travers la paroi sur laquelle il glisse : le tiroir est au-dessus de la glace, et sa tige est au-dessous, les oreilles par lesquelles les deux pièces s'assemblent traversant des fenêtres convenables, percées dans la glace. Ces tiroirs sont mis en mouvement au moyen de cames, calées sur l'arbre extérieur de la distribution ; chacune d'elles tourne entre deux galets, dans l'intérieur d'un cercle qui forme la tête du levier de manœuvre (*Voir* planche LVII, fig. 2 et 3).

La machine représentée sur cette planche est d'une puissance de 350 chevaux ; le piston a 0^m,815 de diamètre, et la course est de 1^m,500.

L'agencement du condenseur et de la pompe à air est assez intéressant. L'échappement, avant d'arriver au condenseur, traverse un réchauffeur d'alimentation, composé d'un cylindre horizontal, renfermant un serpentin dans lequel circule l'eau venant de la pompe foulante ; l'eau, prise dans la décharge du condenseur à 25° environ, s'élève à 50-55° en traversant ce réchauffeur (1). La pompe à air est verticale, à simple effet, et son piston, qui est mis en mouvement au moyen d'un levier en équerre et d'une bielle articulée à l'extrémité du maneton, a 0^m, 570 de diamètre, avec une course de 0^m, 704. Il résulte de ces chiffres que le rapport des deux volumes engendrés par le piston de la pompe et par le piston à vapeur, est de 0,115 pour un tour complet.

Le bâti, du type à baïonnette, affecte une section en *T*; il est boulonné d'un côté avec le cylindre, de l'autre avec le grand palier. La longueur de la bielle est prise suivant le rapport habituel, mais son pied se trouve très en avant du milieu des coulisseaux. La manivelle est en fer, et d'épaisseur uniforme. Quant au régulateur, on a conservé l'ancien type de Watt.

(1) On peut reprocher à ce genre de réchauffeur qu'il est impossible d'enlever les incrustations qui se forment dans l'intérieur du serpentin par le fait de l'échauffement de l'eau, et dont le moindre inconvénient est de diminuer rapidement l'efficacité du réchauffage (*Trad.*).

2^e SOUPAPES D'ADMISSION PLACÉES AU-DESSUS

DU CYLINDRE.

Machine de M. Walschaerts, à Bruxelles.

M. Em. Walschaerts, de Bruxelles, avait exposé en 1878, à Paris, une machine horizontale d'une puissance nominale de 30 à 40 chevaux, et dont un croquis est reproduit dans les figures 261 et 262.

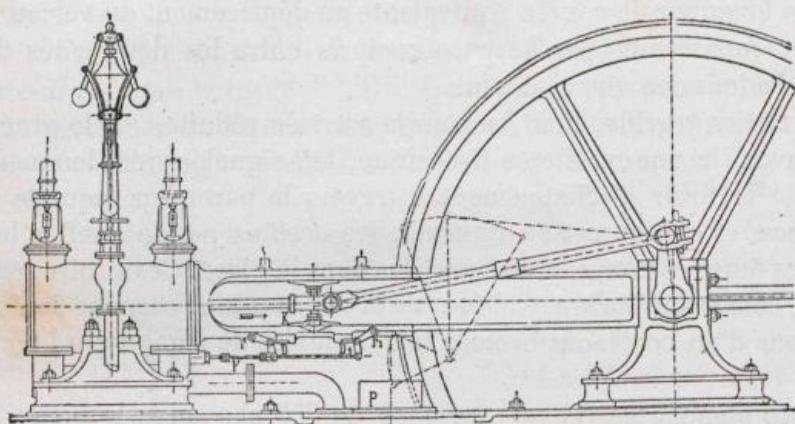


Fig. 261.

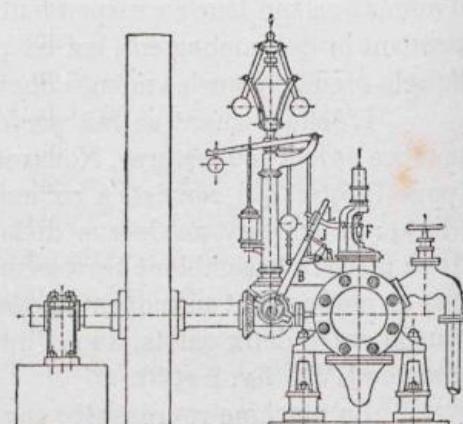


Fig. 262.

Les soupapes d'admission sont commandées par un arbre de distribution, parallèle à l'axe du cylindre, et au moyen d'un mécanisme très analogue à celui de MM. Sulzer (type 1873). Deux excentriques tels que *C* (fig. 262) sont calés sur l'arbre; la barre *B*, en s'abaissant, saisit le levier *L*, et l'entraîne, ce qui fait lever la tige *F* de la soupape. La durée de l'admission est déterminée par le régulateur, au moyen d'un levier coudé *R*, qui, par une bielle *J*, écarte plus ou moins la barre *B* du point de rotation du levier *L*; ces variations d'inclinaison n'ont d'ailleurs aucune influence sur la valeur de l'avance à l'admission, qui reste constante. L'introduction de vapeur peut varier de 0 à 0,85.

L'échappement est manœuvré, de la façon la plus simple, directement par la crosse du piston, comme l'indique la figure 261. Les deux tiroirs, qui sont à grille, sont fixés sur une même tige, et celle-ci s'articule en *H* avec un parallélogramme formé de deux leviers coudés *D* et *D₁*, dont les axes sont fixés au bâti, et d'une tringle qui les rend solidaires l'un de l'autre. La crosse *K* porte à sa partie inférieure, et en avant de la glissière, deux plans inclinés, qui, à chaque fin de course, viennent agir sur des galets *r* et *r₁*, fixés à l'extrémité supérieure des leviers coudés *D* et *D₁*. Ceux-ci basculent, et font mouvoir l'ensemble des deux tiroirs, dont l'un ouvre pendant que l'autre ferme; puis le tout reste immobile jusqu'à la fin de course suivante (1).

(1) Ce mécanisme est très simple, mais il présente l'inconvénient que l'on ne peut régler séparément l'avance à l'échappement et la compression. Cependant, dans bien des cas, ces deux quantités sont tellement rapprochées qu'on peut les confondre en une seule sans inconvénient (*Trad.*).

Il a été construit dans ce système une machine de 200 chevaux, dont la consommation, par cheval indiqué et par heure, est de 0^k, 82 de charbon ordinaire.

La pompe à air *P* est verticale, et commandée depuis le maneton, de la manière indiquée sur la figure 261.

Machine de MM. Socin et Wick, à Bâle (Suisse).

Une machine de MM. Socin et Wick, de Bâle, était exposée à Paris en 1878. Dans ce moteur, représenté sur la planche LVIII, l'admission se fait par des soupapes, d'après le système de MM. Sulzer, et l'échappement par des tiroirs semblables à ceux de M. Nolet.

Le long du cylindre tourne un arbre de distribution qui reçoit le mouvement au moyen d'un arbre intermédiaire, et par deux paires d'engrenages à roues égales. Sur l'arbre de distribution *A* (*Voir* le croquis, figure 7) sont calés 4 excentriques, un pour chaque distributeur.

Lorsque la barre d'excentrique *B* s'abaisse, comme l'indique la flèche de la figure 7, elle agit, au moyen d'un taquet *n*, sur le bras *D* (fig. 5) d'un levier coudé *DK*. L'autre bras porte un galet *r*, qui, dans la figure, appuie sur une pièce d'acier *u*, nommée *transporteur* : cette pièce fait partie d'un levier *LL₁*, dont l'autre extrémité saisit la tige *F* de la soupape, pour la soulever. La face supérieure du transporteur présente d'abord au galet un plan incliné, puis une surface cylindrique dont le centre coïncide avec le centre d'oscillation du levier *DK*. Il en résulte que lorsque le galet atteint la pièce *u*, il la repousse d'abord en soulevant graduellement la soupape, puis roule sur la surface cylindrique, en maintenant la soupape ouverte à une hauteur constante. Au-dessus de la soupape se voit un ressort de rabat, qui d'un côté charge la tête de la tige *F*, et de l'autre, par le haut, tend à soulever le levier *T* (fig. 3 et 7), rattaché par une bielle au bras *D*. Lorsque la barre d'excentrique laisse échapper la touche de l'enclanchement, le levier *DK*, par l'effet du ressort, est subitement chassé en dehors, et la soupape retombe. Ce déclanchement est effectué par le régulateur, de la manière suivante. Le taquet *n* (fig. 7) de la barre d'excentrique décrit, comme on le sait, une courbe ovale, au cours de laquelle il rencontre la touche qui transmet l'effort au levier *LL₁* de la soupape ; mais la barre *B* peut être légèrement déplacée dans le sens transversal, au moyen d'un excentrique *M*, calé sur l'arbre de détente *R*, et dont le collier est rattaché à la barre par une petite bielle *J*. L'arbre *R* étant d'ailleurs relié au régulateur, on voit que l'inclinaison de la barre d'excentrique, et par suite la durée de l'admission, dépendent de l'écartement des boules du régulateur.

Dans beaucoup de machines, les sections de passage de l'admission sont trop faibles aux petites introductions, et excessives dans les grandes ; en outre, la tension du ressort de rabat devient trop considérable lorsque la levée de la soupape est grande, ce qui occasionne des chocs violents. C'est en vue d'obvier à ces inconvénients, qu'est combiné le profil de transporteur *u*. Pour les petites introductions, de 0 à 0,15, la levée de la soupape va en s'augmentant d'une façon rapide, mais à partir de 0,15, la soupape reste immobile, à une hauteur correspondant à la section de passage que l'on a jugée suffisante. On voit aussi que pendant tout le temps que le galet roule sur la surface cylindrique du transporteur, la tension du ressort ne peut agir que sur le levier coudé *DK* pour le dégager ; mais dès que celui-ci, en s'échappant, a dépassé l'arête qui correspond à 0,15 d'admission, le levier *LL₁* cesse de contre-butler le ressort, qui repousse aussitôt la tige *F*, et rabat la soupape sur son siège. On peut donc admettre que, pour toutes les introductions supérieures à 0,15, le choc sur le siège de la soupape est d'une intensité constante. D'ailleurs, les deux extrémités du ressort agis-

sent sur des pistons à matelas d'air, qui servent de butée, et diminuent encore le bruit de la machine.

Dans le mécanisme de l'échappement, la course des tiroirs à grille (représentés en détail dans la figure 6) étant très faible, les tourillons des leviers coudés eussent été trop rapprochés, on a donc agrandi le diamètre de l'un de ces tourillons jusqu'à embrasser les deux autres, ce qui transforme le levier coudé en excentrique (fig. 3).

Le cylindre de la machine exposée était alésé à 0^m,635, et la course était de 0^m,900 ; la vitesse étant de 65 tours par minute, il en résulte pour le piston une vitesse moyenne de 1^m,95 par seconde. Le cylindre est construit en plusieurs parties : la paroi intérieure, qui va d'un fond à l'autre, et dans laquelle sont pratiquées les lumières ; l'enveloppe, qui contient les logements des soupapes ; les glaces des tiroirs d'échappement, auxquelles s'assemblent les tuyaux d'évacuation. Le tout repose sur une large chaise.

Le bâti, de forme élancée, est très analogue à ceux de MM. Hick, Hargreaves et C^{ie} ; la manivelle est d'épaisseur constante, de même que dans la machine des mêmes constructeurs, dont il a été précédemment question (page 56). MM. Socin et Wick, qui employaient d'abord les volants dentés, les ont abandonnés ; leurs volants ont maintenant des jantes à rainures, pour des cordes sans fin en chanvre.

Le régulateur, du type Cosinus de M. Buss, est commandé par une courroie et un engrenage d'angle accélérateur ; l'effort qu'il développe se transmet d'abord à un arbre horizontal, tournant dans des paliers fixés au bâti, puis, par deux segments dentés, à l'arbre de détente *M*, qui règle l'inclinaison des barres d'excentrique.

III. DISTRIBUTIONS DIVERSES.

Machine de MM. Bolzano, Tedesco et C^{ie}, à Schlan (Bohême).

(Système de M. Regnier.)

La planche LIX représente une distribution du système de M. Regnier, construite par MM. Bolzano, Tedesco et C^{ie}, à Schlan.

Par l'intermédiaire d'un arbre parallèle à l'axe du cylindre, le mouvement est transmis depuis l'arbre du volant à l'arbre vertical qui porte le régulateur, et qui tourne avec une vitesse double de celle de l'arbre principal. Cet arbre commande toute la distribution : il porte deux pignons d'angle, qui engrènent avec des roues calées sur deux arbres transversaux, dont l'un situé au-dessus du cylindre, et l'autre au-dessous ; les roues ayant deux fois plus de dents que les pignons, la vitesse angulaire des deux arbres transversaux est la même que celle de l'arbre du volant.

Les distributeurs d'admission sont de véritables pistons, comme on le voit dans la figure 6, qui est un croquis simplifié du mécanisme d'admission. L'arbre transversal supérieur *A*, ou arbre d'admission, porte une petite manivelle *C*, tournant dans un coulisseau *D*; celui-ci est logé dans un cadre *B*, où il se meut librement dans le sens vertical, tandis qu'il transmet au cadre la composante horizontale de son mouvement. Le coulisseau *D* porte en outre, sur les deux côtés, des butoirs *o*, *o₁*, dont les arêtes décrivent des cercles égaux à celui de la manivelle *C*. Les tiges *F* et *F₁*,

des pistons distributeurs sont renflées à l'endroit de leurs presse-étoupes, de manière que la pression de la vapeur les repousse constamment dans le sens des flèches p , et chacune de ces tiges se termine par une large embase, sur laquelle s'applique une plaque N (ou N_1), portant un talon n (ou n_1). Ces plaques sont suspendues à des tiges M et M_1 , reliées au régulateur, en sorte que la hauteur des plaques, et par conséquent des talons n et n_1 , varie suivant la position d'équilibre des boules.

Sur le croquis (fig. 6), le cadre B est à mi-course ; au même instant la manivelle principale K se trouve près du point mort, et dans cette position, le mouvement ayant lieu suivant les flèches, le talon o rencontre le butoir n , et le repousse, en sorte que le distributeur G se déplace d'abord d'une quantité égale à son recouvrement, puis découvre la lumière. L'arête du talon o décrivant le cercle pointillé, s'élève peu à peu, et à un certain moment, échappe au contact du butoir, en sorte que la pression de la vapeur repousse la tige F et le piston G , et l'admission se trouve subitement fermée. Le coulisseau D continuant son mouvement, les mêmes circonstances se reproduisent pour l'autre côté de la distribution. Avec les talons situés comme l'indique la figure, la fermeture de l'admission a lieu après un demi-tour, ou vers les 0,5 de la course; mais lorsque les arêtes n et n_1 , viennent en x et x_1 , il n'y a plus de rencontre possible, et l'admission devient nulle; si les talons se déplacent en sens contraire, l'admission s'élève depuis 0,5 jusque vers 0,9, limite à laquelle on s'est arrêté, bien que le mécanisme pût donner l'admission à pleine course. On voit sur la figure 1 que les tiges de tiroir, prolongées, portent à leur extrémité des pistons à matelas d'air, dont l'effet se règle au moyen de petits robinets.

Les tiroirs à grille de l'échappement sont manœuvrés par une came en cœur. Le palier de l'arbre qui porte cette came (ou arbre d'échappement), se graisse de lui-même constamment, au moyen d'un anneau en fer, reposant sur l'arbre, et qui plonge dans un réservoir d'huile : cet anneau élève l'huile sur l'arbre, en tournant, à la manière des paliers graisseurs Vaissen.

Le cylindre est alésé à 0^m,320, et la course est de 0^m,800. La vapeur arrive par un conduit venu de fonte sur le côté du cylindre, et dont l'entrée a 88 ^m/_m de diamètre, soit 0,0625 de l'aire du piston. L'échappement traverse la chaise qui soutient le cylindre, et se dégage par une tubulure de 100 ^m/_m de diamètre, équivalant à 0,101 de l'aire du piston.

On voit sur la figure 8 comment est disposé le piston, et la figure 7 contient les détails de construction du cadre et de son coulisseau, avec leurs accessoires : la manivelle qui conduit le mécanisme d'admission tourne dans un véritable palier, muni de vis et de coins de réglage, situé au milieu du coulisseau. Celui-ci est en fer, et porte deux saillies sur lesquelles sont vissées les plaques d'acier qui servent de butoirs : ces parties saillantes passent au travers de fenêtres ménagées dans le cadre, qui est formé de deux pièces de fonte. Les talons mobiles (fig. 1) sont en acier, et les plaques qui les portent, en bronze. Les tiges de tiroir sont en bronze dans la partie renflée, qui traverse la boîte à étoupes, et leurs embases sont en fonte.

Les pistons-tiroirs se font quelquefois comme l'indique la figure 9, en deux couronnes pour des lumières doubles; ces couronnes a sont réunies par quatre cloisons b , entre lesquelles passe la tige, et elles sont fendues au point d ; le serrage se règle au moyen d'une vis c . Comme on le voit, ces distributeurs sont presque entièrement équilibrés.

La figure 4 reproduit les détails du palier de manivelle, alésé à 0^m,150. Le volant a 2^m,700 de diamètre, et la largeur de sa jante est de 0^m,400.

Le régulateur est d'un genre particulier : les centres des galets (qui représentent les boules) se meuvent sur des arcs de parabole. On l'installait d'abord comme le montre la figure 1, mais actuellement on préfère la disposition de la figure 5.

Distribution de MM. Hick, Hargreaves et C^{ie}, à Bolton.

La figure 263 représente une distribution très originale, due à MM. Hick, Hargreaves et C^{ie} ;

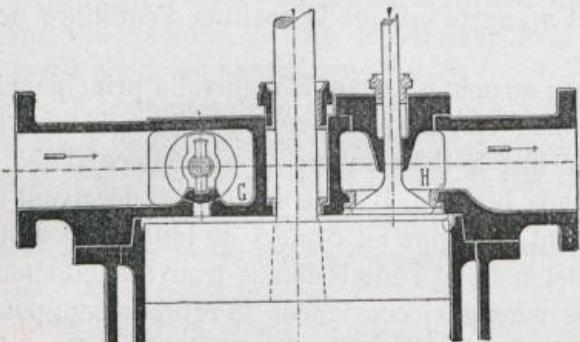


Fig. 263.

les deux distributeurs de chaque extrémité sont installés dans le fond de cylindre : l'un, celui d'introduction, est un tiroir du genre Corliss, et l'autre, à l'échappement, est une simple soupape s'ouvrant vers l'intérieur du cylindre. Il est clair que cette disposition n'est pratique que tout autant que la pression finale dans le cylindre ne dépasse pas notablement la pression qui règne dans le conduit d'échappement, autrement il y aurait une trop forte résistance à vaincre pour ouvrir la soupape (1).

Distribution de M. Schmidt, à Neustadt-Magdebourg.

M. Fr. Schmidt, fondeur et constructeur mécanicien à Neustadt-Magdebourg, est l'inventeur d'une distribution représentée par les figures 264 et 265, et dans laquelle la manœuvre de l'échappement a lieu automatiquement.

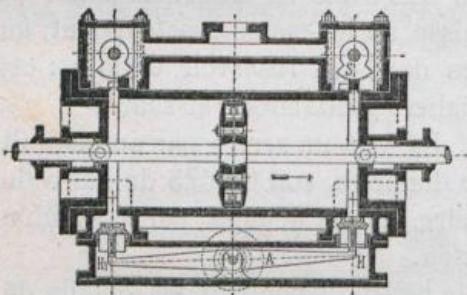


Fig. 264.

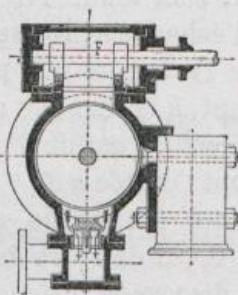


Fig. 265.

La vapeur, en pénétrant au cylindre, du côté gauche de la figure par exemple, fait fermer, par sa pression, la soupape H_1 de l'échappement ; et en même temps la soupape H , à l'autre extrémité du cylindre, est soulevée, ces deux soupapes étant en contact avec un balancier A , qui oscille sur un axe situé en son milieu, de telle sorte que l'une ne peut s'abaisser sans que l'autre soit soulevée. Il résulte de ce mode de fonctionnement, que l'avance à l'admission a la même valeur que l'avance à l'échappement, ce qui n'est pas en général une bonne condition de marche.

L'admission est réglée au moyen d'un déclanchement quelconque, par des tiroirs plans à crémaillère, engrenant avec des secteurs dentés S , calés sur les arbres F (fig. 265), combinaison que nous ne pouvons approuver (*Voir à ce sujet la machine de M. Nemelka, page 154, et la note page 123.*)

En l'absence de données positives sur le fonctionnement de cet échappement automatique, il paraît probable qu'une certaine quantité de vapeur neuve doit passer en pure perte dans l'échappement avant la fermeture complète de la soupape. A plus forte raison que dans la machine précédente, il ne peut être question de compression à fin de course.

(1) On peut avec cette distribution, réduire considérablement les espaces nuisibles ; toutefois d'après ce qui vient d'être dit, il est clair que l'on est forcé de renoncer à l'emploi si avantageux de la compression à fin de course (*Trad.*).

CHAPITRE TROISIÈME. — DISTRIBUTEUR UNIQUE.

Système de M. Prött, à Berlin.

Nous avons classé à part le système très curieux de M. C. Prött, ingénieur à Berlin : un seul tiroir distribue la vapeur, à l'admission et à l'échappement, et ce tiroir peut être animé, outre son mouvement normal dans le sens de sa tige, d'un mouvement transversal, par lequel l'admission est coupée à volonté (1).

La feuille 27 (figures 1 à 4) représente l'ensemble d'une distribution de ce type, appliquée à une machine dont le piston a 0^m,350 de diamètre et 0^m,700 de course; les figures 5 et 6 sont des détails à grande échelle.

Le tiroir est formé d'un cylindre, ou plutôt de deux portions de cylindre, mobiles suivant leur axe et fixées sur la même tige. Chacune des deux parties est équilibrée séparément, glissant entre deux glaces opposées, comme on les voit sur le côté gauche de la figure 4; les lumières sont établies d'après le système de M. Rider, obliquement par rapport à la direction du tiroir, c'est-à-dire en forme d'hélices, aussi bien dans le tiroir que dans la glace ou alésage où il circule. Le mouvement de translation du tiroir, dans le sens de son axe, ouvre et ferme les lumières à la manière ordinaire, mais s'il tourne subitement sur son axe, l'admission est coupée, et la détente commence.

Du côté de l'échappement, l'ouverture du tiroir est assez large (fig. 3) pour que ce mouvement de rotation n'ait aucune influence sur le passage de la vapeur. Lorsque le tiroir parvient au milieu de sa course, il retourne en sens contraire sur son axe, et revient à sa position normale, de manière que l'ouverture des lumières opposées peut avoir lieu. Les figures 1, 3 et 4 indiquent le mode de construction des tiroirs, qui sont chacun en deux pièces, constamment écartées par un ressort.

La tige *F* du tiroir (figures 4, 5 et 6) est commandée par un excentrique calé à 90° de la manivelle, et sur la tige sont calés deux bras de levier *a* et *a₁*, qui servent à imprimer au tiroir son mouvement rotatif : ces leviers maintiennent en outre, dans leur intervalle, une bague *T*, qui entoure la tige *F*, et dans laquelle sont encastrés deux tourillons *b₁*, faisant osciller les deux leviers *c*. Ceux-ci sont calés sur un tourillon *d*, tournant dans une douille du bâti ; ils oscillent constamment, par suite du mouvement de la tige du tiroir. A leur tête, les leviers *c* portent une pièce en dos d'âne *e* (figures 5 et 6), dont les deux positions extrêmes sont tracées en lignes pointillées, et sur la pièce *e* s'appuie constamment, par l'intermédiaire d'un butoir cylindrique *f*, le fond du cylindre *O* du matelas d'air. Ce cylindre glisse dans un alésage vertical, et deux petits ressorts à boudin *s*, le maintiennent au contact de la pièce *e*.

La position la plus élevée de la pièce en dos d'âne, *e*, correspond à la mi-course du tiroir ; le mouvement ayant lieu vers l'un ou l'autre côté, l'une des lumières s'ouvre, et elle ne sera fermée, comme on va voir, qu'au moment où le piston à air, *Q*, redescendra. Pour le moment ce piston reste dans sa position la plus élevée, étant maintenu par deux leviers parallèles *g*, une bielle *k*, suspendue en *i*, et un déclic *l*. Lorsque le déclanchement a lieu, la bielle *k*, articulée aux leviers *a* et *g*, les

(1) Le distributeur participe à la fois, des tiroirs plans ordinaires, en ce que le mouvement a lieu suivant le sens des génératrices rectilignes, et des tiroirs cylindriques des machines Corliss, en ce que la fermeture de l'admission se fait par la rotation du cylindre distributeur autour de son axe. De plus, quoiqu'il n'y ait qu'un seul tiroir, l'échappement d'un côté est complètement indépendant de la proportion de l'admission de l'autre côté (*Trad.*).

abaisse tous quatre simultanément, par l'effet de la pression de la vapeur agissant sur un piston y , qui en même temps abaisse directement le piston Q dans son cylindre O . Le mouvement des bras de levier a , a_1 , ferme l'admission, comme on l'a vu, en faisant tourner la tige F sur son axe. L'articulation de la bielle k avec les leviers a et a_1 , consiste simplement en un œil, traversé par un boulon (fig. 5) qui a la longueur suffisante pour permettre le mouvement du tiroir.

Au retour du tiroir, la pièce e soulève le cylindre O , et avec lui le piston Q et tout son équipage, de manière que la tige F et le tiroir reviennent dans leur position normale, et le tout se trouve prêt pour l'admission qui va avoir lieu du côté opposé.

Le déclenchement se compose d'une plaque d'acier l , suspendue à la bielle k , et dont l'évidement repose sur un petit cylindre m , également acieré. Lorsque ce cylindre est retiré, le mécanisme est libre d'agir, comme il vient d'être expliqué, pour fermer l'admission. Le mouvement du cylindre m est produit à l'aide d'une came r (fig. 2), calée sur l'arbre à manivelle, et l'instant du déclenchement est déterminé par le régulateur. A cet effet, un levier o se trouve suspendu, par un boulon, au bâti du régulateur, et son extrémité inférieure est rattachée par une tringle au cylindre m ; sur ce levier, et guidé par une longue fenêtre, glisse un coin p , suspendu librement au levier du régulateur; enfin, entre le levier o et la came r , se trouve un butoir q , suspendu lui-même au levier o . Suivant la hauteur du coin p , le butoir est plus ou moins rapproché de la came, et celle-ci, étant profilée en arc de spirale, atteint à un moment donné le butoir, et le repousse, et avec lui le levier o . Ce mouvement fait sortir le cylindre m de sa position de fermeture, en sorte que la plaque l , n'étant plus retenue, tombe et fait fermer l'admission, comme on l'a vu précédemment.

Le cylindre m , poussé par un léger ressort à boudin v , rentre en place lorsque la plaque est relevée par l'effet de la pièce e , au moment où le piston parvient à l'extrémité de sa course.

Il est clair que ce mécanisme de régulation fonctionne également bien à tous les degrés de la course du piston, puisqu'il est indépendant de la position du tiroir, et quelque compliquée que paraisse la distribution, on dit le plus grand bien de son fonctionnement (1).

Ce système présente certaines facilités spéciales dans l'exécution, ainsi la boîte à vapeur s'alèse comme le cylindre, sur le même outil, et les tiroirs étant faits au tour, on évite tout le travail au grattoir.

(1) Il est intéressant de comparer cette distribution avec celle des Ateliers d'Emmerich (page 117 et feuille 9), dans laquelle le mouvement de rotation du distributeur sur son axe est continu, et les variations de détente s'obtiennent en faisant glisser le distributeur sur son axe, c'est-à-dire l'inverse de ce que l'on vient de voir.

De même la came en spirale, à pas très lent, est analogue à celle qu'ont employée MM. Crespin et Marteau, et procure le même avantage; seulement, dans la machine de ces constructeurs, la came agit directement sur les distributeurs, qu'elle rapproche graduellement des butoirs du régulateur, tandis qu'ici la came agit sur le déclenchement lui-même, par l'intermédiaire d'une cale de hauteur variable.

On peut enfin rapprocher cette distribution de celle de MM. Babcock et Wilcox (page 160 et feuille 21) dans laquelle deux tiroirs superposés agissent, l'un dans le sens transversal, l'autre dans le sens longitudinal, formant pour ainsi dire les deux composantes du tiroir unique de M. Pröt (Traducteur.).

APPENDICE

AU CHAPITRE SECOND DE LA II^e PARTIE.

Machine de M. Zimmermann Waldmann, construite aux Ateliers des Chemins de fer de l'État hongrois, à Bude-Pest.

Les Ateliers des Chemins de fer de l'État hongrois, à Bude-Pest, avaient exposé en 1878 une machine à quatre tiroirs plans, ceux d'admission placés latéralement, et ceux d'échappement en dessous. Le cylindre de cette machine est représenté sur la planche XLV, figures 4 et 5.

Les tiroirs d'admission (fig. 5) ont pour tiges des douilles qui traversent de part en part les boîtes à vapeur, et qui sont elles-mêmes traversées d'un bout à l'autre par deux tiges, dont l'une est articulée à la barre d'excentrique. Ces tiges, en prolongement l'une de l'autre, sont réunies par un cadre évidé, situé au milieu de la distribution, et qui forme coulisseau, allant et venant dans une glissière venue de fonte avec l'enveloppe du cylindre. Le cadre, dans l'axe duquel passe l'arbre vertical du régulateur, porte deux cliquets, qui tour à tour saisissent des touches fixées aux douilles des tiroirs, et les repoussent en faisant ouvrir l'admission. Les queues des cliquets, disposées comme dans les machines de MM. Bède et Farcot (*Voir page 86*), viennent buter contre une pièce suspendue au manchon du régulateur, et sont ainsi dégagées, en sorte que la pression de la vapeur, qui agit sur les douilles, les repousse en raison de la grande différence de diamètre de leurs deux extrémités, et l'admission est brusquement fermée. Sur le prolongement des douilles sont fixés des matelas d'air.

L'excentrique ne conduit que l'admission, on a donc pu choisir son calage de manière à obtenir de longues introductions ; il est placé à 127° en arrière de la manivelle, ce qui permet d'admettre la vapeur depuis 0 jusqu'à 0,8. Pour les épures de distribution, on peut se reporter à la discussion du système de M. Smrczka (pages 171 et suiv.), qui fonctionne en principe de la même manière, sauf le déclenchement.

Comme on le voit sur la figure 4, l'échappement se fait par des tiroirs à grille, conduits au moyen de cames triangulaires qui sont calées sur un arbre parallèle à l'axe du cylindre; cet arbre est commandé par engrenages.

Le piston de cette machine a 0^m,560 de diamètre, et sa course est de 1^m,520. Le cylindre est entièrement entouré de vapeur : il est fondu d'un seul jet avec le couvercle antérieur et avec l'enveloppe. Le chauffage du couvercle postérieur se fait au moyen de petits conduits qui traversent le joint, faisant communiquer l'intérieur de ce couvercle avec l'enveloppe proprement dite.

Entre autres détails bien étudiés de cette machine, nous citerons le guidage du pied de la barre d'excentrique, dans une glissière, et le groupement de toutes les poignées des leviers de manœuvre sous la main du conducteur.

CHAPITRE 1

LE CHAMPS DE BATAILLE

Le 1er octobre 2010, le Cnam et l'Institut national des sciences appliquées de Paris ont fusionné pour donner naissance à l'Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de Management (ISAM).

Le Cnam, un établissement d'enseignement supérieur public, a été fondé en 1971 par le ministère de l'Éducation nationale. Il a été doté d'un statut d'autonomie en 1991 et a obtenu une charte d'établissement d'enseignement supérieur en 2006. Il propose des formations dans les domaines de la gestion, de l'ingénierie et de l'innovation. L'Institut national des sciences appliquées (INSA) est un établissement d'enseignement supérieur public, fondé en 1946, qui propose des formations dans les domaines de l'ingénierie et de la recherche. Les deux établissements ont fusionné pour créer l'ISAM.

Le Cnam et l'INSA sont deux établissements d'enseignement supérieur publics, mais ils ont des objectifs et des méthodes d'enseignement différents. Le Cnam se concentre sur la formation des étudiants à la pratique professionnelle, alors que l'INSA se concentre sur la recherche et la formation des étudiants à la recherche.

Le Cnam et l'INSA sont deux établissements d'enseignement supérieur publics, mais ils ont des objectifs et des méthodes d'enseignement différents. Le Cnam se concentre sur la formation des étudiants à la pratique professionnelle, alors que l'INSA se concentre sur la recherche et la formation des étudiants à la recherche.

Le Cnam et l'INSA sont deux établissements d'enseignement supérieur publics, mais ils ont des objectifs et des méthodes d'enseignement différents. Le Cnam se concentre sur la formation des étudiants à la pratique professionnelle, alors que l'INSA se concentre sur la recherche et la formation des étudiants à la recherche.

Le Cnam et l'INSA sont deux établissements d'enseignement supérieur publics, mais ils ont des objectifs et des méthodes d'enseignement différents. Le Cnam se concentre sur la formation des étudiants à la pratique professionnelle, alors que l'INSA se concentre sur la recherche et la formation des étudiants à la recherche.

Le Cnam et l'INSA sont deux établissements d'enseignement supérieur publics, mais ils ont des objectifs et des méthodes d'enseignement différents. Le Cnam se concentre sur la formation des étudiants à la pratique professionnelle, alors que l'INSA se concentre sur la recherche et la formation des étudiants à la recherche.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

Préface	1
Les moteurs de l'Exposition de 1878	v

PREMIÈRE PARTIE. — MACHINES A DISTRIBUTEURS CYLINDRIQUES OU A ROBINETS.

CHAPITRE I. — DISTRIBUTEURS CORLISS, MANŒUVRÉS PAR DÉCLIC

I. Machines de M. G. Corliss, à Providence.

Premier type de M. Corliss	1
Deuxième type de M. Corliss, à bielles suspendues	3
Troisième type de M. Corliss	4
Quatrième type de M. Corliss, à déclanchement à fourchette	15
Cinquième type de M. Corliss, à ressorts en lame de sabre	17
Sixième type de M. Corliss, à deux tourillons	21
Septième type de M. Corliss, pour grandes machines à balancier	25

II. Machines construites sur les types de M. Corliss.

1^e MACHINES DU III^e TYPE CORLISS, A BIELLES SUSPENDUES.

Machine des ateliers de Wilhelmshütte	29
Machine des ateliers de la C ^{ie} des bateaux à vapeur de Hambourg Magdebourg	31
Machine de M. Otto Müller	31

2^e MACHINES DU IV^e TYPE CORLISS, A DÉCLANCHEMENT A FOURCHETTE.

Machine de M. W. Harris	35
Machine de MM. R. Wetherill et C ^{ie}	36

3^e MACHINES DU V^e TYPE CORLISS, A RESSORTS EN LAME DE SABRE.

Machine de M. E. Reinicke	38
Machine des ateliers du comte Stollberg Wernigerode	39
Machine de la Société <i>Erste Brünner Maschinenfabrik</i>	39
Machine de M. J. Körosi	43
Machine des ateliers <i>König Friedrich August</i>	43
Machine de MM. Weise et Monski.	43

III. Système de MM. Spencer et Inglis 45

IV. Variantes du type de MM. Spencer et Inglis.

Machines de MM. Hick, Hargreaves et C ^{ie}	49
Machine de M. G. Sigl.	54
Machines de MM. Escher, Wyss et C ^{ie}	56
Machine de MM. Socin et Wick.	56
V. Système de M. Frédéric Spencer	56
Machine de bateau, de MM. R. W. Peek et C ^{ie}	58
VI. Système de MM. Douglas et Grant	59
VII. Système de M. Émile Borzini.	64
VIII. Système de M. Jérôme Wheelock	67
IX. Distribution de MM. J. et E. Wood	71
X. Distributions de MM. Märky et Schultz.	74

XI. Distributions de l'atelier de Construction de machines de Grimschan.

1 ^e Système de M. Steiner.	75
2 ^e Système de M. Louis Renzsch.	77
XII. Distribution de M. Karl Kliebisch	78
XIII. Système de MM. Wannieck et Köppner	85
XIV. Système de MM. Bède et Farcot	86
XV. Distribution de M. Joseph Farcot	89
XVI. Distribution de MM. Cail et C ^{ie}	93

CHAPITRE II. — DISTRIBUTEURS CYLINDRIQUES OU ROBINETS, MANŒUVRÉS SANS DÉCLIC.

I. Distribution par robinet oscillant, équilibré.

Distributeur de M. Wilson.	97
Distributeur de M. Schwartzkoff.	98
Distributeur de M. Schivre.	99
Distributeur de M. Schleh	100

II. Distribution par tiroirs ou robinets oscillants, non équilibrés.

Distributeur de M. Carlile.	101
Machines de MM. Allis et C ^{ie}	101
Machine de M. Ch. Emery	102
Machine de MM. Weise et Monski.	103

Système de MM. H. Flaud et Cohendet	103
Machine à quatre cylindres successifs, de M. D. Adamson	105
Distribution de M. Fenby	106
Machine de MM. Lœsch et Lüders	107
III. Machine à distribution par robinets oscillants équilibrés et à deux pistons, système de M. Hlubek .	108

IV. Machines à distribution par robinets tournants équilibrés.

Machine Woolf, système Ehrhardt, construite à l'usine Dingler	112
Machine de M. Musil, construite par la Société <i>Hüttenberger Eisenwerks Gesellschaft</i>	114
Machine de M. Radinger, construite par la Société de Construction de Simmering	115
Distribution des Ateliers d'Emmerich	117

CHAPITRE III. — DISTRIBUTIONS PAR TIROIRS CIRCULAIRES.

I. Tiroirs circulaires animés d'un mouvement continu.

Système de MM. Brotherhood et Hardingham	118
Machines jumelles de M. T. Watts	119
Distribution de M. Luschka	120
II. Machine à tiroirs circulaires, animés d'un mouvement de rotation intermittent, système de M. de Reiche .	121
III. Machine à tiroirs circulaires oscillants, et à déclic, système de M. H. Berchtold	123

DEUXIÈME PARTIE. — MACHINES A TIROIRS PLANS, MANŒUVRÉS PAR DÉCLIC.

CHAPITRE I. — DISTRIBUTIONS A TIROIRS DOUBLES 127

I. Tiroirs courts.

Système de M. Ochwaldt	127
Système de M. Schulz	129
Machine de M. Skoda (système de M. Wellner)	130
Distribution de M. Ehlers	131
Distribution de MM. Goldie et Mac Culloch	132
Distribution de MM. Thomas et T. Powell, système de M. Correy	132
Machines de MM. Windsor et fils	134

II. Tiroirs longs.

Distribution de M. Allecock	136
Distribution de M. Fish	138
Distribution de MM. Wannieck et Köppner	139
Système de MM. Brandt et Lhuillier	143

CHAPITRE II. — MACHINES A QUATRE TIROIRS.

I. Tiroirs placés sur le côté du cylindre.

Distribution de MM. Wannieck et Köppner	145
Système de M. Dautzenberg	148

Distribution de MM. Goldie et Mac Culloch	150
Système de MM. Galloway et fils	151

II. Tiroirs d'admission latéraux, avec échappement par dessous.

Machine de MM. Brown et C ^{ie}	152
Machine de MM. Wright et C ^{ie}	153
Machine de M. Zimmermann-Waldmann, construite aux <i>Ateliers des chemins de fer de l'État hongrois</i>	255

III. Tiroirs d'admission en dessus du cylindre, avec échappement en dessous.

1^o TIROIRS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT PARALLÈLE A L'AXE DU CYLINDRE.

Distribution de M. Nemelka, à Simmering	154
Tiroirs de MM. Allen et fils	155
Distribution de M. Greene	155
Système de M. Lebrun	157

2^o TIROIRS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT PERPENDICULAIRE A L'AXE DU CYLINDRE.

Système de MM. Babcock et Wilcox	160
Distribution de MM. Edge et C ^{ie}	161
Machines de MM. Buffaud frères	162
Distribution de MM. Wannieck et Köppner	162
Distribution de M. H. Berchtold	168
Machine de M. Bernard, système de M. Smreczka	169
Machine de MM. Florio et C ^{ie} , système de M. Theis	173
Distribution de M. Villette	175
Système de M. Kuchenbecker	175
Distribution de MM. Cail, Halot et C ^{ie} , système Stehelin	177
Machine de MM. Artige et C ^{ie}	178

TROISIÈME PARTIE. — MACHINES A DISTRIBUTION PAR SOUPAPES.

CHAPITRE I. — DISTRIBUTIONS SANS DÉCLIC.

I. Distributions simples sans détente	180
Distribution des <i>Ateliers de Wilhelmshütte</i>	180
Distribution de machines soufflantes américaines	181

II. Distributions simples, à détente variable à la main.

Distribution de la <i>Société de Construction de Cologne</i>	181
Distribution des <i>Ateliers Friedrich Wilhelm</i> , système Schlink	183
Distribution de M. Gross	183
Système de M. G. Sigl	184

III. Distributions simples, à détente variable par le régulateur.

Machine de la <i>Société de Construction de Nuremberg</i>	185
---	-----

Système de M. Freiesleben	187
Système de la Société de Construction de machines de Prague	187

IV. Distributions à rencontre, à chute libre.

1^o SOUPAPES PLACÉES SUR LE CÔTÉ DU CYLINDRE.

Système de MM. Briegleb, Hansen et C ^{ie}	189
Système de la Société de Construction de machines de Putnam	190
Distribution de la Société de Constructions mécaniques d'Anzin (Établissements de Quillaeq)	190

2^o ADMISSION AU-DESSUS DU CYLINDRE, AVEC ÉCHAPPÉMENT PAR DESSOUS.

Système de MM. Sulzer frères, type 1867	192
— — — type 1873	194
— — — type 1878	197

Machines construites d'après le type de 1873, de MM. Sulzer.

Machine de M. Pallenberg	202
Type des Ateliers de Construction de machines d'Augsbourg	203
Distribution de M. A Trappen	204
Machine de MM. Lecointe et Villette, système Zimmermann	205
Distribution de M. Trostorff	208
Distribution de M. Knövenagel	209
Distribution de M. Völl	210

3^o LES QUATRE SOUPAPES PLACÉES SOUS LE CYLINDRE.

Machine de MM. Escher, Wyss et C ^{ie}	210
--	-----

V. Distributions à rencontre, à fermeture réglée.

Système de M. A. Collmann	212
Machine de la Société de Construction de Gorlitz, système Collmann	216
Machines de la Société de Construction de Winterthur, système de M. Ch. Brown	217

CHAPITRE II. — DISTRIBUTIONS A DÉCLIC.

I. Soupapes sur le côté du cylindre.

Machine des Ateliers Saxons	221
Machine de la Société de Marcinelle et Couillet	222
Machine de MM. Pusey, Jones et C ^{ie} , système de M. J. Baird	225

II. Soupapes d'admission en dessus du cylindre, et soupapes d'échappement en dessous.

Machine de la Société de Construction du Harz, système de M. Hartung	227
Distribution de MM. Rost et C ^{ie}	229
Distribution de la Société de l'Horme	230
Machine de MM. Crespin et Marteau	231

III. Les quatre soupapes situées au-dessus du cylindre.

Distribution de M. Borgsmüller	232
--	-----

QUATRIÈME PARTIE. — MACHINES A DISTRIBUTION MIXTE.

CHAPITRE I. — MACHINES A TIROIRS DE DISTRIBUTION, AVEC SOUPAPES DE DÉTENTE.

I. Soupapes placées en avant des tiroirs.

Distribution de M. J. Meyer	234
Distribution de M. Umpherstone	235
Détente variable de MM. Maxim et Welch	236
Machine de MM. Starke et Hoffmann, système de M. Starke	236
Appareil à détente des Ateliers Saxons	238
Appareil à détente de M. Uhland	239
Appareil à détente de M. Pröll	241
Appareil à détente de M. Tremper	242

II. Soupe placée sur le tiroir.

Système de M. Werner	242
Système de M. Collmann	243

CHAPITRE II. — MACHINES A QUATRE DISTRIBUTEURS.

I. Admission par soupapes, avec échappement par tiroirs.

1^o SOUPAPES D'ADMISSION PLACÉES LATÉRALEMENT.

Machine des Ateliers Washington, système Wright	244
Distribution de MM. Rowan et fils	244
Machine des Ateliers de Hartford, système de M. Woodruff	245
Distribution de M. Chr. Nolet	246

2^o SOUPAPES D'ADMISSION PLACÉES AU-DESSUS DU CYLINDRE.

Machine de M. Walschaerts	248
Machine de MM. Socin et Wick	249

II. Distributions diverses.

Machine de MM. Bolzano, Tedesco et C ^{ie} , système de M. Regnier	250
Distribution de MM. Hick, Hargreaves et C ^{ie}	252
Distribution de M. Schmidt	252

CHAPITRE III. — DISTRIBUTEUR UNIQUE.

Système de M. Prött	253
-------------------------------	-----

TABLE DES FEUILLES

- Feuille 1. — Machine Corliss, construite à Wilhelmshütte.
- — — par la C^{ie} des bateaux à vapeur de Hambourg-Magdebourg.
 - 2. — — — par MM. Robert Wetherill et C^{ie}.
 - — — par MM. Escher, Wyss et C^{ie}.
 - 3. — — — par M. E. Reinicke.
 - 4. — Machine et pompe à air, par M. G. Corliss.
 - 5. — Corliss, des Ateliers du comte Stollberg.
 - 6. — — — par M. J. Körösi.
 - — — des Ateliers *König Friedrich August*.
 - 7. — — — par MM. Douglas et Grant.
 - 8. — — — par MM. J. et E. Wood.
 - 9. — — — des Ateliers de Carolenthal.
- Distribution des ateliers d'Emmerich.
- 10. — Machine Corliss, système Renzsch, des ateliers de Crimmitschau.
 - 11. — — — par M. F. Wannieck.
 - 12. — Machines de MM. Allis et C^{ie}.
 - — — Machine Wolf, par M. Ch. Emery.
 - 13. — Machine à quatre cylindres successifs, de M. D. Adamson.
 - 14. — — — de MM. Læsch et Luders.
 - — — à trois cylindres, par M. P. Brotherhood.
 - 15. — Machine Woolf, système Ehrhardt, de l'usine Dingler.
 - 16. — Distribution par tiroirs circulaires, de M. de Reiche.
 - 17. — — — par tiroirs plans, de M. Skoda.
 - — — — — de M. Schulz.
 - 18. — — — — — de MM. Edge et C^{ie}.
 - — — — — de MM. Goldie et Mac Culloch.
 - 19. — — — — — de MM. Brandt et Lhuillier.
 - — — — — de la Société de Prague, système Dautzenberg.
 - 20. — — — — — de M. Nemelka.
 - — — — — de M. Greene.

- Feuille 21. — Machine à tiroirs plans, de MM. Babcock et Wilcox.
— 22. — Distribution par tiroirs plans, de M. Kuchenbecker.
— 23. — par soupapes, de MM. Rost et C^{ie}.
— 24. — des Ateliers de Construction de Cologne.
— — — des Ateliers Friedrich Wilhelm.
— 25. — de la Société de Construction de Prague
— — — de M. Freiesleben.
— 26. — de M. G. Sigl.
— 27. — de M. J. Pallenberg.
— 28. — de M. Borgsmüller.
— 29. — Appareil de détente de M. Pröll.
— — — de M. A. Collmann.
— 27. — Distribution de M. C. Prött.
— 28. — Machine à tiroirs plans, de MM. Gail, Halot et C^{ie}.
— 29. — Distribution de M. Völl.
— — — de M. Knövenagel.
— — — de M. Trostorff.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS PROPRES

Adamson	105	Bède et Farcot	86
Allan	61	Berchtold	123, 168
Allecock	136	Bernard	169
Allen et fils	18, 155	Bernouilli	97
Allis et C ^{ie}	101	Bolzano, Tedesco et C ^{ie}	250
Andrade	94	Borgsmüller	232
Anzin (Société de Construction d')	190	Borzini	64
Artige et C ^{ie}	178	Boudier frères	151
Ateliers d'Augsbourg	203	Brandt et Lhuillier	143
— de Crimmitschau	75	Briegleb Hansen et C ^{ie}	188
— de Hartford	245	Brotherhood	118
— de la Compagnie des bateaux à vapeur de Hambourg-Magdebourg	31	Brotherhood et Hardingham	118
— de l'Espérance	160	Brown (Ch.)	217
— d'Emmerich	117	Brown (C.-H.) et C ^{ie} , à Fitchburg	152
— de Tipping	161	Brünner Maschinenfabrik (erste)	39
— de Wilhelmshütte	4, 29, 180	Buckau	31
— des Chemins de fer de l'État hongrois . .	255	Buffaud frères	162
— Dingler	112	Buss	38, 82, 238
— du comte Stollberg Wernigerode	39	Cail et C ^{ie}	93
— Friedrich Wilhelm	183	Cail, Halot et C ^{ie}	177
— König Friedrich August	43	Carlile	101
— Märkische Maschinenbau	201	Collmann	212, 243
— Saxons	221, 238	Cologne (Société de)	182
— Washington	244	Corban et Lemarchand	29
— Augsbourg	203	Corliss	1
Autenheimer	97	Correy	119, 132
Babcock et Wilcox	160	Crespin et Marteau	231
Baird	225	Crimmitschau (Ateliers de)	75
		Cross	182

Dautzenberg	148	König Friedrich August (Ateliers)	43
Denis	37	Körösi	43
Dingler (Ateliers)	112	Köttgen	183
Douglas et Grant	59	Kuchenbecker	175
Duvergier	151		
Edge et C ^{ie}	161	Lebrun et C ^{ie}	157
Ehlers	131	Lecointe et Villette	205
Emery	102	Lecouteux et Garnier	29
Emmerich (Ateliers de)	117	Le Gavrian et fils	29
Ehrhardt	112	Lensing	117
Escher, Wyss et C ^{ie}	56, 210	Lösch	107
État hongrois (Chemins de fer de l')	255	Lüders	107
Farcot (J.)	89	Ludewig	112
Farcot et ses fils	86	Luschka	120
Felbinger (de)	184		
Fenby	106	Marcinelle et Couillet (Société de)	222
Fish	138	Marié	96
Flaud et Cohendet	103	Märkische Maschinenbau (Ateliers)	204
Florio et C ^{ie}	173	Märky et Schultz	74
Foucault	161	Maxim et Welch	236
Freiesleben	187	Meyer	234
Fréminville (de)	130	Mississippi (système du)	182
Friedrich Wilhelm (Ateliers)	183	Müller Melchior	109
Fritz	181	Müller (Otto)	31
Galloway et fils	150	Musil	114
Girard	192	Nemelka	154
Görlitz (Société de)	216	Nolet	246
Goldie et Mac Culloch	132, 150	Nürnberg (Société de Construction de)	185
Greene	155	Ochwadt	127
Greenwood et Batley	106	Pallenberg	202
Gross	183	Peek et C ^{ie}	58
Guibal	224	Pisani	64
Hall et Windsor	135	Poillon	49
Hambourg-Magdebourg (Compagnie des bateaux à vapeur de)	4, 31	Prague (Société de Construction de)	187
Harris	15, 35	Pröll	241
Hartford (Ateliers de)	245	Prött	253
Hartung	227	Pusey, Jones et C ^{ie} (New-York)	225
Harz (Société de Construction du)	227	Pusey, Jones et C ^{ie} (Wilmington)	242
Hick, Hargreaves et C ^{ie}	45, 49, 252	Putnam (Société de)	190
Hlubek	108	Quillacq (de)	190
Horme (Société de l')	230	Radinger	1, 3, 21, 112, 115
Houget et Teston	86	Regnier	215
Hüttenberger Eisenwerks (Société)	114	Reiche (de)	250
Inglis	45	Reinicke	121
Kliebisch	78	Renzsch	38
Knövenagel	209	Résal	77
		Riedler	96
		Rost et C ^{ie}	143
		Rowan et fils	229
			245

Sangerhausen (Société de)	78	Theis	173
Saxons (Ateliers)	221, 238	Thomas et T. Powell	132
Schivre	99	Timmermans	222
Schleh	100	Tipping (Ateliers de)	161
Schlink	183	Tōkei	187
Schlü	112	Trappen	204
Schmidt	252	Tremper	242
Schulz (à Zeitz)	129	Trostorff	280
Schwartzkopf	98		
Sigl	54, 184	Uhland	239
Simmering (Société de Construction de)	108, 115	Umpherstone	235
Skoda	130		
Smrczka	169	Van Gülpén	117
Société anonyme d'Anzin	190	Villette (P.), à Lille	175
— — — de Marcinelle et Couillet	222	Völl	210
— — — Verviétoise	88	Von Gimborn	117
— de Construction de Cologne	182		
— — — de Carolinenthal	74	Walschaerts	248
— — — de Görlitz	216	Wannieck et Köppner	82, 139, 145, 162
— — — de Nüremberg	185	Washington (Ateliers)	244
— — — de Prague	148, 187	Watts	119
— — — de Putnam	190	Weise et Monski	43, 103
— — — de Simmering	108, 115	Wellner	130
— — — du Harz	227	Werner	242
— de Sangerhausen	78	Wetherill (R.) et C ^{ie}	36
— des Forges et ondieries de l'Horme	230	Wheelock (J.)	67
— Erste Brünner Maschinenfabrik	39	Wilhelmshütte (Ateliers)	4, 29, 180
— Hüttenberger Eisenwerks Gesellschaft	114	Wilson	97
— suisse de Construction de machines	217	Windsor et fils	134
Socin et Wick	56, 249	Wood (J. et E.)	71
Spencer (Frédéric)	56	Woodruff	245
Spencer et Inglis	45	Wright	244
Starke	236	Wright (W.) et C ^{ie}	153
Starke et Hoffmann	236		
Stehelin	177	Zeuner	142, 166, 171
Steiner	75	Zimmermann (Alb.)	205
Stollberg Wernigerode	39	Zimmermann-Waldmann	255
Sulzer frères	192		

ERRATA

Page 29, note, ligne 2, au lieu de : 150 chevaux, lisez 250 chevaux.

Page 31, la figure 42 doit être retournée sens dessus dessous.

Dans la feuille 17, les deux titres sont intervertis.

Dans la feuille 20, les deux titres sont intervertis.

Machine Corliss, construite à Wilhelmshütte, près de Sprottau.

Fig. 1.

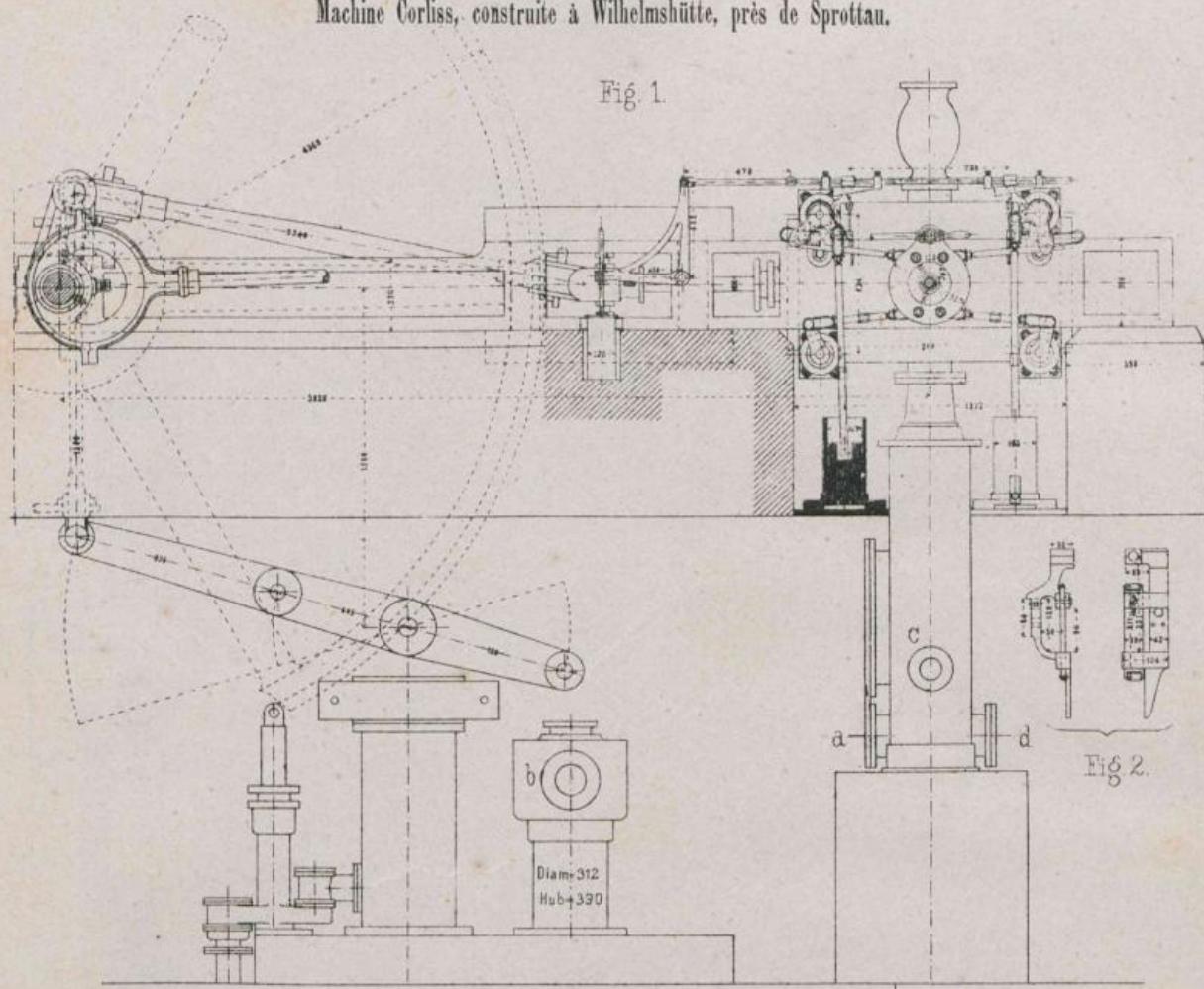


Fig. 2.

Fig. 4.

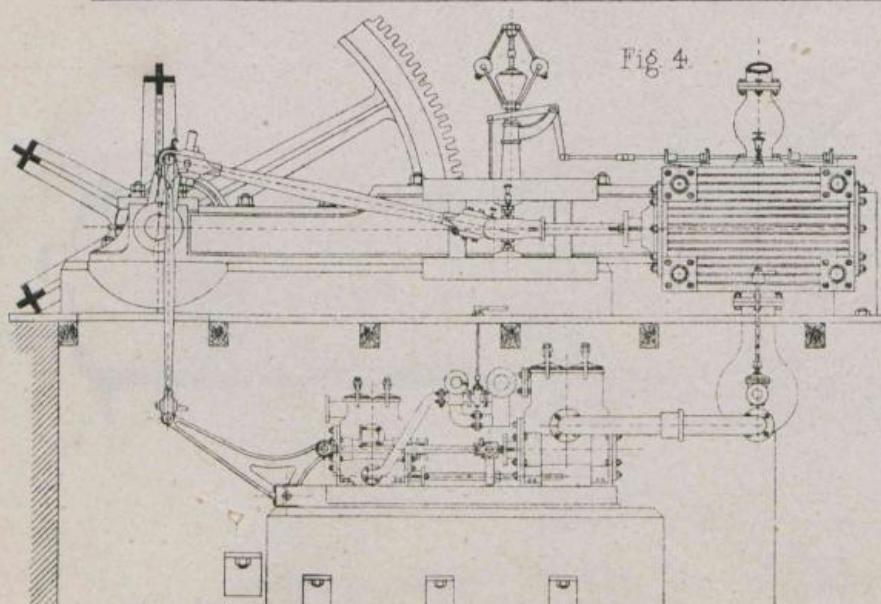


Fig. 3.

Machine Corliss, de la Cie. des bateaux à vapeur de Hambourg-Magdebourg, à Buckau-Magdebourg.

Digitized by eGangotra

Machine Corliss, construite par M M. Robert Wetherill et Cie., à Chester, États-Unis.

Fig. 1.

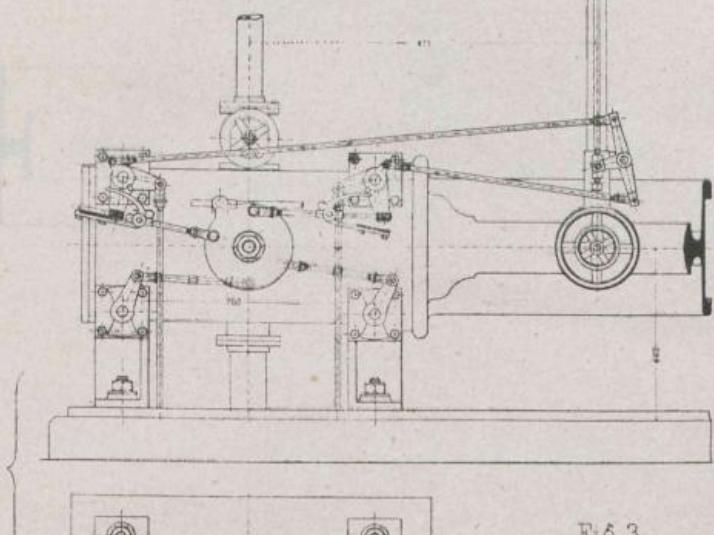


Fig. 2.

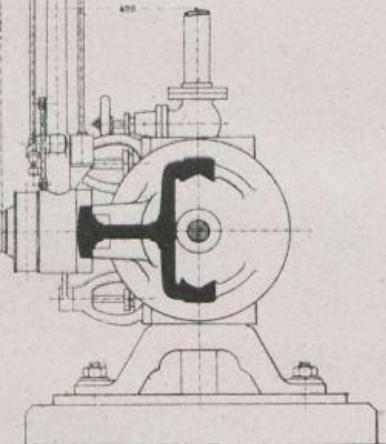


Fig. 3.

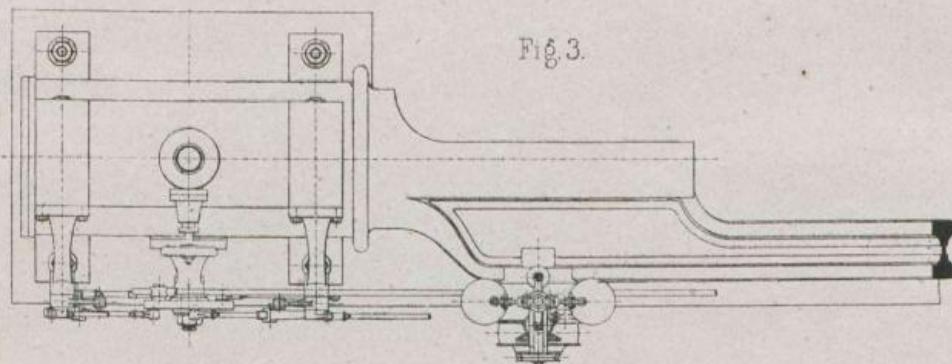
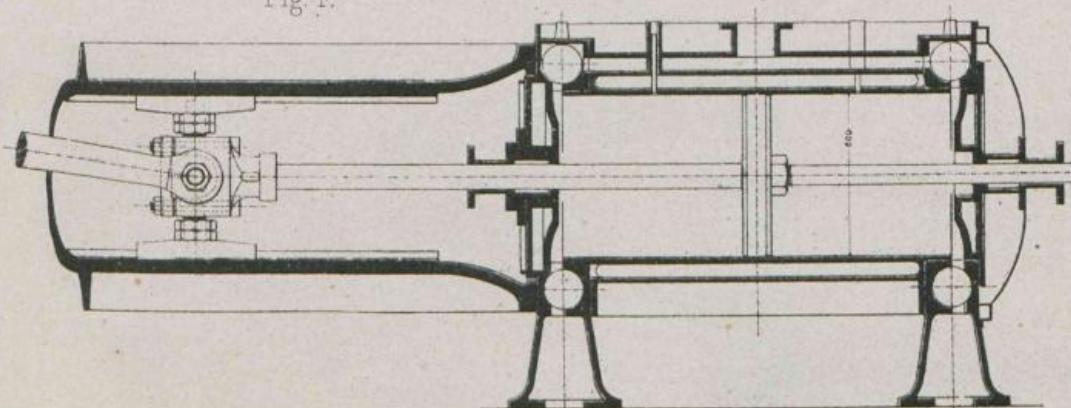
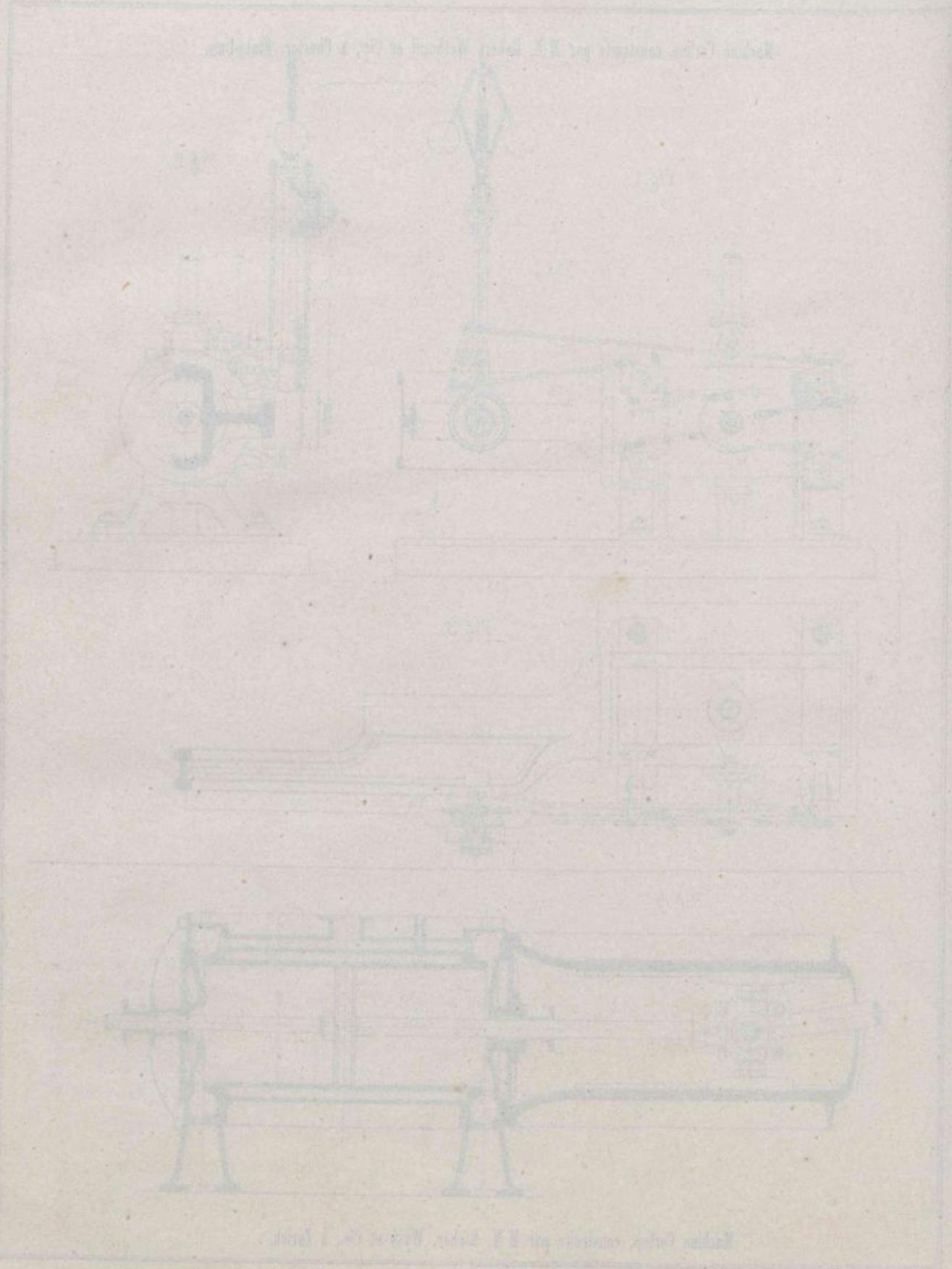


Fig. 4.



Machine Corliss, construite par M M. Escher, Wyss et Cie., à Zurich.



Machine Corliss, construite par M. E. Reinicke, à Königsberg.

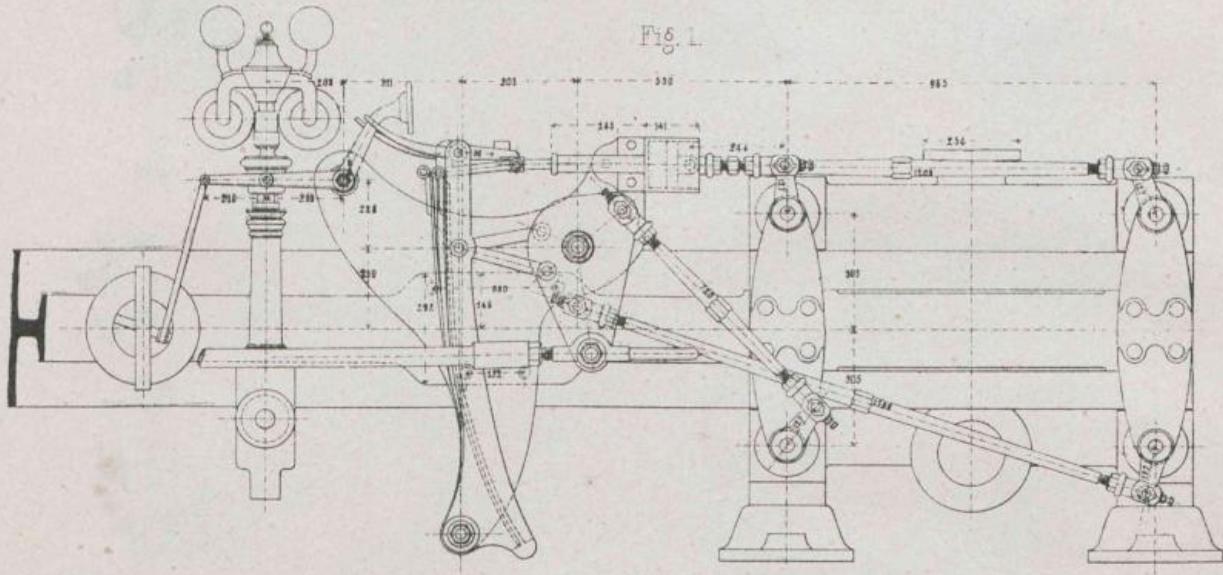


Fig. 2.

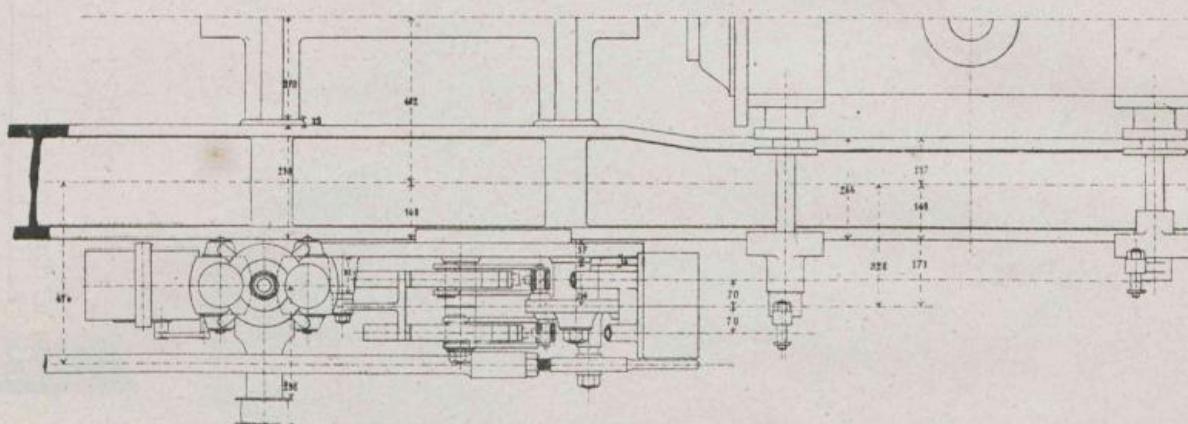
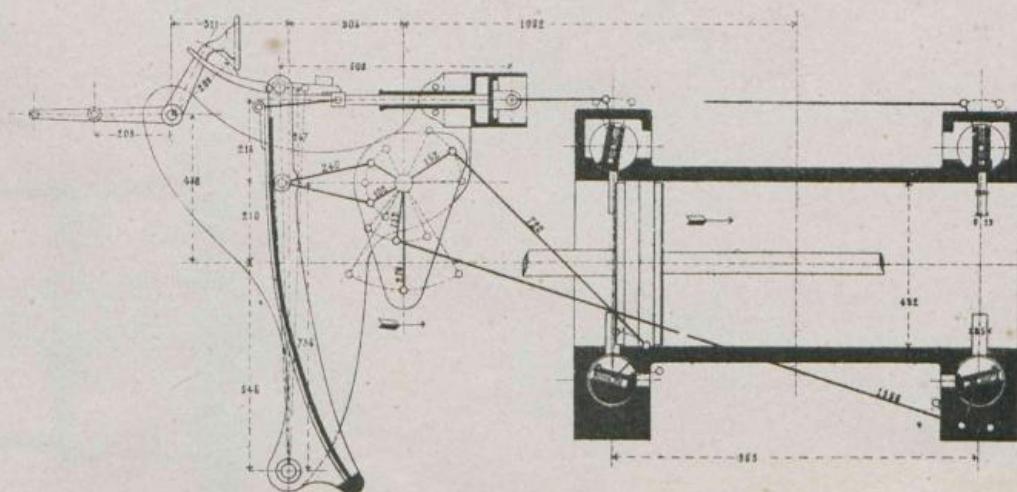


Fig. 3.



Machine horizontale et pompe à air, par M. G. Corliss, à Providence, États-Unis.

Fig. 1.

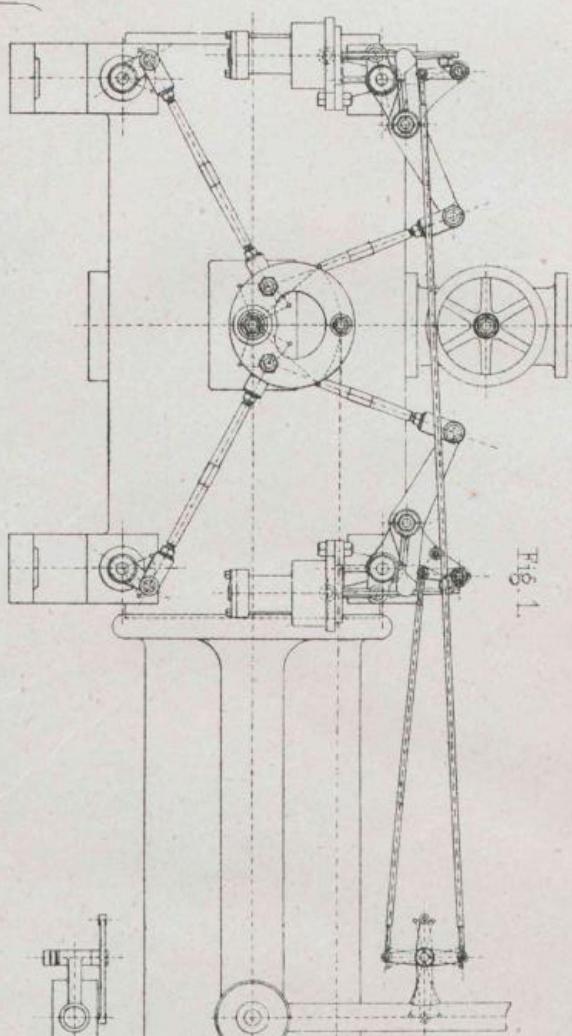


Fig. 2.

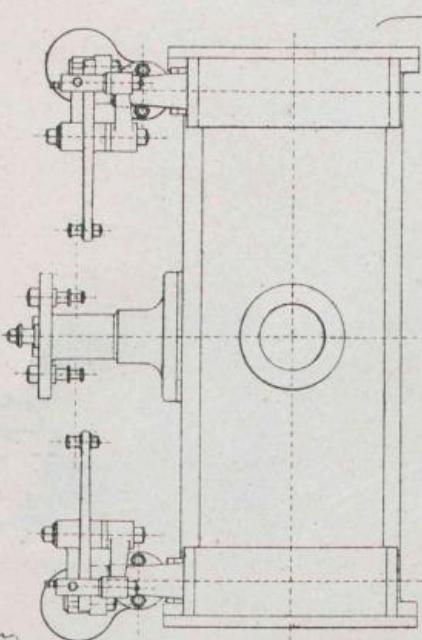


Fig. 4.

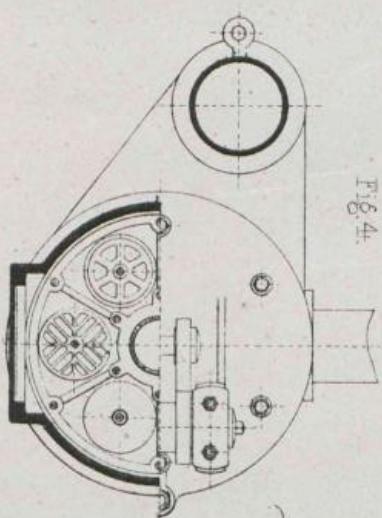


Fig. 5.

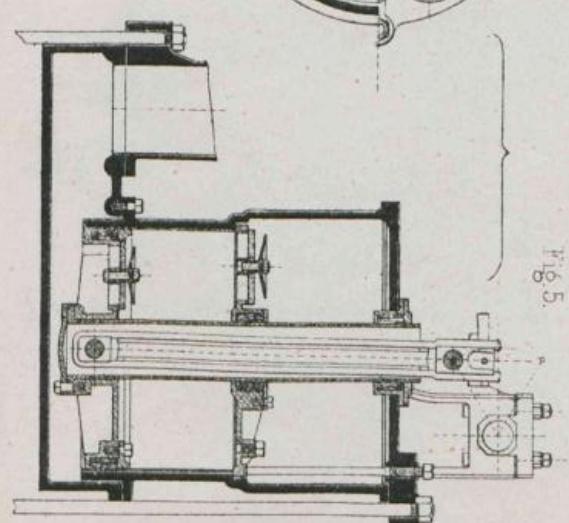
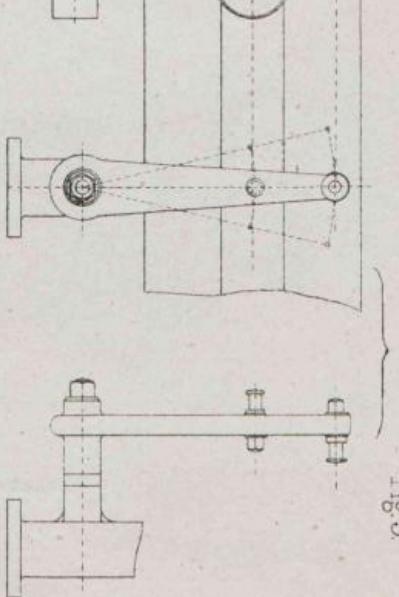


Fig. 3.



Machine Corliss, construite aux ateliers „Stollberg“ à Ilseburg.

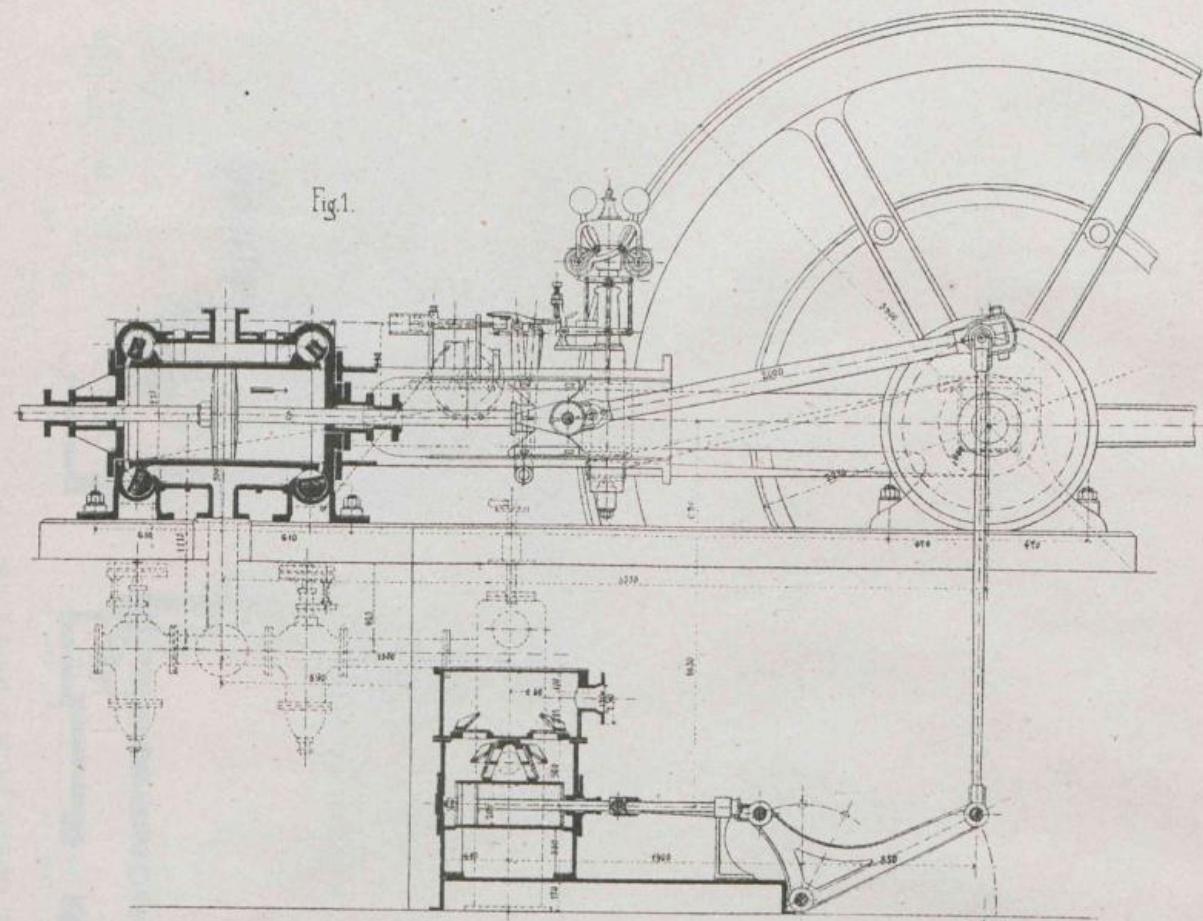


Fig. 2

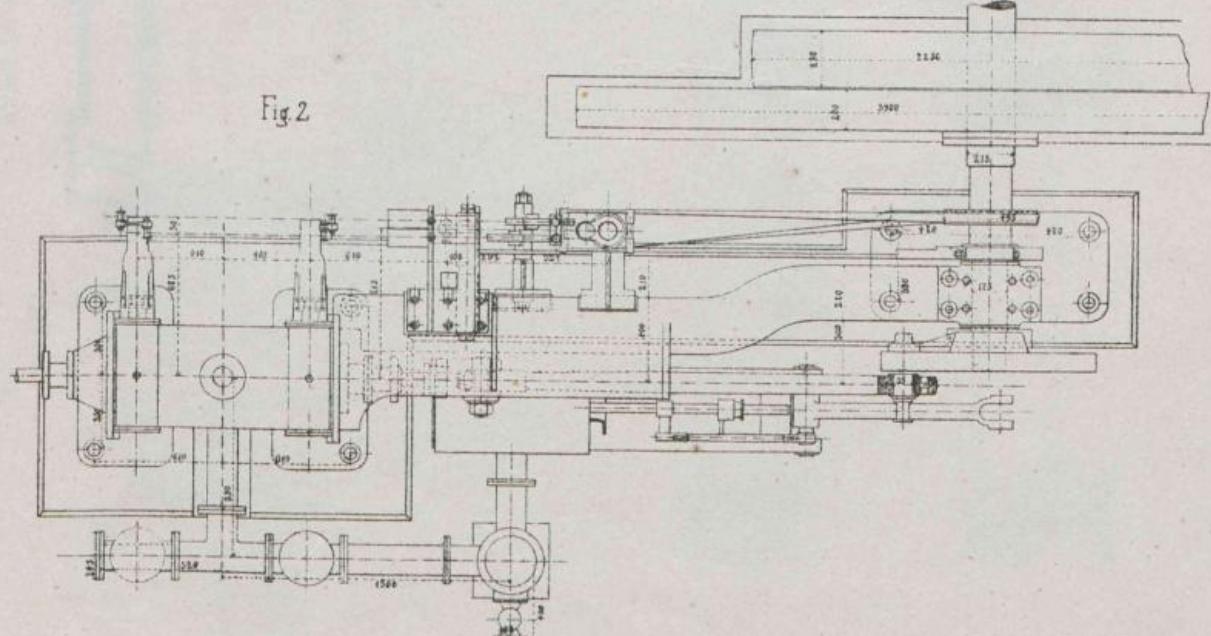


Fig. 1.

Machine Corliss, construite par M. J. Körösi à Graz.

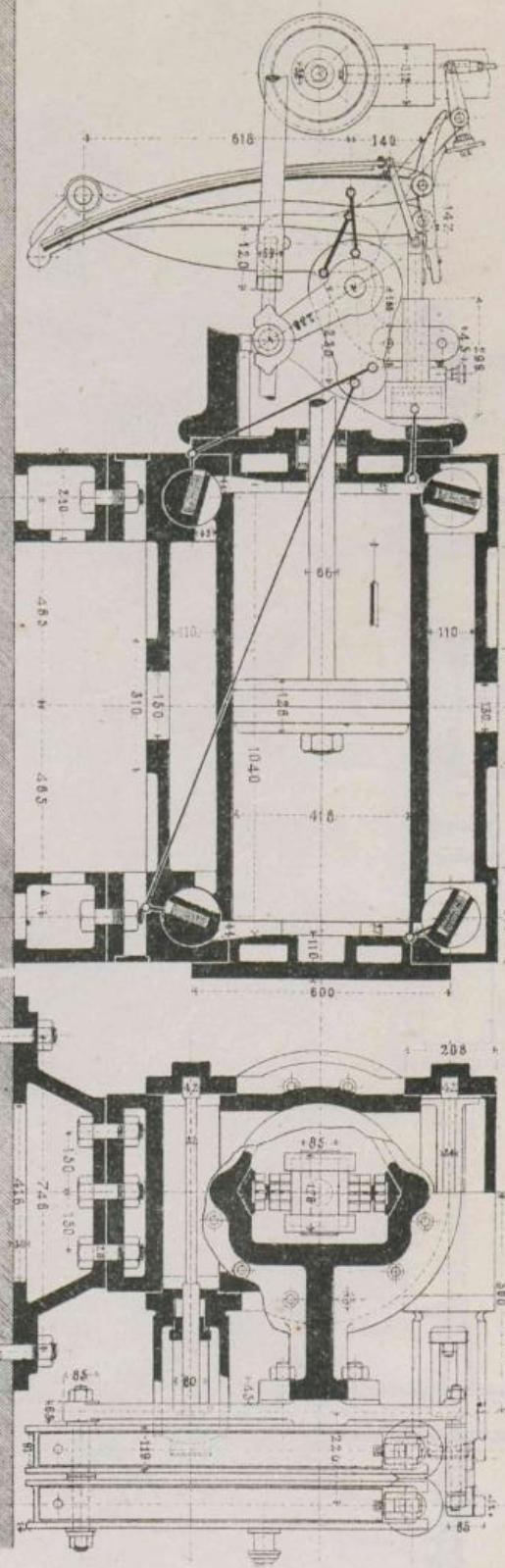


Fig. 2.

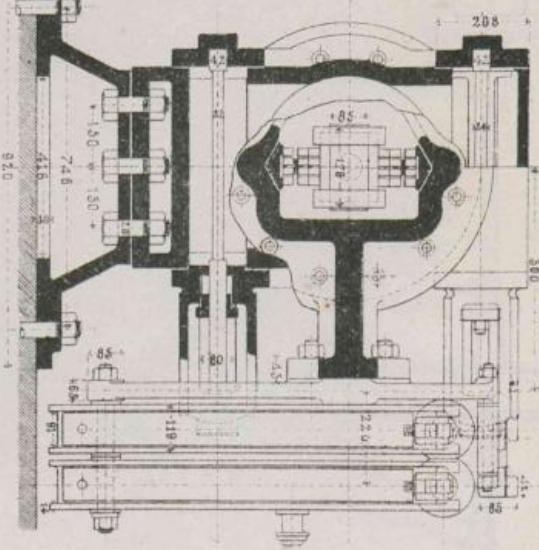
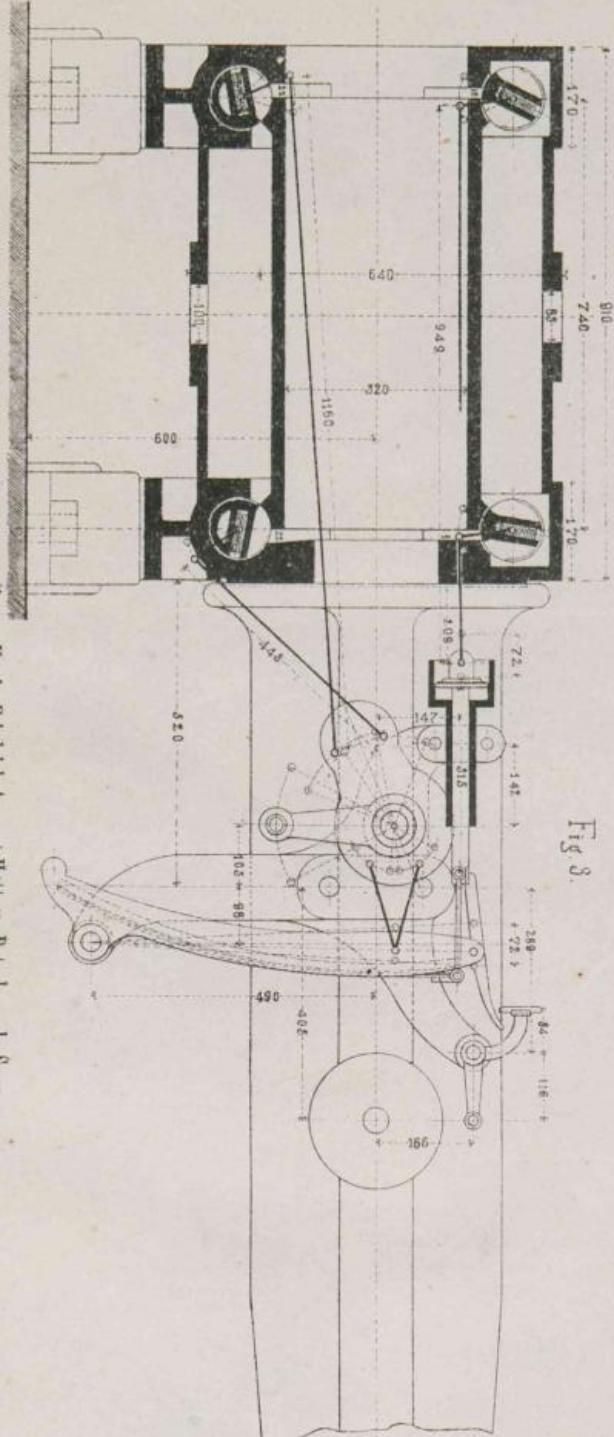
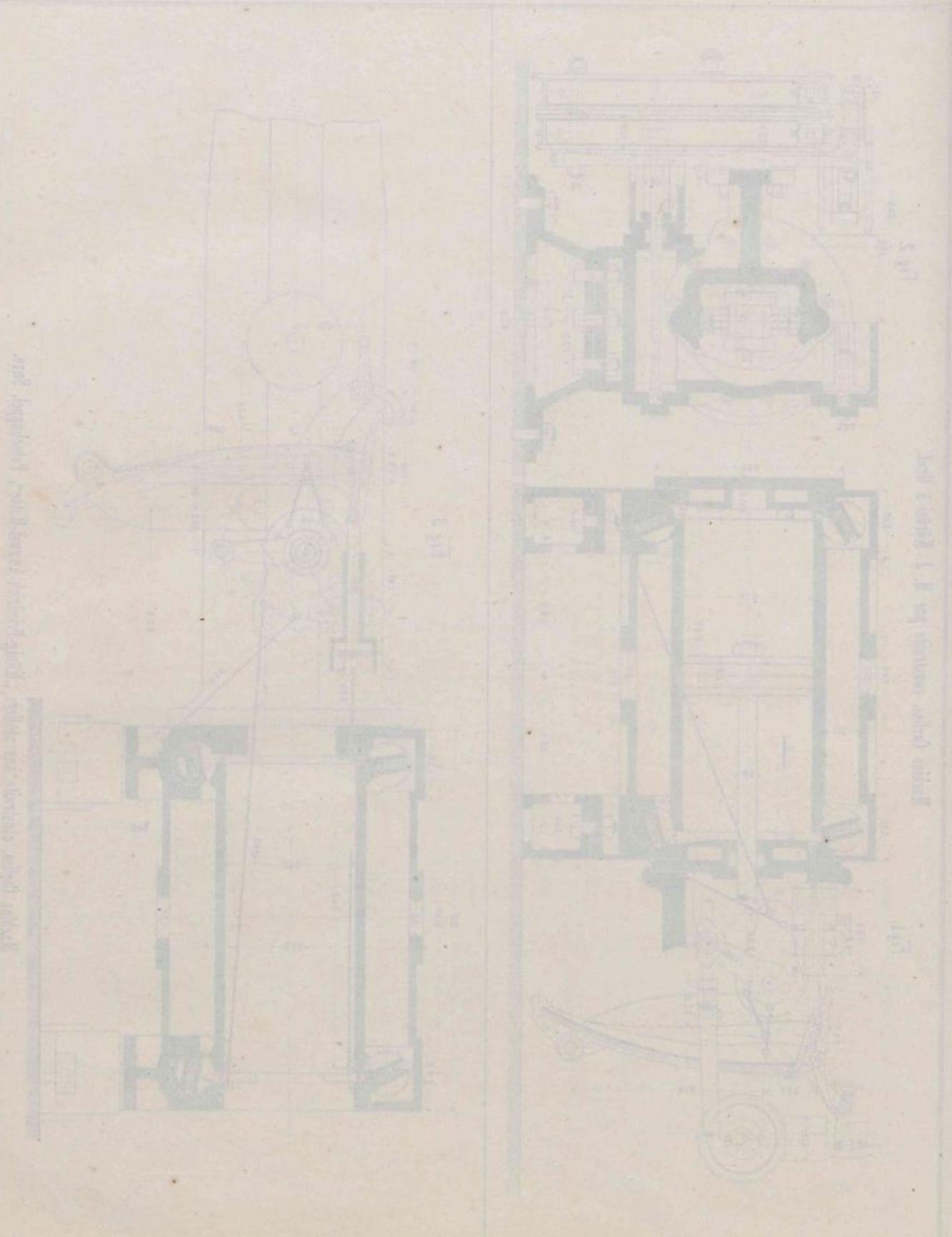


Fig. 3.



Machine Corliss, construite aux ateliers „König-Friedrich-August-Werke“, Potschappel, Saxe.



Machine Corliss, construite par M M. Douglas et Grant, à Kirkcaldy (Ecosse).

Fig. 1.

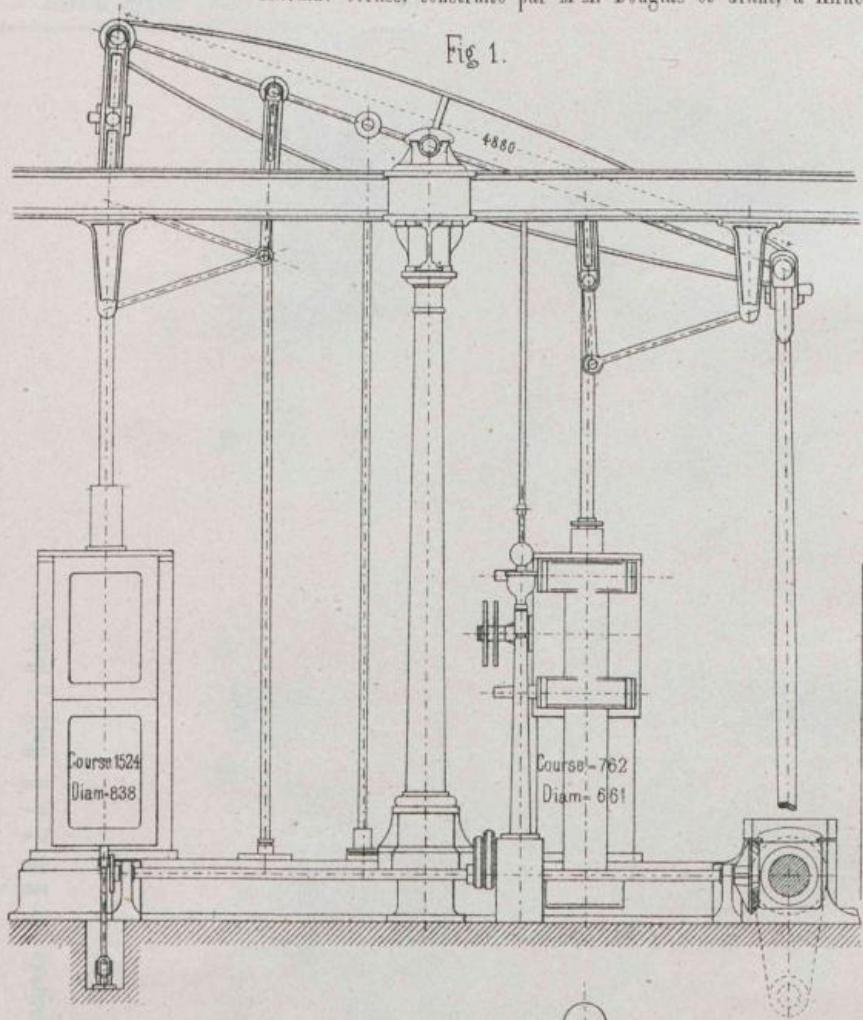


Fig. 2.

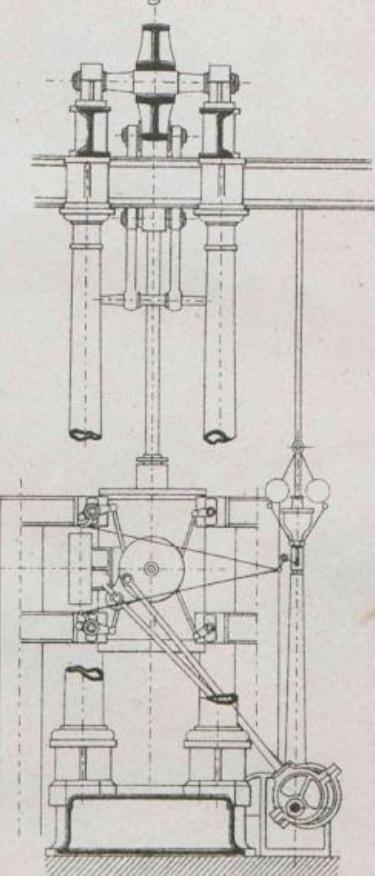
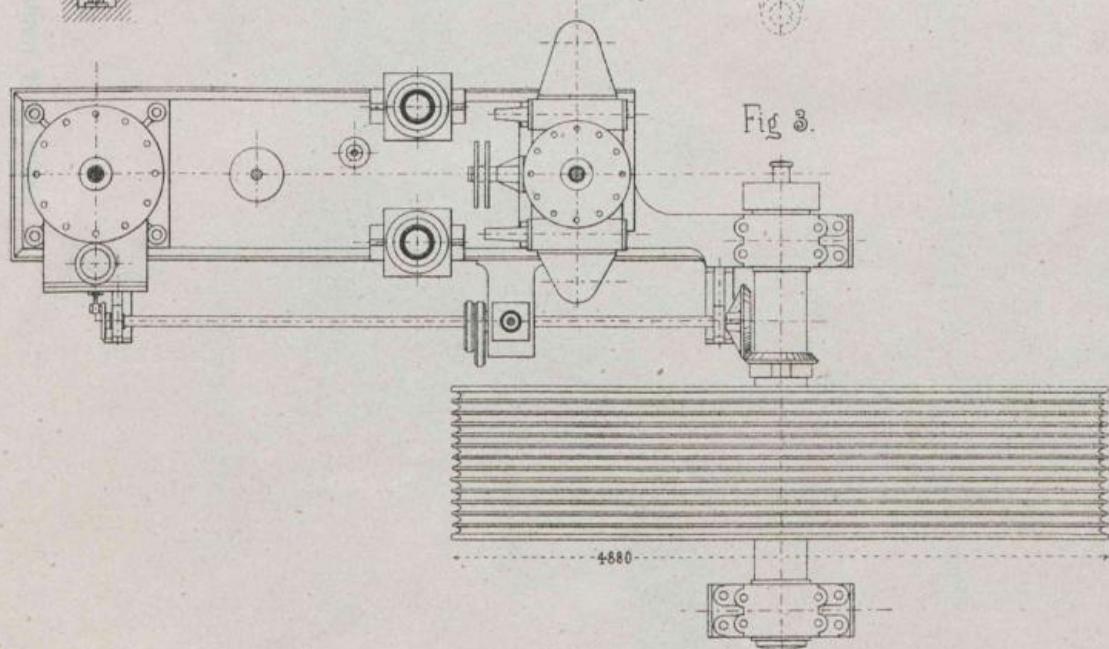
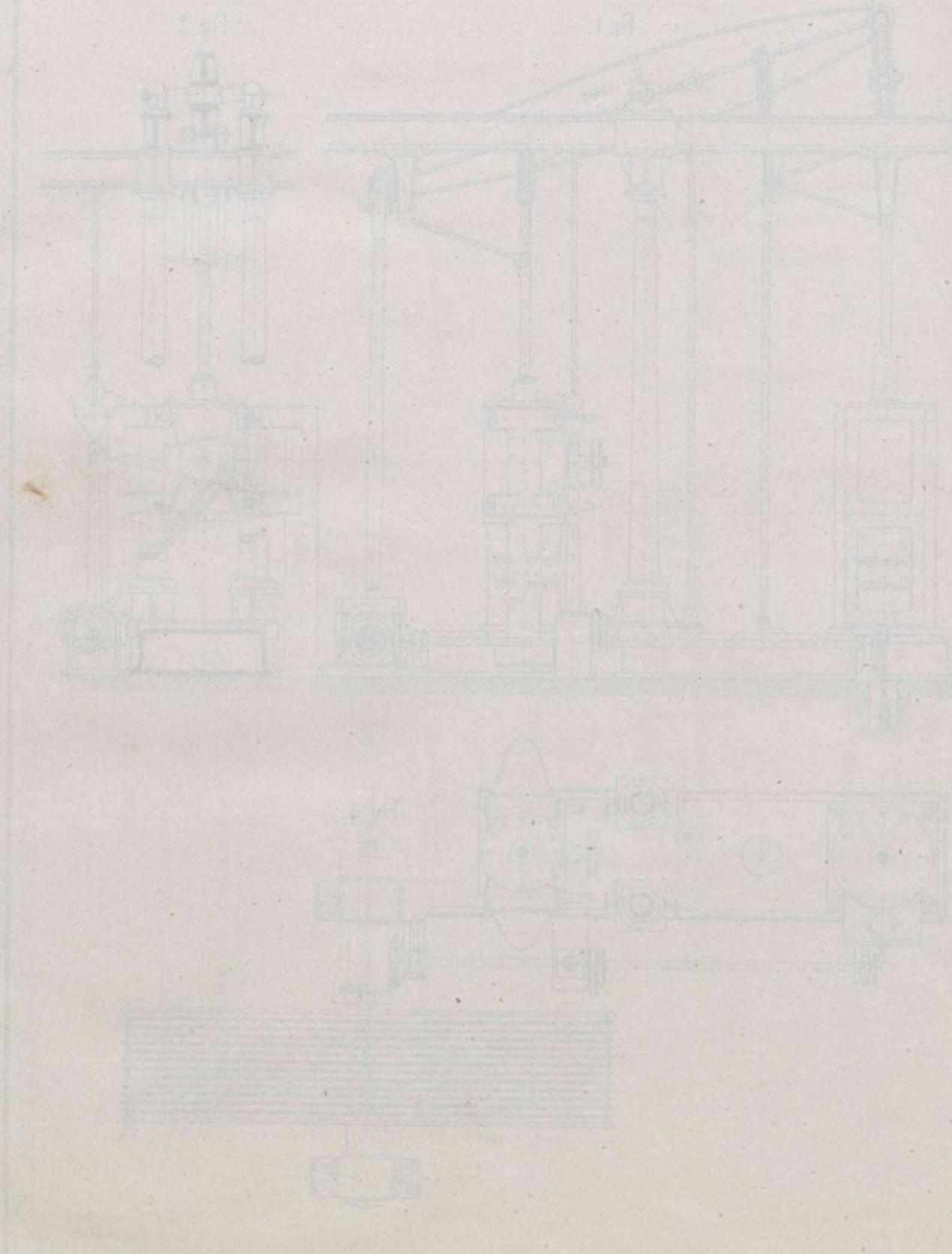


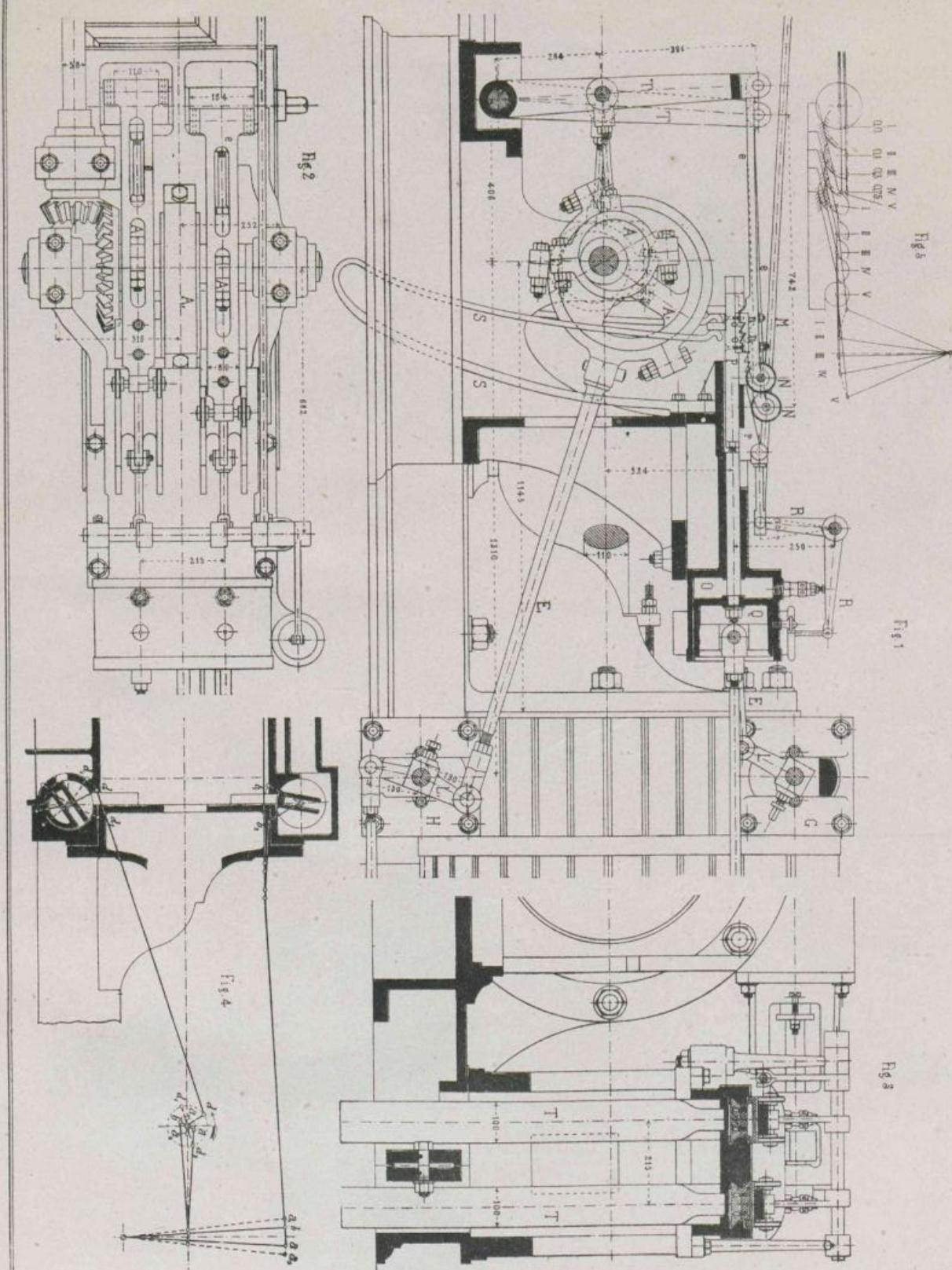
Fig. 3.



(www) droit réservé à l'auteur. Il est interdit d'en faire un usage autre que personnel.



Machine Corliss, construite par MM. J. & E. Wood, à Bolton.



Nouvelles machines à vapeur.

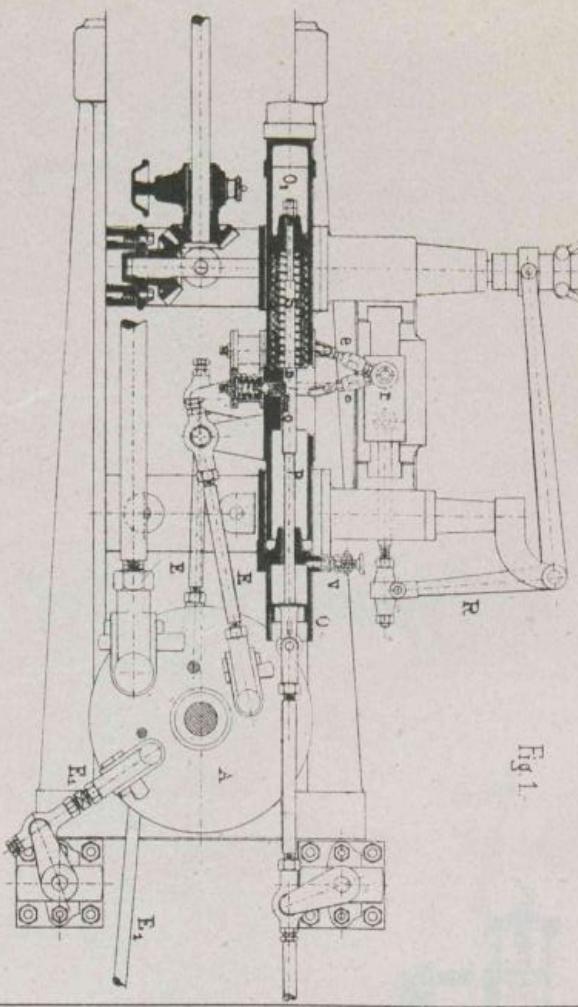
Feuille 8

Centre d'apprentissage
et de formation professionnelle

Centre d'apprentissage et de formation professionnelle

Machine Coriss, construite aux ateliers de Carolenthal à Prague.

Fig. 1.



Machine Coriss, par la société „Emmericher Maschinenfabrik“ à Emmerich.

Fig. 3.

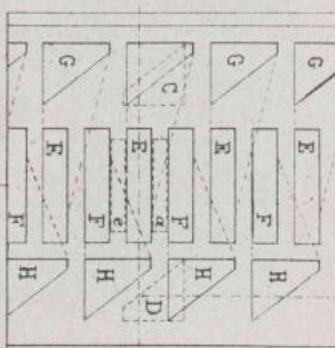
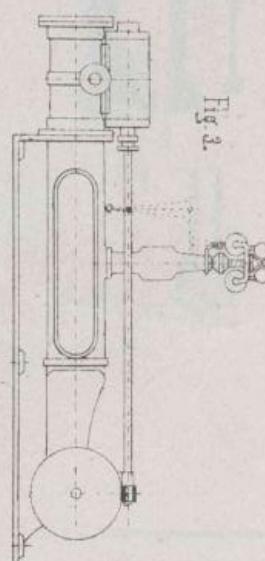
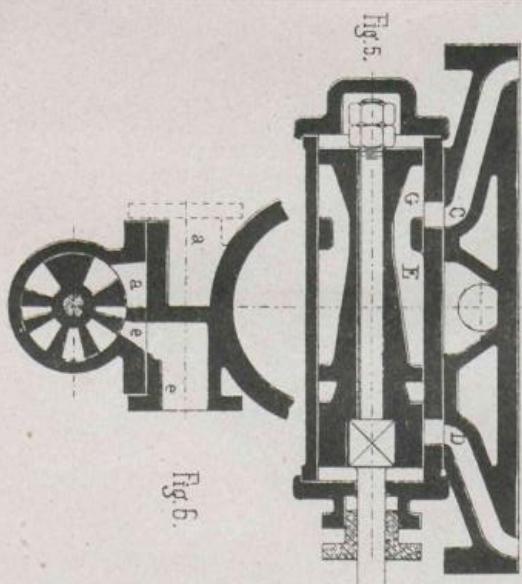
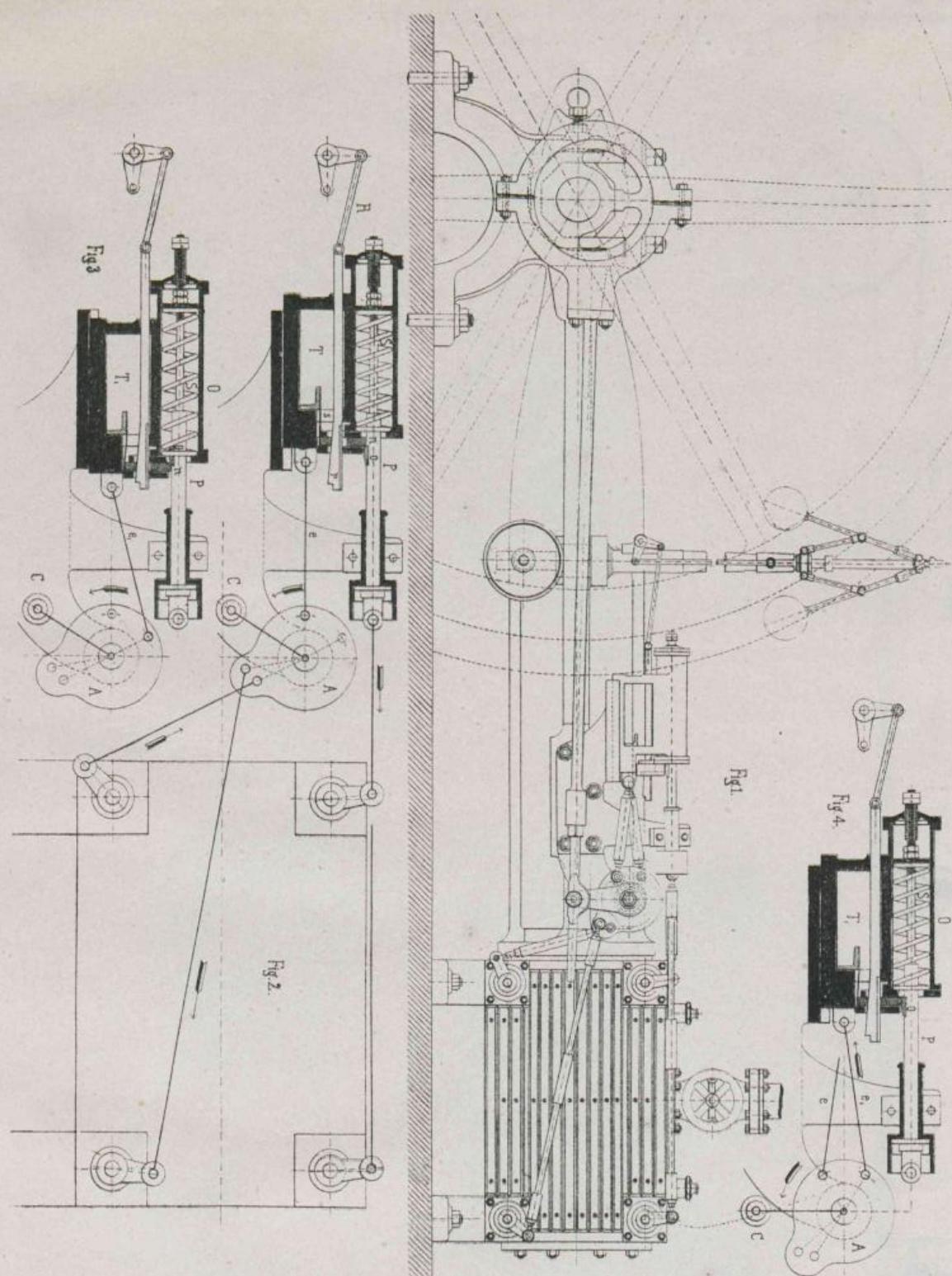


Fig. 4.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

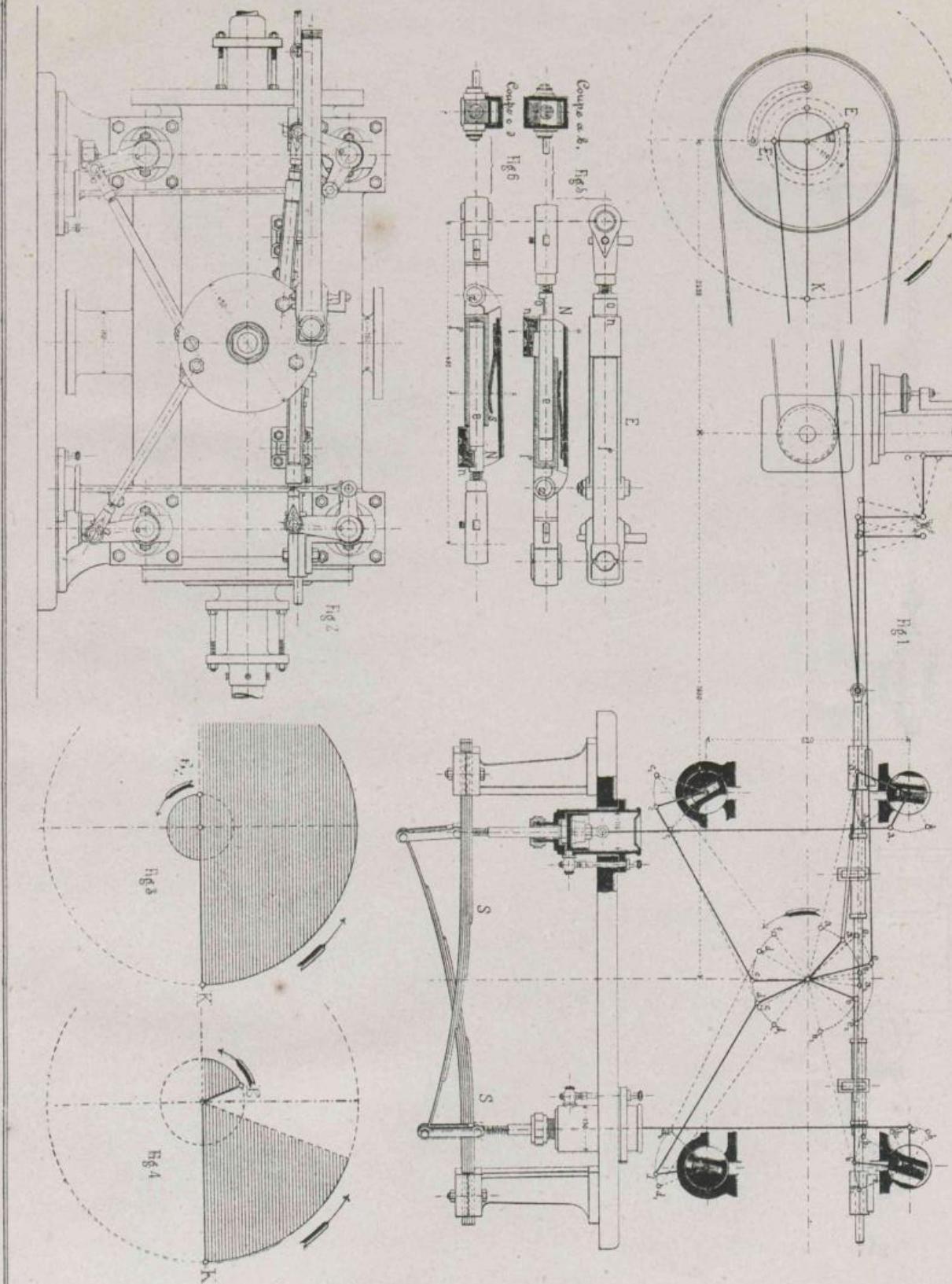
Machine Corliss (Système Renzsch) construite aux ateliers de Grünthal.



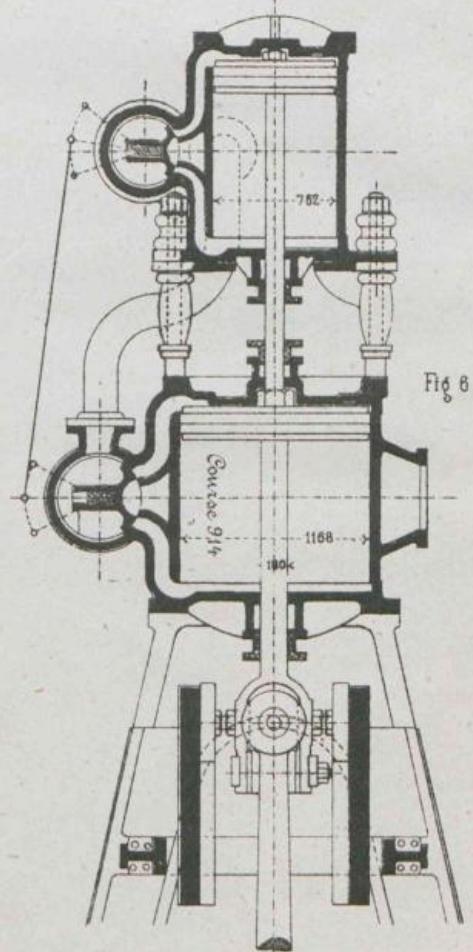
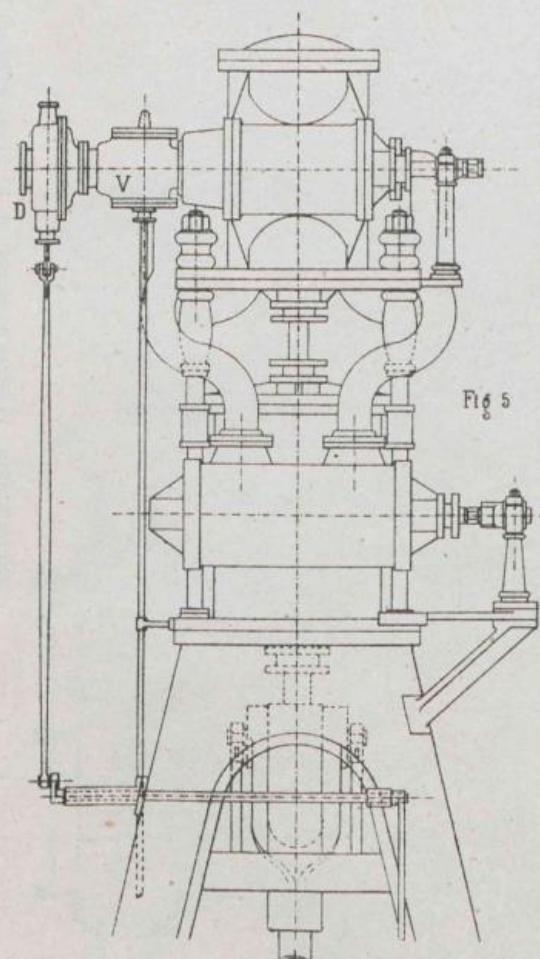
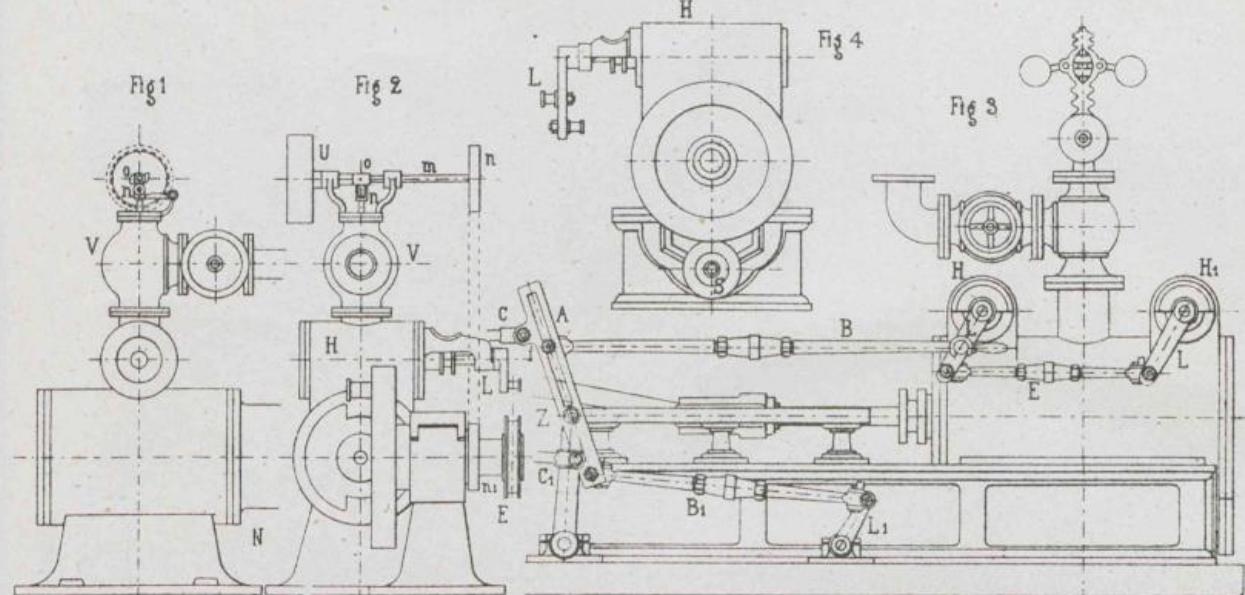
Nouvelles machines à vapeur.

Deutsche 10.

Machine Corliss, construite par M. Fr. Wanneck, à Brünn.

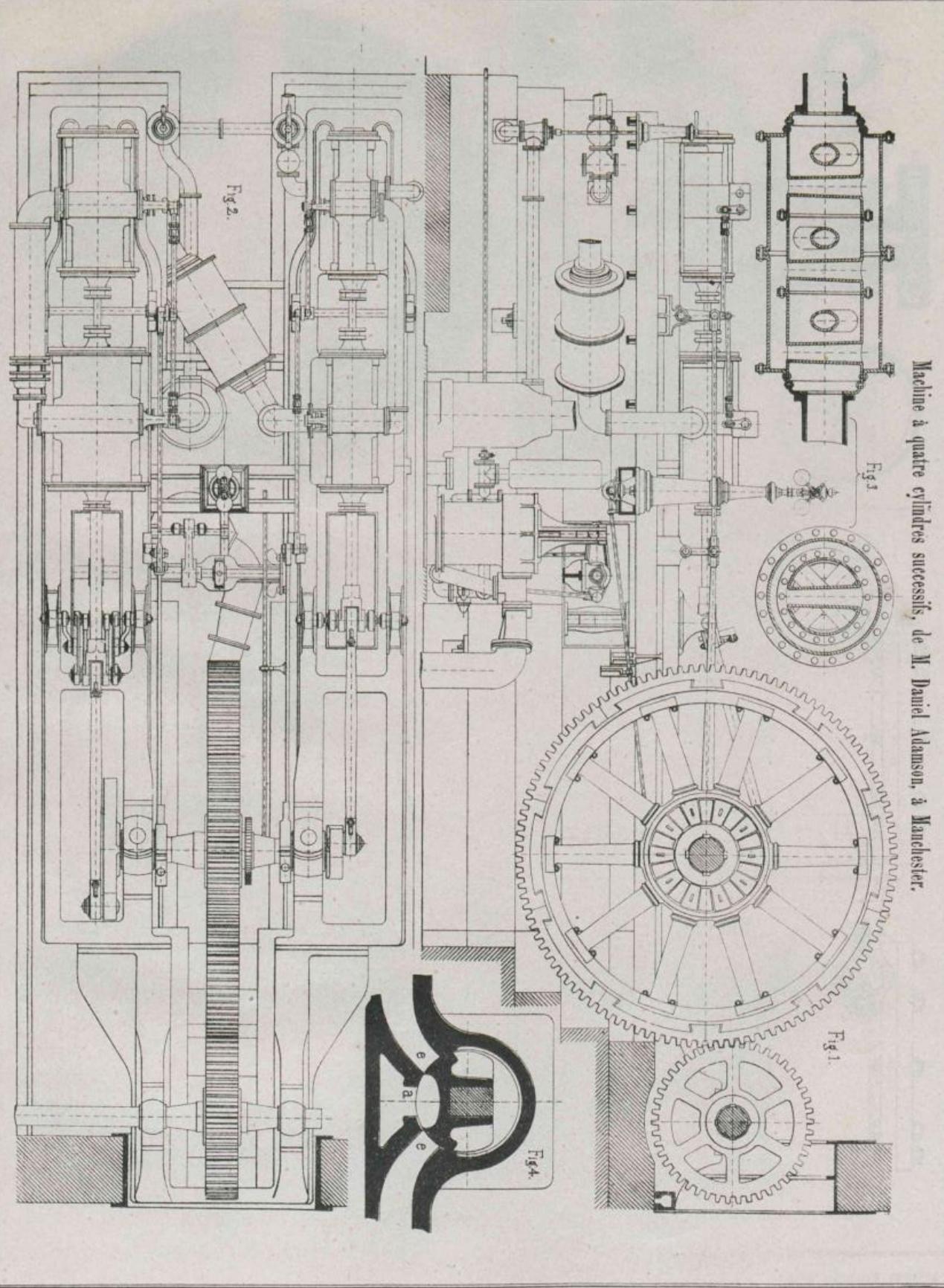


Machines de M. M. E. P. Allis et Cie, à Milwaukee.



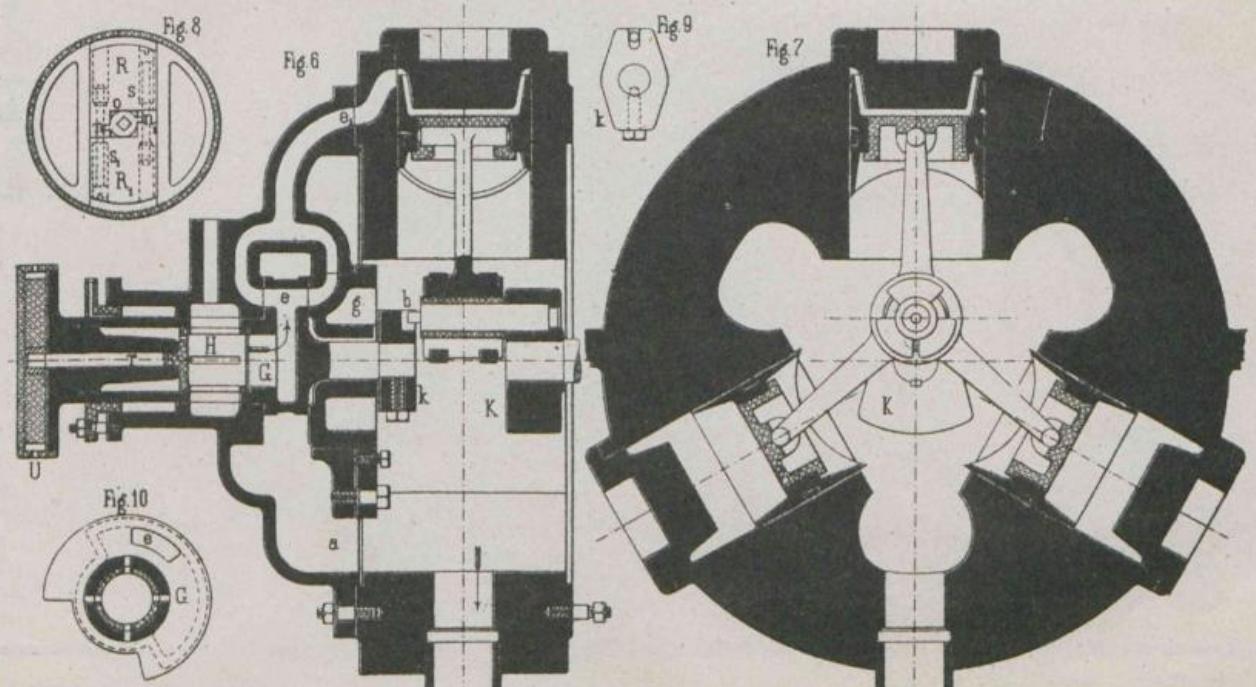
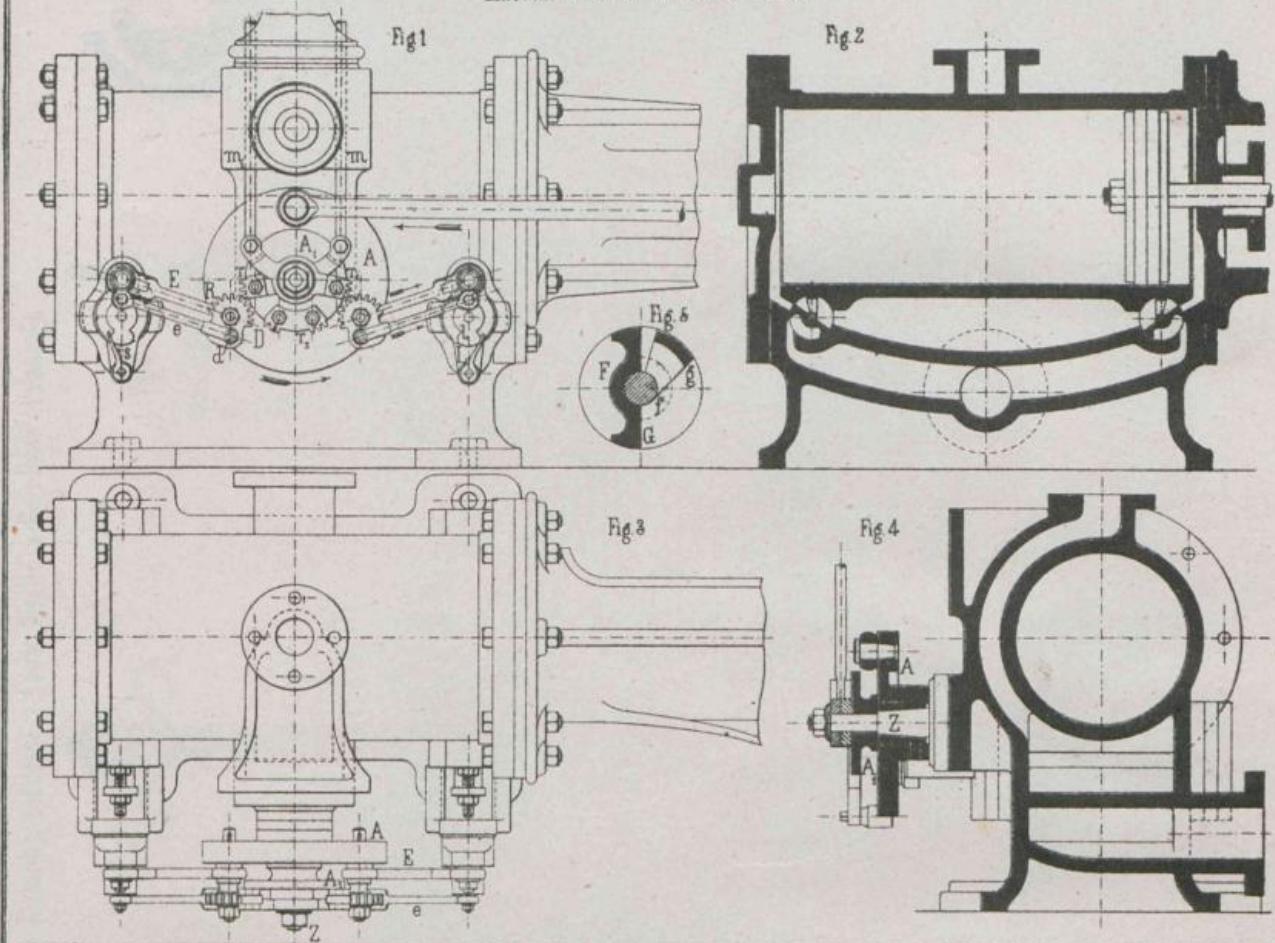
Machine Woolf, construite par M. Ch. Emery, à New-York.

Machine à quatre cylindres successifs, de M. Daniel Adamson, à Manchester.

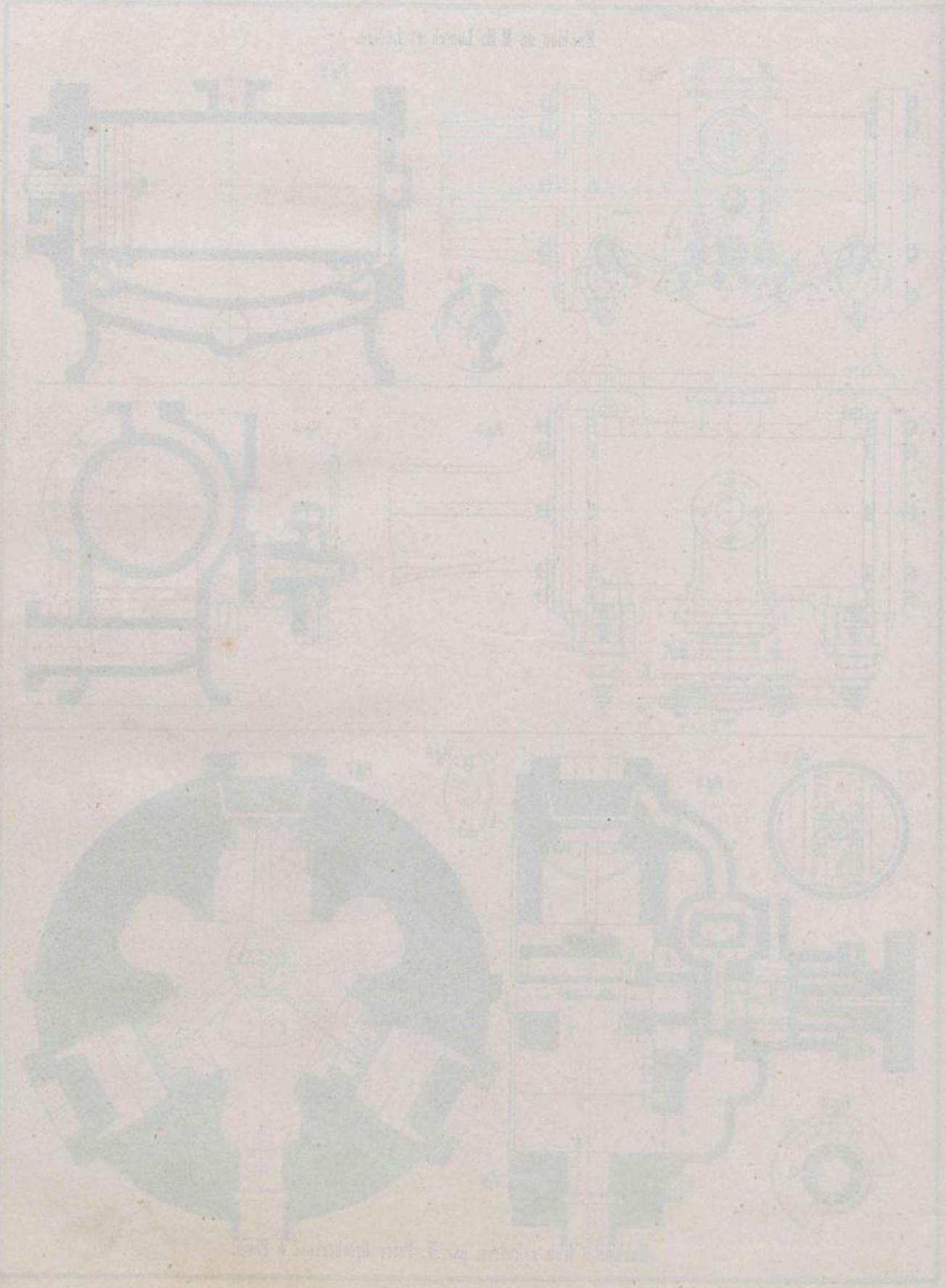


Digitized by Google

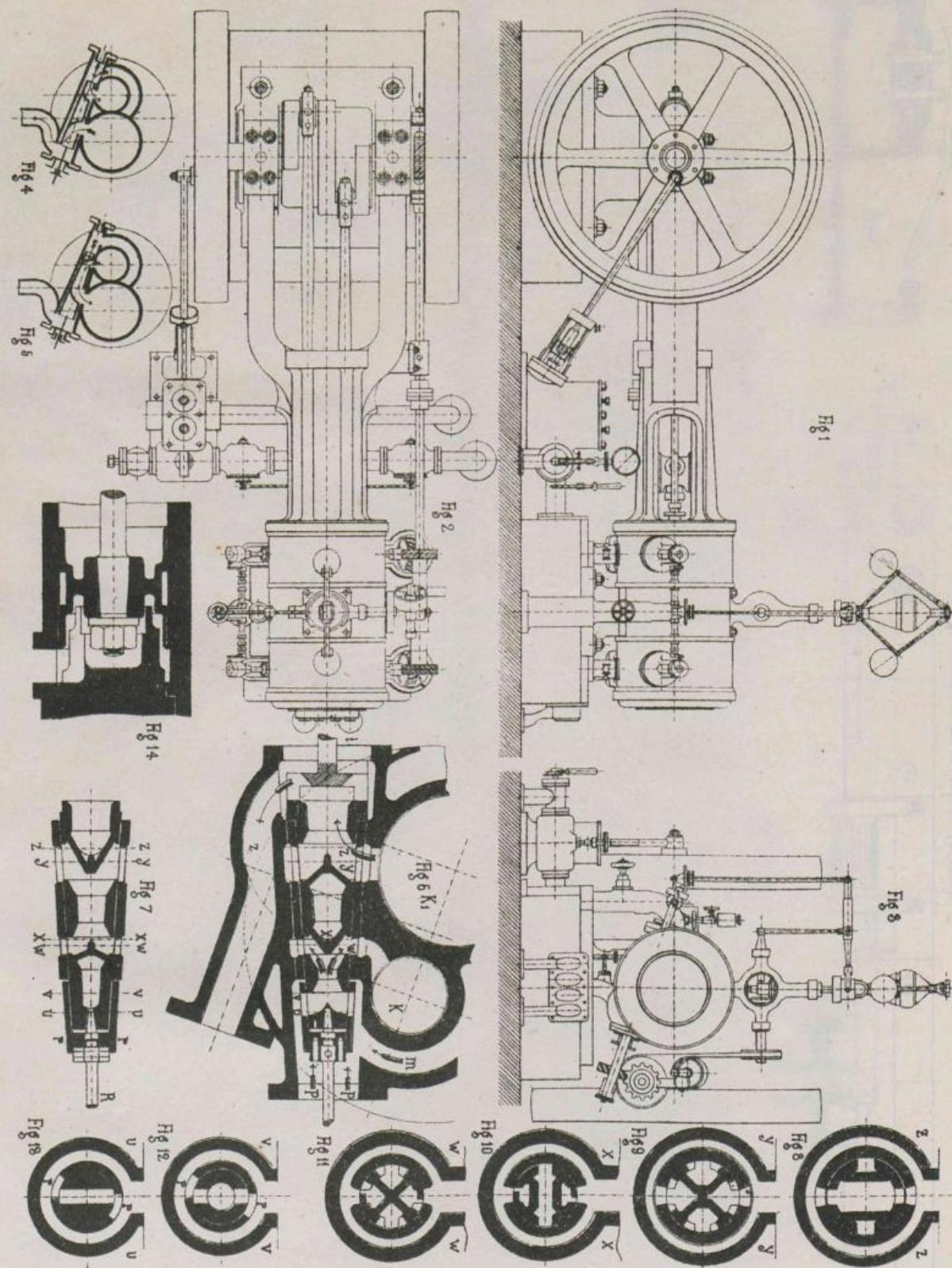
Machine de MM. Loesch et Lüders.

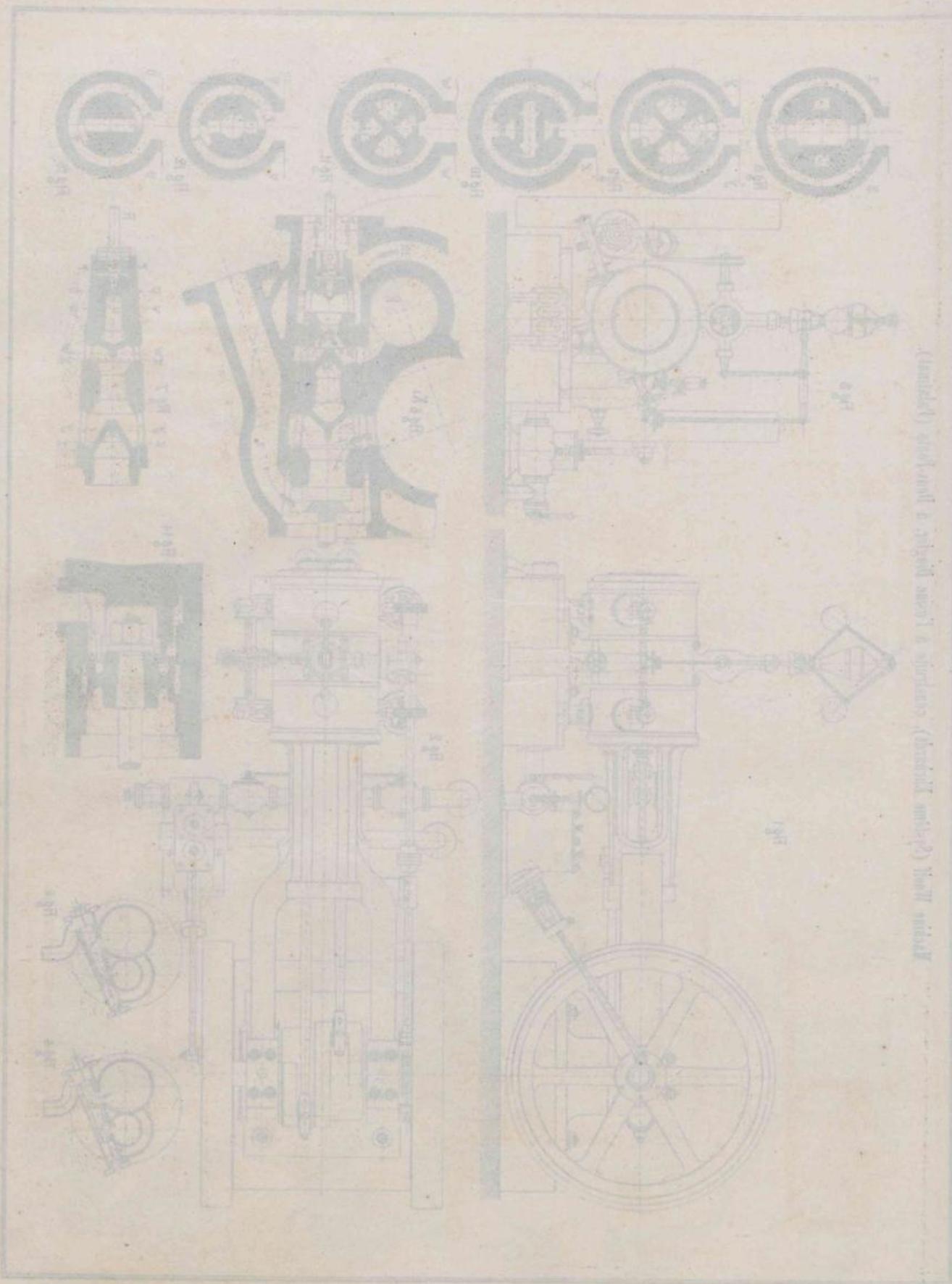


Machine à trois cylindres, par M. Peter Brotherhood à Paris.

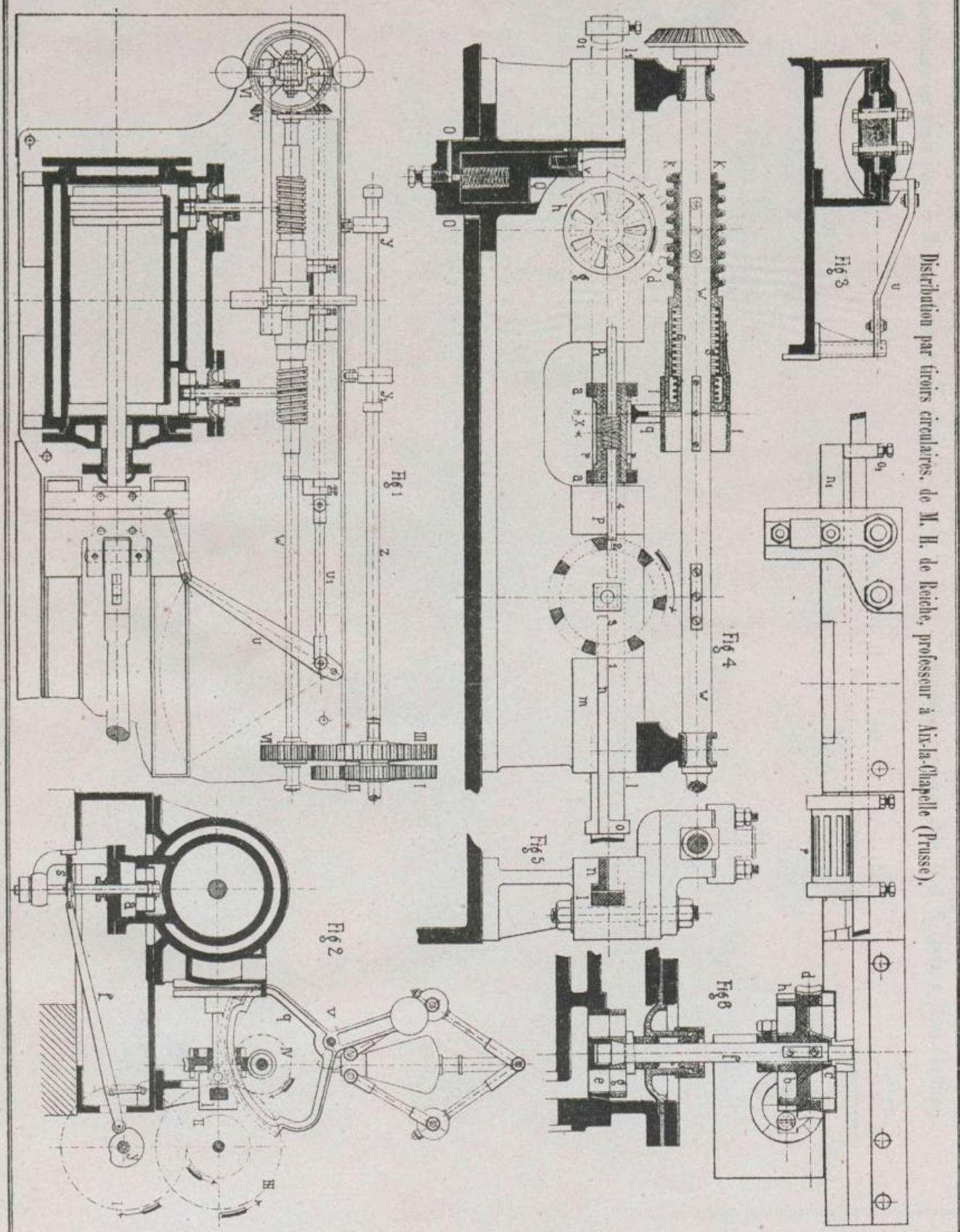


Machine Woolf (Système Ehrhardt), construite à l'usine Dingler, à Deux-Ponts (Palatinat).



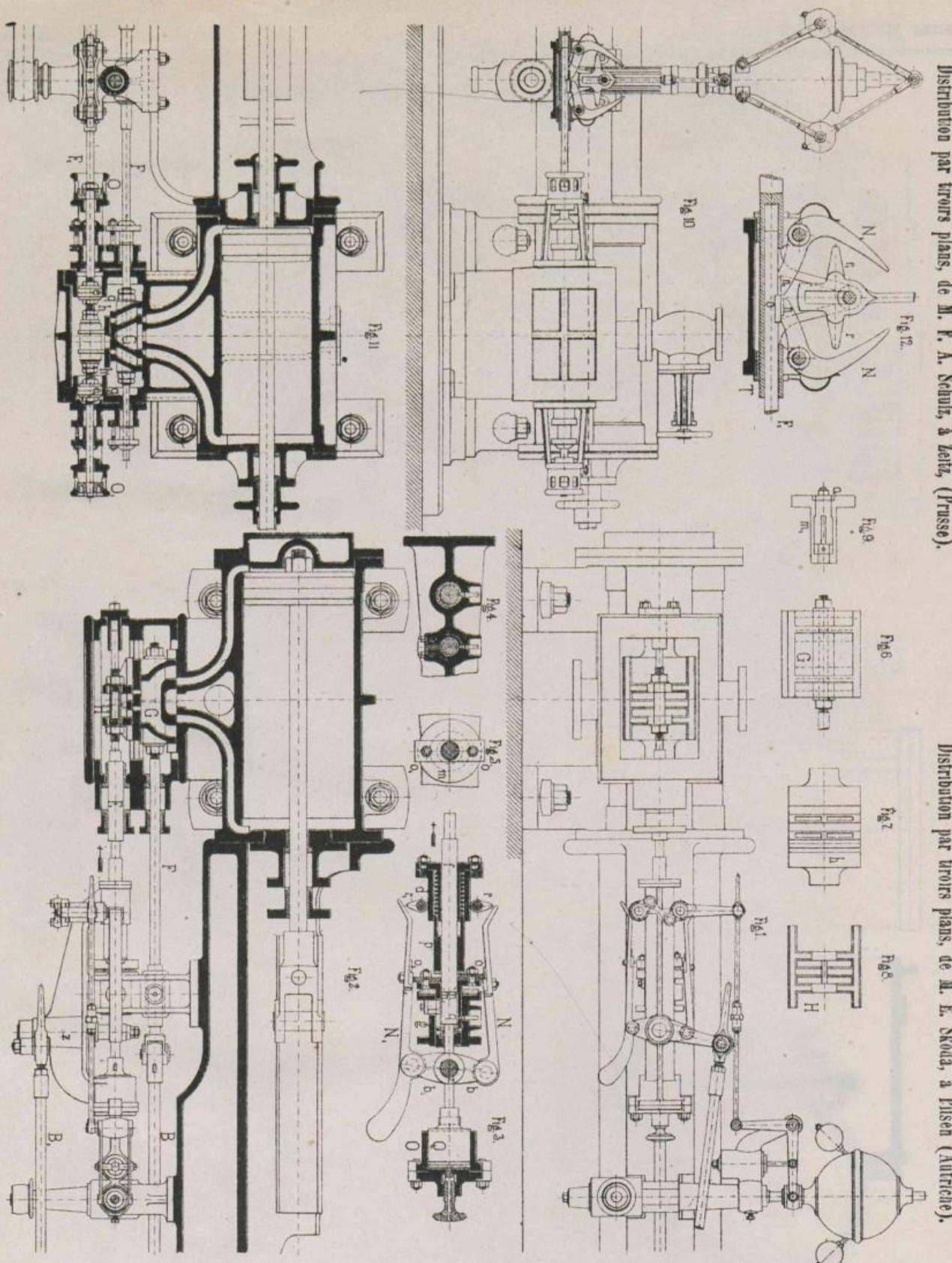


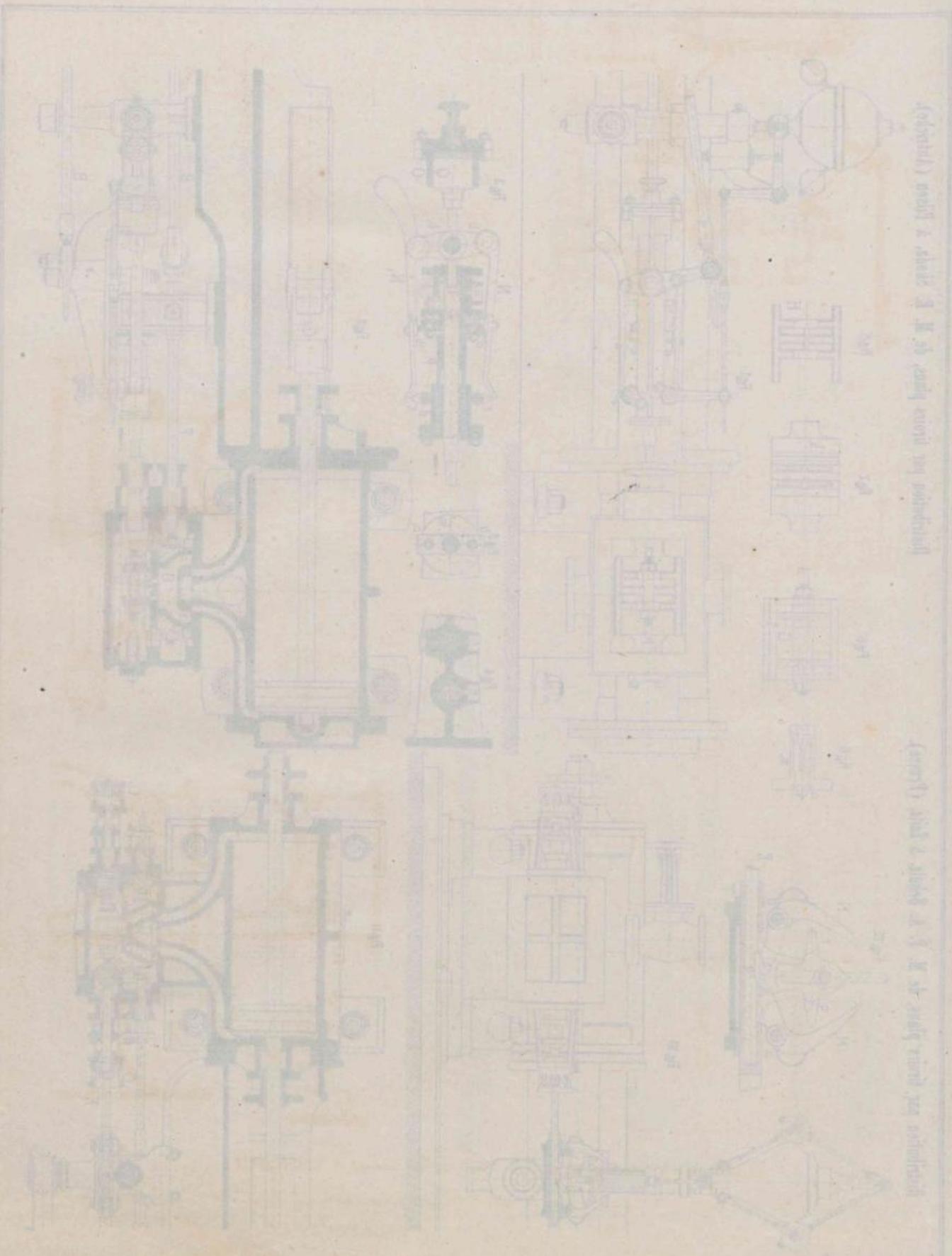
Distribution par tiroirs circulaires, de M. H. de Reiche, professeur à Aix-la-Chapelle (Prusse).



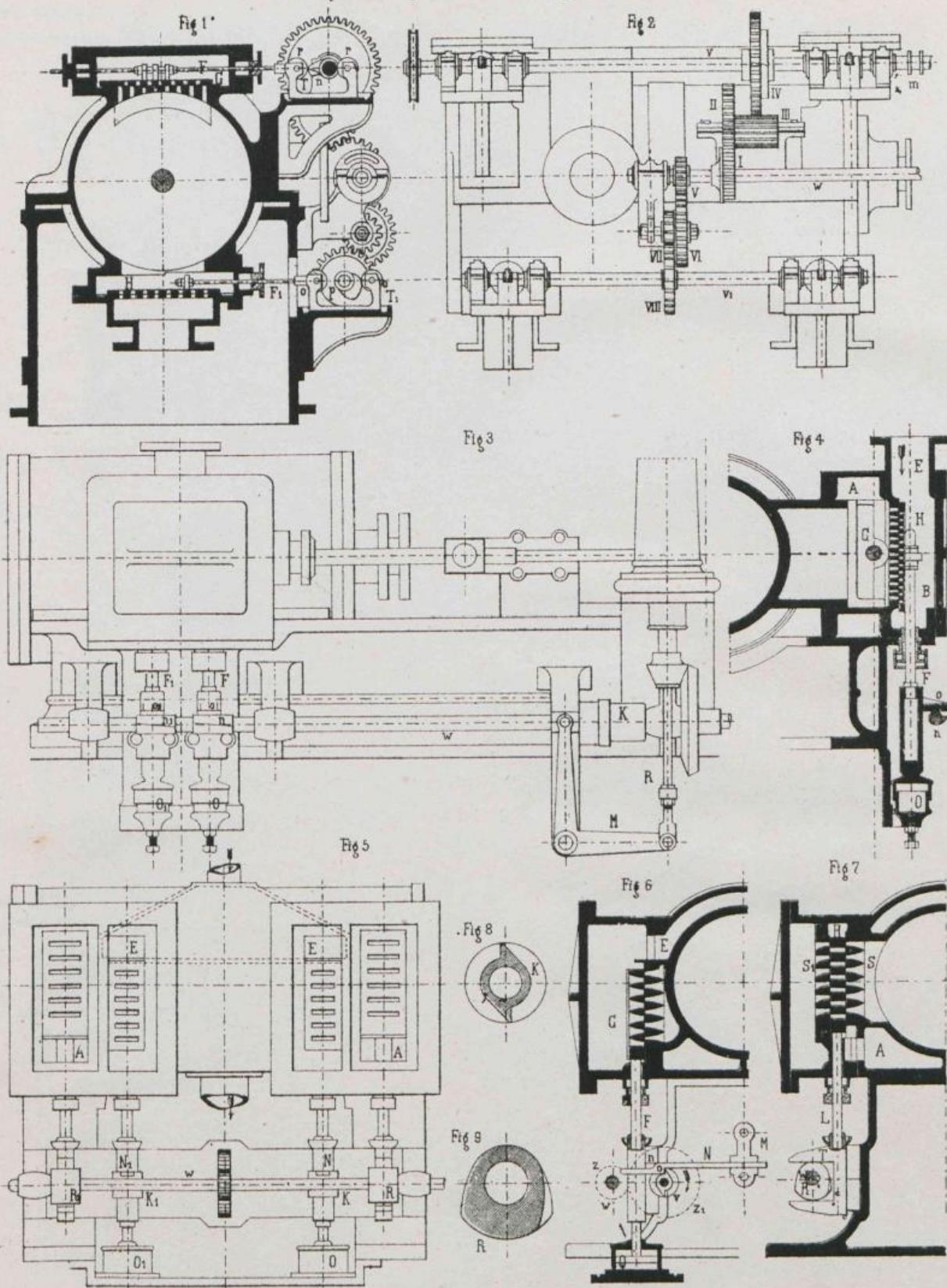
Distribution par tiroirs plans, de M. P. A. Schulz, à Leitz, (Prusse).

Distribution par tiroirs plans, de M. E. Skoda, à Pilsen (Autriche).



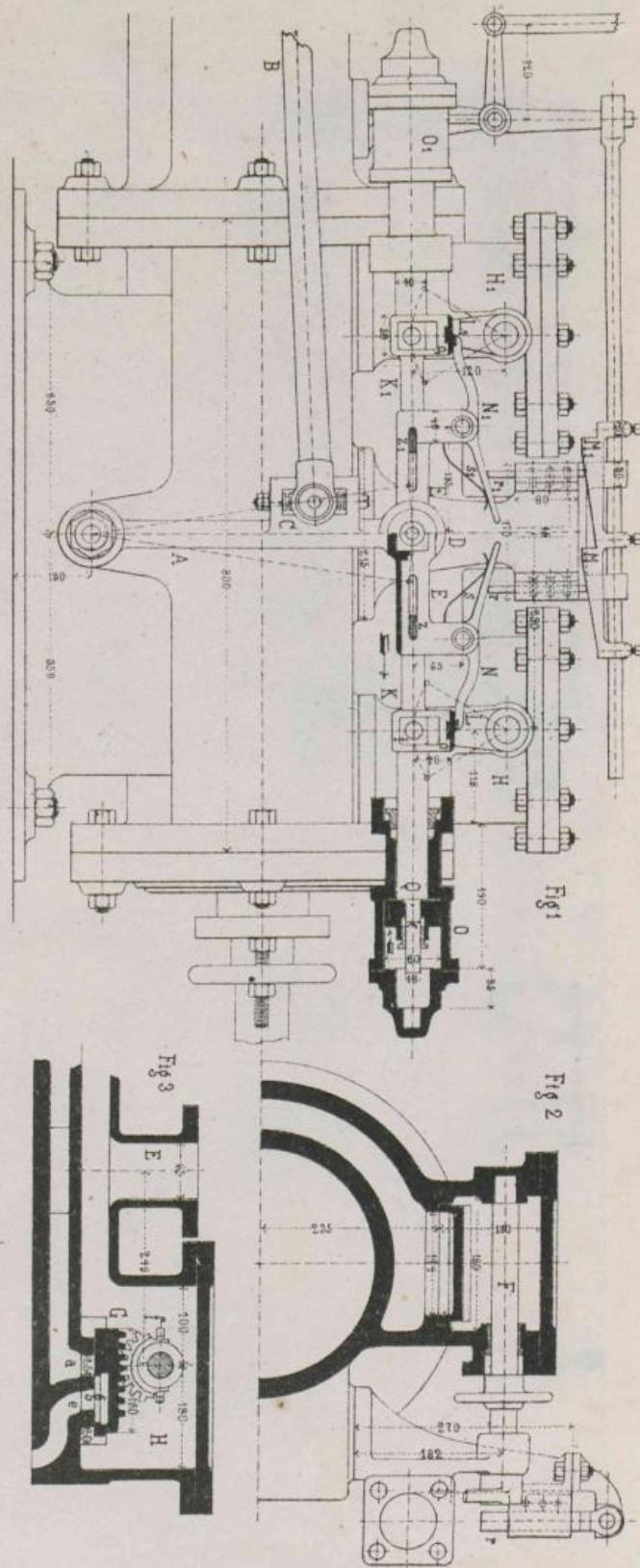


Distribution par tiroirs plans de M. J. Edge et Cie, à Bolton.

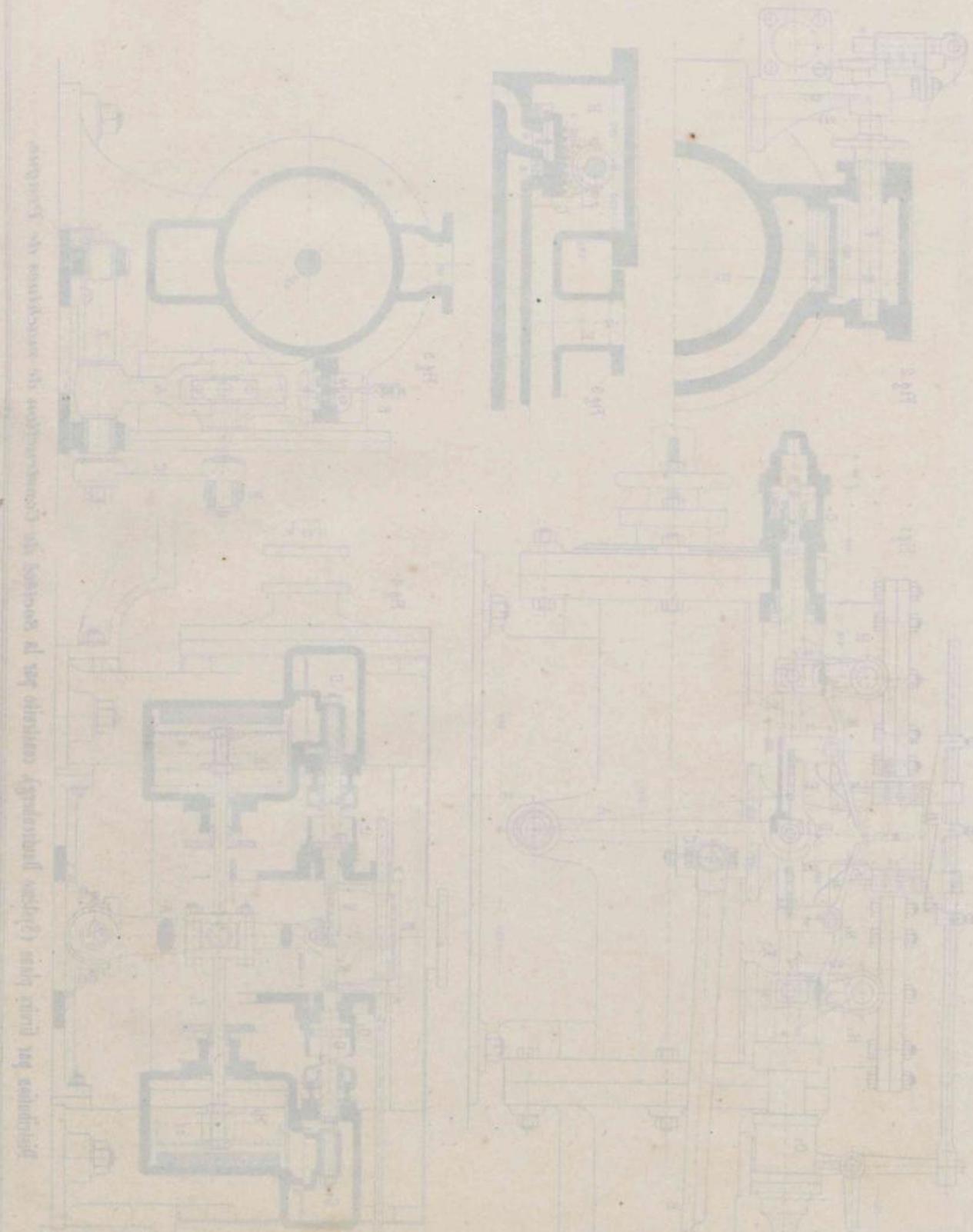


Distributions par tiroirs plans, de M. Goldie et Mac Culloch, à Galt (Canada).

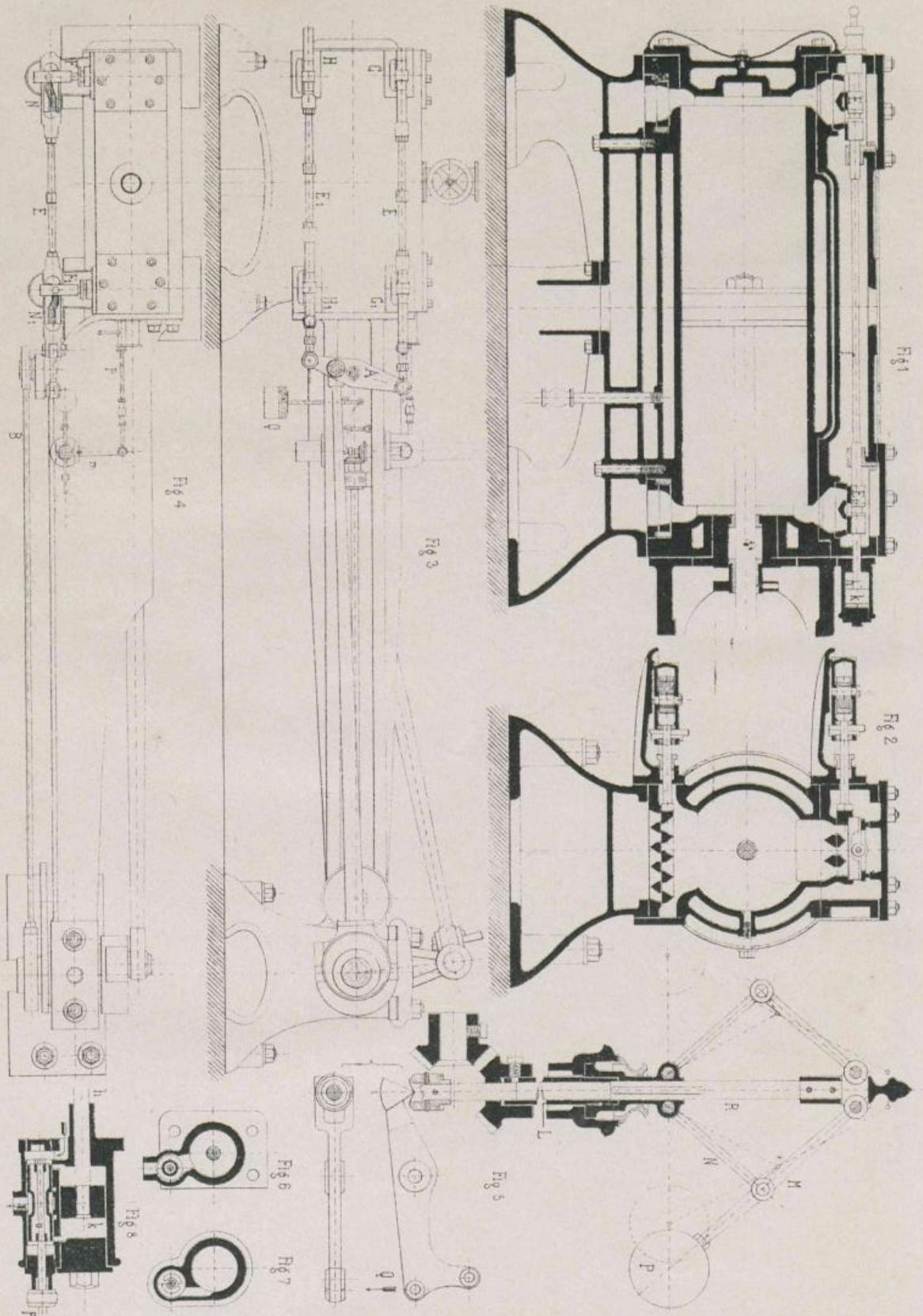
Distribution par tiroirs plans, de M. M. Brandt et Lhuillier, à Brünn.



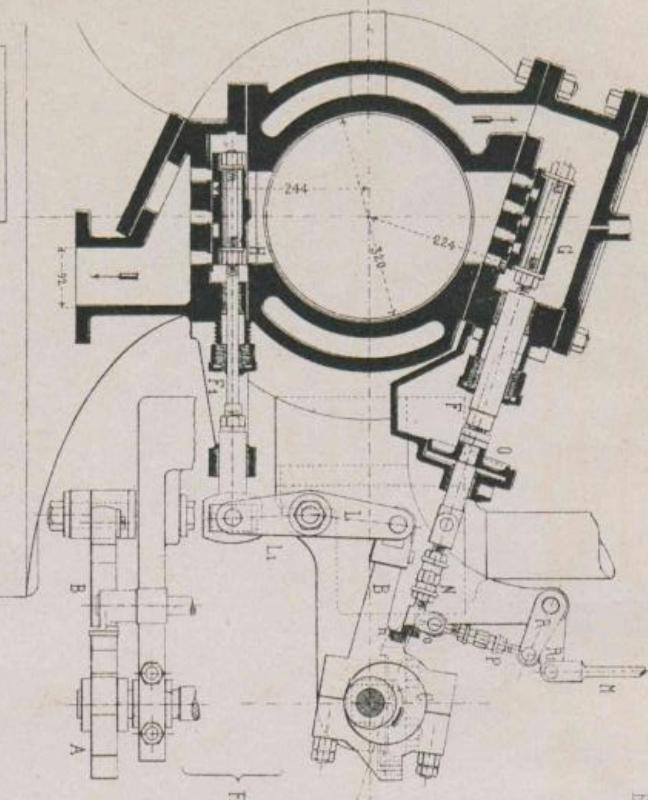
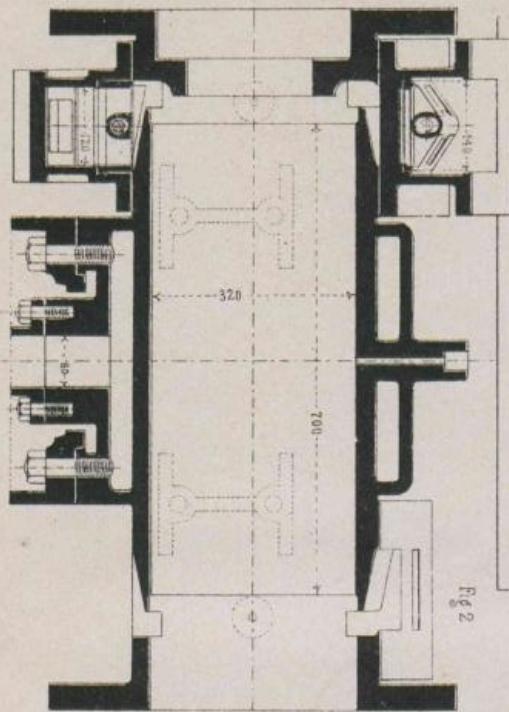
Distribution par tirage plans (Système Dautzenberg), construite par la Société de Construction de machines de Prague.



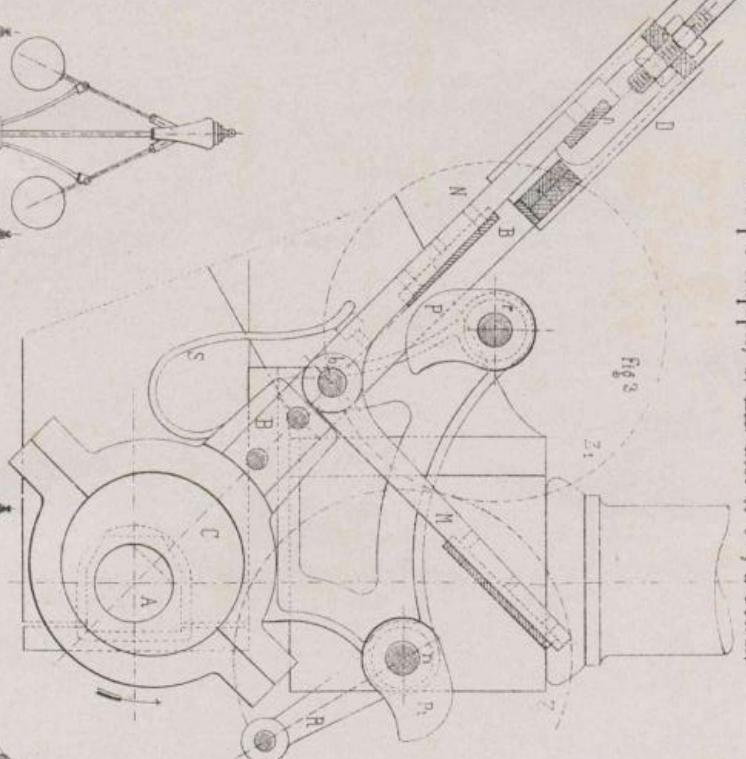
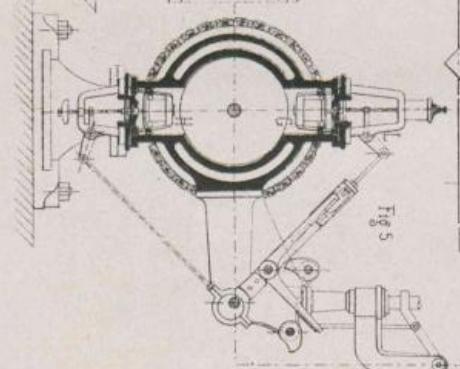
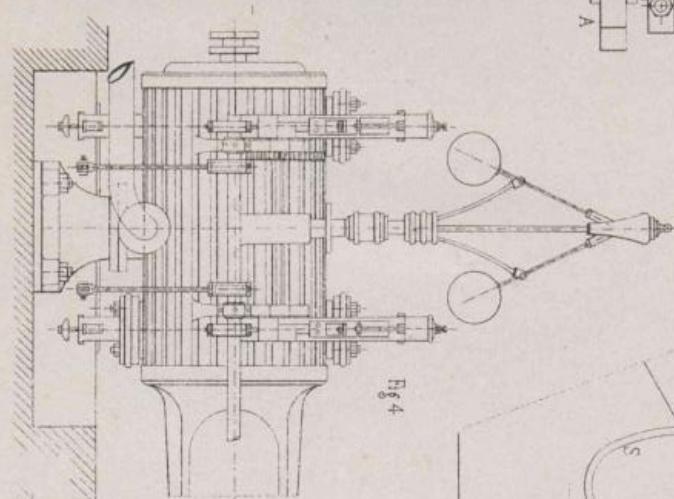
Machine à tiroirs plats, de MM. Babcock et Wilcox, à New-York.



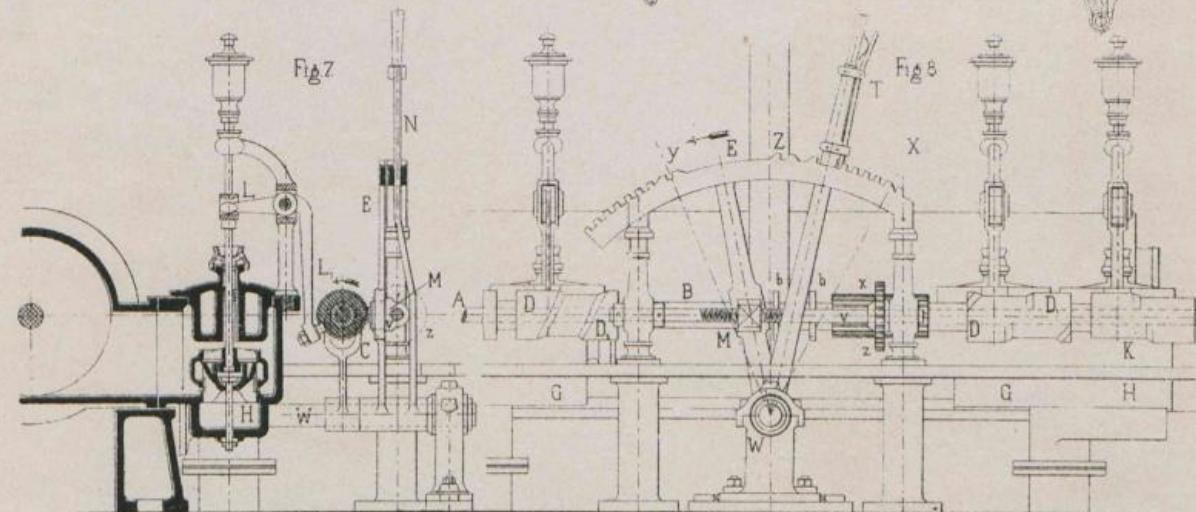
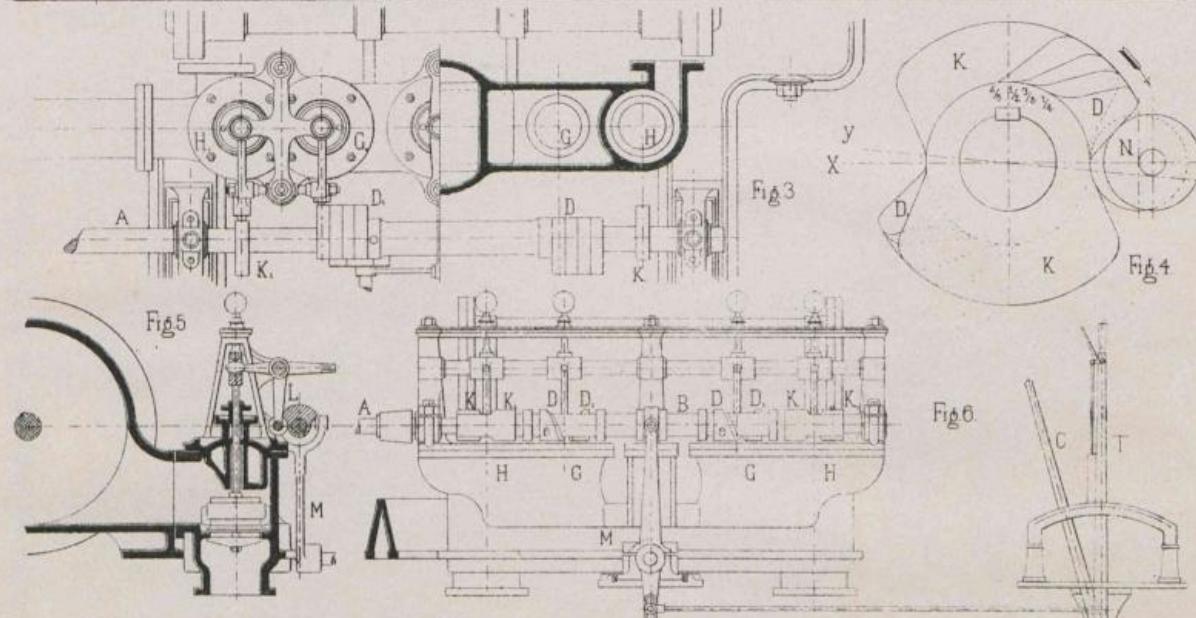
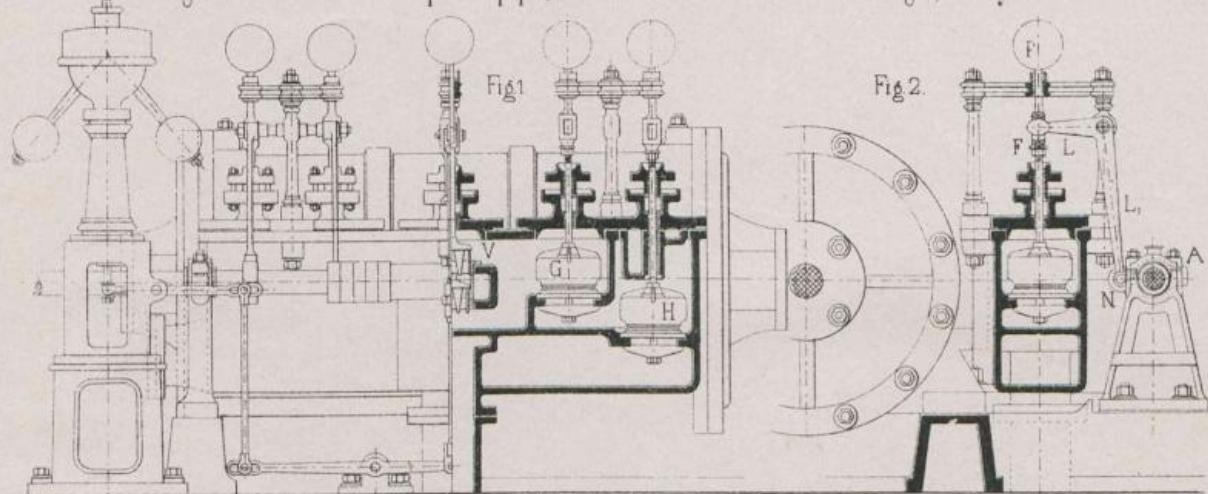
Distribution par tiroirs plats, de M. Kuchenbecker, à Schweidnitz.



Distribution par soupapes, de MM. Rost et Cie, à Dresde.



Figures 1 à 4: Distribution par soupapes, des Ateliers de Construction de Cologne, à Bayenthal.



Figures 5 et 6: Distribution par soupapes, des Ateliers **Friedrich Wilhelm**, à Mülheim sur la Ruhr.

Figures 7 et 8: Distribution par soupapes, de la Société de Construction de Machines de Prague.

Distribution par soupapes, de M. Freiselen, à Niesky.

Fig. 1

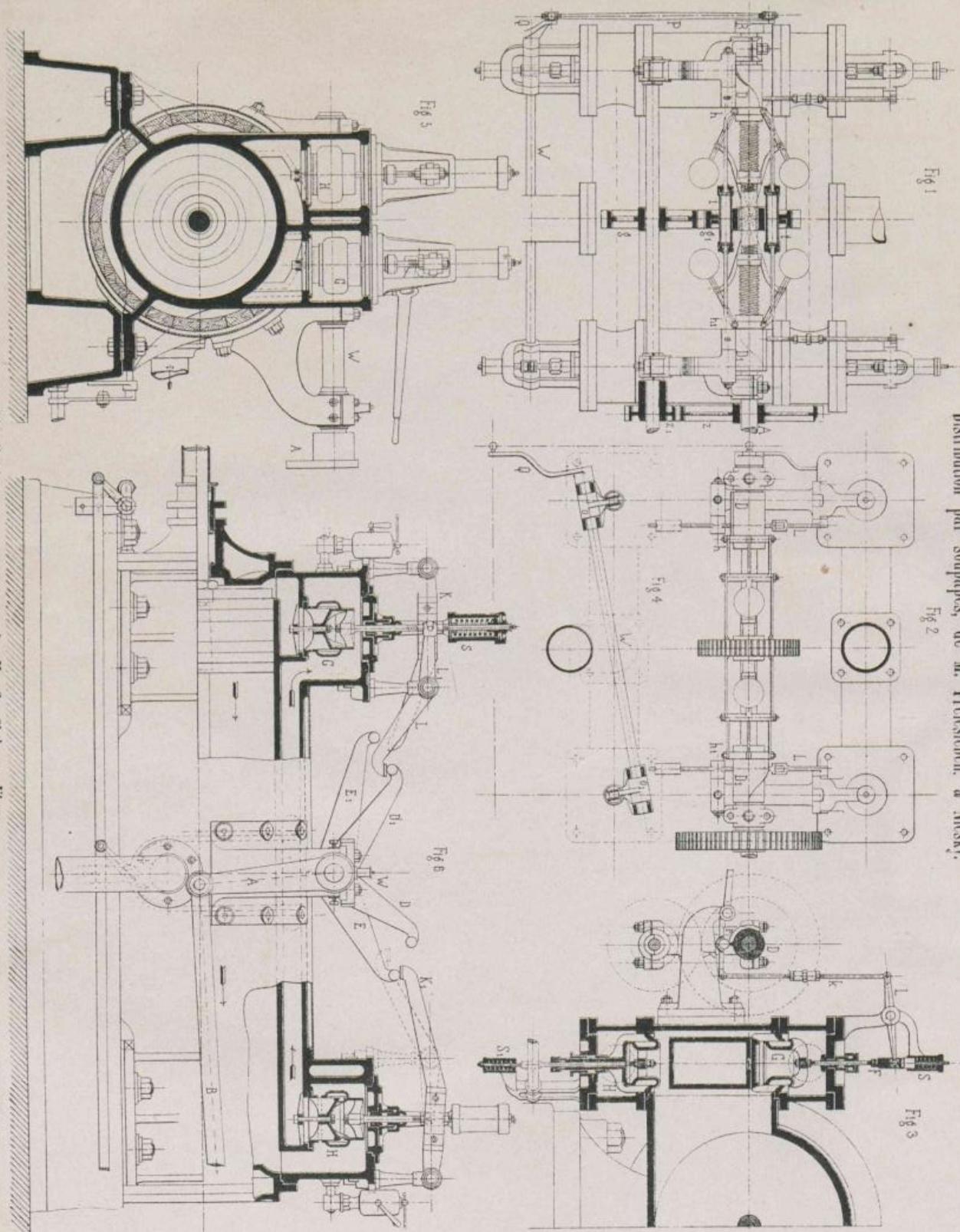
Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

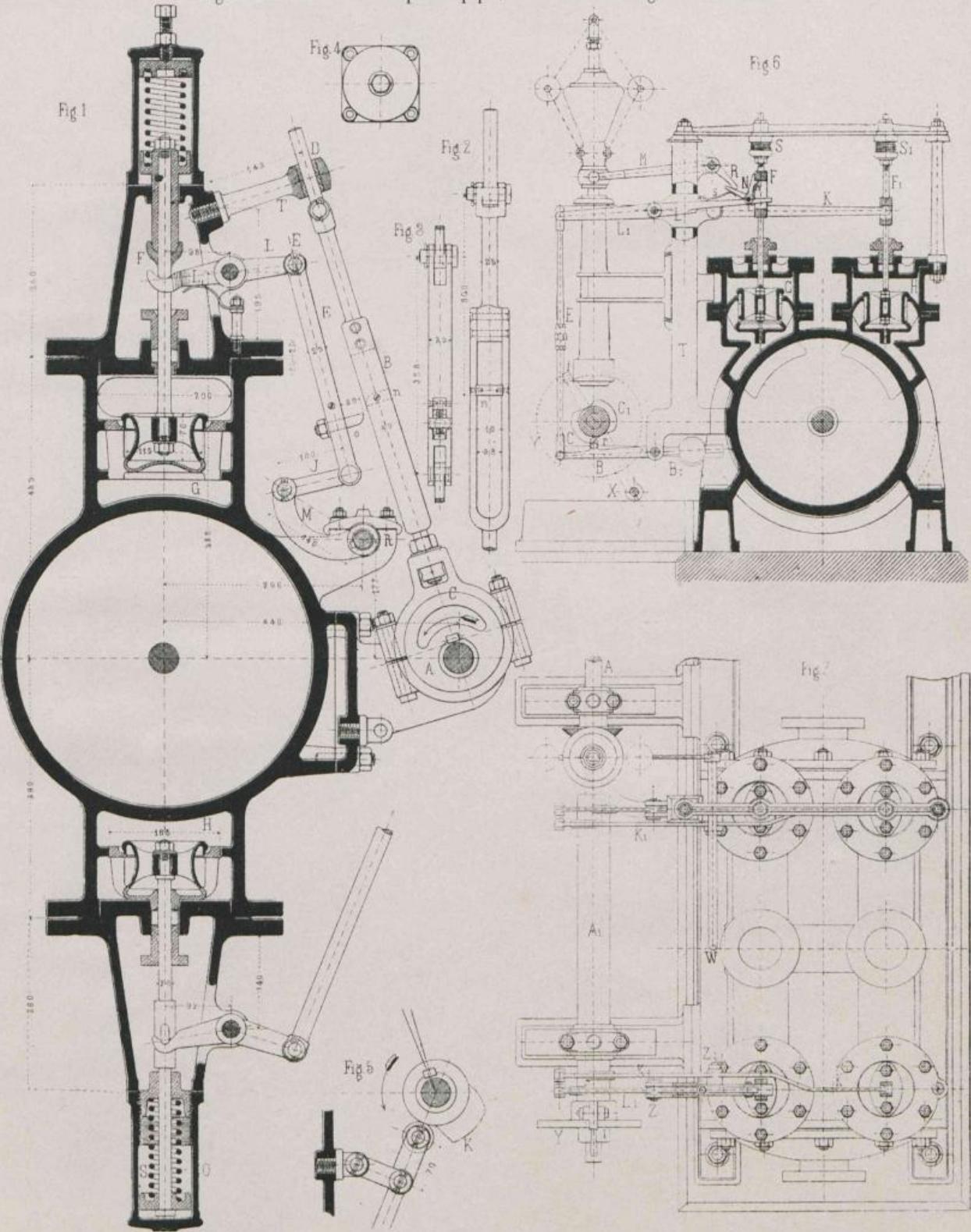
Fig. 5

Fig. 6



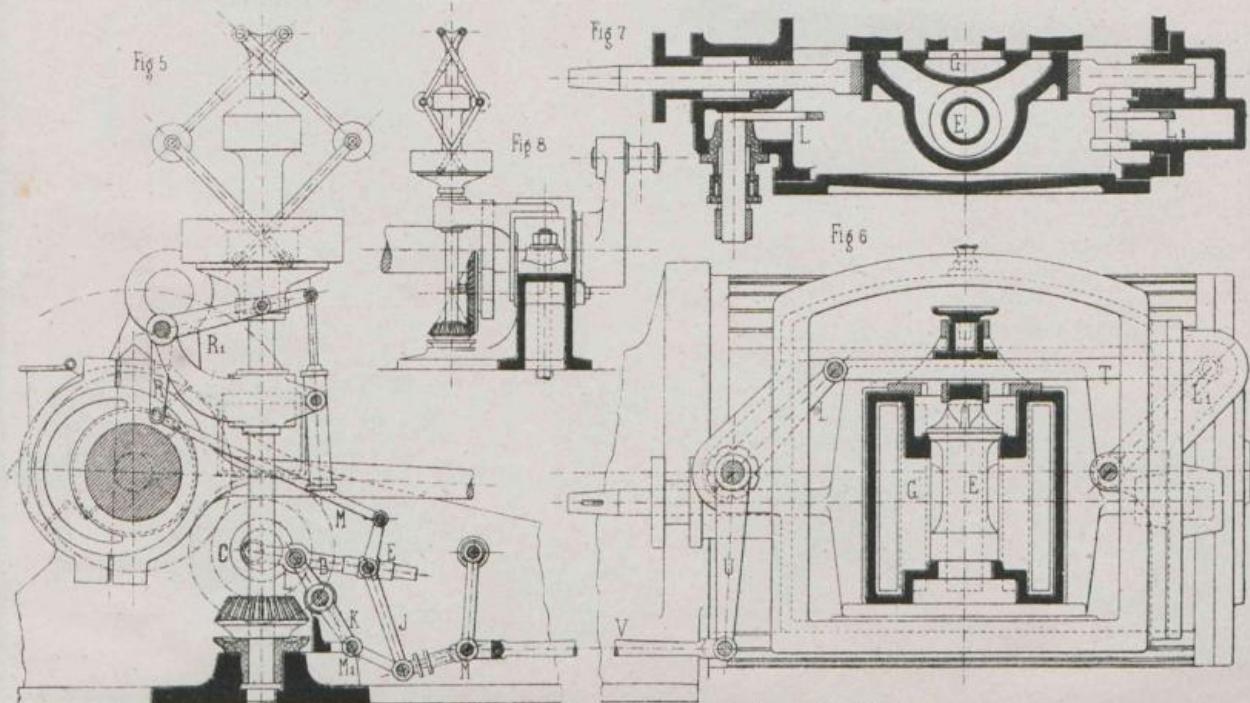
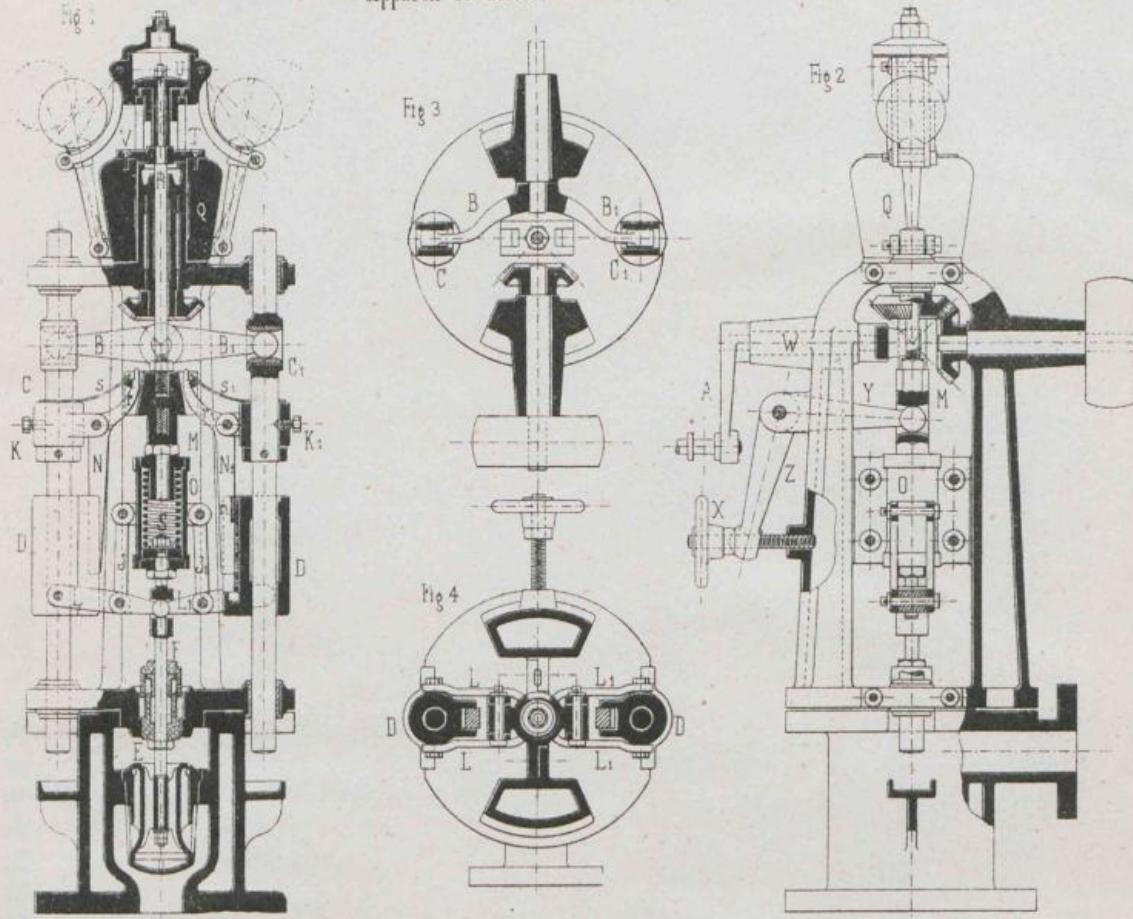
Distribution par soupapes, de M. G. Sigl, à Vienne.

Figures 1 à 5: Distribution par soupapes, de M. J. Pallenberg, à Mannheim.



Figures 6 et 7: Distribution par soupapes, de M. Borgsmüller, à Hofstede près de Bochum.

Appareil de détente de M. Pröll, à Dresden.



Appareil de détente de M. A. Collmann, à Vienne (Autriche).

Distribution de M. C. Prött, à Berlin.

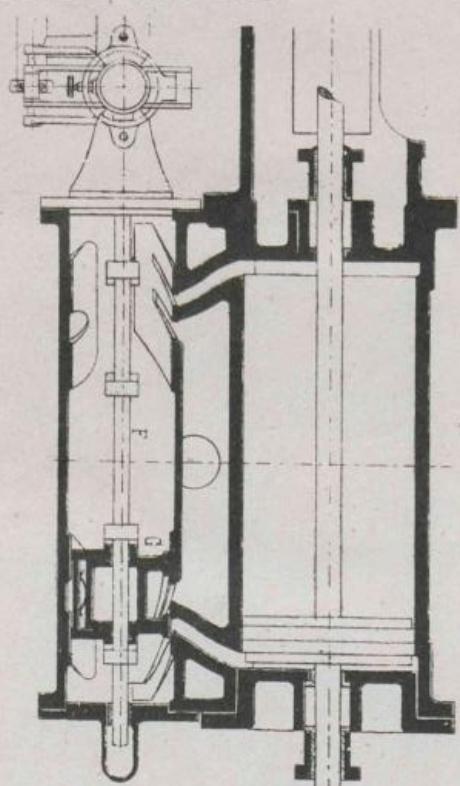
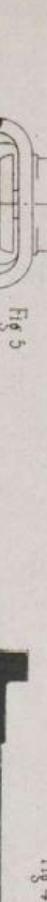
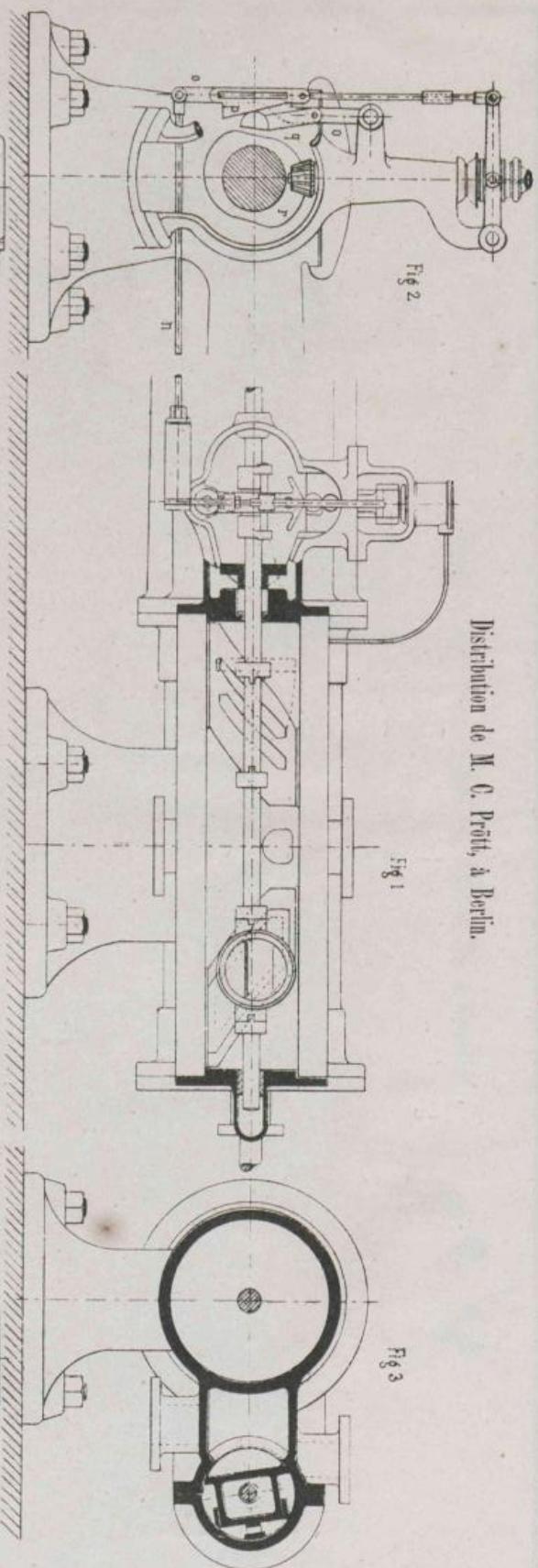


Fig. 6

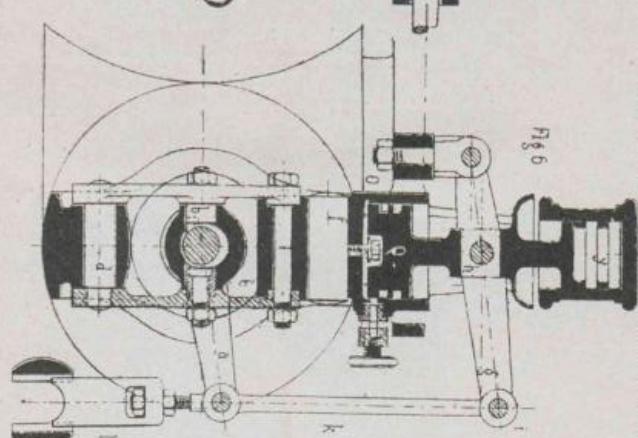
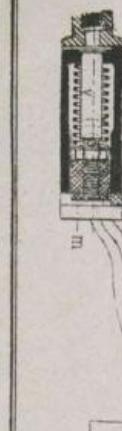
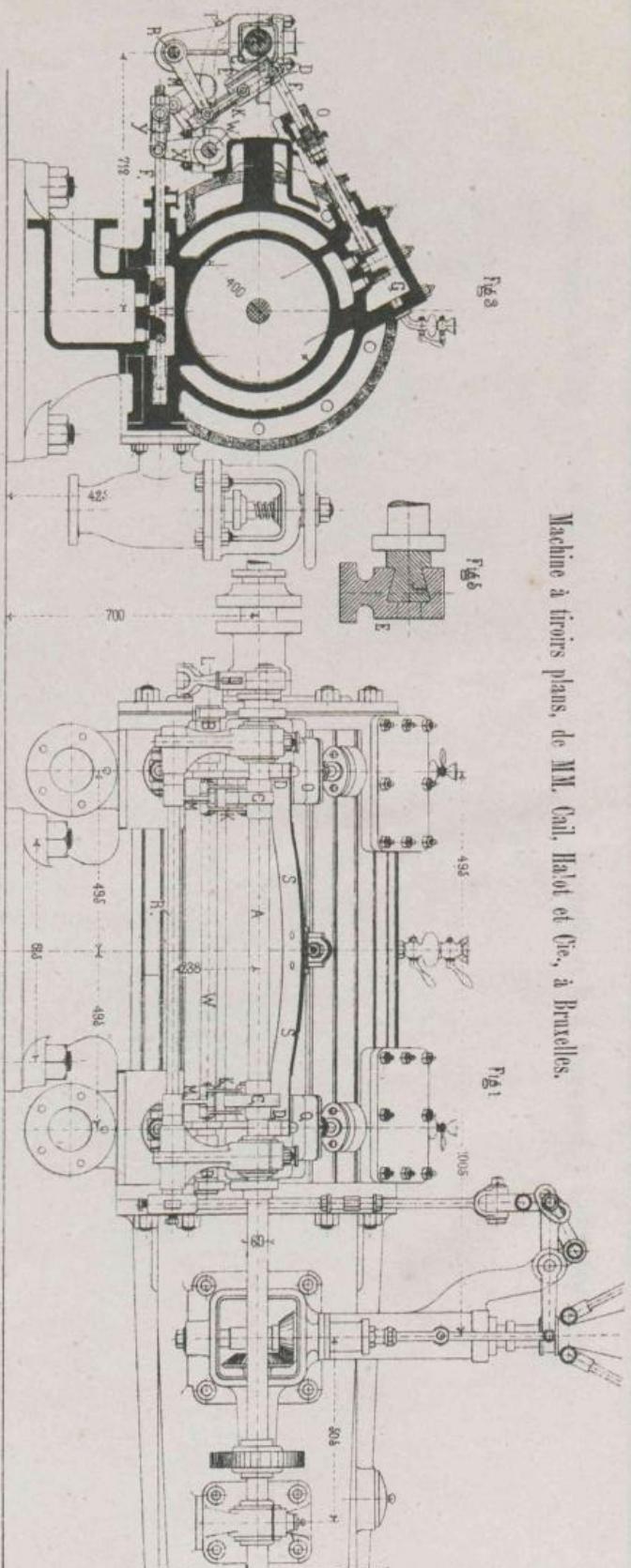


Fig. 3

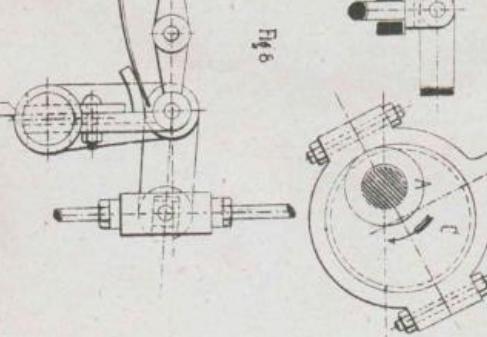
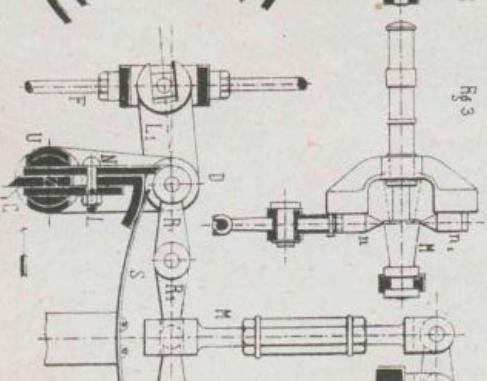
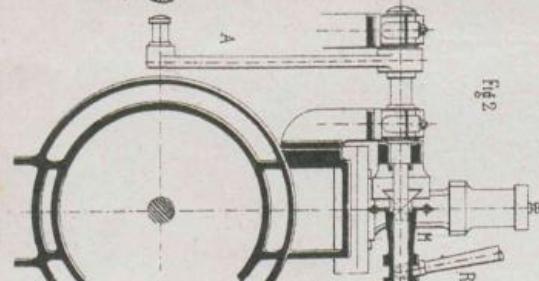
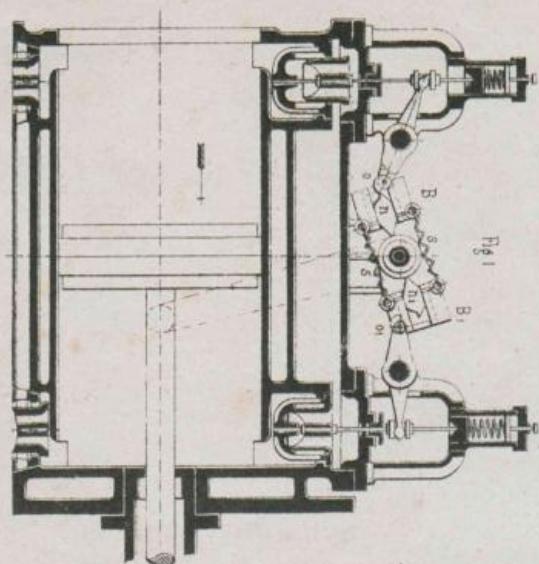
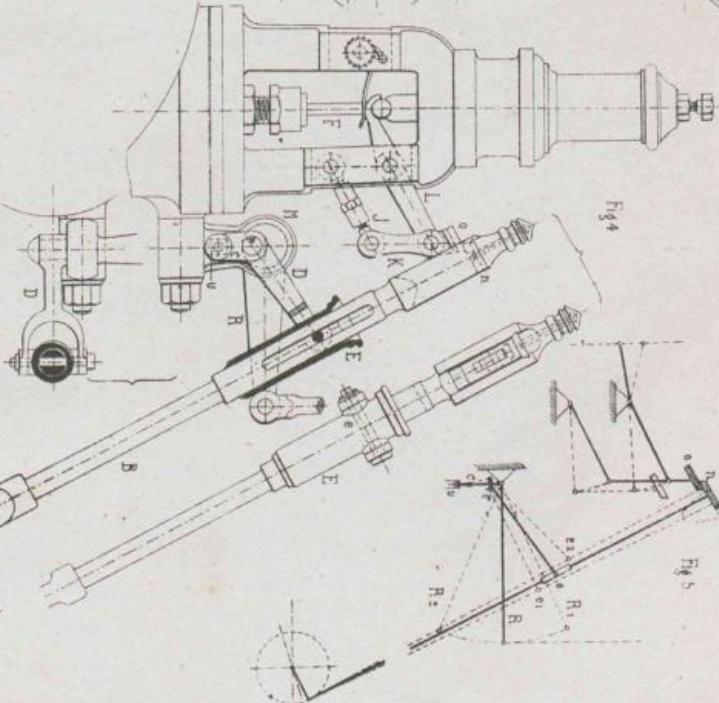
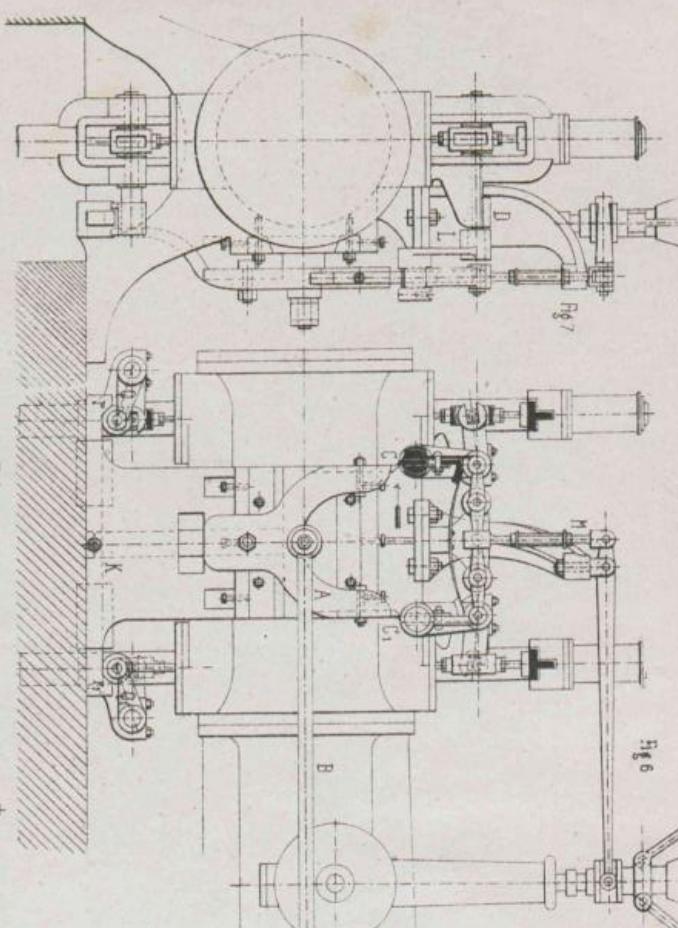


Machine à tiroirs plats, de MM. Cail, Malot et Cie., à Bruxelles.

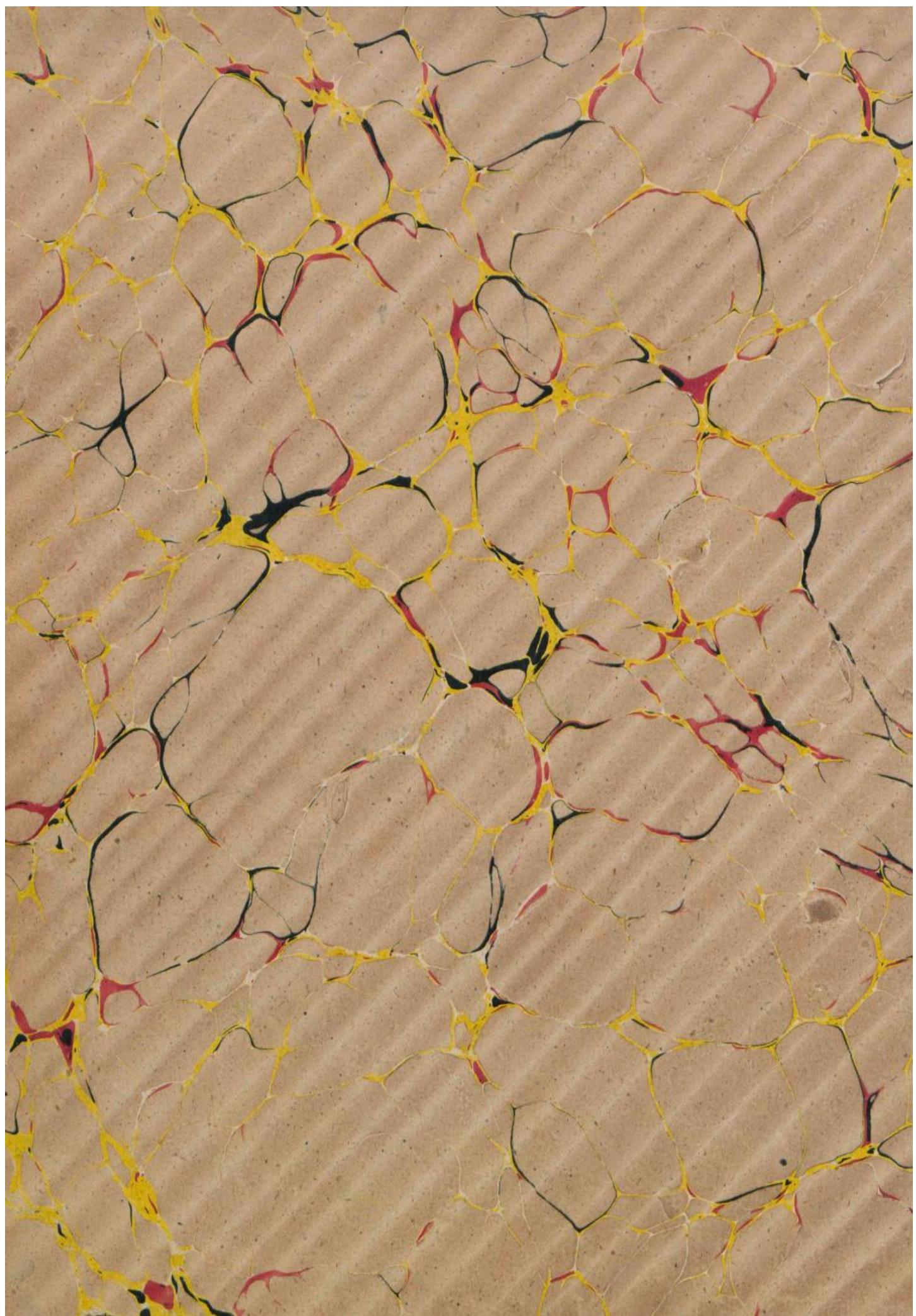


Distribution de M. Voll, à Eupen (Fig. 6 à 8).

Distribution de M. A. Knoevenagel, à Hanovre (Fig. 4 et 5).



Distribution de M. Trostorf, à Aix-la-Chapelle (Fig. 1 à 3).





Droits réservés au Cnam et à ses partenaires