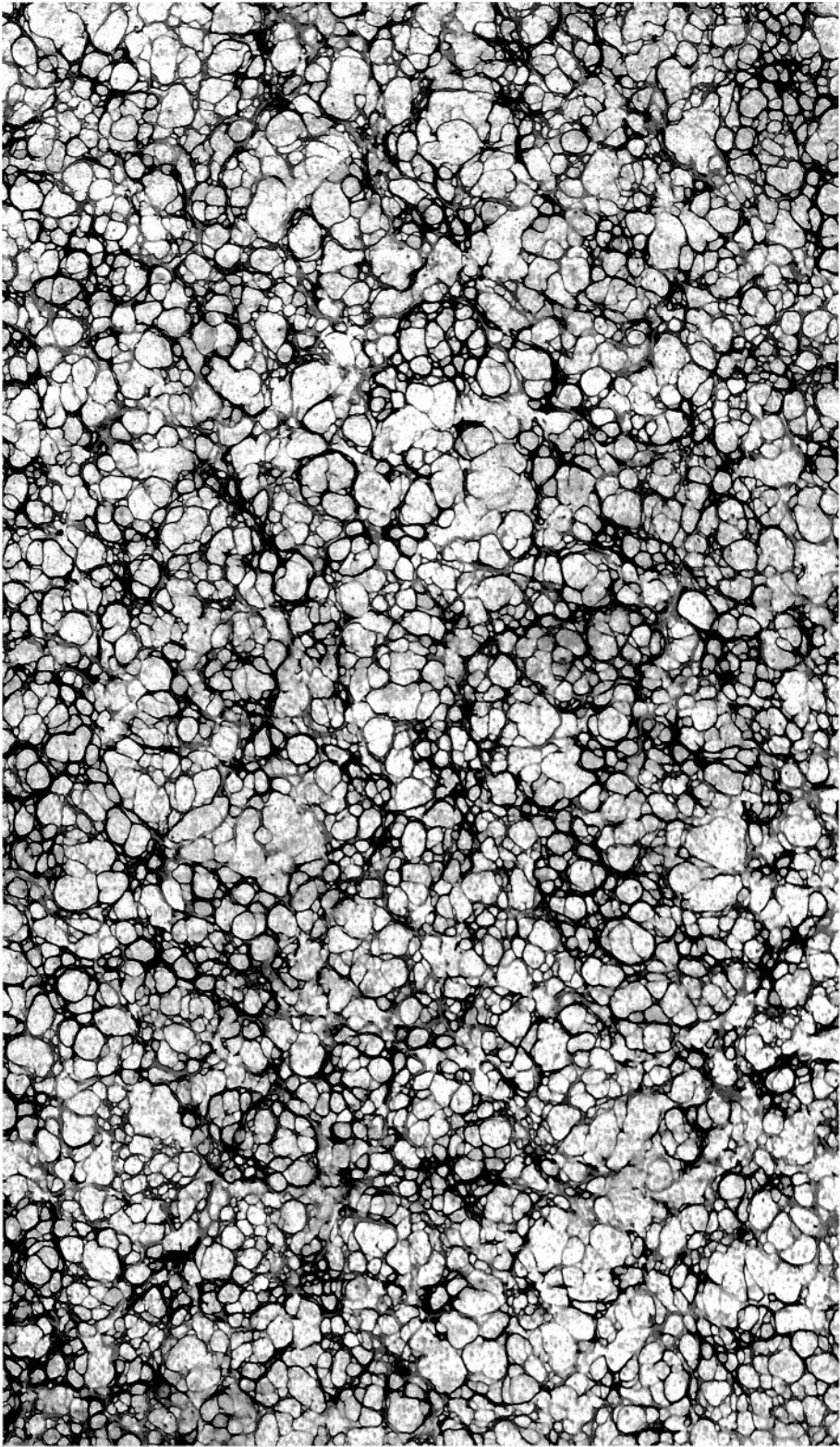
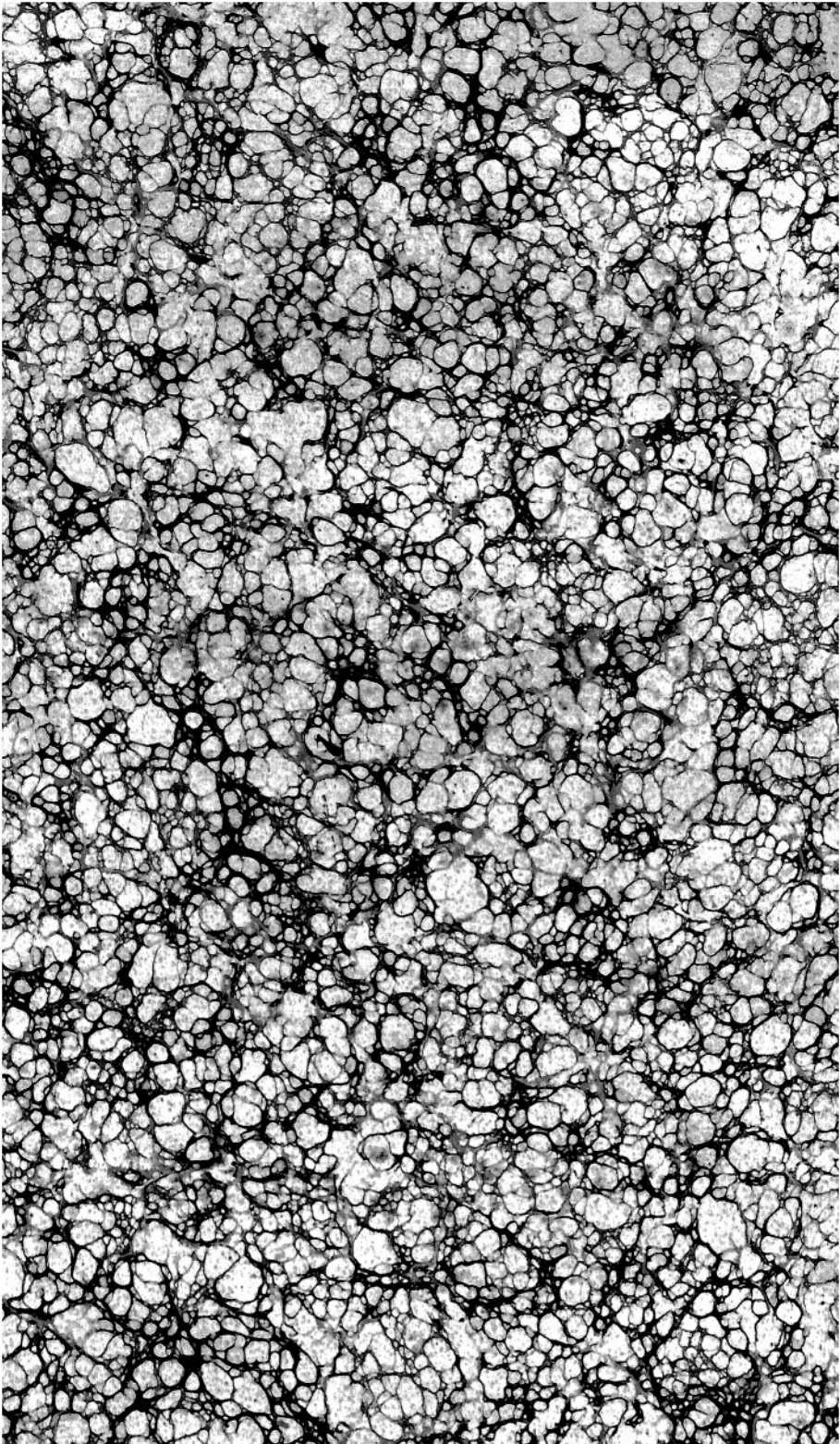


Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100141836





R96

m

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

PARIS. — IMPRIMERIE DE JULES CLAYE
RUE SAINT-BENOIT, 7

PUBLICATION INDUSTRIELLE
DES
MACHINES
OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS

EMPLOYÉS

DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PAR

ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, ANCIEN PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE IMPÉRIAL DES ARTS ET MÉTIERS

Membre honoraire de la Société philomatique de Bordeaux,
de la Société industrielle de Mulhouse, de la Société d'Encouragement, et des Ingénieurs civils

Qui peut mettre un terme à la perfectibilité humaine?

— — — — —
TEXTE
— — — — —

TOME TREIZIÈME

1912.499.
PARIS

CHEZ L'AUTEUR, 45 RUE SAINT-SÉBASTIEN

Et chez les principaux Libraires de la France et de l'Étranger

—
1861

PROPRIÉTÉ DE L'AUTEUR

Le dépôt légal de cet ouvrage a été fait conformément aux lois. Toute reproduction du texte et des dessins est interdite en France et à l'étranger.



Ch. 24924.



100096N|1

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

TREIZIÈME VOLUME

Les progrès toujours croissants de l'agriculture et de l'industrie ne nous permettent pas de suspendre la publication de notre Recueil de machines qui, comme nos souscripteurs l'ont remarqué, est devenu le portefeuille le plus important, le plus varié, et certes le plus complet qui existe sur les instruments, les outils et les appareils de toute sorte, en usage dans les différentes branches de fabrication.

Formant, comme on l'a dit, une sorte d'encyclopédie industrielle, il est consulté chaque jour avec fruit par tous ceux qui étudient les meilleurs procédés, les moyens les plus économiques, afin d'en propager les applications.

Nous avons la certitude que, par les nouveaux traités de commerce qui nous obligent à suivre avec ardeur la marche progressive de notre siècle, nos fabricants ne resteront pas en arrière, et peut-être rechercheront-ils davantage les modifications utiles qu'ils peuvent apporter dans leurs opérations mécaniques.

Nous ne sommes plus à l'époque où l'on employait de père en fils le même matériel, où le meunier, par exemple, regardait son vieux rouet tourner pour faire de la farine piquée de sons, où le filateur se contentait de ses anciens métiers en bois pour fabriquer des fils plus ou moins grossiers; cette époque est loin de nous; il faut maintenant que les produits soient parfaits et pourtant qu'ils se vendent à bon marché.

Quand on compare nos vieux mécanismes de moulins français avec ces splendides machines qui garnissent nos belles minoteries actuelles, lorsqu'on visite ces grandes et riches manufactures meublées d'un matériel si bien entendu, qui fonctionnent avec tant de régularité, et qu'on a vu ces pauvres métiers usés qui pouvaient à peine tourner, ou bien encore lorsqu'on voit fonctionner ces nouveaux instruments d'agriculture, ces machines à battre le blé, à faucher, à moissonner, ces machines locomobiles qui se transportent partout, afin de remplacer une infinité de bras qui sont beaucoup mieux utilisés à des travaux moins pénibles et plus intelligents; quand on compare, disons-nous, toutes ces merveilles mécaniques avec les moyens plus ou moins barbares qui étaient en usage peu de temps avant nous, on doit grandement espérer de l'accroissement continu des progrès industriels et agricoles.

Il est essentiel, pour cela, de réunir sans cesse le travail intellectuel au travail purement matériel. Or le génie inventif est très-répandu en France; mais soit qu'il manque de persévérance, soit plutôt qu'il ne se trouve pas suffisamment encouragé, il a été jusqu'à présent, avouons-le, trop peu favorisé de la fortune. A part, en effet, quelques rares exceptions, la plupart de nos inventeurs ne tiraient presque aucun profit de leurs découvertes.

Au lieu d'essayer d'appliquer les améliorations qu'ils proposaient, on les délaissait, c'est à peine si on voulait les écouter lorsqu'ils cherchaient à expliquer les avantages qui pouvaient résulter de leurs nouveaux moyens.

Il n'en sera pas de même dorénavant : il faut de toute nécessité que l'industriel, quel qu'il soit, se mette à la hauteur des progrès de chaque jour, sans quoi il risque d'être écrasé par la concurrence.

On a tellement compris en Angleterre, aux États-Unis et ailleurs, cette grande vérité, qu'il n'est pas un fabricant, pas un manufacturier, pas un chef d'établissement qui ne lise les Recueils industriels périodiques, afin d'être constamment au courant des nouveautés qui paraissent en procédés chimiques, mécaniques ou agricoles¹. Aussi les inventeurs y sont considérés, écoutés avec bienveillance, et la plus grande partie arrivent à l'aisance. Cette profession est certaine, lucrative, et leur permet de parvenir. Nous avons l'espoir qu'il en sera ainsi en France, où les préjugés, l'esprit de routine, disparaissent tous les jours, et où, d'ailleurs, on sera bien forcé, pour ne pas être devancé par des concurrents étrangers, de marcher avec eux.

Pour nous, qui depuis vingt-cinq ans apportons tous nos efforts, toute notre activité à faire connaître les appareils les plus récents, qui avons coopéré à répandre dans nos ateliers de construction les meilleurs outils, à appliquer dans un grand nombre d'établissements les procédés économiques, les moteurs perfectionnés, nous serons heureux de continuer cette grande œuvre à laquelle nous attachons tant de prix, avec la persuasion d'être utile à tous les industriels, aux plus modestes fabricants, comme aux plus riches manufacturiers, aux plus simples mécaniciens, comme aux premiers constructeurs de machines, aux inventeurs, aux contre-maîtres, aux ouvriers intelligents, comme aux ingénieurs, aux directeurs, aux chefs d'usine, qui savent souvent trouver des idées heureuses dans des sujets étrangers aux questions spéciales dont ils s'occupent.

Le présent volume contiendra des matériaux que nous n'avons pas encore traités, et qui sont appelés à être lus avec beaucoup d'intérêt. Ils concernent, en effet, particulièrement, d'un côté, les usines métallurgiques qui ont nécessairement à craindre, par la mesure actuelle, la concurrence anglaise, si bien favorisée par les capitaux, le combustible et la matière première, et contre laquelle elles ne peuvent lutter qu'en faisant mieux ; de l'autre, les filatures de laine et de coton, les tissages mécaniques, les impressions de toiles, etc., qui, en grande partie, sont obligés de renouveler leur matériel, et doivent, pour cela, rechercher les meilleurs métiers. Nous décrirons aussi les appareils de mines et ces ingénieuses presses propres à fabriquer les agglomérés ; puis les nouvelles faucheuses et moissonneuses qui, adoptées généralement dans la Grande-Bretagne et en Amérique, peuvent rendre chez nous de grands services, ainsi que ces belles machines à battre qui font à la fois toutes les opérations du dépiquage et du nettoyage des blés. Nous donnerons également des machines locomobiles, dont les applications, quoique toutes récentes encore, se propagent d'une manière prodigieuse, des appareils de navigation et des machines locomotives qui se perfectionnent chaque jour.

1. Nous avons été bien souvent étonné de voir des Anglais, des Américains, des Allemands et même des Russes, connaître mieux que nos industriels français certaines inventions qui, cependant, avaient été faites chez nous.

MÉTALLURGIE DU FER

FOUR DE RÉDUCTION DES MINÉRAIS

PAR

M. CORBIN-DESBOISSIÈRES

INGÉNIEUR ET ANCIEN MAÎTRE DE FORGES

(PLANCHE 1)

Aux communications que nous a déjà faites M. Corbin-Desboissières, de ses *fours à puddler, à souder et à fondre le fer*, qui ont été décrits dans les deux volumes précédents, cet habile ingénieur a bien voulu nous permettre d'extraire de son grand *Traité de pyrotechnie* les dessins d'un nouvel appareil très-intéressant, qu'il appelle FOUR DE RÉDUCTION DES MINÉRAIS.

Cet appareil est basé sur une théorie particulière, qui est développée dans une note que nous allons reproduire, afin d'apprécier les avantages qui pourraient résulter de son application.

En imaginant un tel four, l'inventeur a eu particulièrement pour but :

L'AUGMENTATION DE LA QUANTITÉ ET L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DES FONTES DE FER, PAR L'ADDITION A LA CHARGE DES HAUTS-FOURNEAUX D'UNE PORTION DE MINÉRAI PRÉALABLEMENT RÉDUIT.

M. Corbin s'est constamment occupé, depuis plus de vingt-cinq ans, de la métallurgie du fer, dans laquelle il a su acquérir une réputation méritée par les perfectionnements remarquables qu'il a apportés dans cette industrie, et dont plusieurs ont été appliqués avec succès dans des grandes usines de France et de Belgique. Aussi nous croyons que les principes nouveaux qu'il ne craint pas d'émettre au sujet de la réduction des minerais seront lus avec beaucoup d'intérêt par une grande partie de nos lecteurs, dont quelques-uns d'ailleurs le connaissent déjà pour un praticien très-éclairé qui a rendu d'éminents services aux maîtres de forge.

EXAMEN DES HAUTS FOURNEAUX.

« D'après la théorie des hauts fourneaux maintenant admise, le gaz acide carbonique constitué dans l'*ouvrage* se convertirait, dans les *étalages*, en oxyde de carbone qui réagirait sur le peroxyde de fer et le réduirait ; mais cette théorie, dit l'auteur, n'est pas exacte. L'acide carbonique ne se décompose, par le charbon ou par le fer, ni dans les hauts fourneaux, ni dans tous nos autres appareils métallurgiques, sous les températures utilement praticables, et le minerai de fer s'y réduit, en effet, comme dans les creusets brusqués.

Le redressement de cette erreur n'intéresse pas seulement la science, il montre à la métallurgie sa principale voie de progrès.

Si l'acide carbonique se décomposait et se transformait en oxyde de carbone dans les hauts fourneaux, il y aurait, par le fait de cette réaction chimique, ainsi que le reconnaissent tous les auteurs, *abaissement notable de température* ; mais suivant quelle proportion ? La conviction en chimie se base, suivant Lavoisier, sur la décomposition et la recombinaison des corps ; quelles sont donc les quantités de substances introduites dans un haut fourneau dans un temps donné, et les résultats chimiques de leurs relations ?

Un haut fourneau de 8 mètres de hauteur alimenté avec des charbons de bois et des minerais calcaires de moyenne qualité produit 400,000 kilogrammes de fonte truitée (fonte d'allinage) par mois ; ce chiffre peut être augmenté suivant la puissance du soufflage. En dépensant, dans tous les cas, un de carbone pour un de fonte produite, et 12^{m.c.} 240 d'air soufflé par minute, sous la pression de 30^{mill.} de mercure,

le produit par heure est ainsi de 438^k 88 de fonte,

dont la fabrication exige 438^k 88 de carbone et 240 kil. d'oxygène,

puisque en effet

$$12^{\text{m.c.}} 240 \times 60' = 734 \text{ mètres cubes d'air}$$

qui, sous la température et la pression ordinaire de l'atmosphère, contiennent environ 240 kilogrammes d'oxygène.

Pour convertir ces 240 kil. d'oxygène en acide carbonique, il faut les combiner avec 90^k 08 de carbone.

La transformation de cet acide carbonique en oxyde de carbone exige la même dépense de 90^k 08 de carbone ; ainsi, la formation de l'acide carbonique en une heure, et sa conversion en oxyde de carbone, dans le même temps, absorberaient 180^{kil.} 16 de carbone, tandis que le fourneau n'en recevrait que 438^k 88.

Cette théorie de la combustion directe et de la combustion inverse ne s'applique donc pas au roulement du haut fourneau.

Il est facile de repousser la précédente conclusion en disant que l'on fabrique bien en effet 100 kil. de fonte truitée avec 100 kil. de carbone, soit 115 kil. de charbon pris dans les halles et contenant environ 15 pour 0/0 d'eau et de cendre, mais qu'il y a exagération dans la quantité d'air employée pour opérer cette fabrication : il convient de répondre immédiatement à cette seule objection possible.

Suivant la théorie de la réduction du minerai de fer par l'oxyde de carbone provenant de la transformation de l'acide carbonique, le haut fourneau recevant 138 kil. de charbon, en une heure, en brûlerait, dans le même temps, à l'état acide, 60 kil. La même quantité de carbone serait employée pour convertir cet acide en oxyde, les 18 kil. restants parferaient la réduction, constitueraient la fonte en s'alliant au métal, et compenseraient les pertes inévitables dans la pratique. Quelle serait la quantité de chaleur effective fournie par ces deux combustions opposées ?

Un litre de gaz acide carbonique est le produit de la combinaison d'un litre de vapeur de carbone,

soit 0^k5386 de carbone avec un litre d'oxygène ;

il dégage, en se constituant, 3929 calories, et retient ce même nombre de calories qui forment sa chaleur constituante : ces deux quantités égales de calorique forment, en effet, les 7858 calories qui constituent un litre de gaz oxygène.

Pour se convertir en oxyde de carbone, un litre de gaz acide carbonique absorbe un litre de vapeur de carbone et 2331 calories, qui, avec sa propre chaleur combinée, s'élevant à 3929 calories, forment la chaleur constituante des deux litres d'oxyde de carbone, à raison de 3130 calories par litre.

La première moitié du carbone qui est ainsi acidifiée produit tout son effet possible représenté par..... 3929 calories, tandis que la deuxième moitié passe à l'état gazeux ou d'oxyde de carbone, en neutralisant..... 2331
il ne reste donc libres que..... 1598 calories, pour toute chaleur effective résultant de la combustion, à l'état acide, d'un litre de vapeur de carbone, et de la combustion inverse d'un second litre de cette même vapeur employé pour transformer l'acide en oxyde.

Mais si le second litre de vapeur de carbone, qui se volatilise en emportant 2331 calories, formait aussi un litre d'acide carbonique, il dégagerait 3929 calories.

Le chiffre de la chaleur effective, qui est abaissée par la conversion de l'acide en oxyde à 1598 calories, s'élèverait à 7858 calories.

On n'obtient donc, par la combustion directe et par la combustion inverse simultanée, soit par la formation de l'acide carbonique et la conversion de cet acide en oxyde de carbone, que le cinquième de la cha-

leur rayonnante que dégagent les charbons brûlés par les puissants soufflages des hauts fourneaux.

Le haut fourneau, fonctionnant conformément à la théorie de la conversion de l'acide carbonique en oxyde de carbone, brûlerait donc, en une heure, 120 kil. de charbon avec 160 kil. d'oxygène qui acidifieraient seulement 60 kil. de carbone. L'acide carbonique, produit de cette combustion directe, se convertissant successivement en oxyde de carbone, par sa combinaison avec les 60 kil. de charbon restants, la chaleur effective serait ainsi réduite *au cinquième* de celle qu'auraient dégagée les 120 kil. de charbon employés s'ils avaient été acidifiés.

Le fourneau devrait donc fabriquer, en une heure, 138^k88 de fonte avec la chaleur équivalente à celle qui résulterait de la combustion directe, à l'état acide, de *vingt-quatre kilogrammes de charbon*.

Mais, pour produire ces 138^k88 de fonte, il faut réduire et fondre 416^k minerais produisant 33 pour 0/0, il faut encore fournir à la gangue de ce minerai, et au fondant qui l'accompagne, le calorique nécessaire pour porter à l'état gazeux leur acide carbonique; il faut enfin parfaire la chaleur constituante du gaz acide carbonique et oxyde de carbone produit de la désoxydation du peroxyde, savoir :

Pour chaque litre d'oxyde de carbone converti en gaz acide carbonique..... 398,50 calories;

Pour chaque litre d'oxyde de carbone directement formé par le charbon avec l'oxygène du minerai.... 2331 *id.*

Pour chaque litre d'acide carbonique aussi directement formé par le charbon avec l'oxygène du peroxyde..... 3130 calories.

Si la théorie dont il s'agit était exacte, les hauts fourneaux feraient l'impossible, car ils ne recevraient pas même la quantité de chaleur nécessaire pour former les gaz qu'ils doivent préalablement constituer et dégager; alors même que cette chaleur serait employée en totalité pour chauffer la masse de matière qu'il faut réduire et fondre, elle pourrait à peine les porter à la température du rouge sombre.

Cette conclusion n'est pas basée sur des théories contestables, mais sur des expériences qui font loi après avoir été successivement vérifiées par Lavoisier, les Dupouget et autres savants professeurs de notre époque. La marche des hauts fourneaux est, en effet, conforme à ces lois, comme le prouve le compte ci-après de leurs dépenses et de leurs produits.

Le haut fourneau est formé par cinq compartiments superposés :

Le *creuset* est passif;

L'*ouvrage* est, relativement à l'ensemble de l'appareil, ce qu'est l'estomac pour le corps vivant;

L'*étalage* et le tiers de la *cuve* forment un *gazomètre*;

La *cheminée* supérieure est destinée à sécher et à échauffer le charbon, le minerai et le fondant qu'elle porte au rouge sombre;

Le *gueulard* est enfin le *moule*, dans lequel la charge de minerai prend la forme cylindrique, pour descendre verticalement dans l'étalage.

L'ouvrage fournit la chaleur qui est dépensée dans toutes les parties de l'appareil, il produit d'autant mieux l'acide carbonique qu'il reçoit l'air sous une pression plus forte et surtout plus régulière.

Le gaz acide ainsi constitué dans l'ouvrage s'y dépouille seulement du calorique rayonnant nécessaire pour constituer la fonte et le laitier ; il passe ensuite graduellement du rouge blanc au rouge cerise en s'étendant dans l'étalage, dont la capacité correspond à cette température à quantité égale de calorique étendu dans ces deux compartiments.

Quels sont, d'après cette marche réelle du fourneau dont il s'agit, les emplois divers du charbon qu'il dépense, du calorique révivifié, et la quantité de fonte qu'il produit ?

Pour fournir en une heure 138^k88 de fonte, ce fourneau dépense 188^k88 de carbone qui se répartissent comme suit, pour satisfaire à tous les besoins de cette fabrication :

1° Carbone nécessaire pour convertir en gaz acide carbonique les 240 kil. d'oxygène, lancés en une heure dans l'ouvrage.....	90 ^k 08
2° Carbone employé dans l'étalage pour réduire le minerai en formant de l'oxyde de carbone avec les 55 ^k 95 d'oxygène du peroxyde de fer produisant 138 ^k 88 de fonte.....	41 ^k 65
3° Carbone s'alliant au fer pour constituer la fonte.....	3 »
4° Emplois divers et pertes.....	4 15
Total.....	138 ^k 88

Le calorique résultant de la combustion, dans l'ouvrage, de 90 kil. de carbone par 240 kil. d'oxygène en une heure, est employé :

1° Pour fondre les 138^k88 de fonte et le laitier, et reporter à l'état de gaz l'acide carbonique de la gangue et du fondant ;

2° A l'état de combinaison pour constituer l'oxyde de carbone produit de la réduction du minerai par le charbon et de l'acide carbonique résultant de la décomposition de l'eau ;

3° A l'état latent dans les gaz qui se dégagent par le *gueulard*, sous une si faible température que l'oxyde de carbone peut à peine s'enflammer en s'étendant dans l'air libre.

Ces résultats prodigieux, relativement à ceux que nous obtenons de tous nos autres appareils métallurgiques, sont dus à l'incessante pression de l'air sur le charbon et à la parfaite superposition des compartiments du haut fourneau, superposition qui permet d'utiliser le calorique aussi bien qu'avec nos plus parfaits générateurs de la vapeur.

D'après la théorie de la conversion de l'acide carbonique en oxyde de carbone, le chiffre de la chaleur effective s'élevant à 90, serait réduit à 24/90 ou 0,266 ; il ne serait pas même possible de constituer les gaz.

Le haut fourneau peut-il produire avec la même économie relative des fontes de moulage et des fontes d'affinage?

L'examen de cette très-importante question va montrer l'utilité de l'appareil de réduction préalable que nous allons bientôt décrire, et prouver que le traitement bien compris des minerais de fer pour en obtenir des fontes de différentes qualités n'est pas en effet plus difficile, par exemple, que la fabrication de la chaux.

Nous savons que les corps, dans tous leurs états, s'échauffent d'un nombre de degrés déterminé, par une quantité de calorique variable comme leur constitution chimique; que la fonte de fer n'est pas le produit d'une combinaison chimique, mais bien seulement d'un alliage de fer, de carbone, de laitier, etc., dont la capacité pour la chaleur varie, comme la température sous laquelle il s'est constitué.

C'est ainsi que la fonte blanche est à 1050° quand elle se forme, et devient grise en passant de 1050° à 1200°. Ce qui revient à dire que les propriétés physiques de la fonte de fer ne sont pas proportionnelles au dosage de ses éléments qui varie à l'infini, mais au degré de chaleur qui facilite l'alliage de ces mêmes éléments.

Pour produire la fonte plus grise, l'ouvrage du haut fourneau dépense donc plus de calorique et en envoie moins à l'étalage : de là, la nécessité de réduire la charge pour obtenir des fontes grises; l'ouvrage ayant alors moins de matière à fondre, sa température s'élève au degré nécessaire et il envoie plus de calorique à l'étalage qui réduit, en effet, le minerai parfaitement, en conservant son allure normale.

Pour fabriquer des fontes à puddler (fontes traitées), il faut donc ajouter du minerai à la charge du fourneau produisant la fonte grise; la fusion de ce minerai abaisse la température de l'ouvrage qui peut constituer la bonne fonte d'affinage; mais l'étalage reçoit alors d'autant moins de calorique qu'il devrait en dépenser davantage, il ne peut que réduire très-imparfaitement le minerai, ce qui est incessamment prouvé par la couleur jaune sale des laitiers qui sont plus ou moins chargés de silicate de fer, tandis que les laitiers de fontes grises possèdent la limpidité du verre.

Le calcul analytique prouve certainement que le gaz acide carbonique constitué dans l'ouvrage des hauts fourneaux ne se décompose pas; dire qu'il se convertit en oxyde de carbone dans l'étalage, qui est à une température beaucoup plus basse, c'est soutenir que les effets s'accomplissent en sens inverse des causes qui les produisent.

Cependant l'oxyde de carbone doit se dégager, et se dégage en effet visiblement et incessamment, sous les tympes des hauts fourneaux marchant régulièrement, et par les fissures qui s'établissent dans leurs parois; ce fait, qui a toutes les apparences d'une contradiction, prouve seulement que, dans la pratique des arts, les plus graves erreurs se cachent aussi sous des apparences séduisantes et trompeuses.

L'oxyde de carbone qui se dégage sous les tympes par les fissures des massifs ou par les trous qu'on y pratique, provient du charbon plongé dans le laitier ou enveloppé par le minerai et par le fondant; cet oxyde, échappant ainsi au vent des tuyères, est enfin refoulé sur les parois où les expérimentateurs qui l'y puisent croient trouver la preuve de la conversion de l'acide carbonique. Cette preuve justifie seulement les réserves qu'il faut faire pour compenser les pertes inévitables dans la pratique. »

C'est d'après ces principes que M. Corbin-Desboissières a été tout naturellement amené à construire un système de four spécial pour opérer préalablement la réduction des minerais.

RÉDUCTION DES MINÉRAIS.

« Les chiffres qui précèdent, quelle que soit la manière de les discuter, prouvent, dit l'auteur :

1° Que le tiers du charbon chargé par les gueulards des hauts fourneaux est employé, dans leurs étalages, pour réduire le minerai;

2° Que par cette réduction, ou plus exactement par cette combustion inverse, le charbon, en s'emparant de l'oxygène du peroxyde pour se convertir en oxyde de carbone, neutralise $\frac{2}{5}$ du calorique dégagé dans les ouvrages par la formation du gaz acide carbonique;

3° Qu'enfin les hauts fourneaux marcheraient aussi régulièrement et aussi économiquement que les fonderies de fer (fourneaux à la Wilkinson), s'ils étaient alimentés avec les minerais préalablement réduits.

La réduction du minerai de fer, quelle que soit la manière de la pratiquer, exige la même et invariable quantité de combustible, mais le haut fourneau ne peut brûler que des charbons qui sont aussi rares que chers; l'appareil de réduction préalable n'employant, au contraire, que des menus coques, des braises et des fraisils sans valeur commerciale, enfin que des combustibles résultant du nettoyage inépuisable des forêts, portera dans un temps plus ou moins rapproché la fabrication du fer au plus haut degré de perfection et de puissance. »

DESCRIPTION DU FOUR DE RÉDUCTION,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIGURES DE LA PL. 4.

La fig. 1 est une projection verticale extérieure de ce four, vu de face du côté du foyer.

La fig. 2 en est un plan horizontal.

La fig. 3, une section verticale passant par le milieu du foyer.

La fig. 4, une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4 de la figure précédente.

Les fig. 5 et 6 sont deux autres sections, l'une verticale passant à la

fois par l'axe du four et par le foyer, suivant la ligne brisée 5-6-7-8 de la fig. 3, l'autre horizontale, faite à la hauteur de la ligne 9-10.

DISPOSITION GÉNÉRALE. — Ce four est composé d'un massif circulaire en briques A, surmonté d'un corps tronc-conique, également en briques, recouvert par une chemise en tôle A', formée de six parties reliées entre elles par des barres méplates en fer et des boulons à écrou a.

Ce corps conique est divisé intérieurement, vers sa circonférence, en cinq compartiments T, et son centre présente une sorte de coupole creuse R en communication avec le carneau central Q, et avec des ouvertures rectangulaires S, qui font l'office d'ouvreaux, en mettant en relation l'intérieur de la coupole avec les cinq compartiments T, lesquels reçoivent la charge de minerai à réduire.

Directement au-dessous de ces compartiments sont placés cinq étouffoirs en tôle de fer I, dans lesquels on fait descendre le minerai pour le refroidir, et par suite, éviter sa réoxydation.

Entre les étouffoirs sont disposées les six colonnes en fonte K, destinées à supporter la plaque de fonte P', qui forme la zone de réduction.

Au massif en briques est rattaché le foyer de combustion; il se compose d'une chambre rectangulaire comprenant l'autel F, la chauffe D, fermée par des pieds droits en briques réfractaires, et l'avant-foyer G, également en briques réfractaires, supportée par les petites colonnes en fonte C'. La chauffe est garnie de sa grille B, de sa porte B', et du tuyau de conduite d'air H, qui débouche dans le cendrier. L'avant-foyer est fermé par la porte G, reliée au balancier E, muni du contre-poids qui fait équilibre au poids de la porte.

L'ensemble de ce foyer de combustion est couvert par une voûture L, qui supporte une boîte à air m dans laquelle débouche, comme dans le cendrier, par le tuyau P, l'air fourni par un ventilateur ou toute autre machine soufflante. Pour faire entrer cet air dans l'intérieur du foyer, la voûture n est percée de douze orifices dont les sections réunies correspondent aux vides de la grille chargée de combustible, lequel s'acidifie à l'état de repos quelle que soit sa légèreté, puisqu'il est également pressé par l'air en dessus et en dessous; cette disposition est indispensable, car sans elle il serait impossible de brûler, sous la pression nécessaire de 4 à 5 millimètres de mercure, les braises, les menus coques et des charbons tellement légers, que le moindre mouvement contraire de l'air et des gaz les bouleverserait.

La flamme ainsi produite dans le foyer de combustion sous la pression nécessaire, qui se règle à volonté par la valve o du porte-vent principal P, se porte, après avoir franchi l'autel F, par le carneau en briques réfractaires Q, dans la coupole creuse R, qui est également en briques réfractaires.

Cette coupole forme, en effet, le réservoir de calorique, qui s'étend par les ouvreaux S dans les cinq compartiments T, pour y opérer la ré-

duction du minerai, comme dans les étagères des hauts fourneaux.

Chacun des cinq étouffoirs en tôle I est muni d'une porte U, par laquelle on retire le minerai réduit et refroidi, et d'un registre en fer V, garni, comme une porte de four, en brique réfractaire. Vis-à-vis des compartiments ou chambres de réduction T, et à des hauteurs différentes, sont pratiqués, dans le corps même du fourneau, des trous x par lesquels le chauffeur introduit dans les compartiments des barres d'essai en fort fil de fer, pour s'assurer que la température n'y dépasse pas le rouge cerise, sous laquelle doit s'opérer la réduction du minerai. D'autres trous de service y sont encore ménagés à la partie inférieure pour dégraisser les registres V, de manière à les ouvrir et à les fermer avec facilité.

PRÉPARATION DU COMBUSTIBLE PROPRE A L'ALIMENTATION DU FOUR.

La mise en train et la direction du fourneau de réduction ainsi installé sont aussi faciles que sa construction ; mais elles exigent, relativement au choix et à la préparation des combustibles, quelques précautions qui ne pourraient pas être impunément négligées et que M. Corbin a le soin de préciser dans les termes suivants :

« La réduction préalable d'une partie plus ou moins forte des minerais de fer traités dans les hauts fourneaux a pour but, comme nous l'avons déjà dit, d'augmenter la quantité et de perfectionner la qualité des fontes de fer, *en utilisant des combustibles qui n'ont que peu ou pas de valeur commerciale.*

Cependant, dans le cas où les combustibles ordinaires seraient à discrétion, ils ne pourraient pas être indistinctement employés soit pour réduire directement le minerai, soit dans le foyer de combustion fournissant la chaleur qui facilite la réduction.

En effet, la houille, mise en contact avec le minerai, vicierait le métal en le combinant avec le soufre qu'elle recèle en plus ou moins grande quantité, tandis que, brûlée sur la grille, elle se réoxyderait avec l'eau qui est l'inévitable produit de la combustion de l'hydrogène qu'elle dégage : ce qui revient à dire que la houille, l'antracite, la tourbe et tous les bois qui contiennent l'eau en quantité variable, mais toujours considérable, ne peuvent pas être directement employés dans les appareils spéciaux de réduction des minerais de fer et de tous les autres oxydes métalliques.

Mais le menu coke, qui ne peut pas être utilisé dans les hauts fourneaux, les braises et les fraisils provenant de la vidange des halles, les menus charbons, produits de la carbonisation des ramilles et des nettoiemens inépuisables des forêts, peuvent suppléer, par la réduction préalable des minerais, le coke et les charbons de première qualité brûlés dans les hauts fourneaux.

Ainsi considérée relativement aux masses de combustibles sans valeur qu'elle peut utiliser, la réduction préalable des minerais, qui apparaît comme un accessoire, s'élève presque à la hauteur d'une question d'intérêt public.

L'utilité industrielle des menus charbons n'ayant pas encore été reconnue et admise, la carbonisation régulière et économique des ramilles, débris, feuilles et végétaux de toute espèce extraits des forêts, n'a pas encore été pratiquée en grand; cette carbonisation est aussi facile qu'efficace, il suffit de la comprendre pour la diriger parfaitement.

Pour carboniser, il faut en effet un vase clos pouvant être percé et bouché sur tous ses points successivement de manière à régler et à diriger le feu à volonté; il faut encore que ce vase se resserre sur lui-même comme le combustible qu'il contient. Voilà précisément ce que fait le charbonnier en couvrant, avec de la terre, le bois à carboniser, préalablement dressé et mis en meule; voilà l'appareil parfait. C'est le même système qu'il faut appliquer pour carboniser complètement les menus combustibles dont il s'agit; avec cette seule différence que ces combustibles forment eux-mêmes le vase clos, que le charbonnier dresse avec de la terre pour couvrir la charbonnette, et sont ainsi les agents directs de leur carbonisation.

La carbonisation des menus bois, végétaux et débris, doit, comme celle de la charbonnette, s'opérer en forêt. Les manœuvres, les femmes et les enfants peuvent la fabriquer lorsqu'ils ont acquis l'expérience nécessaire sous la direction d'un maître charbonnier qui doit à cet effet, 1° dresser une place à fourneau ordinaire; 2° allumer et maintenir au centre même de cette place un feu de bois, de manière à obtenir une masse de braise incandescente d'environ deux hectolitres. La carbonisation spontanée dont il s'agit doit alors commencer.

A cet effet, par lui-même et par les ouvriers qu'il dirige en les instruisant, le maître charbonnier couvre le feu avec les menus combustibles à carboniser; ces combustibles s'échauffent, dégagent une masse de fumée qui, en empêchant l'accès de l'air, les préservent de toute incinération, et s'affaissent bientôt à l'état de braise parfaite. Voilà toutes les manœuvres qu'il faut continuer jusqu'à ce que le fourneau contienne environ 80 hectolitres de braise, alors seulement le charbonnier couvre le feu avec des fraisils préparés à l'avance ou provenant des précédentes carbonisations, en ménageant des événements pour parfaire au besoin la carbonisation avant d'éteindre le feu de la manière ordinaire.

Les braises ainsi obtenues qui ne coûtent que les frais de façon remplacent, à poids égal, par la réduction préalable des minerais, le coke et les charbons de bois brûlés dans les hauts fourneaux, comme le prouvent les faits et les chiffres rapportés ci-après. »

CONDUITE DU FOUR DE RÉDUCTION.

La mise en train et la direction de l'appareil de réduction ci-dessus décrit est aussi facile que la carbonisation des ramilles et débris qu'il doit utiliser. Le minerai produisant environ 40 pour 0/0 étant mélangé avec 20 pour 0/0, en poids, de braise ou de menu coke, doit être chargé dans les compartiments T jusqu'à la hauteur extérieure de la coupole R, et recouvert d'une couche de fraisil de 12 à 15 centimètres d'épaisseur.

Les trous de service V et les événements d'essais x étant bouchés avec des briques mobiles et de la terre, il faut seulement commencer le feu; à cet effet, le chauffeur couvre la grille avec le menu coke ou les plus grosses braises dont il dispose et l'allume à la manière ordinaire, pour donner seulement le vent, lorsque tout le combustible est incandescent; la pression de l'air étant alors maintenue égale sous et sur la grille, les plus légères parcelles de braise y brûlent à l'état acide comme l'oxyde de carbone produit des fraisils qui s'incinèrent sur le carrelage de l'avant-foyer.

Les gaz produits de cette combustion sont au rouge blanc dans la coupole R, comme dans l'ouvrage du haut fourneau, mais en s'étendant dans les compartiments T, ils descendent à la température du rouge cerise sous laquelle le minerai se réduit, température que le chauffeur doit maintenir en réglant le chauffage, de manière à ne pas la dépasser.

L'appareil de réduction étant en plein train, 5 à 6 heures suffisent pour y réduire le minerai qui passe alors, avec le charbon restant, dans les étouffoirs I, d'où on les retire après leur refroidissement. Pour extraire les charbons et les braises qui restent dans le minerai, il suffit de le projeter à la pelle, comme les batteurs projettent les grains sur les tôles piquées ou les toiles métalliques, pour les nettoyer.

Le minerai ainsi préalablement réduit est chargé dans les hauts fourneaux à raison de 3 kilogrammes pour un kilogramme de minerai cru retranché.

EXPLOITATION DES MINES

MACHINE A VAPEUR HORIZONTALE

A DEUX CYLINDRES ACCOUPLES

POUR L'EXTRACTION DE LA HOUILLE

PAR

M. L.-A. QUILLACQ

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR A ANZIN (NORD)

(PLANCHES 2 ET 3)

M. Quillacq, qui s'est beaucoup occupé de la construction des appareils en usage dans les mines de houille, a bien voulu nous communiquer les dessins d'exécution de l'une des belles et grandes machines à vapeur double qu'il a montée il y a un an aux mines d'Anzin, où elle fonctionne d'une manière très-régulière.

Cette machine se distingue par sa disposition horizontale, qui a permis de réduire notablement la hauteur des fondations, et par l'accouplement des deux cylindres à vapeur dont les pistons actionnent directement, par de longues bielles en fer, les manivelles placées à angle droit sur les bouts d'un arbre unique portant les deux grandes poulies à joues sur lesquelles s'enroulent des câbles plats, qui sont employés de préférence aux câbles ronds, comme étant plus flexibles et présentant plus de durée.

Une telle disposition, qui est appliquée avec succès en Belgique depuis longtemps, n'a pas seulement l'avantage de simplifier le mécanisme en évitant les engrenages, et d'être notablement moins dispendieuse, plus économique de construction, mais encore elle a le grand mérite d'éviter les points morts, tout en supprimant le volant, et de pouvoir effectuer avec facilité toutes les manœuvres relatives au changement de marche, en augmentant assez sensiblement la vitesse, comparativement à celle des machines verticales à balancier.

L'appareil se distingue encore par l'application d'un frein puissant qui fonctionne par l'action même de la vapeur, à l'aide d'un petit cylindre

spécial muni d'un tiroir ou d'un robinet qui est à la portée du machiniste, et dont la tige du piston communique avec le levier du frein.

Avant les moteurs à vapeur perfectionnés que l'on applique généralement aujourd'hui dans l'exploitation des mines, on faisait usage d'appareils spéciaux connus sous les noms de :

Balances hydrostatiques ;
Tours ou treuils ;
Baritels ou machines à molettes.

Peut-être est-il convenable, pour avoir une idée exacte de la manière dont on extrait la houille, d'entrer dans quelques explications sommaires sur ces divers appareils que l'on abandonne actuellement de plus en plus, pour les remplacer avantageusement par les machines à vapeur directe ¹.

BALANCES HYDROSTATIQUES. — Ces appareils sont disposés pour utiliser le poids des eaux réunis à la surface du sol : ils sont donc forcément, malgré leur grande simplicité et l'économie qu'ils offrent par rapport aux autres moteurs, d'une application très-restreinte, parce qu'il faut, en outre du volume d'eau nécessaire au fonctionnement de l'appareil, une galerie d'écoulement destinée à l'évacuation des eaux introduites dans la mine.

Plusieurs de ces moteurs fonctionnent en Angleterre ² pour le service des mines de Pontypool, de Merlhyr-Tydwel et de quelques autres parties du pays de Galles, et pour celles du duc Bridgewater, à Worsley (près Manchester). Ils offrent entre eux quelques différences résultant des localités. Dans les uns, le même puits renferme l'eau motrice et le vase d'extraction, et les chemins parcourus par les deux objets sont les mêmes; dans les autres, l'eau et les bennes ou

1. Nous ne décrivons pas ici les appareils d'extraction connus sous le nom de *Fahrkunst*, qui sont plus particulièrement employés pour la translation de mineurs dans les puits. Ces appareils ne sont pas encore d'une application générale, nous citerons pourtant :

1° La machine de M. Méhu, à Angers, laquelle est employée pour l'extraction des ardoises;

2° Celle de M. Warocqué, à Mariemont (Hainaut);

3° Celle du puits Henri-Guillaume, à Lerang,

Et 4° celle de Cintrum, dans la Prusse rhénane.

Quoique ces appareils aient été souvent modifiés et perfectionnés dans leur exécution, cependant le principe en est resté le même dans les parties essentielles. Deux tiges pourvues de paliers et de poignées sont équilibrées entre elles ou au moyen de contre-balanciers. Une machine communique à ces tiges un mouvement alternatif de montée et de descente; une tige s'élève lorsque l'autre s'abaisse, et au moment où le mouvement change de direction, les paliers des deux tiges se trouvent au même niveau.

Ainsi l'on peut alors passer d'une tige sur l'autre, et au moyen de ces paliers on peut sortir de la mine et y rentrer.

Quelquefois l'on n'emploie qu'une seule tige, et vis-à-vis d'elle on attache des paliers fixés aux parois du puits. Ces paliers fixes sont à la même distance l'un de l'autre que les paliers placés sur la tige mobile et correspondant à la position de ceux-ci aux extrémités de la course.

Dans le 11^e vol. de ce Recueil, nous avons décrit les *ventilateurs aspirants* appliqués à l'aérage des mines, et dans le 11^e vol., les ingénieux *appareils à laver, à épurer et à trier les houilles* de M. Bérard.

2. Nous trouvons ces renseignements dans le *Traité de l'exploitation des mines de houille*, par M. A.-T. Ponson, ingénieur des mines. (Liège. 1852.)

wagons parcourent des espaces inégaux et se meuvent chacun dans un puits spécial. La profondeur à laquelle l'extraction s'effectue dans le pays de Galles, à l'aide des balances hydrostatiques, n'est généralement que de 15 à 20 mètres, et, dans le Lancashire, de 30 à 35 mètres.

Du tour ou treuil. — Cet appareil est composé de deux parties distinctes : l'une, mobile, est formée d'un cylindre horizontal, le plus ordinairement en bois, sur lequel s'enroule une corde ou une chaîne; sur l'axe, sont implantées deux manivelles dont les parties les plus rapprochées du tambour forment les tourillons ou points d'appui du système; l'autre, fixe et immobile, composée de deux poteaux verticaux assemblés sur une semelle et maintenus par des arc-boutants, a pour but de donner au cylindre une assiette solide et invariable.

Les treuils sont installés, soit immédiatement sur le puits, c'est-à-dire sur le premier cadre du revêtement, soit à une certaine distance de l'orifice. Cette dernière disposition, qui exige l'emploi de molettes et d'une petite *belle fleur*, s'applique à des profondeurs d'extraction assez notables; elle permet de se soustraire aux déviations de la corde et de donner au cylindre une longueur convenable. Le câble est simple ou double, suivant les circonstances : il est simple, lorsque sa longueur est égale à la profondeur de l'excavation, plus quelques tours qui restent constamment sur le cylindre; si, dans ce cas, le treuil est placé sur l'orifice du puits, ce dernier ne comporte aucune division en compartiments, parce que la corde doit pouvoir dévier librement de droite à gauche et de gauche à droite; celle-ci, d'ailleurs, ne peut jamais s'enrouler sur elle-même que d'un fort petit nombre de tours, autrement le tirage devient impossible, ce qui arrive ordinairement dès qu'on atteint une profondeur de 30 à 40 mètres avec un treuil de dimensions moyennes.

L'emploi d'un câble double, ou de deux câbles de même longueur, exige un tambour divisé en deux parties égales par un disque lenticulaire en bois; ces deux fractions servent à l'enroulement particulier de chaque corde.

Outre le treuil simple qui vient d'être décrit, les mineurs se servent du treuil composé ou treuil à engrenage. Il se compose d'un tambour de 0^m50 à 0^m80 de diamètre, portant à l'une de ses extrémités une roue dentée commandée par un pignon. Le rapport du nombre des dents affectés à ces deux organes dépend de la vitesse à imprimer aux *benes* ou vases d'extraction; ce rapport est ordinairement compris entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{5}$. Le pignon est calé sur un arbre à l'extrémité duquel sont fixées deux manivelles.

Dans ce cas, la partie supérieure du puits est garnie d'un plancher incliné pour faciliter la réception des vases d'extraction. Ce plancher se compose de madriers jointifs ou de lattes à claire-voie, clouées sur deux pièces de bois, l'une ajustée à l'orifice lui-même, l'autre encastrée un peu plus bas, dans la maçonnerie.

Les treuils, peu coûteux et dont il est possible d'augmenter ou de diminuer la puissance, servent à l'extraction de la houille, à de petites profondeurs, dans les mines d'une importance secondaire, et à commencer l'approfondissement d'un puits en attendant un moteur plus puissant. Leur simplicité et le petit espace qu'ils occupent leur assurent la préférence presque exclusive sur les autres appareils pour les fonçages sous *stol*, les puits destinés au retour de l'air, et pour l'exécution de toutes les excavations verticales dont l'orifice git à l'intérieur de la mine.

BARITELS OU MACHINES A MOLETTES. — La grande quantité de tireurs qu'exigent les treuils appliqués à de grandes profondeurs engage, la plupart du temps, à les remplacer par des baritels.

Cet appareil est composé d'un arbre ou cabestan vertical qui porte à sa partie supérieure un tambour cylindrique, et à sa partie inférieure une ou deux flèches ou bras de leviers, à l'extrémité desquelles agissent les chevaux. Ceux-ci sont attelés à des palonniers que supportent des pièces de bois verticales appelées *poupées*. De même que dans le treuil, des câbles simples ou doubles passent sur deux molettes ou poulies de renvoi placées dans des plans tangents aux deux côtés du cylindre.

La charpente des molettes est formée de quatre montants verticaux assemblés à tenons et mortaises, avec les semelles et les chapeaux, et consolidés par des jambes de force qui lui permettent de résister à la traction de la machine.

L'enroulement des câbles est régularisé par un ajustement particulier. Sur le prolongement de l'axe du tambour et à sa partie supérieure est fixé un petit cylindre sur lequel s'enroulent deux cordons attachés par une de leurs extrémités à de petites moufles; chaque moufle est liée à la partie supérieure des cadres verticaux, qui glissent librement entre des rainures pratiquées sur les deux montants. Ces cadres, munis de deux roulettes entre lesquelles passent les câbles d'extraction et soumis à l'action de poids, sont toujours sollicités à se mouvoir de haut en bas. Que le tambour soit mis en mouvement, le petit cylindre tourne avec lui et dans le même sens; les cadres, sollicités par les poids, descendent et dirigent l'enroulement ou le déroulement des câbles. Le tambour tourne en sens inverse; alors les cadres, rappelés de haut en bas, tendent à replacer la corde dans la situation qu'elle occupait auparavant.

La seule condition essentielle pour la régularité de l'effet produit est que la longueur du cordon enveloppé sur le petit cylindre pendant une révolution complète soit égale au diamètre du câble d'extraction. Si le tambour porte un double câble, ou si un câble est affecté au service de chaque vase, l'enroulement des cordons s'effectue en sens contraire l'un de l'autre: l'une des cordes descend, tandis que l'autre s'élève, et réciproquement.

DES MACHINES A VAPEUR APPLIQUÉES A L'EXTRACTION.

Nous arrivons maintenant au moteur puissant qui, surtout pour l'exploitation des mines où l'on a si rarement la puissance hydraulique à proximité, doit être adopté de préférence à tous les autres. A ce sujet, nous ne pouvons mieux faire apprécier l'importance des machines à vapeur appliquées à l'extraction que ne l'a fait M. E. Rainbaux, administrateur des mines du Grand-Hornu, dans le remarquable rapport du jury de l'Exposition universelle de 1855, et dont nous extrayons le passage suivant :

A mesure que les moyens de transport intérieur dans les mines se sont améliorés, soit par l'emploi des chevaux, soit par l'usage de plus en plus général des chemins de fer, le champ d'exploitation de chaque puits a pu prendre une extension plus considérable, et les puits ont pu être d'autant moins multipliés :

cela constitue un avantage très-important dans les cas fréquents où l'établissement de ces puits est très-difficile et forme la majeure partie de la dépense à faire pour la mise en valeur d'une exploitation. Toutefois, il a fallu en même temps accroître les moyens de production de chaque puits pour continuer à tirer d'un périmètre donné la même production, et pour la développer, même au fur et à mesure de l'accroissement de la consommation. Il y a d'ailleurs, au point de vue purement technique, des avantages nombreux et évidents à faire en sorte qu'un champ d'exploitation donné soit exploité le plus promptement possible. Tous ces motifs réunis ont amené ce résultat, que la production journalière des puits a été constamment en croissant. Des puits donnant 500 ou 600 hectolitres ne sont plus aujourd'hui justifiables que dans des circonstances toutes spéciales. La plupart du temps, on tire au moins 1,000 à 1,200 hectolitres avec les moyens les moins perfectionnés. Il est peu de mines installées d'une manière convenable dans lesquelles on ne cherche pas à obtenir au moins 1,800 à 2,500, ou même 3,000 hectolitres. Il en est enfin dans lesquelles on tire 5,000, 6,000 et jusqu'à 10,000 hectolitres par jour. Une pareille production suppose naturellement des couches d'une richesse appropriée et surtout d'une allure bien régulière, et des moyens puissants d'extraction. Quant à la profondeur, c'est en réalité un des éléments les moins importants; il arrive même souvent que ces puits à production exceptionnelle sont en même temps au nombre des plus profonds, et cela s'explique par cette profondeur même, qui, forçant à en restreindre beaucoup le nombre, conduit à outiller chacun d'eux de manière à lui faire rendre le plus possible. La première condition d'un semblable outillage est un moteur d'une force suffisante. Au lieu de ces anciennes machines de 10 à 15 chevaux, quelquefois 30 à 40 au plus, on monte aujourd'hui des machines de 60, 80, 100, 150 chevaux et au delà. Aux tonneaux, ou cuffats, si lourds et si encombrants, que l'on remplissait aux accrochages et que l'on vidait à la recette supérieure en les faisant basculer, on substitue des cages guidées, lesquelles reçoivent et amènent au jour les wagons ou bennes à roulettes qui vont chercher le charbon à la taille et le conduisent sans aucun transbordement jusqu'au magasin ou au point de chargement. Cette disposition, toute simple qu'elle puisse paraître à imaginer, n'en doit pas moins être regardée comme un immense progrès au point de vue de la célérité du service, de l'économie de main-d'œuvre et de la conservation du matériel, comme à celui de la réduction des déchets sur les gros charbons et de la facilité du contrôle sur le travail des ouvriers mineurs.

En résumé, un bon outillage de puits d'extraction comprend aujourd'hui :

EN PREMIER LIEU. — Une machine à vapeur, dont la force est calculée très-largement, de manière à suffire à toutes les éventualités du service le plus actif que puisse comporter la richesse des couches à exploiter. Cette machine est généralement à deux cylindres accouplés, ce qui, en évitant les points morts et dispensant d'un volant, permet de faire, avec une grande facilité, toutes les manœuvres de changement de marche nécessaire.

Les cylindres peuvent d'ailleurs être fixes ou oscillants, verticaux ou horizontaux; mais les cylindres fixes et horizontaux, faciles à établir dans d'excellentes conditions de stabilité, doivent le plus souvent obtenir la préférence, surtout quand les machines ne doivent pas être très-puissantes¹.

1. Dans les machines à cylindres verticaux, l'établissement des bobines est coûteux et difficile; les seuls avantages qu'elles présentent sont d'occuper moins de place et de per-

La manœuvre de changement de marche est obtenue très-convenablement au moyen de la coulisse de Stéphenson.

Dans les très-grandes machines, on peut avoir un petit cheval pour le jeu de cette coulisse.

Les deux bielles peuvent attaquer directement l'arbre des tambours ou bobines, ce qui, en supprimant des engrenages, simplifie tout le système et évite des chances d'accidents.

Les tambours, ou bien un volant léger placé sur le même arbre, reçoivent un frein puissant qui fonctionne par la pression même de la vapeur, admise au moyen d'un robinet placé à la portée du machiniste. Enfin, ces tambours sont disposés pour des câbles plats de préférence à des câbles ronds, qui, à résistance égale, sont moins flexibles et ont moins de durée.

Ces câbles, pour des puits profonds, doivent être à section décroissante, depuis le point d'attache sur la bobine jusqu'à l'autre extrémité, afin d'obtenir une résistance proportionnée à la charge, dans les différents points, avec le moins de poids et de matière possible.

EN SECOND LIEU. — Un système de cages convenablement guidées pour recevoir les wagons venant des tailles. On peut dire d'une manière générale que ce système doit être employé à l'exclusion des tonnes, sur tous les puits où une circonstance particulière, telle qu'une section insuffisante du puits, ne le rendra pas absolument impossible; enfin, comme complément utile dans tous les cas, et principalement lorsque les cages doivent servir à l'entrée et à la sortie des ouvriers, il est bon d'employer des dispositions propres à arrêter les cages dans le puits, si le câble venait à se rompre, ou à détacher le câble de la cage, si une fausse manœuvre le porte aux poulies¹.

Ces considérations générales se sont trouvées complètement justifiées, et maintenant la presque totalité des mines de houille sont pourvues d'appareils à vapeur puissants à cylindres accouplés.

Le système adopté généralement, de préférence à tous autres, par les ingénieurs, est celui représenté sur les planches 3 et 4.

Ces machines, construites par M. Quillaçq, sont à cylindres horizontaux et à action directe, c'est-à-dire que l'arbre des bobines sur lesquelles les cordes s'enroulent reçoit les manivelles motrices reliées directement par les bielles aux tiges de pistons des deux cylindres accouplés.

Cet accouplement et le calage des deux manivelles à angle droit, évi-

mettre de donner aux câbles des inclinaisons très-favorables à leur durée. Pour atteindre ce résultat avec les machines horizontales, on est conduit à mettre une grande distance entre les molettes, ou à élever le niveau de l'appareil par rapport à la recette. On peut obvier en partie à cet inconvénient en mettant le cylindre en avant des bobines.

1. Plusieurs appareils ont été imaginés dans ce but : dans les uns, comme ceux de MM. Chagot, à Blanzay, Jacquet, d'Arras, etc., l'arrêt, lors de la rupture du câble, se fait par la pression simultanée de freins accouplés sur les deux faces latérales opposées d'un même montant, servant en même temps de guide pour les cages. Dans d'autres, ceux de MM. Machecourt, Fontaine, Donny et Robert, l'arrêt est provoqué par l'écartement de jambes de force qui vont s'appuyer et mordre contre la face antérieure desdits montants. Nous devons signaler aussi, comme spécial, le système de MM. Buttgenbach et Boisseau, où l'arrêt s'opère par deux forts verrous qui reposent de part et d'autre sur des échelons en fer, espacés de 20 à 40 centimètres sur toute la hauteur des deux parois opposées du puits.

tant les points morts, permettent de supprimer le volant dont sont munies les machines qui transmettent le mouvement par engrenages, de sorte que le mécanicien peut arrêter presque instantanément la marche de l'appareil, malgré la grande vitesse imprimée au câble.

Cette vitesse peut donc être plus considérable pour les machines à action directe que pour celle à transmission par engrenages, au moyen d'un arbre intermédiaire et d'un volant.

Ainsi, avec ces dernières, on ne peut guère dépasser une vitesse de 1^m50 par seconde, communiquée au vase d'extraction, tandis qu'avec les premières elle peut être doublée.

Prenons pour exemple une machine de petite force de 15 à 20 chevaux ; dans les conditions ordinaires, on donne généralement 1^m de course au piston, une vitesse normale de 30 révolutions par minute ; et, en adoptant pour le rapport des engrenages celui de 1 à 2, on a 15 tours pour l'arbre des bobines ; le diamètre moyen de celles-ci est de 2 mètres.

D'après ces données, la vitesse ascensionnelle du câble est de

$$15 \times 2 \times 3,1416 = 94^m 248 \text{ par minute.}$$

Ce qui correspond, comme nous l'avons dit, à environ 1^m50 par seconde.

Maintenant prenons une machine de 100 à 120 chevaux à action directe. Pour cette force, on donne généralement aux pistons une course de 1^m,50 à 2 mètres, et, pour ne pas augmenter sensiblement la vitesse rectiligne de ces pistons, on diminue le nombre de révolutions de l'arbre moteur. En adoptant la vitesse moyenne de 20 tours par minute et un diamètre moyen de 3 mètres pour les bobines, on a pour la vitesse ascensionnelle du câble :

$$20 \times 3 \times 314,16 = 188^m 486 \text{ par minute.}$$

Ce qui correspond à un peu plus de 3 mètres par seconde.

Cette vitesse peut être plus que doublée dans les puits avec cages de traction munies de guidages telles qu'on les construit presque partout maintenant¹, comme on le verra à l'examen du tableau qui résume les

1. Il est nécessaire de guider, dans leur course le long du puits, les cages qui reçoivent les chariots ; sans cela, abandonnées à elles-mêmes, au bout des câbles, elles se briseraient bientôt sous l'influence des chocs continuels qu'elles éprouveraient contre la paroi du puits, et, lorsqu'aurait lieu la rencontre de la cage ascendante et de la cage descendante, il y aurait inévitablement un conflit duquel elles ne sortiraient ni l'une ni l'autre en bon état.

Dans les puits non guidés, on subit cet inconvénient pour les bennes ou *cuffits* ; mais c'est à charge de les renouveler assez souvent, et d'ailleurs leur forme en tonneau atténue beaucoup les chocs ; puis on a soin de ralentir la marche, à la rencontre, pour les puits dont le diamètre n'est pas beaucoup plus grand que deux fois la largeur des bennes au ventre.

On ne peut, du reste, jamais atteindre la vitesse que l'on donne aux cages ; on ne peut non plus adapter aux bennes les appareils de sûreté dont sont munies les cages, et c'est justement sous le rapport de la sûreté et de la célérité des manœuvres qu'un puits guidé l'emporte sur un puits non guidé.

résultats d'expériences que nous donnons à la suite de la description de ces machines, pages 40 et 41.

Cependant, il est bon d'ajouter qu'il est préférable au principe d'extraire de fortes charges avec une vitesse moindre, que d'élever rapidement des vases d'une plus petite capacité, tant sous le rapport de l'effet utile de l'appareil que de la conservation des câbles.

Les machines à haute pression sans condensation sont généralement préférées dans les mines¹, parce que, d'un côté, on a rarement l'eau en assez grande abondance dans le voisinage, et que, d'un autre côté, elles sont plus simples, moins coûteuses d'installation et d'entretien que les machines à condensation; d'ailleurs l'économie de combustible n'est pas aussi recherchée, et n'a pas, du reste, la même importance que dans les établissements industriels éloignés des gisements de houille.

Quoiqu'en principe tous les systèmes de machines à vapeur puissent être employés comme appareils moteurs d'extraction, on doit remarquer, par les quelques considérations sommaires qui précèdent, que, dans l'exécution, il est bon de tenir compte d'un assez grand nombre de conditions particulières spéciales à ces moteurs.

Nous allons maintenant décrire en détails la machine à cylindres accouplés et à action directe de M. Quillacq, et nous ferons suivre cette description de l'extrait d'un rapport fort intéressant fait sur cet appareil par M. Cabany, ingénieur, directeur des travaux du jour à la Compagnie des mines d'Anzin.

DESCRIPTION DE LA MACHINE D'EXTRACTION A CYLINDRES ACCOUPLES

REPRÉSENTÉE PL. 2 ET 3.

La fig. 1, pl. 2, est un plan général de l'appareil complet, l'un des cylindres vu extérieurement, et l'autre en section horizontale faite par l'axe.

La fig. 2, pl. 3, représente le même appareil en projection verticale, suivant une section brisée, passant par les lignes 1-2-3-4-5-6 du plan fig. 1;

La fig. 3 en est une projection transversale, vue en élévation, partie extérieurement du côté du fond de l'un des cylindres, partie en section passant par le milieu de la boîte de distribution de vapeur.

La fig. 4 fait voir l'un des cylindres à vapeur dans le sens de sa lon-

¹ Si la dépense d'installation est considérable, elle est évidemment bien vite amortie par l'extraction plus grande qu'on est en mesure d'opérer, et par le profit qu'on retire de l'extraction d'un charbon moins meuu.

1. Les anciennes machines du Nord, celles des environs de Newcastle, par exemple, sont généralement à basse pression et à condensation. Les appareils à détente, excepté dans les machines de Woolf, à deux cylindres, ne peuvent être admises pour l'extraction, dont les différentes phases exigent l'arrêt subit de la marche du moteur et un triple renversement pour chaque vase d'extraction parvenu à l'orifice du puits; extrait du *Traité de l'exploitation des mines de houille*, par M. A.-T. Pouson.

gueur, suivant une section verticale passant par la boîte et le canal d'arrivée de la vapeur.

La fig. 5 est une section transversale faite devant l'un des cylindres, par les guides de la tige du piston, suivant la ligne 7-8 de la fig. 1.

La fig. 6 est une seconde section transversale passant par l'arbre de couche muni des manivelles et des bobines.

La fig. 7 représente en élévation, sur une échelle réduite à $1/60$ de l'exécution, le mécanisme du frein à vapeur.

La fig. 8 est une section verticale du cylindre à vapeur qui actionne le frein; ce cylindre est dessiné à la même échelle que les autres vues de la machine, soit à $1/30$ de l'exécution.

BÂTIS. — Les bâtis sont composés de longrines parallèles en fonte A, présentant en section une forme d'U renversé (voir fig. 3, 5 et 6); leur grande longueur, qui est de 9^m275 , exige qu'ils soient en deux parties solidement assemblées par des oreilles et des boulons *a* (fig. 4).

Ces bâtis reposent sur des massifs en pierres de taille A', lesquels sont fixés par de forts boulons de fondation *a'*, de 4 à 5 mètres de profondeur. Ils présentent, quoique légers relativement, une très-grande résistance, et reçoivent, au moyen de pattes venues de fonte, toutes les pièces fixes de la machine. Vers l'une de leurs extrémités, la section de deux des longrines change de forme, afin de présenter une assise rectangulaire assez large pour former les paliers B, qui portent l'arbre principal B', sur lequel les bobines sont montées.

CYLINDRES ET PISTONS A VAPEUR. — Chacun des deux cylindres est fondu avec quatre oreilles *c*, au moyen desquelles il est fixé sur le bâti correspondant; ces cylindres sont recouverts d'une enveloppe en chêne (non indiquée sur les dessins), cerclée de cuivre, afin d'éviter la condensation de la vapeur.

Chaque cylindre est fondu avec sa table, qui reçoit la boîte de distribution, avec les conduits d'admission *c'*, et celui d'échappement *c''*.

Les pistons C' sont métalliques, et à coins; ils ont deux rangs de segments de chacun 0^m060 de largeur; leurs tiges D est en fer corroyé, de 0^m090 de diamètre; elles sont assemblées avec la tête ou traverse D', au moyen d'une clavette. Cette traverse, sur laquelle la fourche de la bielle motrice vient s'assembler, porte à chacune de ses extrémités un coulisseau en fonte *d* (fig. 2 et 5), ajusté dans les guides E. Ceux-ci sont fixés solidairement aux bâtis par les boulons *e*, et sont évidés intérieurement dans leur milieu, afin de permettre à l'huile fournie par le graisseur *e'* d'y séjourner, et de faciliter ainsi la lubrification des coulisseaux.

Chacun des cylindres porte à l'avant et à l'arrière un robinet purgeur *r* (fig. 4), en communication avec un seul et même tuyau d'échappement *r'*. Les clefs de ces robinets sont reliées par une tringle horizontale méplate *r''*, mise en mouvement par des leviers R, calés sur un arbre horizontal R', communiquant d'un cylindre à l'autre (fig. 1 et 3), et dont les supports *s* sont boulonnés sur le couvercle même de ces cylindres.

Un levier R², monté à l'une des extrémités de cet arbre, permet au mécanicien de purger pendant la marche.

TIROIRS DE DISTRIBUTION ET DE DÉTENTE. — Le système de distribution adopté par M. Quillacq est celui de M. Hanrez, de Belgique, comme offrant l'avantage d'ouvrir et de fermer rapidement le passage de la vapeur. C'est un tiroir en fonte F, évidé intérieurement, à la manière ordinaire, pour l'échappement de la vapeur après qu'elle a effectué son travail dans le cylindre, par le conduit c², et qui, en outre, est muni d'un canal intérieur *f* (fig. 1, 3 et 4), correspondant à la table du cylindre.

La face supérieure de ce tiroir est percée de deux orifices rectangulaires permettant à la vapeur qui arrive par le tuyau G dans la boîte G' de communiquer de l'intérieur de cette boîte dans le canal *f*, au moyen duquel s'effectue la distribution de la vapeur, alternativement devant et derrière le piston C, par les conduits d'admission c'.

Au-dessus du tiroir F est ajustée une contre-plaque F', maintenue en pression par deux ressorts à boudin *f'*, logés dans des renflements qui sont ménagés dans l'épaisseur du couvercle de la boîte. Le milieu de cette contre-plaque est percé d'une ouverture rectangulaire, disposée pour correspondre en temps opportun avec les deux orifices, ménagés dans la cloison supérieure du tiroir.

Comme cette contre-plaque est fixe et que le tiroir est mobile, il arrive un instant, quand ce dernier, arrivé à fin de course, revient pour distribuer la vapeur du côté opposé du piston, que les deux orifices du tiroir sont fermés par la contre-plaque, et par conséquent ne laissent plus pénétrer la vapeur, ce qui forme une sorte de détente par recouvrement réglée à l'avance par les dimensions de la même contre-plaque¹.

Le tiroir F est entouré d'un cadre en fer, réuni par une clavette à une tige en fer *g* qui, traversant la boîte à étoupe *g'* et un guide *g*², fixé sur le bâti, est assemblée à deux bielles méplates H, reliées elles-mêmes à la coulisse dite de Stephenson I, par l'intermédiaire de laquelle le mouvement est communiqué au tiroir de distribution.

CHANGEMENT DE MARCHÉ. — Ce mouvement est obtenu, comme dans les machines locomotives, par la coulisse, actionnée par deux excentriques circulaires I', dont les colliers sont reliés par les barres en fer I².

Cette coulisse porte au milieu de sa longueur deux tourillons (voyez le détail fig. 5 bis), munis de coulisseaux en fonte qui se meuvent dans deux guides de même métal H', fixés contre le bâti. Ces deux tourillons sont forgés avec une chape à fourche *i*², qui laisse l'intérieur de la coulisse libre pour le passage du coulisseau *h*, relié avec les deux bielles H, actionnant le tiroir de distribution.

Pour opérer le changement de marche, il suffit, comme on sait, de

1. Nous avons décrit avec plus de détails cette disposition particulière de détente par recouvrement, dans le IX^e volume de ce Recueil, p. 463.

déplacer le coulisseau des bielles, c'est-à-dire de le maintenir, soit en haut, pour faire tourner l'arbre des bobines dans un sens, soit en bas, pour le faire tourner en sens contraire.

Comme ce coulisseau fait partie des deux bielles H, il faut, pour changer sa position dans la coulisse, déplacer ces deux bielles. La coulisse est donc fixe, et les deux barres d'excentriques n'ont pas besoin d'être soulevées, contrairement aux dispositions employées généralement, ce qui offre l'avantage de ne présenter au mécanicien qu'un poids très-faible à soulever.

Les deux cylindres étant accouplés, il est donc indispensable que le changement de marche soit effectué simultanément sur les deux distributions. A cet effet les doubles bielles H, qui commandent les deux tiroirs, sont reliées, par les leviers j et j' , à un arbre horizontal J placé transversalement de façon à réunir les deux distributions. Cet arbre est supporté par les deux paliers en fonte J', boulonnés sur des oreilles fondues avec les bâtis.

Un second arbre J², supporté par deux consoles K, boulonnées sur les côtés du cylindre de gauche, est muni à l'une de ses extrémités du volant à manette K', et à l'autre extrémité d'un levier k , relié par la tringle K², à un second levier k' , claveté sur l'arbre horizontal J.

Il résulte naturellement de cette combinaison de leviers qu'en faisant tourner le volant à manette K', on fait tourner l'arbre J, et que, par suite, on soulève ou on abaisse simultanément les coulisseaux des bielles H, qui transmettent le mouvement aux tiroirs de distribution. Pour équilibrer le poids des leviers k et j' , fixés sur l'arbre J, le constructeur a eu le soin de rapporter sur cet arbre un autre levier muni d'un contre-poids j² (fig. 1, 3 et 5).

MOUVEMENT DU RÉGULATEUR OU VANNE DE MISE EN TRAIN. — La vapeur arrive du générateur par le tuyau principal L, et traverse, avant de se rendre par les tuyaux G dans les deux cylindres, la boîte L', percée d'un orifice triangulaire pour son passage. Cet orifice est fermé par une vanne mobile verticalement, dont la tige passe dans un presse-étoupe et une traverse-guide supportée par les colonnettes l .

Le mouvement nécessaire pour effectuer l'ouverture de cette vanne, c'est-à-dire la mise en train, ou sa fermeture, et par suite amener l'arrêt de l'appareil, est obtenu en agissant sur la manette M, calée à l'extrémité de l'arbre horizontal M'; celui-ci est relié à la tige de la vanne, à laquelle il transmet le mouvement par le petit levier à deux branches m , la tringle méplate m' et le levier l' , qui a son centre d'oscillation sur la petite colonne en fonte l^2 , montée sur la boîte L' (fig. 1, 2 et 3).

L'arbre M' est encore muni d'un autre levier m^2 , relié par une bielle méplate N et un levier n , à un arbre horizontal N'. Ce dernier, au moyen des leviers y et x , transmet le mouvement au tiroir de distribution du frein à vapeur, comme nous l'expliquerons plus loin.

ARBRES, BIÈLES ET MANIVÈLES. — L'arbre moteur B' a un diamètre de

0^m260 dans toute la longueur, laquelle est de 3^m400 d'axe en axe des paliers B, qui le supportent. Les manivelles O sont calées d'équerre aux deux extrémités de cet arbre; elles sont en fer forgé, et d'une longueur de 0^m900 de centre en centre. Le bouton sur lequel vient s'ajuster la tête de la bielle est également en fer forgé, et la manivelle est emmanchée sur l'arbre, à chaud avec une seule cale.

Les bielles O' ont quatre fois et demie le rayon des manivelles; elles sont méplates, à tête simple du côté de la manivelle, et fourchues du côté de la traverse-guide D', qui forme la tête du piston; elles portent au milieu 0^m115 de hauteur sur 0^m070 d'épaisseur. Des godets graisseurs venus de fonte avec les chapeaux graissent les coussinets.

MACHINE D'ALIMENTATION. — Les chaudières de ces appareils sont alimentées au moyen d'une machine spéciale de la force de six chevaux; elle est horizontale et actionne une pompe à eau froide alimentant une bêche, qui reçoit l'échappement de vapeur de la machine d'extraction, et une pompe à eau chaude aspirant l'eau de la bêche et la refoulant dans les chaudières.

La pompe du puits est à simple effet, d'un diamètre de 0^m150 et d'une course de 0^m300, et celle à eau chaude est à double effet, d'un diamètre de 0^m090, et d'une course de 0^m350.

La bêche, formée de feuilles de tôle de 4 millimètres d'épaisseur, est rectangulaire, d'une contenance de 50 hectolitres; elle est armée de tirants munis d'un tuyau de trop-plein et porte le tuyau d'échappement de vapeur, d'un diamètre intérieur de 0^m300.

DES BOBINES. — Les deux bobines sur lesquelles s'enroulent les câbles destinés à l'élévation et à la descente des cages¹ sont composées chacune de deux plateaux en fonte P, de 1^m800 de diamètre, clavetés solidement sur l'arbre moteur B'. Ces plateaux sont disposés pour recevoir dans leur épaisseur dix bras ou rayons en chêne P', reliés à leur extrémité par des arcs en fonte p qui, réunis, forment une jante de 6^m50 de diamètre à section arrondie, destinée à assurer la rigidité des bras et en même temps à guider le câble, lorsqu'il arrive dans le diamètre de la bobine.

Les bras ou rayons P' sont reliés aux plateaux dans lesquels ils sont engagés et maintenus solidement entre deux joues latérales par des boulons p', à tête fraisée à l'intérieur de la bobine, afin de ne pas gêner l'enroulement du câble sur le moyeu. Ces boulons sont serrés par des écrous qui appuient sur des bandes de tôle forte destinées à garantir le bois du contact des écrous. Les deux plateaux sont en outre réunis par

1. Il est essentiel, dans le montage de l'appareil, que chaque bobine et la molette correspondante soient placées dans des plans parallèles, verticaux et rigoureusement normaux. Les plus petites erreurs forçant le câble à s'infléchir à droite ou à gauche lui font éprouver des frottements latéraux nuisibles pour sa conservation, lors de son passage sur les molettes et de son enroulement sur les bobines.

trois forts boulons p^2 , qui traversent le noyau dans toute sa largeur, de façon à les empêcher de s'écarter l'un de l'autre.

MOLETTES ET CHARPENTE. — Les poulies ou molettes sur lesquelles passent les câbles au sortir des bobines ont 3 mètres de diamètre; elles ont des bras en fer, une jante et un moyeu en fonte.

La jante a $0^m 330$ de largeur extérieure; elle est à gorge et porte des joues de $0^m 10$ de haut.

Les bras, au nombre de 22 par molette, sont ou en fer plein de $0^m 035$ de diamètre, ou en fer creux de $0^m 050$ de diamètre extérieur.

On a soin de couler d'abord la jante qu'on laisse refroidir, ensuite on coule le moyeu; de cette manière, le retrait qui aurait lieu sur les deux parties coulées en même temps, retrait qui casserait ou fausserait le bras, n'est alors d'aucun effet. Ces poulies sont très-solides et très-légères; elles ne pèsent que 15 à 1,600 kil. l'une; c'est environ 700 kil. de moins qu'une poulie de même dimension, quant à la couronne, avec six bras en fonte. Le grand diamètre qu'on leur donne est une des conditions de durée des câbles, qui s'énervent d'autant moins qu'ils sont ployés moins court. C'est dans le même but qu'on éloigne le plus qu'il est possible les bobines par rapport aux molettes, pour que l'angle que fait le câble avec la verticale passant par l'axe des poulies soit le plus grand pour une même hauteur de charpente.

Les deux molettes sont, comme les bobines, placées parallèlement l'une à l'autre à une distance de $4^m 800$ de milieu en milieu, au-dessus d'une charpente en chevalement, composée le plus ordinairement de quatre fortes pièces de bois rendues solidaires entre elles au moyen de moises, et portant à leur partie supérieure un châssis, sur lequel sont établis les quatre paliers qui supportent les axes des molettes.

A un appareil établi aux mines de Blanzly¹, les pieds de chevalement reposent sur des sabots en fonte, fixés sur le sol avec des boulons de fondation, et dont l'écartement est encore maintenu par des tirants en fer. Les sabots ont un grand avantage sur les semelles en bois qu'on emploie ordinairement pour asseoir les pieds des charpentes, parce qu'ils isolent de terre le bas des poteaux qui alors ne se pourrissent pas, comme cela arrive pour les semelles et les tenons. L'application de ces sabots permet d'employer du sapin au lieu de chêne pour faire ces charpentes, et de réaliser ainsi une économie importante.

FREIN A VAPEUR. — Comme nous l'avons dit plus haut, il est indispensable pour les machines d'extraction de maintenir sûrement en arrêt les cages ou les tonnes à une hauteur quelconque du puits, ou de pouvoir enrayer subitement la marche de la machine en cas d'accident; à cet effet, il est utile de mettre à la disposition du machiniste un frein puis-

1. Voyez un article très-intéressant de M. A. Girard dans l'annuaire de 1859, de la Société des anciens élèves des Écoles impériales d'arts et métiers.

sant dont l'action ait lieu le plus instantanément possible. Voici la disposition adoptée par M. Quillacq pour arriver à ce résultat.

Au milieu de l'arbre moteur, entre les deux bobines, est claveté un volant en fonte V (fig. 1 et 7), de 3^m 30 de diamètre, fondu en deux pièces reliées par des boulons *v* pour faciliter son montage sur l'arbre. La section de la jante de ce volant présente extérieurement une gorge peu profonde dans laquelle s'engagent les deux sabots en bois S, dont les frottements simultanés doivent avoir pour effet d'arrêter brusquement la machine.

Pour atteindre ce but, ces sabots sont reliés par des plaques en fonte et des boulons aux leviers en bois S' (fig. 7). Ceux-ci ont une de leurs extrémités montée sur les axes en fer *s*, articulés contre les montants verticaux d'un fort bâti en charpente S², tandis que leur extrémité opposée est reliée par des tringles méplates en fer *s'* et un levier à fourche *t*, à la tige du piston du cylindre à vapeur T, qui sert de moteur spécial au frein.

La vapeur agit dans ce cylindre à simple effet (fig. 7 et 8). Le tiroir de distribution renfermé dans la boîte *t'* n'a d'autre mission que de laisser pénétrer au-dessous du piston T' la vapeur qui arrive par le tuyau U, puis, quand le piston a rapproché, par l'intermédiaire de sa tige *u*, du levier *t* et des tringles *s'*, les deux sabots de la jante du volant, de laisser échapper cette vapeur par l'ouverture *w'*, qui est ménagée, comme à l'ordinaire, dans la tablette fondue avec le cylindre, pour recevoir la boîte de distribution.

Pour faire agir le frein en temps opportun, il suffit donc de faire pénétrer la vapeur sous le piston, en plaçant le tiroir de façon à dégager l'orifice d'introduction pour le mettre en communication avec l'intérieur de la boîte *t*, dans laquelle arrive la vapeur. A cet effet, la tige de ce tiroir est reliée par une équerre *w'* à l'extrémité d'une tringle U', dont l'extrémité opposée est réunie par un double levier *x* à l'arbre horizontal X.

Celui-ci est muni d'une manette X', placée tout près des autres leviers de manœuvre; il est supporté d'un bout par la colonne Z, qui supporte en même temps l'arbre M', transmettant le mouvement à la vanne de mise en train, et de l'autre par une console en fonte Z', boulonnée sur l'un des cylindres horizontaux.

Cet arbre X est encore muni d'un levier *x'* qui, par l'intermédiaire de la bielle Y et du levier *y*, le relie à l'arbre N', lequel porte, outre le levier *n*, un autre levier *y*, commandé par une longue bielle Y', dont l'extrémité seule est indiquée sur la fig. 1.

Nous allons expliquer maintenant le but de ces combinaisons de leviers en décrivant la marche générale de l'appareil.

FONCTION ET CONDUITE DE L'APPAREIL.

Quatre mouvements distincts sont nécessaires pour la conduite de ces machines. Le conducteur ou machiniste a pour cela sous la main, groupés l'un près de l'autre et facilement à sa portée, les quatre leviers suivants :

- 1° Le levier de mise en train M ;
- 2° Celui de changement de marche K' ;
- 3° Le levier du frein à vapeur X' ;
- 4° Celui des robinets purgeurs des cylindres R².

Lorsque la charge suspendue au câble d'extraction doit abandonner le fond du puits ou la chambre d'accrochage, le machiniste, conducteur de l'appareil, au moyen du levier de mise en train M, ouvre la vanne ou régulateur renfermé dans la boîte L', afin de laisser pénétrer dans les cylindres une quantité suffisante de vapeur pour vaincre subitement la force d'inertie et soulever le câble, la cage et les berlines pleines.

A mesure que ces cages s'élèvent dans le puits, la corde se raccourcit et la résistance diminue d'intensité, ce qui engage le machiniste à rétrécir l'orifice d'admission, en agissant sur le modérateur à l'aide du levier M.

Quand la première cage est parvenue à 15 ou 20 mètres du jour, il ralentit sensiblement la marche et se tient prêt à l'arrêter subitement lorsqu'elle a atteint une hauteur convenable, c'est-à-dire se trouve à 1 mètre ou 1^m 50 au-dessus de la margelle. Cet arrêt peut être effectué instantanément, parce qu'en même temps que l'on agit sur la vanne modératrice, on peut faire fonctionner le frein.

Ce double effet qui amène la cessation instantanée du mouvement de la machine peut être encore obtenu sans l'intervention du mécanicien au moyen d'un *arrêt de cage*, venant rencontrer la bielle Y' (visible sur le plan fig. 1), laquelle est reliée par un levier y' à l'arbre N' ; celui-ci, par les leviers n, m², et la bielle N, fait tourner l'arbre M', qui commande le modérateur et agit de façon à interrompre l'arrivée de vapeur dans les deux cylindres moteurs. En même temps, mais pour produire l'effet contraire, le tiroir de distribution du cylindre à vapeur T s'ouvre pour laisser pénétrer la vapeur sous le piston T', qui opère le serrage des sabots des freins sur la jante de la poulie-volant V.

Cet effet est produit par les leviers y, x, et la bielle Y, qui fait tourner l'arbre X, lequel, comme on l'a vu, commande le tiroir du moteur du frein par la bielle V'. Cet arrêt automatique est établi de telle sorte que les cages ou les tonneaux ne peuvent dépasser une hauteur voulue ou être enlevés aux molettes par suite d'erreur ou de négligence des hommes de service.

Les manœuvres qu'il est nécessaire d'effectuer après l'arrêt de la cage au-dessus de la margelle sont les trois suivantes :

1° Changer le sens de rotation pour descendre la cage et la ramener sur la margelle, ce que l'on obtient en agissant sur le volant à manette K' , au moyen duquel, comme on l'a vu, on déplace la coulisse Stéphençon I. Le câble une fois détendu et la machine au repos, les ouvriers enlèvent de la cage les berlines pleines et leur en substituent d'autres vides;

2° Remettre la machine en marche pour relever la cage et ses bobines vides, afin de la rétablir dans la position qu'occupait la cage pleine un instant auparavant;

3° Renverser de nouveau le sens de mouvement de rotation pour faire descendre la cage dans le puits.

SONNERIES MÉCANIQUES.

Pour faciliter les manœuvres et indiquer au machiniste l'instant où il doit ralentir le mouvement, plusieurs moyens sont mis en usage.

Ainsi on place sous les yeux du mécanicien un tableau portant deux fils enroulés en sens inverse mis en mouvement par un petit axe fixé à l'extrémité de l'arbre moteur. Ces deux fils, auxquels sont attachées deux petites cages, représentent à chaque moment, et sur une échelle réduite, la position des deux cages d'extraction.

Souvent aussi, pour plus de simplicité, on applique sur le câble même des *marques* dites d'attention, indiquant à quelle distance de l'orifice du puits se trouve la charge à élever. Ces marques sont généralement formées de chanvre tressé, ou par une large marque faite à la chaux ou au blanc de céruse. Mais, comme certaines dispositions avantageuses à la durée des câbles, et dont nous avons parlé, ont conduit à placer l'arbre des bobines à une certaine distance du puits (variant de 25 à 35 mètres), il faut une attention soutenue de la part du mécanicien, surtout avec les vitesses d'ascension communiquées au câble par les machines à traction directe, pour apercevoir la marque. On a cherché à éviter cet inconvénient par l'application d'une sonnerie.

Plusieurs dispositions ont été successivement adoptées, puis rejetées en raison du peu de sécurité qu'elles offraient. La plupart consistaient en transmission par chaînes ou courroies agissant sur un arbre intermédiaire armé de roues à déclié. De la multiplicité des organes de ces appareils, de l'emploi des courroies, résultait l'inconvénient que l'on avait voulu éviter, c'est-à-dire l'irrégularité du signal et ses conséquences.

La sonnerie adoptée par M. Quillacq n'offre pas les inconvénients signalés, elle est commandée directement par l'arbre des bobines au moyen des deux roues dentées Z' et Z^2 (fig. 1 et 2). La dernière est calée à l'extrémité d'un axe monté sur un petit bâti double en fonte Z^3 , et muni d'un pignon qui commande, au moyen d'autres petites roues dentées, une dernière roue z , percée de trous destinés à recevoir des chevilles. L'une d'elles, suivant la place qu'on lui fait occuper sur la circonférence,

place qui est déterminée à l'avance de façon à correspondre à la hauteur d'ascension de la cage, vient rencontrer le bras z' , auquel est reliée la sonnette suspendue par un ressort destiné à multiplier les vibrations.

Un appareil analogue, mais plus simple d'organes, a été appliqué par M. G. Longuère, ingénieur-mécanicien aux houillères de Ronchamp; il a été décrit dans l'*Annuaire de la Société des anciens élèves des Écoles impériales d'arts et métiers*, auquel nous empruntons la description et les figures ci-dessous.

La fig. A représente cette sonnerie en élévation extérieure.

La fig. B en est le plan horizontal vu en dessus.

Fig. A.

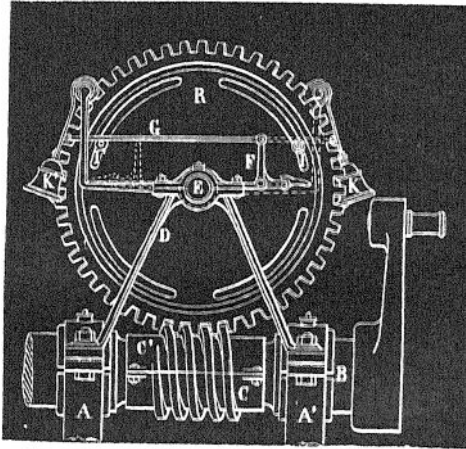
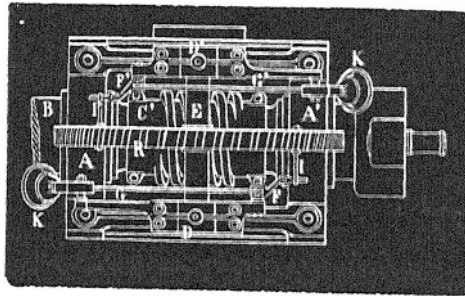


Fig. B.



Cet appareil est supposé monté sur le prolongement d'une machine directe d'extraction, système horizontal, de la force de 150 chevaux. Il y avait, entre les deux supports A, qui font partie de la machine et portent l'arbre de commande B d'une pompe de puits, une portion d'arbre dont on a tiré parti en l'enveloppant de deux coquilles en bronze C, formant par

leur assemblage une vis sans fin à un filet et rendues fixes sur l'arbre au moyen de deux clavettes ou prisonniers.

Sur les chapeaux des supports A sont assemblés deux paliers D, qui reçoivent l'arbre E, sur lequel est calée la roue R, et dont la hauteur dépend du diamètre de cette roue et de celui de la vis C.

Les chapeaux de ces paliers portent d'un côté un tourillon horizontal sur lequel vient s'adapter une équerre à mentonnet F; de l'autre côté, un renvoi dévié sert d'appui au ressort d'une forte sonnette K.

Une petite bielle G réunit la branche rigide de l'équerre au ressort de la sonnette. La roue R est pleine, et possède sur son plan quatre longues échancrures circulaires servant à fixer deux heurtoirs I et I', dont la position se détermine une seule fois pour une même profondeur d'extraction, et une même longueur d'enroulement aux bobines.

Comme l'indique le plan, deux clochettes sont nécessaires pour un appareil : l'une recevant son impulsion pendant la marche en avant, et l'autre pendant la marche en arrière.

Le fonctionnement d'un tel appareil est facile à comprendre. La vis étant à un seul filet et conduite par l'arbre des bobines, chaque course double du piston ou un tour de manivelle correspond à un tour de l'arbre des bobines, par suite à un tour de la vis, et par conséquent à l'avancement d'une dent de la roue R. Il faut donc que celle-ci ait au moins un nombre de dents égal au nombre de tours des bobines correspondant à la plus grande profondeur du puits.

Si nous supposons, pour une profondeur quelconque et pour un diamètre de bobine déterminé, qu'il faille trente révolutions pour amener la cage au point où le machiniste doit se mettre sur ses gardes et ralentir la vitesse de sa machine, la roue aura à développer 30 dents, et l'un des heurtoirs I et I' devra, en ce moment, échapper le mentonnet de l'équerre, de façon à donner au ressort de la clochette une tension suffisante pour que celle-ci se fasse entendre pendant un temps assez long.

Après cet avertissement, la machine continue encore, pendant quelques instants, sa marche dans le même sens, jusqu'à ce que le décrochage sur le puits soit effectué. On procède alors au changement de marche pour remonter la cage qui se trouve à l'accrochage du fond. Dans cette contre-manœuvre, le heurtoir qui vient d'agir rencontre de nouveau le mentonnet de l'équerre qu'il entraîne, en lui faisant décrire un arc de cercle autour de son point d'articulation.

Lorsque le taquet I abandonne le mentonnet, celui-ci retombe par son propre poids et vient reprendre la position horizontale.

Il est indispensable d'établir ce mouvement avec beaucoup de soin, tout en laissant les articulations très-libres.

PRIX ET POIDS DE LA MACHINE A DEUX CYLINDRES

CONSTRUITE PAR M. QUILLACQ.

La machine d'extraction que nous venons de décrire avec ses accessoires, sonnerie et arrêt de cage, pèse environ 42,000 kilogrammes. Elle coûte, prise dans les ateliers du constructeur, à Anzin, 40,000 francs.

DIMENSIONS PRINCIPALES D'UN APPAREIL A DEUX CYLINDRES
ACCOUPLÉS

ET PLACÉ SUR LE Puits TURENNE DE LA COMPAGNIE DES MINES D'ANZIN.

Diamètre du cylindre.....	0 ^m 600
Course des pistons.....	1 ^m 800
Surface de chaque piston.....	0 ^m .q. 2827
Volume engendré à chaque course.....	0 ^m .c. 508
Admission de la vapeur pendant les 5/8 de la course..	1 ^m 425
Détente effective pendant les 3/8 de la course.....	0 ^m 675
Volume de vapeur admis à chaque course.....	0 ^m .c. 318
Pression moyenne de la vapeur dans le cylindre, d'après un diagramme levé sur la machine, très-chargée à dessein, = 2 ^{atm} 645, soit par centimètre carré.	2 ^k 734
Pression totale sur chaque piston.....	7730 kilog.
Soit sur les deux pistons.....	15460 »
Admettant l'effet utile de 90 p. 0/0, cette pression devient 15460 × 0,90..... =	13914 »
Ce qui, à la vitesse moyenne d'un mètre par seconde, correspond à une force de 13914 × 1 ^m 65..... =	185 chev.
La course des pistons étant de 1 ^m 800, on en déduit le moment du travail disponible sur l'arbre des bobines qui peut s'élever à.....	7972 kilog.
Orifice d'admission sur la table des cylindres.....	0 ^m 320 sur 0 ^m 050
Rapport de la surface de ces orifices à la section du cylindre.....	1/18
Orifices d'échappement.....	0 ^m 320 sur 0 ^m 100
Rapport de la surface de ces orifices à la section du cylindre.....	1/9
Diamètre intérieur du tuyau de vapeur commun aux deux cylindres.....	0 ^m 200
Diamètre intérieur des tuyaux, mettant le tuyau commun en communication avec chaque cylindre.....	0 ^m 160
Longueur de la bielle.....	4 ^m 050

Rapport de cette longueur au rayon (0 ^m 900) de la manivelle.....	1 à 4,5
Diamètre de l'arbre moteur.....	0 ^m 290
Longueur dudit, d'axe en axe du palier.....	3 ^m 400
Diamètre des bobines.....	6 ^m 500
Diamètre des plateaux desdites.....	1 ^m 800
Diamètre du cylindre du frein.....	0 ^m 350
Diamètre du volant-poulie sur lequel agissent les sabots	3 ^m 300

L'appareil du puits Turenne est desservi par deux générateurs à bouilleurs, qui sont d'une assez grande dimension pour fournir à la dépense de vapeur; il n'est même pas nécessaire de les mettre tous deux constamment en feu. Chaque chaudière présente en effet une surface de chauffe de plus de 61 mètres carrés, et alimentée par une grille dont la superficie totale dépasse 3 mètres, ce qui correspond à environ 1 mètre de section pour l'introduction de l'air à travers les barreaux.

La prise de vapeur se fait à la partie supérieure d'un dôme cylindrique en tôle, dont la hauteur est de 1^m77, ce qui évite autant que possible l'entraînement d'eau, et permet d'envoyer de la vapeur sèche aux cylindres.

L'alimentation a lieu par un retour d'eau dans lequel on introduit l'eau de la bêche d'échappement à une température de près de 100 degrés centigrades.

DIMENSIONS PRINCIPALES DES GÉNÉRATEURS.

Diamètre de chaque chaudière.....	1 ^m 600
Longueur desdites.....	8 ^m 750
Diamètre des bouilleurs.....	0 ^m 600
Longueur desdits.....	10 ^m 500
Diamètre du dôme.....	0 ^m 600
Hauteur dudit.....	1 ^m 770
Surface de chauffe 3/5 de la chaudière.....	22 mètr. carr.
Id. Totalité des bouilleurs.....	39 ^m .q.50
Surface de chauffe totale.....	61 ^m .q.50
Capacité de la chambre de vapeur.....	7 ^m 600
Volume d'eau, à l'état normal.....	14 ^m .c.200
Largeur de la grille.....	1 ^m 600
Longueur de ladite.....	2 mètres
Surface totale de cette grille.....	3 ^m .q.200
Section d'entrée de l'air à travers ladite.....	1 mètr. carr.
Cheminée ronde, hauteur totale.....	45 mètres
— Diamètre à la base.....	3 mètres
— Diamètre au sommet.....	1 ^m 500
— Section audit.....	1 ^m .q.767
La vapeur est engendrée à la pression de.....	4 à 5 atmosph.

CABLES ET ACCROCHAGES.

Les câbles plats qui font le service dans le puits Turenne sont en fil de fer ; leur longueur totale est de 500 mètres environ, et leur force est telle, que du côté des bobines sur lesquelles ils s'enroulent, le poids est de 6^k50 par mètre de longueur, et du côté de la charge enlevée il se réduit à 5^k50, ce qui donne un poids moyen d'environ 6 kilogrammes par mètre.

Les bobines qui, comme on l'a vu, permettent par le diamètre extrême de leurs joues d'enrouler une très-grande longueur ont un noyau d'enroulement minimum de 2^m50 de diamètre, ce qui correspond, pour le premier tour, à une circonférence de 7^m854.

Le plus petit écartement entre les joues est tel, que l'on peut donner aux câbles une largeur de 0^m200.

Le puits Turenne a trois accrochages, aux niveaux de : 410 mètres, 385 mètres et 349 mètres.

Il est guidé jusqu'en bas. Des cages à deux étages, d'un poids de 1500 kilogrammes, à deux paliers distants de 2 mètres, peuvent recevoir chacun deux wagons en tôle pesant 190 kilogrammes, et contenant 4 hectolitres de charbon.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES

FAITES PAR M. CABANY, INGÉNIEUR DES MINES D'ANZIN, SUR L'APPAREIL ÉTABLI AU Puits TURENNE PAR M. A. QUILLACQ.

Nous extrayons les résultats suivants d'un rapport intéressant qui a été fait par M. Cabany, ingénieur, directeur des travaux du jour, et adressé à la Compagnie des mines d'Anzin, au sujet de cet appareil appliqué sur le puits Turenne, et qui fait grand honneur au constructeur.

Les expériences ont été faites sous la direction de M. Cabany et de M. A. Chenard, qui a eu l'obligeance de nous communiquer ce rapport, le 3 mars 1860 ; elles sont donc toutes récentes.

Les cordes étaient disposées pour effectuer l'extraction de la houille à la profondeur de 385 mètres du sol. Quatre berlines chargées de charbon ont été enlevées de cette profondeur, et élevées en 31 tours de l'arbre des bobines à la hauteur de 328 mètres, c'est-à-dire 57 mètres au-dessous du sol.

Au 31^e tour, le machiniste devant fermer en partie son régulateur pour laisser déposer doucement la cage descendante sur les taquets de l'accrochage de 385 mètres, aucun travail régulier ne pouvait être conclu depuis cet instant jusqu'au moment de l'arrivée à la surface de la cage montante.

Dans cette expérience, comme la charge était faible relativement à la

puissance de la machine, le régulateur n'a été ouvert qu'en partie, la vapeur se détendait donc en se laminant au passage restreint qui lui était laissé; il y avait par suite une assez grande différence entre la pression dans la chaudière, et la pression maximum dans les cylindres.

Les wagons et leur chargè pesaient.....	2156 kil.
Le poids de la charge était donc de.....	5892 »
Et comme le rayon d'enroulement était de.....	1 ^m 43
Par suite le moment de la charge = 5892 × 1 ^m 43 =	8425 kil ^{gram} .
La cage descendante étant vide, l'action du contre- poids était de.....	1560 ^k 5
Et le rayon d'enroulement étant de.....	2 ^m 03
Le moment du contre-poids = 1560 ^k 5 × 2 ^m 03... =	3168 kil ^{gram} .
Par conséquent,	
La différence des moments = 8425 ^{kgm} . — 3168... =	5257 »

La machine pouvait donc sans aucune difficulté enlever cette charge; aussi la pression dans la chaudière étant de 5 atmosphères, bien que le régulateur ne fût ouvert qu'à moitié, la machine s'élança rapidement et prit des vitesses de plus en plus grandes.

Ces vitesses ont été les suivantes :

	5 tours en	16'' 5
10	<i>id.</i>	27'' 5
15	<i>id.</i>	35''
20	<i>id.</i>	41'' 25
25	<i>id.</i>	51''
31	<i>id.</i>	60''

La vitesse moyenne du piston, pendant chacune de ces périodes, a été de :

	1 ^m 09 par seconde.
1 ^m 63	<i>id.</i>
2 ^m 25	<i>id.</i>
2 ^m 80	<i>id.</i>
2 ^m 00	<i>id.</i>
2 ^m 12	<i>id.</i>

Elle aurait dû augmenter graduellement jusqu'à la fin si le machiniste, en voyant la vitesse s'accroître dans une trop grande proportion, n'eût pas restreint brusquement d'une quantité notable l'ouverture du régulateur entre le 19^e et le 20^e tour.

Au 31^e tour, il le ferma entièrement de manière à ralentir suffisamment la marche de la machine pour ne pas agir trop brusquement sur les taquets avec la cage descendante.

TRAVAIL PENDANT LE PREMIER TOUR.

Au départ, la charge était de.....	5892 ^k
Après le 1 ^{er} tour, de.....	5833 ^k
Elle a donc été en moyenne de.....	5862 ^k 50

Pendant le premier tour, le chemin parcouru ayant été de 9 mètres, le travail à faire pour élever la charge

$$= 5862^k 50 \times 9 = 52762 \text{ kilogrammètres.}$$

Au départ, le contre-poids étant de...	4560 ^k 50
Après le 1 ^{er} tour, il était de.....	4628 ^k 50
En moyenne, pendant le 1 ^{er} tour....	= 4594 ^k

Le chemin parcouru par le contre-poids étant de 12^m 69, le travail qu'il a produit a été de

$$4594 \times 12^m 69 = 20228 \text{ kilogrammètres.}$$

La différence entre le travail de la charge et celui du contre-poids,

$$\text{ou } 52762 - 20228 = 32534 \text{ kilogrammètres,}$$

qui représente au minimum le travail que la machine devait faire.

Or, d'après le diagramme, la pression sur le piston était en moyenne, pendant le 1^{er} tour, de 2^k 19 par centimètre carré,

soit, en totalité sur les deux pistons, de 42384 kil.

Le chemin parcouru étant de $4,80 \times 2 = 3^m 60$, par tour; le travail est alors de $42384^k \times 3^m 60 = 44582$ kilogrammètres.

On voit donc que la machine a utilisé à peu près 73 0/0 du travail dépensé.

Le 1^{er} tour de manivelle a été accompli en 5 secondes.

Le travail utile de la charge élevée a donc été de.....	51 ^{ch} 73
Celui des masses en mouvement de.....	86 ^{ch} 76
Enfin celui de la machine, d'après le diagramme....	= 118 ^{ch} 88

TRAVAIL OBSERVÉ PENDANT LES 34 TOURS.

Pendant les 34 tours de l'arbre des bobines, le travail total de la charge, 2156 kilogrammes, élevés à 328 mètres, a été de 707168 kilogrammètres en 60 secondes,

$$\text{soit donc } 707168 \div 60 \times 75 = 157,24 \text{ chevaux.}$$

La charge au départ étant de 5892 kilog.,

était après 31 tours de 3838^k, et en moyenne de 4865^k.

La distance franchie étant de 328 mètres, le travail produit a été de
 $4865 \times 328^m = 1,595,720$ kilogrammètres en 60 secondes,

ou
$$\frac{1,595,720}{60 \times 75} = 354^{\text{ch.}} 60.$$

Le contre-poids au départ étant, comme on sait, de.	1560 ^k 50
Au 31 ^e tour, il s'élevait à.....	3552 ^k 50
En moyenne, il a été de.....	2556 ^k 50

Le travail produit a donc été de 881992 kilogrammètres en 60 secondes,

soit
$$\frac{881,992}{60 \times 75} = 195^{\text{ch.}} 98.$$

La différence 713528 kilogrammètres en 60'', ou 158^{ch.}57, représente le travail des masses en mouvement.

Le travail de la machine a été, d'après le diagramme,

de $9837 \times 3^m 60 = 33793$ kilogrammètres par tour,

et pour 31 tours de 1,047,588 kilogrammètres en 60 secondes

soit
$$\frac{1,047,588}{60 \times 75} = 232^{\text{ch.}} 80.$$

Le travail utile de la charge élevée représente donc 67,67 p. 0/0 du travail de la machine, et 99 p. 0/0 du travail des masses en mouvement.

Par suite, le travail des masses en mouvement représente 68,34 p. 0/0 du travail de la machine à vapeur, ce qui paraît être un très-bon résultat.

TRAVAIL PENDANT LE 31^e TOUR.

Au commencement du 31 ^e tour, la charge était de.	3917 kilog.
Et après ce 31 ^e tour, elle n'était plus que de.....	3838
Elle a donc été en moyenne de.....	3877 ^k 50

La distance parcourue fut de 12^m 12, le travail était alors de

$$3877^k 50 \times 12^m 12 = 46995 \text{ kilogrammètres,}$$

En commençant le 31 ^e tour, le contre-poids était de	3490 kilog.
Et à la fin, il était de.....	3552 ^k 50
Il a donc été en moyenne de.....	3521 kilog.

La distance parcourue étant de 9^m 58, le travail a donc été de

$$3521^k \times 9^m 58 = 33731 \text{ kilogrammètres.}$$

Le travail des masses en mouvement pendant le dernier tour se réduit donc à

$$46995^{\text{kgm.}} - 33731^{\text{kgm.}} = 13264 \text{ kilogrammètres.}$$

Le travail de la charge utile élevée est de

$$2156^{\text{k}} \times 12^{\text{m}} 12 = 26130^{\text{kgm.}} 72.$$

Il est donc presque double de celui des masses en mouvement.

Enfin, d'après le diagramme, pendant le 31^e tour, la pression sur les pistons a été en moyenne de 1^k 27 par centimètre carré, ce qui fait sur toute leur surface, 7182 kilogrammes,

soit, pour un espace parcouru de 3^m 60,

$$7182 \times 3,60 = 25,855 \text{ kilogrammètres.}$$

Le rapport du travail utile au travail de la machine est donc, pour le 31^e tour, d'un peu plus de 101 p. 0/0.

TRAVAIL MOYEN.

De ce qui précède, M. Cabany conclut ainsi pour le travail moyen obtenu par l'appareil.

Le moment, ou travail moyen de la résistance, peut être déterminé comme il suit :

La charge au départ étant de 5892 kilogrammes, se trouve diminuée, après 15 tours et demi, de 1014 kilogrammes, représentant la corde enroulée sur la bobine ;

Cette charge est donc devenue $5892 - 1014 = 4878$ kilogrammes.

Le bras du levier étant de 1^m 6857,

Son moment est alors de $4878 \times 1,6857 = 8222,84$ kilogrammes.

Le contre-poids, au départ, étant de 1560^k 50,

Après 15 tours et demi, il est augmenté du poids de la corde déroulée ;

$$\text{soit de } 1017^{\text{k}} 50$$

Il est donc devenu : $1560,50 + 1017,50 = 2578$ kilogrammes.

Son bras de levier étant de 1^m 7743,

Son moment est alors de $2578^{\text{k}} \times 1^{\text{m}} 7743 = 4574,14$ kilogrammètres.

La différence des moments est donc, en ce point, de 3648^k 70.

Le diagramme moyen donnant une pression moyenne de 1^k 27 par centimètre carré, le moment de la machine est de 5379 kilogrammètres.

L'effet utile du moteur, en ce point, est alors de 68 p. 0/0.

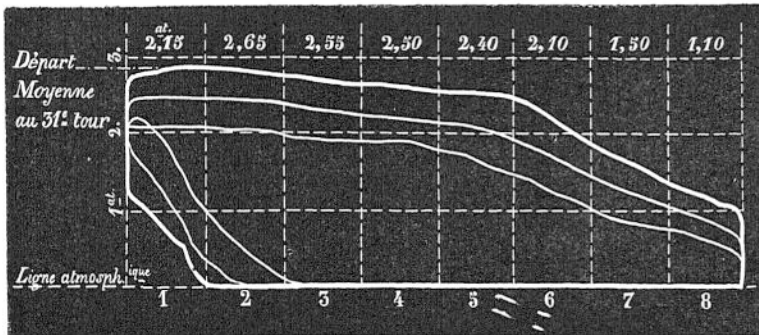
Voici le tableau des pressions obtenues par l'ingénieur lui-même sur l'appareil du puits Turenne, et qui lui ont servi à effectuer les calculs mentionnés ci-dessus :

TABLEAU DES PRESSIONS

OBTENUES SUR LA MACHINE DU Puits TURENNE LE 3 MARS 1860.

DÉSIGNATIONS.	PENDANT le 1er tour.	DU 45 ^e tour au 16 ^e tour.	PENDANT le 31 ^e tour.	OBSERVATIONS.
Pression moyenne pendant l'admission.	1,60	1,32	1,12	L'admission a lieu pendant les $\frac{5}{8}$ de la course du piston, mais la détente commence dès l'origine du mouvement. Elle ne se prononce bien nettement qu'entre la moitié et les $\frac{5}{8}$ de la course; néanmoins la pression a été calculée comme si la détente n'avait commencé réellement qu'après les $\frac{5}{8}$ de la course franchie.
Pression moyenne due à la détente....	0,60	0,42	0,23	
Pression due à la condensation.	*	0,07	0,13	
Total.....	2,20	1,81	1,48	
Contre-pression.....	0,08	0,20	0,25	
Pression effective.....	2,12	1,61	1,23	

Ces pressions ont été déterminées par des diagrammes indiqués sur la figure ci-dessous, à l'aide d'un *indicateur* analogue à celui que nous avons publié dans le 3^e volume de ce Recueil.



M. Cabany observe que ces diagrammes obtenus dans les différentes conditions de marche de la machine indiquent de nouveau, ce que l'on savait déjà du reste, que l'effet utile d'une machine d'extraction, toutes choses égales d'ailleurs, est d'autant plus grand que la machine est plus chargée.

CONCLUSION.

D'après les conclusions du rapport de M. Cabany, on peut dire que la machine du puits Turenne a donné dans un cas, que l'on peut regarder comme extrême, il est vrai, 90 p. 0/0 d'effet utile¹, mais que, dans le cas moyen de la deuxième expérience du 3 mars, elle a donné véritablement le maximum qu'une machine de ce genre puisse donner.

On peut constater dans le tableau suivant, dont nous devons la communication à l'obligeance de M. Chenard, les différentes phases du travail du moteur et des masses en mouvement pendant les expériences faites le 3 mars 1860.

PREMIÈRE PARTIE DU
TABLEAU GÉNÉRAL DES EXPÉRIENCES

FAITES SUR L'APPAREIL DU PUIT TURENNE LE 3 MARS 1860.

DURÉE des observa- tions.	NOMBRE de tours de l'arbre des bobines.	MOTEUR.				CHARGE UTILE ÉLEVÉE.			
		Vitesse des pistons.	Pression sur les pistons.	Travail en		Vitesse par seconde.	Charge en kilogr.	Travail en	
				kgm.	chevaux.			kgm.	chevaux.
secondes.		mètres.	kil.			mètres.	kil.		
46,50	5	4,09	44847	42913	472	2,80	2456	6037	80
44,00	5	4,63	40913	47790	237	4,44	2456	9582	428
8,00	5	2,25	40037	22584	301	6,82	2456	13841	485
6,25	5	2,80	9328	26680	356	8,61	2456	48563	247
9,75	5	2,00	8540	17024	227	5,80	2456	42504	467
8,50	6	2,42	7634	46184	216	8,38	2456	48067	241
60,00	34	4,86	9387	47460	232,80	5,47	2456	44793	457

OBSERVATIONS.

Nous avons dû diviser ce tableau en deux parties pour la facilité de la disposition générale et de la lecture.

La première partie comprend le travail du moteur et la charge utile élevée. Elle montre en résumé : 1° que le nombre de révolutions de l'arbre des bobines a été de 34 en 1 minute;

2° Que la vitesse moyenne des pistons était de 4^m 86 par seconde, et que la pression moyenne était de 9387 kilogrammes;

1. Ce résultat a été obtenu dans une expérience faite le 29 février, mais qui n'est pas consignée dans cet extrait

3° Que par suite le travail du moteur correspondait moyennement à 232^{ch}.8;

Et 4° que la charge utile élevée a été en moyenne de 157 chevaux.

La seconde partie du tableau comprend le travail des masses ascendantes et des masses descendantes, d'où par suite celui des masses en mouvement.

Ainsi, lorsque le travail moyen des masses ascendantes s'élevait à 355 chevaux, avec une vitesse moyenne de 5^m47 par seconde et une charge moyenne de 4865 kilogrammes; celui des masses descendantes était de 196 chevaux, avec une vitesse moyenne de 5^m75 par seconde et une charge moyenne de 2556 kilogrammes; d'où il résulte que le travail moyen des masses en mouvement a été réellement de 159 chevaux.

DEUXIÈME PARTIE DU
TABLEAU GÉNÉRAL DES EXPÉRIENCES

FAITES SUR L'APPAREIL DU Puits TURENNE LE 3 MARS 1860.

DURÉE des observa- tions.	MASSES ASCENDANTES.				MASSES DESCENDANTES.				TRAVAIL des masses en mouve- ment.
	Vitesse par seconde.	Charges en kilogr.	Travail en		Vitesse par seconde.	Charge en kilogr.	Travail en		
			kgm.	chevaux.			kgm.	chevaux.	
secondes.	mètres.	kil.			mètres.	kil.			
16,50	2,80	5798	16234	216	3,79	4782	6763	90	426
11,00	4,44	5445	24175	322	5,44	2069	11255	150	472
8,00	6,82	5419	32863	438	7,42	2390	47046	227	254
6,25	8,64	4777	44130	548	8,74	2697	22874	305	243
9,75	5,80	4442	25647	342	5,33	3009	16037	214	428
8,50	8,38	3546	29715	396	7,03	3367	23670	316	80
60,00	5,47	4865	26614	355	5,75	2556	14697	196	159

L'auteur observe qu'au commencement de ces expériences le régulateur était seulement en partie ouvert, et on l'a maintenu à la même ouverture jusqu'au vingtième tour, et à partir de ce moment on l'a fermé partiellement jusqu'à la fin.

On voit, d'après ce tableau, que le travail de la charge utile élevée n'est, pendant les 5 premiers tours, que 49 p. 0/0 de celui du moteur;

Qu'il devient tour à tour 56 p. 0/0, 65 p. 0/0, 74 p. 0/0, 79 p. 0/0;

Et enfin, pendant les 6 derniers tours, il s'élève à 112 p. 0/0 du travail de la machine.

On voit aussi que le travail des masses descendantes retranché de celui des masses montantes, donne pour chaque période correspondante 73 p. 0/0, 83 p. 0/0, 68 p. 0/0, 57 p. 0/0 et 37 p. 0/0.

L'auteur signale, en outre, que tandis qu'entre le 25^e et le 31^e tour, le rapport du travail de la charge à celui de la machine est de 112 p. 0/0, il a trouvé précédemment que pour le dernier tour ce même rapport n'était que de 101 p. 0/0 ;

Et enfin que, tandis que le rapport entre le travail des masses en mouvement et celui de la machine est de 37 p. 0/0, pendant les 6 derniers tours, ce rapport avait été trouvé précédemment pour le dernier tour de 50 p. 0/0 environ.

En résumé, on ne peut s'empêcher de conclure de l'examen de cette machine et des épreuves qu'on lui a fait subir, qu'elle est dans les meilleures conditions possibles pour faire un bon service.

Les épreuves faites après six mois de marche, sans aucune préparation préalable, démontrent le bon agencement et la solidité de l'ensemble.

Aussi M. Cabany termine son rapport du 30 mars dernier en disant : « Les machines de M. Quillacq sont donc à la fois élégantes et solides, et paraissent devoir résister au maximum de travail qu'on peut leur demander, et à la durée prolongée de ce travail sans exiger un entretien aussi coûteux. »

Nous ajouterons que, si les expériences faites avec beaucoup de précision sur la machine du puits Turenne ont démontré la bonne exécution des divers organes des machines de M. Quillacq, le grand nombre de machines semblables que ce constructeur a fournies depuis trois ans dans le Nord, dans le Pas-de-Calais, dans la Loire, et même à l'étranger¹, tend à prouver le même fait que ces machines sont maintenant reconnues pour être établies dans d'excellentes conditions.

EXAMEN DES CABLES EN CHANVRE, EN ALOËS ET EN FILS MÉTALLIQUES.

Les câbles étant un des éléments essentiels d'une extraction, un grand nombre de procédés ont été mis en usage pour perfectionner leur fabrication, et les amener à présenter une grande résistance tout en conservant un poids restreint par mètre courant; c'est qu'en effet le poids du câble développé s'ajoutant à celui des bennes ou cages à enlever, il est du plus haut intérêt de diminuer ce poids autant que possible. Pour cette raison capitale, les chaînes en fer composées de maillons ont été

1. Dans un court espace de temps, vingt-deux appareils analogues ont été exécutés par M. Quillacq, pour les mines du Nord, du Pas-de-Calais, de la Loire, et pour les mines de Belgique et d'Espagne.

abandonnées depuis longtemps, et on leur a substitué des câbles en chanvre ou en aloès, ou en fil de fer.

Nous n'examinerons donc que ces derniers, en nous aidant à cet effet de plusieurs ouvrages spéciaux que nous aurons le soin de citer.

CABLES ROUNDS EN CHANVRE ET EN ALOÈS¹. — Les câbles appliqués à l'extraction de la houille gisant à de petites profondeurs, au fonçage de puits à bras d'hommes et à beaucoup d'autres usages, ont une section circulaire et sont formés de chanvre et d'aloès.

Les fils destinés à la fabrication des cordages sont des *fils de caret* ². Leur épaisseur, mesurée par leur circonférence, est en raison du nombre de brins employés; elle est de 6 à 9 mill. pour les gros, et de 4, 5 à 7 mill. pour les petites et moyennes cordes. Un *toron* est la réunion de plusieurs fils par la *torsion* ou le *commétage* ; deux, trois et même quatre torons commis ensemble forment une corde ronde à laquelle est également appliqué le nom d' *aussière* , si toutefois elle est destinée à la fabrication ultérieure d'une câble plat. La grosseur d'une corde ronde s'exprime par le nombre d'unités linéaires contenues dans son périmètre.

La torsion imprimée aux fils constitutifs d'une corde réduit notablement leur longueur primitive. Cette diminution, évaluée en moyenne à un tiers, s'accroît naturellement avec le diamètre. D'après les expériences de M. Duhamel, les cordages tordus au $\frac{1}{3}$ et même au $\frac{1}{4}$ perdent une notable partie de leur force de résistance. Pour bien faire, elle ne devrait pas s'élever au delà de $\frac{1}{5}$, sans jamais excéder $\frac{1}{4}$, dont $\frac{2}{3}$ pour le raccourcissement des fils réunis en torons et $\frac{1}{3}$ pour le commétage des torons eux-mêmes.

CABLES PLATS EN CHANVRE ET EN ALOÈS. — Les cordes rondes appliquées à des fardeaux considérables et à de grandes profondeurs deviendraient énormes, leur roideur augmenterait outre mesure, tandis que leur résistance à la rupture diminuerait par suite du degré de torsion auquel les torons seraient soumis. Le célèbre Muschenbrock, recherchant les moyens de se garantir de ces inconvénients, avait proposé de tresser les torons de manière à les disposer entre eux aussi parallèlement que possible. Cette proposition était restée sans résultat lorsque M. John Curr, l'inventeur des appareils pour guider les vases d'extraction, imagina de réunir, par une couture transversale, plusieurs *aussières* disposées dans le même plan et de telle manière que les axes fussent tous parallèles entre eux. Son brevet date du 17 novembre 1798.

Les câbles plats anglais, formés de 4 aussières de forte épaisseur, ont reçu en Belgique des perfectionnements fort importants, dus en grande partie à M. Goins de Thermande. Ils se composent, non plus de 4, mais de 6 *aussières* , dont 3 sont tordues de droite à gauche, et les autres de gauche à droite, la juxtaposition parallèle et alternative des premières et des secondes détermine, dans l'ensemble, l'aspect extérieur d'une tresse. Chaque aussière est formée de trois torons dont la torsion est rigoureusement suffisante pour maintenir les fils réunis en attendant la couture. Celle-ci s'opère au moyen de deux cordelettes

1. Voir à ce sujet le *Traité de l'exploitation des mines de houille* , par M. A.-T. Ponson, ingénieur des mines. (Liège, 1852.)

2. Nous avons donné la fabrication mécanique des cordes et cordages de M. Merlier-Lefèvre, du Havre, dans le v^e volume de ce Recueil, p. 278 et suivantes.

composées de 12 fils non tordus, insérées simultanément dans les aussières, par deux côtés opposés du câble; ces cordelettes forment des zigzags, dont les diverses lignes brisées se croisent entre elles au milieu de la corde, et une série de trapèzes en contact par leurs angles obtus. Les 4 aussières à 3 torons des câbles anglais doivent, pour supporter le même poids, avoir une épaisseur plus grande que les aussières adoptées en Belgique; aussi, à poids égal et à longueur égale, la corde anglaise est plus roide, la direction des fils s'écarte davantage de la ligne parallèle à l'axe, et par conséquent leur résistance est inférieure aux câbles fabriqués sur le continent. Comme, en outre, la couture se fait au moyen de ficelle mince et fragile, les aussières se disjoignent et des débris de houille, s'introduisant dans les vides, agrandissent ces fissures et détériorent le câble.

Les motifs de préférence des câbles plats sur les cordes rondes dérivent de leur plus grande solidité, de leur moindre résistance à la flexion, de l'impossibilité où ils se trouvent de se tordre et de se détordre aussi fréquemment que les seconds, dans lesquels est aussi déterminée la rupture d'un grand nombre de fils; enfin, les aussières agissant parallèlement peuvent être chargées d'un poids égal à la somme de tous ceux qui peuvent supporter chacune d'elles prise isolément. La différence de résistance observée entre deux câbles, l'un plat et l'autre rond, tous deux de même longueur et de même poids, est, en vertu de cette circonstance, très-considérable, car si le premier a 6 centimètres de largeur sur un centimètre d'épaisseur, il supportera 8000 kilogrammes à la rupture, tandis que le second, dont le diamètre serait d'environ 27^{mill.} 5, ne résistera qu'à un poids de 2500 kilog. Toutefois, il est une limite minimum pour la section des câbles plats; il est rare, en effet, que leurs dimensions soient au-dessous d'un décimètre de largeur sur 45 millimètres d'épaisseur, vu la difficulté de les coudre; en outre, il existe dans certains moteurs des dispositions qui forcent à faire usage de cordes rondes, quelle que puisse être leur épaisseur.

COMPARAISON ENTRE LE CHANVRE ET L'ALOËS¹. — Des expériences ont été faites simultanément dans les ports de Brest et de Toulon, par ordre du ministre de la marine française, afin de comparer la force respective des cordages en chanvre et en aloès. Les commissaires nommés à cet effet se sont conformés, dans ces circonstances, aux règlements en usage pour la réception des fournitures de chanvre. Celui-ci, à l'état blanc, est tordu en fils de caret; 24 de ces fils forment un cordage appelé *quarantenier d'épreuve*, dont la circonférence est de 47 millimètres. Une longueur de 4 mètres doit peser 680 grammes. D'après les conditions en vigueur dans la marine, une telle corde doit supporter, au minimum, un effort de 1600 kilog., mais elles en supportent 1800, et quelques-unes vont jusqu'à 2200 et plus.

Les expériences de Brest ont été faites sur l'aloès seul, dont les résultats étaient comparés avec le minimum exigé pour les quaranteniers en chanvre. On a trouvé qu'à poids égal les cordages d'aloès supportaient des efforts un peu au-dessus du minimum exigé pour les cordages en chanvre; mais qu'à dimensions égales, les résistances étaient bien au-dessous de ce minimum.

À Toulon, où l'aloès et le chanvre étaient essayés simultanément, et où ce dernier pouvait, par conséquent, indiquer un maximum de résistance, les résultats ont été les suivants :

1. L'aloès provient des filaments soyeux de l'aloès-pitte ou agave d'Amérique. On emploie cette substance, soit dans son état naturel, soit enduite de goudron.

1° En moyenne et à volumes égaux, les cordages de ces deux substances étant doués d'une force exprimée réciproquement par les nombres 1821 et 2071, le chanvre a sur l'aloès un excédant de force d'environ 14 pour 100;

2° Un cordage en chanvre de 50 millimètres de circonférence pèse autant qu'un quarantenier d'aloès de 57 millimètres; aussi, le poids de cette dernière substance n'est que de 0^m 877 de la première.

Quant à la manière dont ces deux substances se comportent lorsqu'elles sont plongées dans l'eau ou exposées aux intempéries de l'atmosphère, il résulte des expériences de Toulon que les cordages blancs en chanvre et en aloès, après un séjour de quatre mois dans l'eau de mer, perdent, les premiers $\frac{3}{6}$ de leur force, les seconds seulement la moitié; ainsi, l'aloès possède une propriété hydrofuge dont le chanvre est dépourvu. L'aloès goudronné, retiré de l'eau, a constamment conservé presque toute sa force de résistance. Enfin, si les cordages blancs sont livrés aux intempéries de l'air (qui pendant les expériences a été constamment sec), le chanvre conserve son avantage sur l'aloès, tandis que, goudronné, le contraire a lieu. Si donc l'aloès-pitte présente, à poids égal, un plus grand volume que le chanvre, si, à volumes égaux, il lui est inférieur sous le rapport de la force et peut-être de la souplesse, il se comporte infiniment mieux dans une atmosphère humide, et le goudron, qui attaque les fibres du chanvre, n'exerce pas d'influence sur l'aloès.

Dans les applications aux mines, une partie de la résistance du chanvre est anéantie par l'humidité de l'air renfermé dans les puits, et les câbles de cette nature ne tardent pas à devenir, sous ce rapport, inférieurs à ceux d'aloès. L'excès de volume de ce dernier n'entraîne aucun inconvénient, tandis que sa qualité hydrofuge et son peu de sensibilité pour le goudron offrent de grands avantages.

Longtemps cependant la question est restée douteuse, ce n'est que dans ces derniers temps que l'on a fini par constater la supériorité réelle, quant aux travaux des mines, de la dernière substance sur la première.

POIDS ET FORCE DE RÉSISTANCE DES CABLES. — Le poids des divers cordages étant un des éléments essentiels du calcul des moteurs d'extraction, il importe de le déterminer approximativement avant la confection des cordages eux-mêmes. Il en est de même pour des devis et pour d'autres objets où cette connaissance est indispensable.

Les éléments nécessaires à la détermination du poids des câbles en chanvre et en aloès, ronds ou plats, blancs ou goudronnés en fils, se rapportent à une unité dont la longueur est d'un mètre, et la section transversale d'un centimètre carré; ces éléments sont les suivants :

CORDES BLANCHES.		Goudronnées en fil.	
Chanvre.....	0 ^k 094	de.....	0 ^k 11 à 0 ^k 12
Aloès.....	0 ^k 084	soit.....	0 ^k 096

Le poids de l'unité qui, pour le chanvre, est de 0^k 11 à 0^k 12, peut s'élever à 0^k 13 et même à 0^k 135; pour peu que le cordier, prodigue de goudron, en ait fait pénétrer un excès entre les fils et les aussières. Ces données serviraient à l'exploitant pour déterminer le poids de toute espèce de câble. S'agit-il, par exemple, d'une corde ronde de 54 millimètres de diamètre, ou de 169^m 5 de cir-

conférence, il lui suffit de multiplier l'aire de la section exprimée en centimètres par 0^k14 pour trouver la valeur cherchée. En effet, cette section étant de 2^m29 carrés, le poids trouvé par mètre courant, ou 2^k52 , ne s'écarte de la réalité que d'un hectogramme.

Un grand nombre de cordes plates en usage dans les mines du Couchant de Mons ont une largeur de 0^m14 , une épaisseur de 0^m03 , et pèsent de 4^k85 à 4^k86 . En prenant pour l'unité de poids 0^k115 , le calcul aurait donné 4^k83 .

CABLES CONIQUES ¹. — Ce sont des câbles qui commencent près de la charge à 4 ou 5 kilog., et dont les dimensions croissent progressivement, de telle sorte que, près du moteur, le poids est porté à 7 et 8 kilog. par mètre.

Les dimensions étant ainsi proportionnées aux efforts, le câble dure plus longtemps. Seulement, on ne peut le retourner comme on le fait avec les câbles de dimension régulière sur toute leur longueur.

CABLES EN FILS DE FER. — Dans beaucoup d'exploitations, on substitue aux câbles en chanvre des câbles en fils de fer, ou des câbles mixtes en fils de fer tressés autour de petites cordes en chanvre qui servent d'âme et donnent de la souplesse.

Les câbles en fils de fer doivent être très-peu tordus et être fabriqués avec des fils non recuits de 3 millimètres au moins; ils ne pèsent, pour un effort donné, qu'environ le tiers des câbles en chanvre. Ces câbles ne doivent être employés que dans les puits guidés où ils ne sont pas soumis à des mouvements de torsion qui les déforment ².

Nous trouvons dans la *Revue universelle* les renseignements suivants sur une manufacture installée par M. Godin à Aix-la-Chapelle, dans laquelle se fabriquent des câbles et courroies en tissus à chaîne métallique.

Ces courroies et câbles sont des tissus véritables, exécutés avec des chaînes distinctes, l'une en fils métalliques, soit de fer (galvanisé ou étamé), soit de cuivre, et l'autre en fils de lin et avec une trame composée de deux ou plusieurs fils de forte laine retordus avec un fil de lin. L'*armure* de ces éléments est combinée de manière que les fils métalliques soient entièrement recouverts par les autres matières entrant dans la confection du tissu.

Les fils de fer, ainsi tissés, n'éprouvent aucune torsion, ce qui est l'une des principales causes de leur diminution de résistance dans les câbles ordinaires.

De plus, on sait que la résistance à la rupture, pour une section donnée de fils de fer, croît à mesure que le diamètre de ces fils diminue; par exemple, l'effort de traction que supporte, *sans s'altérer*, un fil de fer est, par centimètre carré :

1. *Traité du gisement et de l'exploitation des minéraux utiles*, par Amédée Burat.

2. Les deux câbles doivent être naturellement enroulés en sens inverse sur les bobines. Il résulte de cette disposition qu'un des câbles est ployé dans le même sens sur une bobine et sur une molette, tandis que l'autre, ployé dans un sens sur la bobine, est ployé en sens inverse sur la molette. Le câble, ainsi ployé en deux sens différents, dure naturellement moins longtemps que l'autre, ce qui a conduit les ingénieurs à chercher les dispositions qui permettraient de les enrouler tous deux dans le même sens. Cela s'obtient par un engrenage supplémentaire, mais à l'inconvénient de la courte durée d'un câble ou substitue celui d'un organe qui complique le mécanisme moteur. On préfère généralement rester dans les conditions ordinaires. D'après des résultats constatés aux mines du Grand Hornu, la durée de fonctionnement du câble d'*en-dessous* est seulement les 0,9 de celle du câble d'*en-dessus*, pour les mêmes conditions de travail utile produit.

2,000 kil. pour un diamètre de 3 millimètres.			
2,500	<i>id.</i>	<i>id.</i>	1 1/2
3,000	<i>id.</i>	<i>id.</i>	1/2

M. Godin compose ces câbles de fils de fer de 4/10 de millimètre de diamètre, ce qui fait qu'à force égale les bandes sont plus étroites, plus souples et d'environ 25 p. 0/0 plus légères que dans le système ordinaire.

D'après un rapport de M. BONA, directeur de l'école de tissage de Verviers (Belgique), les courroies Godin supportent, en restant encore loin de leur limite d'élasticité, un effort de traction de 160 kilog. par centimètre carré de section transversale, tandis que le cuir, à surface égale, ne peut supporter impunément plus de 25 kilog.

Afin de prévenir les effets désastreux de l'oxydation, M. Godin emploie ou des fils de fer galvanisés ou des fils ayant été immergés un certain temps dans une solution faible de potasse, ainsi que le conseille M. Payen. De plus, le tissu de lin formant l'enveloppe extérieure des câbles, et qui protège encore ainsi les fils de fer, est à son tour enduit d'une composition particulière dont le but est de rendre toute oxydation impossible.

La force de ces câbles peut s'évaluer d'après les données suivantes :

FILS DE LIN.

Numéro du fil.....	44
Charge de rupture à la traction.....	7 kil.
Nombre de fils par centimètre carré.....	72
Résistance par centimètre carré.....	504 kil.
Poids d'un mètre courant par centimètre carré.....	29 gr.

FILS DE FER.

Numéro du fil.....	27
Charge de rupture à la traction.....	8 kil.
Nombre de fils par centimètre carré.....	200
Résistance par centimètre carré.....	1,600 kil.
Poids d'un mètre courant par centimètre carré.....	250 gr.

CABLE FABRIQUÉ.

Nombre de fils par centimètre carré.....	272
Résistance totale à la rupture par centimètre carré...	2,104 kil.
Force pratique, 1/10 de la charge de rupture.....	210 kil.
Poids d'un mètre courant d'un centimètre carré de section (lin et fer).....	279 gr.
<i>id.</i> <i>id.</i> (trame)...	42
	<hr/> 291 gr.

APPLICATIONS DIVERSES. — Quelques exemples vont compléter ces renseignements principaux sur les câbles d'extraction en chanvre, en aloès et en fils de fer. Nous avons vu qu'au puits Turenne des mines d'Anzin le câble est en fil de fer et a une longueur de 500 mètres environ, et son poids, qui est de 6^k50 par mètre du côté de la charge enlevée, n'est plus que de 5^k50 à l'enroulement, soit environ 6 kil. par mètre courant.

Les câbles plats en chanvre, également employés à Anzin, mais pour des puits moins profonds et pour lever des charges moins considérables, ont 0^m 115 de largeur sur 0^m 03 d'épaisseur; ils pèsent 4^k 19 par mètre courant, et se vendent 450 francs les 400 kilogrammes.

Au puits Lucie III des mines de Blanzy, les câbles sont en chanvre; ils ont 300 mètres de long, 6 aussières de trois torons chacune, faisant 240 mill. de large à une extrémité et 180 mill. à l'autre. Un tel câble pèse 2995 kil. et se vend 4 fr. 50 cent. le kilogramme.

Les câbles dont on fait usage au puits n° 8 des mines du Grand-Hornu sont en aloès goudronné, d'une longueur totale de 423^m 53, y compris la partie qui forme le noyau des bobines¹. Ce sont des câbles plats à six aussières de trois torons chacune, réunies par une couture simple. Ils sont composés de trois parties de sections différentes ayant respectivement, à partir de l'estomac des bobines jusqu'au fond du puits, les longueurs de 258^m 82, 441^m 18 et 121^m 70. Ces trois parties forment un câble à section décroissante de la manière suivante :

1 ^{re}	partie de 0 ^m 17 de largeur, sur 0 ^m 0377 d'épaisseur.
2 ^e	<i>id.</i> 0 ^m 46 <i>id.</i> 0 ^m 0354 <i>id.</i>
3 ^e	<i>id.</i> 0 ^m 45 <i>id.</i> 0 ^m 0333 <i>id.</i>

Ces trois sections sont celles que possède le câble à la sortie de la fabrique; mais elles ne tardent pas à diminuer par l'effet de l'allongement qu'il prend sous l'influence du poids élevé et du sien propre. On peut évaluer cet allongement à environ 4 p. 100 de la longueur totale du câble déroulé.

Les torons de la première partie dite de *relevage* sont composés de 27 fils de caret de 2 à 3 mill. de diamètre; ceux de seconde de 25 fils, et ceux de la troisième de 22 fils. La première partie renferme donc 486 fils de caret, la seconde 450 et la troisième 396.

Le poids total du câble est de 2290 kil., et, par conséquent, le poids moyen, par mètre courant, de 5^k 47.

Il coûte 4 fr. 70 cent. le kilogramme.

La proportion d'aloès blanc qui entre dans ces câbles peut être évaluée à 85 p. 100 de leur poids, et celle de goudron à 15 p. 100. Ce dernier est du goudron de Stockholm, préférable à celui d'Archangel, parce qu'il imbibé mieux les fils, se durcit moins vite, et n'abandonne pas aussi facilement le câble, dans le frottement de celui-ci sur la molette, sous l'action de la pression exercée par la charge.

1. On sait que pour préserver le point d'attache du câble, afin d'éviter la fatigue qu'il subit dans l'intérieur de la bobine, il est nécessaire, pour de grandes profondeurs, de laisser au moins huit à dix tours du câble enroulé, quand la cage est au fond du puits.

FILATURE DU COTON

CARDE DOUBLE

A CHAPEAUX CIRCULAIRES ROTATIFS

PAR

M. E. NOUFLARD, directeur de filature chez M. CRÉPET, à Rouen

(PLANCHES 4 ET 5)

Comme nous l'avons fait dans les deux derniers volumes de cette *Publication* pour la filature du lin et du chanvre, nous nous proposons de donner successivement, dans ce nouveau volume, les machines les plus perfectionnées employées dans la *filature du coton*. Nous avons déjà, comme on doit se le rappeler, publié, à diverses époques, plusieurs machines destinées à la préparation de cette matière textile. Nous pouvons citer en particulier :

- 1° Le *batteur-étaleur double*, de M. Lagouée (iv^e vol.);
- 2° Une *carde perfectionnée avec débourreur mécanique automate*, par M. Dannery (v^e vol.);
- 3° Un *banc à tubes*, par M. Dyer (iv^e vol.);
- 4° Un *banc à broches en fin* (vi^e vol.);
- 5° Un *métier à filer continu* (ix^e vol.),
- 6° Et un *mull-jenny self-acting*, par M. Weild (ix^e vol.).

Depuis l'apparition de ces diverses machines, des perfectionnements nombreux et plus ou moins importants ont été apportés dans les procédés mécaniques concernant la préparation et la filature du coton; il devient donc utile, pour nous, qui devons suivre la marche progressive de l'industrie, de décrire les machines nouvelles en usage, afin de faire connaître à nos lecteurs les appareils et les métiers qui donnent maintenant les meilleurs résultats pratiques.

L'année dernière, à l'Exposition régionale de Rouen, nous avons pu constater avec plaisir les progrès réels dont nous venons de parler; parmi

les divers métiers exposés, ceux qui ont le plus frappé notre attention sont les suivants :

1° *La carte double à chapeaux circulaires rotatifs* de M. Noullard, laquelle se distingue d'une manière toute spéciale de celles qui l'ont précédée, pour ses dispositions nouvelles, son débouillage automatique et les avantages qu'elle présente comme économie dans la production.

2° *Un réunisseur de carte*, de M. Danguy jeune, remarquable par l'addition d'un mécanisme permettant de faire varier l'étirage, afin de le mettre en rapport avec le nombre plus ou moins grand des mèches ou de rubans venant des cardes.

3° *Un laminoir* du même constructeur, et qui a été aussi très-remarqué pour sa construction soignée et bien entendue.

4° *Un rota-frotteur à broches*, également de M. Danguy jeune, lequel s'est surtout fait remarquer par son système de renvidage différentiel sur des axes horizontaux.

5° Enfin, *le renvideur mécanique ou mull-jenny self-acting* de 1,200 broches, de M. Thouroude-Danguy.

L'intérêt que présentaient ces machines nous ayant engagé à les faire relever, les constructeurs, sur notre demande, et avec une parfaite obligeance, se sont empressés de nous en accorder l'autorisation. Nous sommes donc en mesure de les faire connaître aujourd'hui dans tous leurs détails. Nous commencerons par la carte double à coton de M. Noullard, et nous continuerons cette série de machines en suivant autant que possible l'ordre dans lequel s'effectuent les opérations dans les filatures.

Cette carte, pour laquelle l'auteur a pris un brevet d'invention de 15 ans, le 26 juin 1856, permet de produire un travail double et plus parfait que celui obtenu avec les cardes ordinaires. Elle se compose de deux tambours peigneurs :

Le premier, garni de fortes dentures, prépare la matière et fait l'office de carte en gros ;

Le second, muni de dents d'une plus grande finesse, termine le cardage.

Les chapeaux qui recouvrent ces tambours, au lieu d'être composés de barres plates garnies de dents, sont formés de petits rouleaux entourés de rubans de carte sur toute leur circonférence et animés d'un mouvement de rotation très-lent, mais progressif; leur vitesse est si faible qu'en regardant fonctionner la machine, on ne s'aperçoit même pas qu'ils sont animés d'un mouvement rotatif à vitesse graduée.

Ce mouvement a pour but de ramener à la partie supérieure, en dehors du contact des dents du tambour, les dents des chapeaux qui ont travaillé et qui sont engorgées par les déchets, la bourre et les matières étrangères enfermées dans le coton. Ramenées ainsi complètement à découvert, il devient facile de les débouiller mécaniquement, sans interrompre la marche de la machine; c'est ce qui a lieu d'une façon très-simple au moyen d'une sorte de peigne animé d'un mouvement circu-

laire de va-et-vient, communiqué par un mécanisme spécial qui fait partie de la machine.

L'avantage des chapeaux circulaires rotatifs à vitesse graduée, et débourrés continuellement, consiste surtout à présenter aux dents du gros tambour des aiguilles dégagées de boutons, ce qui ne peut avoir lieu avec les chapeaux-planches, car le débourrage, ne pouvant être qu'intermittent, n'opère que sur les dentures complètement remplies de boutons ; il suit de là que le coton est forcé de s'enfoncer dans les aiguilles du tambour, et que l'on est obligé de débourrer très-souvent pour éviter les *matons*.

Au moyen du système de M. Noufflard, il est très-facile de proportionner le débourrage au degré de propreté que l'on veut obtenir, et à celui de malpropreté des cotons que l'on travaille.

Le double cardage effectué ainsi sur la même machine permet, indépendamment de l'économie qu'il procure sur la mise de fonds, la main-d'œuvre, la perte en déchets, l'emplacement, la force motrice, permet, disons-nous, d'opérer sur une plus forte épaisseur que par le cardage ordinaire. En effet, le deuxième tambour prend la nappe du premier par l'intermédiaire d'un rouleau-peigne déchargeant le peigne de ce premier tambour. La seconde opération s'effectue donc sans résistance des cannelés, lesquels renforcent les tendons, restreignent leur jeu et ne permettent de produire que des quantités relativement peu considérables.

Dans cette nouvelle carde, l'évaporation est insensible comme nous avons pu le constater à l'Exposition, car bien qu'elle fonctionnât tous les jours dans d'assez mauvaises conditions, aucun duvet ne s'en échappait.

Les dispositions particulières de mécanisme et de construction qui distinguent cette machine, et que cet exposé ne peut faire comprendre complètement, se reconnaîtront aisément à l'inspection des pl. 4 et 5, dont nous allons donner une description détaillée.

DESCRIPTION DE LA CARDE DOUBLE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 7 DES PL. 4 ET 5.

La fig. 1, pl. 4, est une élévation longitudinale vue de face de cette machine, du côté du mouvement des peignes débourrateurs.

La fig. 2 en est un plan horizontal vu en dessus.

La fig. 3, pl. 5, représente cette même machine en section longitudinale, faite par le milieu de sa largeur.

La fig. 4 est une seconde vue de face, opposée à la fig. 1, du côté de la transmission de mouvement du moteur.

Les fig. 5 et 6 donnent en détail, à l'échelle de 1/5 de l'exécution, le mécanisme qui produit l'enroulement du ruban et sa superposition sous forme d'anneaux à l'intérieur du pot mobile.

DISPOSITION GÉNÉRALE. — Les axes des deux tambours et des principaux cylindres dont cette carte est composée sont supportés par un bâti en fonte formé de deux flasques verticales A, reliées entre elles par des entretoises en fonte A' et des boulons en fer *a*. Pour leur donner plus de légèreté, ces flasques sont évidées; elles présentent ainsi des ouvertures rectangulaires fermées par des plaques en tôle retenues par des taquets ou verrous *a'*. Les deux extrémités sont fermées par des panneaux en bois A², munis de portes, permettant de nettoyer facilement et d'enlever les déchets qui tombent des tambours sur le plancher.

Pour supporter les axes des chapeaux placés au-dessus des deux tambours, deux demi-couronnes en fonte B sont fixées de chaque côté sur les flasques du bâti; leur milieu est également fermé par des panneaux en tôle pour empêcher les poussières qui se dégagent, de se répandre dans la salle des machines. Dans le même but, les cylindres intermédiaires, qui donnent et retirent la matière aux tambours, sont couverts par des douves en bois B', qui épousent leur forme. Elles sont disposées pour pouvoir être enlevées aisément ou montées à charnières, de façon, dans les deux cas, à faciliter le nettoyage, le démontage et, au besoin, les réparations.

Comme dans toutes les cartes, les paliers *a*² des cylindres travailleurs sont montés sur les bâtis de façon à pouvoir se déplacer d'une petite quantité, afin de régler leur position les uns par rapport aux autres avec la plus grande exactitude; ceux du cylindre G, placé entre les deux tambours, non-seulement peuvent se déplacer horizontalement, mais encore sont ajustés sur des bras en fonte montés à charnières contre les flasques du bâti, de telle sorte que l'on peut, à l'aide de la vis *a*⁴ (fig. 4 et *h*), changer leur position dans le sens vertical.

Tous les paliers de cette machine sont pourvus des graisseurs continus de M. Bonière fils, de Rouen. Ces graisseurs sont beaucoup plus simples que tous ceux qui ont été proposés jusqu'ici; ils ne se composent, comme l'indique le détail fig. 8, pl. 5, que d'un tube vertical surmonté d'un réservoir *a*³, qui est, comme d'ordinaire, placé au centre du palier. Le tube descend sur la portée de l'arbre, et sa base, qui est percée de trous, lui reste tangente.

Le réservoir n'est pas rempli d'huile ou de graisse ordinaire, et c'est là principalement la particularité distinctive de ce système de graisseur continu, il est plein d'huile, dite *concrète réfrigérante*, qui n'est pas fluide, mais forme au contraire une sorte de pâte onctueuse; quand l'arbre est en mouvement, cette huile fond légèrement à la partie inférieure, et se répand par gouttelettes sur toute la surface du tourillon.

Cette huile particulière, pour laquelle M. Bonière est breveté, est composée de *glycérine* mélangée avec des huiles ou des graisses dans une proportion qui n'altère en aucune manière les propriétés de la glycérine, laquelle empêche la formation des cambouis.

DES TAMBOURS ET CYLINDRES FOURNISSEURS. — Les deux tambours C et C'

sont formés chacun d'un cylindre en tôle rivés sur trois roues à croisillons fixés sur un axe en fer. La circonférence extérieure de ce cylindre, au lieu d'être garnie de stuc ou formée de douves en bois, comme cela se fait le plus ordinairement, est recouverte d'une forte épaisseur de sciure de bois appliquée par le procédé de M. Dubus aîné, de Rouen.

Ce procédé a pour but : 1° d'éviter les variations de température qui amènent la déformation des tambours en bois ordinaire ; 2° d'être plus légers que ceux en fonte et plus solides que ceux en stuc ; 3° de retenir plus sûrement les clous qui servent à fixer les plaques ou les rubans de carde ; il consiste à semer sur le cylindre de tôle des couches de sciure de bois que l'on fait adhérer au moyen d'une colle particulière ; puis, quand la couche est arrivée à une certaine épaisseur, on l'entoure de ficelle, et on recouvre encore cette ficelle de sciure et de colle, de façon à former un corps solide que l'on tourne ensuite pour présenter une surface qui permette de fixer les rubans garnis de dents.

Les deux tambours ainsi confectionnés sont montés sur le bâti ; leurs axes sont reçus par des paliers qui y sont fixés ; l'un d'eux est muni de la poulie à quatre diamètres P, recevant le mouvement du moteur et le transmettant par la courroie *b* à la poulie P', fixée sur l'arbre du second tambour. Tous les autres mouvements dont les différents organes de la machine sont animés, sont communiqués par les axes des deux tambours, comme nous le verrons bientôt.

En avant du premier tambour C est monté un cylindre en bois ou en fonte D (fig. 3, pl. 5), garni de dents droites et fortes destinées à déchirer la nappe de coton et à en garnir les dents du tambour. L'axe de ce cylindre est muni, en dehors du bâti, d'une poulie D', sur laquelle passe la courroie croisée *d*, qui lui transmet le mouvement par le grand diamètre du cône P, calé sur l'axe du tambour C (fig. 2 et 4).

Devant le cylindre D se trouve le petit cylindre *e*. Ce dernier est en fer et cannelé sur toute sa longueur ; il repose sur une table *e'*, fondue aux deux extrémités avec les paliers ou guides dans lesquels ce cylindre est monté. La position de la table *e'* (et naturellement avec elle le cylindre alimentaire qui en fait partie), ou sa distance par rapport au cylindre D, est réglée suivant les besoins du service, c'est-à-dire suivant la nature des cotons à carder ou des degrés de finesse que l'on veut obtenir, au moyen de deux vis *e²*, qui permettent d'opérer le déplacement de la table sur la traverse en fonte A' du bâti sur laquelle elle est fixée.

Le cylindre alimentaire est maintenu en pression sur la nappe de coton qu'il doit entraîner, et qui, à cet effet, est engagée entre sa circonférence et la table, au moyen de deux contre-poids montés aux extrémités des leviers E, reliés aux chapeaux qui appuient sur les tourillons de ce cylindre. La table *e'* est prolongée par une petite planchette en bois *f*, laquelle reçoit la nappe directement à la sortie du rouleau en bois E', chargé de coton venant du batteur.

Ce dernier est placé entre les deux joues en fonte F, qui lui servent de guide, et, au-dessus du rouleau alimentaire F', lequel est animé d'un mouvement lent de rotation, nécessaire pour amener le déroulement uniforme de la nappe sur la table. Ce mouvement est transmis par le cylindre alimentaire au moyen du pignon f' , des deux roues intermédiaires g , et de la roue g' (fig. 2 et 4), fixée sur l'axe même du rouleau.

Le premier tambour C, dans son mouvement de rotation, emporte la nappe et la soumet à l'action des chapeaux qui opère le premier cardage; il en est dépouillé par les dents du cylindre G, lequel tourne en sens inverse du tambour. A cet effet, la courroie g^2 , qui est croisée, transmet directement le mouvement du plus petit diamètre du cône au grand diamètre la poulie G', fixée sur l'axe du cylindre G.

Cette poulie G' est fondue avec un second étage d'un plus petit diamètre, destiné à commander la petite poulie h (fig. 2, 3 et 4), fixée sur l'axe du cylindre H. Les dents dont celui-ci est garnie enlèvent le coton qui entoure le cylindre G, et le restitue au second tambour C'.

Il est ensuite repris à celui-ci, quand le second cardage est effectué, par le cylindre, ou *volant-peigneur* H', lequel n'est autre qu'un petit tambour garni de rubans de cardé, mais dont les dents sont plus longues et presque droites; il est animé d'un mouvement de rotation très-lent, qui lui est communiqué de l'axe du tambour C' par une série de roues d'engrenage. Tangentiellement à ce volant est disposée une lame dentée ou peigne h' , animé d'un petit mouvement alternatif vertical de va-et-vient qui lui permet de détacher la nappe de coton. A cet effet, ce peigne est vissé sur une barre en bois réunie, par trois bras en fer l, à un petit arbre en fer i , pouvant osciller librement sur deux colonnettes verticales fixées au bâti. Une des extrémités de cet arbre est munie d'une manivelle r , reliée par la bielle l' à l'excentrique j (fig. 2 et 4); celle-ci lui communique le mouvement qu'elle reçoit de l'axe du tambour C', au moyen des poulies à gorges J et J' et de la corde j' .

La nappe détachée par le peigne est engagée dans le petit entonnoir h , qui la conduit entre les deux cylindres en fonte K, montés librement dans la fourche de deux petits supports fixés sur l'une des traverses Λ' du bâti. Le cylindre supérieur ne fait que presser sur le boudin formé par la nappe de coton engagé dans l'entonnoir, mais le cylindre inférieur attire cette nappe au fur et à mesure qu'elle est détachée des dents du volant, parce qu'il est animé d'un mouvement de rotation continu assez lent, qui lui est communiqué par une série d'engrenages, ainsi que nous le verrons plus loin.

DES CHAPEAUX CIRCULAIRES ET DES DÉBOURREURS. — En décrivant chacun des organes de cette cardé, à peu près dans l'ordre dans lequel ils travaillent, nous avons omis avec intention de parler des chapeaux, sans lesquels le cardage ne peut avoir lieu; c'est que nous voulions leur consacrer une mention toute spéciale.

Ces chapeaux, qui offrent, comme nous l'avons déjà dit, un des principaux caractères de nouveauté de cette carde, au lieu d'être composés de planches rectangulaires, comme c'est l'habitude généralement, sont formés de cylindres en bois L, recouverts de rubans de carde, et leur centre est occupé par un axe en fer. Les deux extrémités des axes de tous ces chapeaux sont prolongées en dehors des deux demi-couronnes B, fixées sur les deux flasques du bâti, pour reposer dans la fourche qui termine les boulons l, montés dans les doubles oreilles fondues avec ces demi-couronnes pour les recevoir.

D'un côté, ces axes reçoivent, en dehors de leur support à fourche, des petits pignons l', dont le nombre de dents et le diamètre vont en augmentant graduellement, pour chaque tambour, du premier chapeau circulaire au dernier, c'est-à-dire de l'entrée de la nappe à sa sortie.

Tous ces pignons se commandent mutuellement, mais, pour tourner dans le même sens, une seconde rangée de pignons intermédiaire l² sont placés entre chacun d'eux, et, comme par suite de l'augmentation des diamètres de la première rangée de pignons montés sur les axes des chapeaux, les distances conservées entre eux diminuent graduellement, les diamètres des seconds pignons décroissent également, et naturellement en sens inverse des premiers.

Entre chacun des chapeaux circulaires L sont placées deux traverses en bois L', qui règnent sur toute leur longueur, celle inférieure reliée aux deux extrémités à des joues également en bois, fixées de champ contre les demi-couronnes en fonte B, sur lesquelles sont montés les supports des chapeaux.

Les traverses supérieures reposent simplement entre les chapeaux afin de pouvoir les enlever aisément pour opérer le nettoyage du tambour, qui doit avoir lieu chaque jour, le matin avant la mise en marche.

Toutes ces traverses sont creusées circulairement pour épouser la forme des chapeaux, et leur servir de coursier en laissant passer librement les dents. Celles inférieures sont, en outre, un peu relevées (comme on peut le remarquer fig. 3) du côté opposé au mouvement de rotation du tambour, afin de faciliter le passage de la nappe en évitant qu'elle soit arrêtée par l'angle aigu que présenterait la traverse, et en même temps de présenter un espace vide, une voie de ce côté, pour la sortie de la bourre et des matières étrangères dégagées du coton par le peignage au contact des dents des chapeaux.

Cette forme donnée à la traverse inférieure est indispensable, car, sans elle, les matières étrangères qui doivent être détachées de la nappe seraient entraînées avec elle par le tambour, tandis qu'au contraire, par le seul fait de cette disposition très-simple, ces matières s'engagent sans obstacle entre les traverses, et sont entraînées dans le mouvement rotatif des chapeaux jusqu'à ce qu'elles apparaissent en dehors de la circonférence extérieure, pour être enlevées par les déboureur.

Chaque déboureur, et il n'en faut qu'un pour chaque tambour, n'est autre qu'une sorte de chapeau-planche de carde ordinaire, composé comme ces chapeaux d'une traverse rectangulaire en bois M , garni d'une plaque de carde. Cette traverse est reliée à ses deux extrémités à des bras en fer M' , montés fous latéralement de chaque côté du tambour, sur son arbre, lequel sert ainsi de centre de mouvement au déboureur, en permettant librement l'oscillation des deux bras latéraux, qui peuvent alors décrire un arc de cercle, dont l'amplitude doit correspondre à toute l'étendue occupée au-dessus du tambour par les chapeaux circulaires.

Les déchets enlevés par le peigne déboureur durant sa course tangentielle aux chapeaux sont retirés des dents de ce peigne par un second peigne de construction semblable m , mais immobile, qui, à cet effet, est fixé par des boulons filetés sur les demi-couronnes du bâti. Au moyen de ces boulons, on règle exactement la hauteur des dents du peigne fixe par rapport à celles du peigne mobile, afin que le débouillage du déboureur ait lieu le mieux possible. Les déchets tombent ensuite de ce peigne fixe m , sur les douves en bois qui recouvrent les cylindres G et H , ainsi qu'il est indiqué par la fig. 3.

Le poids des traverses dont les déboueurs sont formés est équilibré par des contre-poids de forme lenticulaire m' , montés aux extrémités des bras en fer M' , de l'autre côté de leur centre d'oscillation, naturellement opposé à ces traverses.

Pour qu'une seule transmission de mouvement fasse fonctionner simultanément les déboueurs des deux tambours, deux bielles méplates en fer M^2 reliant entre eux, de chaque côté, les bras en fer M' .

Comme on a déjà dû le reconnaître, le mouvement à communiquer aux déboueurs est un mouvement circulaire, assez lent, de va-et-vient. Voici comment il est obtenu : sur l'axe du premier tambour C , à chacune de ses extrémités, en dehors du bâti, est montée folle une roue pleine N , contre laquelle est fixé, par des vis, le bras M' correspondant. Cette roue, par une chaîne Vaucanson N' (fig. 1, 2 et 4), commande un pignon n , calé sur un arbre en fer n' , placé à une petite distance du sol et régnant sur toute la largeur de la carde pour recevoir, de l'autre côté du bâti, un pignon semblable commandé de la même manière.

Du côté principal de la commande (fig. 1 et 2), l'arbre n' est prolongé pour recevoir un second pignon o , plus petit que le premier, qui engrène avec une crémaillère O , reliée par une bielle O' à un bouton de manivelle pris sur la roue d'engrenage O^2 . Celle-ci reçoit un mouvement circulaire continu, considérablement ralenti, de l'axe du tambour C , par l'intermédiaire du petit pignon o' , et des poulies p et p' .

Il résulte de ces combinaisons que le mouvement circulaire continu du tambour communiqué à la roue O^2 , est transformé par la bielle O' en mouvement alternatif ou de va-et-vient à la crémaillère O . Celle-ci fait

donc tourner, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, l'arbre n' , muni des pignons o et n . Alors ce dernier, au moyen de la chaîne N' et de la roue N' , communique le même mouvement aux bras munis des déboueurs M .

COMMANDE GÉNÉRALE. — Comme il a été dit plus haut, le mouvement est transmis à la carde par une courroie venant de la poulie motrice et embrassant le petit diamètre du cône P , calé à l'extrémité de l'axe du premier tambour C . Celui-ci, au moyen de la courroie b (fig. 2 et 4), donne le mouvement au second tambour C' . Ces deux tambours tournent presque à la même vitesse; et ce sont eux qui actionnent tous les autres organes de la machine.

Nous venons de voir que le mouvement de va-et-vient des déboueurs était communiqué par la poulie p' , qui fait partie de l'axe du premier tambour C . Cet axe, par le grand diamètre du cône P et de la poulie D' , commande le cylindre D , et par la poulie G' , le petit tambour G , qui, à son tour, par la poulie h , donne le mouvement au cylindre H .

L'axe du second tambour C' met en mouvement les autres organes; ainsi, par les poulies à gorge J et J' (fig. 2 et 4), il actionne le peigne détacheur de la nappe h' ; puis, au moyen d'une série d'engrenages, le cylindre ou volant-peigneur H' , qui à son tour fait mouvoir les rouleaux attireurs K , le cannelé alimentaire e , et les chapeaux circulaires.

A cet effet, le bout de l'axe du tambour C' , opposé à celui qui reçoit sa poulie de commande P' , est muni d'un pignon d'angle engrenant avec une roue q , fixé à l'une des extrémités d'un petit arbre Q . A l'extrémité opposée de cet arbre, est montée un petit pignon qui engrène avec une roue d'angle q' . Sur le même axe se trouve un pignon droit engrenant avec la roue Q' , fixé à l'extrémité de l'axe du volant-peigneur H .

Cette roue Q' , par l'intermédiaire des roues r et du pignon r' , donne le mouvement aux rouleaux K qui attirent la nappe, et la fait passer sous forme de boudin dans l'entonnoir k .

La roue Q' commande encore le cylindre cannelé et les chapeaux circulaires L . A cet effet, elle engrène avec une roue R (fig. 1), montée folle sur un petit axe fixé sur ce bâti. Au moyen de cette dernière, de chaque côté, sont fixés deux pignons r^2 et r^3 . Le premier engrène avec un pignon d'angle claveté à l'extrémité de l'arbre incliné R' , dont l'extrémité opposée est munie du petit pignon d'angle s , qui commande la roue S , fixée sur le prolongement du petit cylindre cannelé e . Celui-ci porte, en dehors du bâti, du côté opposé à la roue S , un pignon f' , qui, par l'intermédiaire des petites roues g et g' (fig. 2 et 4), donne le mouvement au rouleau alimentaire F' , provoquant le déroulement de la nappe enroulée sur l'ensouple E' .

Le cylindre cannelé e est encore muni d'une vis sans fin s' (fig. 2), qui engrène avec une petite roue droite à denture hélicoïde fixée sur l'axe S' . Cet axe, par l'intermédiaire de la paire de roues d'angle t , met en mou-

vement le premier chapeau du tambour C. Celui-ci le transmet à tous les autres chapeaux avec une vitesse graduée de plus en plus lente, au moyen de la série de petites roues l' et l^2 , montées de l'autre côté du bâti.

La commande des chapeaux du second tambour est obtenue d'une manière analogue, au moyen du second pignon r^2 , fixé au moyeu de la roue R. Ce pignon, par la chaîne T, met en mouvement un pignon semblable t' , dont l'axe est muni d'une vis sans fin qui engrène avec une roue à denture hélicoïde t^2 , fixée à la partie inférieure de l'arbre vertical T' .

L'extrémité supérieure de cet arbre est aussi garnie d'une vis sans fin qui engrène avec le pignon u , fixé à l'un des bouts de l'axe du premier chapeau; le bout opposé est muni du premier pignon l' qui, par l'intermédiaire des pignons l^2 , donne le mouvement à tous les chapeaux circulaires L du second tambour C' .

Comme dans toutes les cardes, les diamètres des poulies et des roues sont calculés et déterminés rigoureusement pour que le mouvement de chacun des organes ait lieu à la vitesse qu'il convient, soit pour l'arrivée de la nappe, pour son étirage et pour son premier peignage par l'action du premier tambour, soit pour son deuxième peignage par le second tambour, et enfin sa formation en ruban.

Le tableau ci-dessous donne les dimensions principales et les vitesses des organes travailleurs, vitesses qui résultent naturellement des rapports qui existent entre les diamètres des poulies et roues de la transmission de mouvement.

DÉSIGNATION des organes travailleurs.	DIAMÈTRE en mètre.	CIRCONFÉRENCE en mètre.	VITESSE de rotation par minute.	VITESSE à la circonférence par minute.
	mètres,	mètres,	tours,	mètres,
Rouleau alimentaire F.....	0,140	0,439	0,750	0,330
Cylindre cannelé e.....	0,060	0,188	2,000	0,376
Mérisson D.....	0,240	0,754	420,000	346,680
Premier tambour C.....	1,040	3,267	150,000	490,050
Chapeaux circulaires. { 4 ^{er} chapeau L...	0,446	0,364	0,050	0,018
{ 10 ^e chapeau L...	0,446	0,364	0,025	0,009
Petit tambour G.....	0,300	0,942	45,000	42,390
Fournisseur H.....	0,445	0,364	456,000	56,316
Deuxième tambour C'.....	1,040	3,267	158,000	518,986
Chapeaux circulaires. { 4 ^{er} chapeau L...	0,446	0,364	0,017	0,006
{ 7 ^e chapeau L...	0,446	0,364	0,013	0,004
Volant-peigneur H'.....	0,430	4,350	9,000	13,750
Rouleau d'appel K.....	0,084	0,263	50,000	13,750
Débourreurs.....			30, aller et retour, par minute	

POT TOURNANT A MÈCHES COMPRIMÉES.

Comme on sait, le ruban, en sortant de la carde, appelé par les rouleaux K, est conduit à la *réunisseuse* ou *doubleuse*, machine que nous décrirons dans une prochaine livraison, et qui a pour but de réunir un certain nombre de rubans, dix par exemple, et de les diriger ensuite sous les cylindres du laminoir en gros où ils subissent un premier étirage.

Pour alimenter une réunisseuse de dix rubans, il faut donc que dix cardes travaillent simultanément, ou bien que des rubans cardés soient préparés à l'avance. Voici la méthode que l'on suit le plus ordinairement dans les filatures. Les cardes alimentent directement la réunisseuse, et si, pour cause de nettoyage ou de réparation, leur nombre n'est pas suffisant, ce sont des rubans placés dans des pots qui les complètent. On a donc le soin d'avoir toujours des pots de rubans qu'une ou plusieurs cardes remplissent.

Pour que le ruban se déroule bien du pot qui le contient, il est de toute nécessité qu'il y soit d'abord engagé avec une régularité parfaite, surtout pour lui en faire contenir une longueur assez considérable, ce que l'on ne peut obtenir que par une légère compression.

Ce double résultat est obtenu au moyen du pot tournant représenté près de la carde de M. Noullard sur les fig. 1, 2 et 3. La mobilité de ce pot permet de disposer le ruban sous forme d'anneaux tangents à sa circonférence intérieure, et placés à côté les uns des autres, en laissant au centre un vide d'un petit diamètre. Le ruban, en continuant à se placer de cette manière, forme une deuxième couche sur une première assise d'anneaux, et ainsi de suite jusqu'à former une tresse verticale reposant sur le fond du pot.

Le principe de ce mode d'emmagasinage des rubans n'est pas nouveau¹, comme on sait; il est appliqué depuis longtemps déjà en Suisse, en Allemagne, en Angleterre et en Alsace, aux bancs d'étirage de gros numéros, que l'on appelle *étirage à mèches comprimées*.

Ce pot tournant est formé d'un cylindre en tôle U, au fond duquel est fixé un pivot monté sur une crapaudine qui fait partie du patin de la colonne creuse en fonte de forme carrée U'. Au centre de cette colonne, est monté un arbre vertical en fer u', muni de deux petits pignons v et v' et d'une vis sans fin v' (fig. 3).

Le premier pignon communique un mouvement de rotation continu à l'arbre u', qu'il reçoit d'un pignon d'angle monté sur un axe horizontal,

1. M. Abegg, ingénieur à Horgen (Suisse), a imaginé une machine dite *banc-Abegg*, destinée à remplacer le banc-à-broches pour les premiers passages, dans laquelle la torsion et le renvidage de la mèche sont obtenus d'une manière analogue à l'enroulement du ruban dans le pot tournant que nous allons décrire. Nous avons donné cette machine dans le *Génie industriel*, t. X, année 1855.

logé dans la douille w^2 (fig. 2), fondue avec la colonne. Cet axe est lui-même mis en mouvement par une corde croisée qui entoure les poulies à gorge V et V', cette dernière étant mobile avec l'arbre du tambour C' de la cardé, sur lequel elle est fixée.

La vis sans fin v' tourne naturellement avec l'arbre w' (fig. 3), et, par l'intermédiaire d'une roue hélicoïde, fait tourner un petit axe horizontal muni d'un petit pignon qui commande la roue d'angle x , fixée au fond du pot U, lequel alors se trouve naturellement entraîné dans le même mouvement.

Le deuxième pignon v^2 , fixé au sommet de l'arbre w' , engrène avec une roue droite x' , supportée à sa circonférence par le plateau qui termine la colonne en fonte U', et qui vient recouvrir le pot U.

Cette roue tourne donc comme le pot d'une manière continue, mais en sens inverse; elle est en outre fondue avec un moyeu carré traversé horizontalement par un axe en fer muni des deux pignons droits y et y' (fig. 5 et 6). Le pignon y engrène avec une couronne dentée, ménagée au plateau fixe rapporté sur la colonne, lequel, comme on peut le remarquer fig. 5, présente au milieu une ouverture circulaire pour le passage du disque plein bombé de la roue x' , tandis que la circonférence dentée de cette roue reste appuyée sur le plat dans une rainure circulaire pratiquée dans l'épaisseur de ce plateau.

Pour que le pignon y puisse engrèner avec la couronne dentée, une petite ouverture rectangulaire est pratiquée dans l'épaisseur de la roue x' (voyez fig. 5). Or, comme cette roue tourne d'une manière continue en entraînant avec elle le pignon y , et comme celui-ci engrène avec la couronne dentée du plateau fixe, il s'ensuit naturellement que ce pignon est animé de deux mouvements : il tourne à la fois avec la roue et sur son axe. Avec lui, puisqu'il est monté sur le même axe, tourne le second pignon y' , qui commande un troisième pignon y^2 , lequel, comme celui y' , fait corps avec une partie cylindrique. C'est entre ces deux cylindres, tournant naturellement en sens inverse, que le ruban venant de la cardé est engagé pour être attiré et introduit dans le vase U; ce ruban est préalablement engagé dans le conduit ou entonnoir X, vissé sur le moyeu de la roue x' . Voici le mode d'enroulage qui résulte de ces combinaisons.

Le ruban, en sortant par le trou z , ménagé dans la roue x' , décrit un cercle autour de l'axe z , z' (fig. 5), et, supposant ce ruban descendu jusqu'au fond du pot, il se couche sur ce fond sous la forme d'un anneau dont le rayon est égal à la distance z , z' (voyez le détail, fig. 7).

Pendant que l'entonnoir X fait un tour, le pot est mis en mouvement par la vis sans fin v' et la roue d'angle x , il tourne d'une faible quantité afin que le second anneau formé par un second tour de l'entonnoir ne se trouve pas directement au-dessus de celui déjà formé. Les deux mouvements de rotation se continuant ainsi dans un rapport de vitesse convenable, les centres des anneaux que forme le coton sur le fond du pot

seront tous posés les uns à côté des autres, ainsi qu'on peut le remarquer sur le fig. 7; le pot ayant fait un tour, son fond contient autant d'anneaux de coton qu'il y a de distance entre eux dans leur superposition ou de division dans le cercle du rayon z , z' (fig. 5 et 7).

Le pot continuant à tourner reçoit une autre couche d'anneaux superposés les uns aux autres, jusqu'à ce que ces anneaux viennent toucher le plateau supérieur. On laisse encore de nouveaux anneaux se former pour comprimer ceux déjà placés, jusqu'au moment où toute la masse du coton contenu dans le pot se trouve assez serrée. Il est facile alors d'enlever le pot et de le remplacer par un pot vide, sans arrêter le mouvement de la carde.

RENDEMENT D'UNE CARDE DOUBLE DE M. NOUFLARD.

COMPARAISON AVEC LA CARDE ORDINAIRE.

La carde ordinaire, employée en France dans presque toutes nos filatures, travaille comme on sait le plus généralement dans les conditions suivantes :

Le gros tambour a 1^m20 de diamètre pris à la cime des garnitures de carde ; il fait 120 tours par minute ;

Les petits cylindres receveurs du cardage ont 0^m48 et font 4 tours dans le même temps.

L'entrée ou la table de charge est disposée de façon à recevoir deux nappes en forme de manchon provenant du dernier battage. Ces nappes se déroulent l'une sur l'autre avant d'entrer ensemble dans les cylindres cannelés, qui ont 35 millimètres de diamètre, et font $\frac{3}{4}$ de tour par minute, ; elles donnent pour charge alimentaire une nappe en deux épaisseurs dont le poids total est environ 0^k340 par mètre de longueur.

Dans ces conditions, le produit d'une telle carde est d'environ 1^k50 à 1^k60 par heure.

La carde double de M. Nouflard, que nous venons de décrire, peut produire trois à quatre fois autant ; ainsi la production, pour les numéros de 26 à 32,000 mètres, est en moyenne de 5^k500 par heure.

Depuis l'Exposition de Rouen, c'est-à-dire depuis moins d'une année, dix-neuf cardes de ce système ont été construites, et toutes fonctionnent dans les meilleures conditions, et à la grande satisfaction des manufacturiers qui en ont fait l'acquisition.

MOTEUR A GAZ

De M. LENOIR, ingénieur, à Paris.

Il nous est souvent demandé des renseignements au sujet de la machine de M. Lenoir. En attendant que nous donnions la description exacte et le dessin de ce nouveau moteur, nous devons tenir nos lecteurs au courant des observations diverses qui nous sont faites, afin de les initier autant que possible à cette intéressante machine. On sait que ce nouveau moteur repose sur l'emploi du gaz hydrogène pur ou du gaz d'éclairage ordinaire que l'on met en contact, dans un cylindre fermé, avec un volume d'air atmosphérique huit ou dix fois plus considérable, et que l'on enflamme par une étincelle électrique. La distribution d'air et de gaz a lieu dans le cylindre par des tiroirs placés de chaque côté, de manière à répéter l'opération à chaque extrémité de la course du piston.

Une machine, de la force moyenne de 4 chevaux, fonctionne tous les jours dans un atelier de construction, à Paris, chez M. Lévêque, rue Rousselet, où on peut la voir travailler; elle a été visitée déjà par un grand nombre de personnes, parmi lesquelles des ingénieurs, des mécaniciens, des industriels des plus haut placés. Elle actionne des outils, des tours, machines à raboter, à percer et à dresser les métaux, une scie circulaire à bois, etc.

Cette machine est à double effet, à cylindre horizontal, comme les moteurs à vapeur connus, elle peut marcher à des vitesses très-différentes, et a le mérite de ne pas employer de générateur, par conséquent d'éviter fourneau et cheminée, condition importante, qui fait croire qu'elle est appelée à rendre de grands services dans bien des industries.

En effet, le fabricant, l'ouvrier en chambre, qui travaille dans un troisième ou quatrième étage, et qui a besoin d'une force motrice, ne peut évidemment, avec le système ordinaire, adopter la machine à vapeur, à cause de la chaudière et de son fourneau; tandis qu'il peut appliquer sans aucune difficulté le moteur de M. Lenoir, qui n'exige pas de foyer, dont le volume est extrêmement réduit, et qui peut se placer dans le coin d'une pièce, sur une table ou un établi.

Les applications que l'auteur peut faire sous ce rapport nous paraissent très-étendues; car, selon nous, il est partout nécessaire d'employer des machines de petite force, qui remplaceraient avantageusement la puissance musculaire de l'homme ou des animaux. Aussi, lors même que le prix de revient de la force obtenue serait plus élevé que celui de la puissance fournie par la vapeur, ce qui doit avoir lieu aujourd'hui

avec le prix du gaz actuel, nous pensons qu'un tel système n'en doit pas moins être bien apprécié par un grand nombre de fabricants.

On nous a dit souvent qu'un moteur doit coûter beaucoup plus, pour la même puissance produite, que le moteur à vapeur. Jusqu'à ce que des expériences précises et renouvelées aient constaté exactement la dépense, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que les avantages qu'il présente sont assez considérables pour que, dans bien des cas, la consommation de combustible soit regardée comme une question secondaire; telles sont, par exemple, les applications industrielles des petites forces où la vapeur elle-même revient toujours à des prix élevés, comparativement à celui des fortes machines.

On sait, en effet, qu'un moteur à vapeur fixe de 50 chevaux, exécuté dans les meilleures conditions, peut ne consommer que 2 kilogrammes de charbon par heure et par cheval, soit 1000 kilogrammes ou 35 à 40 fr. par journée de 10 heures, c'est-à-dire 35 à 40 centimes par cheval, tandis qu'une petite machine de 1 cheval, quoique d'ailleurs également bien construite, ne brûle pas moins de 5 kilogrammes de houille à l'heure, soit 50 kilogrammes en 10 heures, c'est-à-dire 1 fr. 75 à 2 fr. par jour; et il faut toujours quelqu'un pour la conduire, pour alimenter son foyer. Il y a donc une différence notable entre le prix de revient du cheval-vapeur dans une petite et dans une grande machine.

Or, si d'après les premiers chiffres qui nous ont été communiqués, le gaz dépensé par la machine de 4 chevaux de M. Lenoir est de 2 mètres cubes à l'heure, au prix de 30 centimes le mètre cube que l'on paye à Paris, ce serait environ 19 à 20 centimes par cheval et par heure. Quant à la dépense d'électricité, elle peut être regardée comme nulle, car une pile ordinaire suffit pour produire l'étincelle qui enflamme le gaz à chaque coup de piston.

Certes, dans ces conditions, une telle dépense ne serait pas trop considérable pour une petite force, puisqu'elle ne dépasserait pas celle de la machine à vapeur; elle n'est sensible que pour les grandes puissances. Mais à ce sujet, il est évident que le système, qui n'est encore pour ainsi dire qu'à son début, peut être amélioré de façon à consommer moins de gaz; déjà même l'auteur s'occupe d'y appliquer la détente, qui pourra être d'autant mieux utilisée que les dimensions de la machine seront plus fortes. On doit, du reste, espérer que le prix du gaz lui-même descendra au-dessous de 30 centimes le mètre cube; dans un grand nombre de localités il est notablement moindre.

Nous croyons donc que ce système ne tardera pas à prendre rang parmi les moteurs utiles, dont les applications devront se répandre et se multiplier chaque jour.

AGRICULTURE

MACHINE LOCOMOBILE

A BATTRE, NETTOYER ET TRIER LES GRAINS

Par MM. GARRETT et KERRIDGE

Constructeurs à Leiston-Works, Saxmundham (comté de Suffolk).

(PLANCHE 6)

Depuis que dans les ateliers, les fabriques et manufactures, le travail mécanique est presque complètement substitué au travail manuel, on a pensé qu'il devait en être de même pour les travaux des champs et des fermes qui demandent, plus encore que pour les produits manufacturés, de la force, de la régularité et de la continuité dans les opérations.

Heureusement, nous le constatons avec satisfaction, on est entièrement entré dans cette voie depuis quelques années; l'Exposition Nationale d'agriculture qui vient d'avoir lieu à Paris nous l'a bien prouvé; ce ne sont plus des modèles, des machines d'essais, ce sont de beaux et bons appareils actionnés par des animaux ou des moteurs à vapeur, qui remplacent le travail de l'homme; celui-ci, n'épuisant plus ses forces pour les mettre en mouvement, n'a plus besoin que d'une certaine habileté pour les alimenter ou les diriger.

Nous ne pourrions plus citer quelques-unes des nombreuses opérations que nécessitent les travaux des campagnes, que l'on ne soit parvenu à effectuer mécaniquement, d'une façon plus ou moins parfaite à la vérité, mais qui, avant peu, nous pouvons l'espérer par les progrès que nous constatons à chaque nouveau concours, ne tarderont pas à être complètement satisfaisantes.

Ainsi, cette année, au concours international qui a eu lieu à la ferme impériale de Vincennes, les opérations, qui paraissaient si difficiles, du fauchage des prairies naturelles et artificielles, du fanage, du ramassage

et de l'emmagasinage des fourrages sont aujourd'hui des problèmes à peu près entièrement résolus. Nous ne dirons pas que les faucheuses mécaniques qui font la première de ces opérations sont parfaites et qu'elles n'ont plus besoin de recevoir de nouveaux perfectionnements, mais dès à présent, telles qu'elles sont, elles font un bon travail, et présentent déjà, à un degré très-appreciable, les avantages de la réalisation rapide et de l'économie que l'on recherche, conditions qui deviennent chaque jour plus indispensables en présence de la rareté et de la cherté croissante de la main-d'œuvre.

Le grand intérêt qui résulte de l'emploi de ces machines est, en dehors de l'économie matérielle et de l'exécution rapide, de permettre au cultivateur de choisir le moment le plus opportun pour couper les plantes au point précis où il juge qu'elles ont acquis le développement le plus parfait, la qualité la plus grande.

Nous donnerons bientôt dans ce Recueil le dessin complet de la faucheuse américaine de M. Wood, construite par M. Pelletier, à Paris, et qui a obtenu le 1^{er} prix au concours de Vincennes, ainsi que les meilleures moissonneuses expérimentées cette année sur le domaine impérial de Fouilleuse.

Nous constatons aussi que la machine à vapeur a enfin pris place dans les grandes fermes, et fait partie aujourd'hui du matériel, conjointement avec les instruments agricoles; les cultivateurs n'en sont plus effrayés; ils commencent à comprendre que c'est seulement à l'aide de ce moteur puissant qu'ils pourront produire rapidement et économiquement¹, faire fonctionner les machines à battre, les machines à égrener, les hachepailles, tarares, concasseurs, coupe-racines, etc.

Il n'y a pas plus de 10 ans qu'un moteur à vapeur, installé dans une ferme, était regardé comme une grande hardiesse; on craignait les explosions, les incendies, puis, en cas d'accidents ou de réparations, on croyait ne pouvoir jamais trouver de mécaniciens dans les contrées rurales; mais la nécessité, la persévérance et la volonté de quelques hommes instruits et amateurs intelligents de tout progrès réel ont fait justice de ces prétendues impossibilités; disons aussi que depuis cette époque les machines locomobiles destinées spécialement à l'agriculture ont été bien perfectionnées. Copiant d'abord les types anglais que l'Exposition de Londres, en 1851, avait fait connaître, les constructeurs français ont présenté des machines lourdes, difficilement transportables, et brûlant quatre, cinq et même six kilogrammes de houille par force de cheval et

1. Rappelons ici que, de tous les moteurs, c'est l'homme le plus cher; ainsi, on admet généralement qu'un cheval ordinaire de culture peut produire un travail mécanique de 8 hommes, un cheval-vapeur de 13 hommes; en moyenne, la journée d'un cheval coûte 3 fr., huit journées d'homme coûtent 12 fr.

Une locomobile de 3 chevaux-vapeur, qui peut produire un travail de 5 chevaux vivants, ne doit consommer, en 10 heures, que 100 à 120 kilogrammes environ de charbon, soit, au maximum, de 4 à 5 fr.

par heure, tandis que maintenant les nouvelles machines sont, en général, plus simples, plus légères, enfin mieux appropriées aux services qu'elles sont appelées à rendre, et, bien entretenues, ne doivent brûler que deux à trois kilogrammes de charbon par force de cheval et par heure. Ce résultat a été obtenu au concours cette année avec les machines de MM. Farcot, Barbier et Daubrée, Rouffet, Flaud, Bréval, Duvoir, etc. ¹.

Ainsi, pour les machines à battre, par exemple, la machine à vapeur, par la régularité de sa marche, est un moteur bien supérieur aux chevaux, surtout pour la perfection du battage. Pourtant, en France, où règnent presque exclusivement la petite et la moyenne culture, les batteuses à manège sont encore les plus répandues.

Pendant longtemps on ne construisait que des machines battant *en long*, maintenant presque toutes battent *en travers*. Ce système est certainement inférieur à l'autre, au point de vue de la somme de travail effectué, et il n'en saurait être autrement, lorsque l'on considère la position de l'épi relativement aux organes batteurs; mais il satisfaisait à un besoin réel dans beaucoup de localités : celui de conserver la paille assez intacte pour qu'elle puisse être vendue sur les marchés.

Il est à remarquer qu'au début, lorsque les machines battaient en long, le nord de la France les repoussait, parce qu'elles brisaient la paille, et le midi les rejetait en masse, parce qu'elles ne la brisaient pas assez, car l'observation a démontré que la paille, qui a dans cette contrée une grande importance comme fourrage, est plus appréciée du bétail lorsqu'elle est broyée que lorsqu'elle est entière. A ces exigences complètement opposées du nord et du midi, on peut ajouter que des deux côtés se trouve la raison, car si le broyage excessif de la paille en fait perdre une partie qui s'en va en poussière et rend difficile le bottelage, d'un autre côté, un faible broyage partiel est avantageux quand on emploie la paille comme fourrage, ainsi que cela se pratique de plus en plus aujourd'hui, et qu'en outre, il faut le reconnaître, jusqu'à présent la perfection du battage s'est trouvée généralement en raison du broyage de la paille.

Les premières machines à battre étaient presque toutes fixes; maintenant un grand nombre sont portatives ou locomobiles; ces dernières forment aujourd'hui l'immense majorité en Angleterre; elles ne doivent cependant la vogue dont elles jouissent qu'à une circonstance purement culturelle : de la coutume généralement répandue de mettre les céréales dans une cour ou dans les champs, en petites meules qu'on peut ainsi battre sur place, évitant par là les pertes de grains et une partie des transports.

1. Le premier prix des machines à vapeur *fixes*, n'excédant pas la force de 10 chevaux, applicables aux machines à battre ou tout autre usage agricole, a été décerné à M. Rouffet, le deuxième prix à M. Flaud, le troisième prix à M. Duvoir.

Le premier prix des machines *locomobiles*, n'excédant pas la force de 6 chevaux, a été donné à M. Farcot, le deuxième prix à MM. Barbier et Daubrée, le troisième prix à M. Bréval, et des mentions honorables à M. Falguière et à M. Cumming.

Presque toutes les grandes machines anglaises sont pourvues de nettoyeurs complets qui opèrent la séparation et la division des bouts de paille, ottons, balles, petits grains, bons grains. Nos machines françaises, comme nous avons pu le constater cette année à l'Exposition agricole, ne sont pourvues généralement que d'un simple tarare séparant le grain des corps étrangers et de la menue paille. Il est vrai qu'en France l'agriculteur vend le plus souvent son grain dans cet état; ce sont les meuniers qui, au moyen des appareils spéciaux, complètent le nettoyage et opèrent le triage¹. Il faut dire aussi que jusqu'à présent les nettoyeurs anglais laissaient à désirer comme effet utile et compliquaient, sans avantage bien marqué, la machine à battre; mais maintenant, avec les nouvelles dispositions perfectionnées de MM. Ransomes et Sims, et de MM. Garrett et Kerridge, les complications forcées que nécessite ce travail se trouvent bien compensées par les avantages qui doivent résulter pour le cultivateur d'un nettoyage plus parfait, et surtout d'un triage qui lui permettrait de vendre ou de conserver pour son usage, soit le bon grain, le petit grain ou les grains qui y sont mêlés, et que l'on peut conserver pour la nourriture des volailles.

Nous croyons donc que l'on ne verra pas sans intérêt la nouvelle machine locomobile de MM. Garrett et Kerridge que nous avons représentée sur différentes vues, planche 6, et au moyen de laquelle s'effectue la triple opération du battage, du nettoyage et du triage des grains.

Mais avant de décrire en détail cette machine, nous sommes bien aise de citer les constructeurs qui, à cette dernière Exposition, ont reçu des récompenses pour les appareils de cette catégorie.

Disons tout d'abord que le nombre d'exposants de machines à battre s'élevait à 64 et celui des machines inscrites au catalogue à 137. Ces appareils offraient entre eux, à la vérité, comme construction, des différences

1. Nous avons publié, dans le 7^e volume de ce Recueil, page 320, le trieur mécanique de MM. Vachon père et fils, au moyen duquel, comme on sait, on épure les grains avec toute la perfection désirable.

Il est à peine nécessaire de dire ici que cette épuration est indispensable; mais on en comprendra mieux l'importance quand on se rappellera que, parmi les grains gâtés et les mauvaises herbes, il en est, comme le mélamphyre (*Melampyrum arvense*), la nielle (*Agrostema gitago*), l'ail sauvage (*Allium vineale*), etc., qui donnent au pain une couleur ou une saveur désagréable; d'autres, comme l'ivraie enivrante (*Lolium temulentum*), le froment carié et le seigle ergoté, qui exercent une influence des plus délétères sur l'économie animale.

Ajouter que la France produit, en froment seul, année moyenne, 82 millions d'hectolitres (Rapport de M. Moll. Exposition de 1855), d'une valeur approximative de 1600 millions de francs; que malgré l'énormité de ce chiffre, la production nationale suffit à peine à la consommation; que la présence des matières étrangères signalées déprécie souvent d'un cinquième, d'un quart, d'un tiers, la valeur du grain, et en rend même une certaine portion, que nous n'évaluons pas à moins de 2 millions d'hectolitres, en froment et seigle, impropre à l'alimentation des hommes et utilisable seulement pour les volailles; enfin, qu'à mesure que la jachère disparaît, chassée par les besoins croissants de la consommation, la proportion des graines de mauvaises herbes augmente d'année en année, c'est assez dire de quelle importance sont les méthodes et les machines perfectionnées de nettoyage, et quel intérêt s'attache à la généralisation de leur emploi.

peu sensibles, si ce n'est que les unes étaient fixes, les autres mobiles, avec ou sans nettoyages; d'autres étaient disposées pour être actionnées, soit par un moteur à vapeur, soit par un manège ou à bras d'homme. En présence de ces différents genres de machines, qui toutes, comme on sait, ont un mérite relatif et présentent un certain avantage, suivant les localités ou l'importance des exploitations, le jury avait, pour faciliter la distribution des récompenses, divisé les machines à battre en dix catégories, savoir :

1° Machines à battre *fixes à manège*, rendant le grain tout nettoyé, propre à être conduit au marché (grande exploitation).

Le 1^{er} prix a été décerné à M. Gérard, constructeur à Vierzonville; le 2^e prix à M. Drouillard, à Provins. Un rappel de 2^e prix à MM. Harter et C^e, à Colombey-les-Deux-Églises; le 3^e prix à M. Cholet, à Gamaches; et une mention honorable à M. Mesnier, à Pontoise.

2° Machines à battre *fixes à vapeur*, rendant le grain tout nettoyé, propre à être conduit au marché (grande exploitation).

Le jury n'a décerné ni 1^{er} prix, ni 2^e prix pour ce genre de machine; le 3^e prix a été donné à M. Faitot, mécanicien à Bercy.

3° Machines à battre *mobiles à manège*, rendant le grain tout nettoyé, propre à être conduit au marché (grande exploitation).

C'est encore à M. Gérard que le 1^{er} prix de ce genre a été décerné; le 2^e prix à M. Pialoux, à Agen; le 3^e prix à M. Rouot, à Châtillon-sur-Seine, et une mention honorable à MM. Damey et C^e, à Dôle.

4° Machines à battre *mobiles à vapeur*, rendant le grain tout nettoyé propre à être conduit au marché (grande exploitation).

Le 1^{er} prix a été donné à M. Cumming, à Orléans; le 2^e prix à M. Debièvre Lesaffre, et le 3^e prix à M. Andreau, à Lavalette.

5° Machines à battre *fixes, à manège, sans vanneur ni cribler*.

Il n'a pas été décerné de 1^{er} prix pour ce genre de machine; un 2^e prix a été donné à MM. Renaud et Lotz, de Nantes, et une mention honorable à M. Opter, à Montmorillon.

6° Machines à battre *fixes, à vapeur, sans vanneur ni cribler*.

Un 2^e prix seulement a été donné à M. Fournier, à Montluel.

7° Machines à battre *fixes, à vapeur, sans vanneur ni cribler*.

8° Machines à battre *mobiles, à vapeur, sans vanneur ni cribler*.

Ces deux genres de machines n'ont pas reçu de prix.

9° Machines à battre *mobiles ou non, à manège ou à vapeur, n'exigeant que la force d'un ou de deux chevaux* (petites exploitations).

Le 1^{er} prix a été donné à MM. Damey et C^e; le 2^e prix à M. Lambert, à Argentan, et des mentions honorables à M. Lotz aîné, à Nantes, et à M. Caramiga, à Vert-le-Grand.

10° Machines à battre *à bras*.

Un 2^e prix a été donné à MM. Bonnardet et C^e, aux Ternès-Paris, et une mention honorable à M. Ganne, à Cour-Cheverny.

DESCRIPTION DE LA MACHINE LOCOMOBILE A BATTRE
ET NETTOYER LES GRAINS

REPRÉSENTÉE PLANCHE 6.

Ce qui distingue particulièrement cette machine de celles du même genre établies en Angleterre, c'est-à-dire opérant le battage, le nettoyage et le triage des grains, c'est qu'au lieu d'employer deux et trois ventilateurs pour opérer la triple ventilation nécessaire pour compléter le vannage et le triage, cette nouvelle machine n'est munie que d'un simple ventilateur occupant peu de place.

Par suite de la disposition particulière de ce ventilateur et des conduits distributeurs de l'air, ses dimensions réduites ne retirent rien à sa puissance qui est encore plus que suffisante pour effectuer la parfaite séparation de la paille et autres matières étrangères. Il en résulte un avantage marqué comme simplicité de construction, volume moindre de l'appareil et économie notable de force motrice.

La figure 1 représente cette machine en section longitudinale; elle montre les organes batteurs rejetant la paille en dehors de la machine, criblant le grain et le soumettant à la première ventilation;

La figure 2 est une section transversale, faite suivant la ligne 1-2 de la figure 1; elle fait voir les canaux de la première ventilation et d'échappement des menues pailles;

La figure 3 est une seconde section transversale, suivant la ligne brisée 3-4-5-6, indiquant la marche du grain après son premier vannage et sa sortie, divisé et trié, par des conduits distincts.

La figure 4 représente cette même machine, en projection verticale, vue extérieurement du côté du ventilateur et des conduits d'air distributeurs;

La figure 5 la fait voir par la face opposée à la figure précédente, du côté par lequel tombent les menues pailles chassées par le ventilateur.

Les figures 6 et 7 sont deux portions de section longitudinale, l'une faite suivant la ligne 7-8 de la fig. 3, l'autre par la ligne 9-10 de la fig. 2; elles montrent les dispositions au moyen desquelles les débris de paille qui auraient été entraînés par l'appareil élévateur avec le grain, peuvent retourner au premier crible.

DISPOSITION GÉNÉRALE. — Comme on peut le remarquer à l'examen de ces figures, tous les organes de l'appareil sont renfermés à l'intérieur d'une sorte de caisse, à plusieurs compartiments formés de traverses en chêne A, et de panneaux de même bois a. Cette caisse est supportée par quatre roues; les deux grandes de l'arrière B sont montées sur un essieu carré en fer b, fixé aux traverses inférieures. Les deux petites roues B' font partie d'un avant-train mobile, articulé sur le boulon b'. Cet avant-

train est composé d'une charpente en bois C, qui reçoit l'essieu en fer c , et deux bras c' , reliés à une couronne en fonte C' , par quatre boulons à écrous. Sur cette couronne est ajustée une pièce semblable D, réunie à des bras d , fixés aux deux traverses D' , qui font partie du bâti de la machine.

Il résulte de cette disposition que, quand les chevaux, qui sont attelés aux brancards reliés à la charpente C, tirent dans une direction oblique, la couronne inférieure C' tourne seule sur le boulon central b' , en glissant sur la surface dressée en contact de la couronne supérieure fixée au bâti.

TAMBOUR BATTEUR ET CONTRE-BATTEUR. — Dans cette machine, comme dans presque toutes celles maintenant en usage, le battage s'effectue en travers. Le tambour batteur est formé d'un cylindre en tôle E, relié à ses deux extrémités par deux disques à un axe en fer e , supporté en dehors de la caisse par deux chaises en fonte e' (fig. 2, 4 et 5).

Sept réglottes en bois, arrondies en forme de dents et recouvertes de tôle, sont fixées, à égale distance l'une de l'autre, sur la circonférence de ce tambour; ce sont elles qui opèrent le battage des épis en les frappant et en les frottant contre le contre-batteur.

Ce dernier est formé de traverses rectangulaires en bois recouvertes de tôle, régulièrement espacées et fixées sur un coursier circulaire également en tôle F, percé de trous dans les parties laissées libres par les traverses, afin de permettre aux grains battus de tomber sur le tarare placé directement au-dessous.

Pour régler exactement la position du contre-batteur par rapport au tambour batteur, et pouvoir modifier au besoin, suivant la nature des produits soumis au battage, la distance des dents mobiles de celles fixes, le coursier en tôle F est à brisures articulées. A cet effet il est formé de deux pièces: l'une, celle inférieure, est montée à charnières au point f (fig. 4), et elle est reliée à un axe f^2 , en fer, occupant toute la largeur de la machine. Cet axe est suspendu à chaque extrémité par des tringles méplates f' , pouvant osciller librement sur des goujons fixés par des pattes aux parois intérieures de la caisse; il passe en outre dans l'œil de deux tiges coudées g^2 (fig. 5), vissées en dehors de cette caisse sur de petits supports. Il suffit alors de faire tourner les écrous qui retiennent ces tiges dans leur support pour déplacer l'axe, et par suite, faire avancer ou reculer le milieu du contre-batteur, à l'endroit de la réunion des deux parties; celle supérieure, également reliée à l'axe f^2 , est encore réunie par une tringle g , à une tige formant manivelle qui, prolongée en dehors de la caisse, reçoit à son extrémité une sorte de manette g' (fig. 5).

Au moyen de celle-ci on fait tourner la tige à manivelle qui, par l'intermédiaire de la tringle g , déplace le sommet du coursier, et, par suite, donne plus ou moins d'ouverture ou d'entrée à la paille suivant les besoins.

Aussi, comme on le remarque par ces dispositions, le coursier ou

contre-batteur F est doublement mobile ; on peut le faire osciller, d'un côté, par sa partie inférieure, sur sa charnière f , en déplaçant l'axe f^2 , au moyen des équerres filetéés g^2 , et, d'un autre côté, par sa partie supérieure, sur le même axe f^2 , comme seconde charnière, en agissant sur la manette g' . Celle-ci est forgée, comme on peut le remarquer fig. 5, avec une branche courbe percée de plusieurs trous distancés l'un de l'autre, afin de pouvoir faire pénétrer dans l'un ou dans l'autre, suivant la place que l'on veut faire occuper à la tête du coursier, une petite broche filetéée qui fixe la manette dans une position immuable.

L'axe e du tambour-batteur reçoit directement le mouvement du moteur par la poulie P, et le transmet aux autres organes de la machine par les poulies p et p' (fig. 2 et 5) qui y sont calées. Sur cet axe est aussi monté le ventilateur V, opérant la triple ventilation, nécessaire au nettoyage complet et à la division des grains.

Le blé non battu est introduit par l'ouverture supérieure, laquelle forme une sorte de trémie au moyen des deux planchettes inclinées G, qui le dirigent entre le batteur et le contre-batteur ; il sort de ce dernier, terminé par une tablette en bois G' , supportée par deux équerres en fer, et tombe sur le secoueur ou agitateur de paille (*strawshaker*), qui entraîne celle-ci et la rejette séparée du grain.

SECOUEUR ET TARARE. — Le secoueur est composé de quatre châssis en bois G^2 , recouverts d'une sorte de grille métallique présentant des rainures longitudinales, concaves, percées au fond, sur toute leur longueur, d'un très-grand nombre de trous pour permettre aux grains de tomber sur le tarare. Les bords latéraux de ces châssis sont munis de broches verticales en fer qui aident à la sortie de la paille. Ces châssis sont disposés en deux séries, oscillant, l'une sur l'arbre horizontal h , et l'autre sur l'arbre h' , placé parallèlement au premier.

Ces deux arbres sont suspendus de façon à permettre aux secoueurs de se mouvoir ; à cet effet, le premier h est relié à chacune de ses extrémités, en dehors de la caisse, à des tiges méplates h^2 (fig. 2, 4 et 5), articulées sur de petits paliers. Le second arbre h' est suspendu par une paire de petites bielles i . Les ouvertures pratiquées dans les panneaux de la caisse pour le passage des arbres sont fermées par de petites tablettes en bois, qui se meuvent avec les bielles et les tiges de suspension.

Le mouvement est communiqué aux quatre agitateurs G^2 par un arbre coudé à quatre manivelles H, qui est animé d'un mouvement de rotation continu, au moyen d'une courroie croisée H' , entourant la petite poulie p , fixée sur l'axe du batteur, et la poulie P' , calée sur l'arbre à manivelles H.

Des mouvements indépendants et continus d'oscillations sont ainsi donnés aux quatre châssis qui forment le secoueur, lequel reçoit la paille à sa sortie du contre-batteur, et la conduit en l'agitant, vers l'extrémité la plus élevée, d'où elle tombe en dehors de la machine.

Immédiatement au-dessous de ce secoueur est disposée une table en bois I, suspendue dans une position inclinée au moyen des tiges pendantes I', articulées en dehors de la caisse.

Le but de cette table est de recevoir le grain, les menus et les débris de paille, à mesure qu'ils tombent de la masse de paille battue et de les guider sur une seconde tablette inférieure J, qui fait partie d'un châssis mobile, munie du crible J'.

Ce châssis est supporté, comme la table I, à son extrémité d'avant par une paire de bras oscillants j, suspendus à des goujons fixés extérieurement au bâti principal, et son extrémité d'arrière est supportée de la même manière par une paire de bras j' (fig. 4 et 5), qui oscillent également sur des goujons fixes.

Le mouvement est communiqué à la table I et au châssis J, garni du crible J', par l'arbre coudé à trois manivelles k, auxquelles sont reliées les bielles k' (fig. 4), dont deux latérales sont attachées par leur bout opposé au-dessous de la table I, et la troisième, celle du milieu, au châssis J.

Un mouvement de rotation continu est transmis à l'arbre coudé k, par l'arbre du secoueur, au moyen d'une courroie et des poulies K et K' (fig. 4). Un petit volant k² (fig. 5) est fixé sur ce même arbre, à l'extrémité de celle qui reçoit la poulie K', pour régulariser le mouvement.

Au-dessous de la plaque métallique rainée et percée de trous qui forme le crible, et faisant partie du châssis, se trouve un large canal incliné L (fig. 1 et 2), s'étendant en travers de la machine, dans le sens perpendiculaire à la table I; il sert à recevoir le grain et les menues pailles à mesure qu'ils tombent du crible et les décharge dans une caisse L', qui, inclinée en sens inverse du canal, s'élève verticalement et est percée au sommet d'une large ouverture rectangulaire l (fig. 2 et 5), dont on modifie à volonté les dimensions au moyen d'une porte mobile dans des glissières latérales.

Comme le crible est légèrement incliné, les débris de paille qui ne traversent pas ses trous, passent à l'extrémité d'arrière du châssis, et sont déchargés hors de la machine. Les menues pailles assez ténues pour tomber avec les grains à travers le crible, dans la caisse L', sont chassées en dehors de celle-ci par l'ouverture l, au moyen d'un courant d'air forcé arrivant par le canal M.

VENTILATEUR. — Pour produire ce courant d'air, un ventilateur est placé sur l'un des côtés du bâti, dans l'axe même du batteur, afin que l'extrémité de son arbre puisse, sans communication de mouvement, actionner directement les palettes produisant l'insufflation.

Ce ventilateur, qui a fait l'objet d'une patente spéciale, demandée en Angleterre, le 3 septembre 1853, par M. Gage Stickney, est disposé pour produire une grande quantité d'air sous une faible pression, tout en permettant de régler le courant d'air lancé dans les conduits.

Dans presque tous les tarares des machines à battre, les ailes ou

palettes du ventilateur occupent presque toute la largeur du batteur ; dans celui-ci, comme on peut le remarquer sur le détail fig. 8, qui le représente en section suivant la ligne 11-12 de la fig. 4, elles sont renfermées dans une enveloppe circulaire en fonte V, qui n'a que 8 centimètres environ de largeur intérieurement, au centre, la partie la plus large des palettes.

Ces palettes, au nombre de trois, sont formées de lames en tôle recourbées *v*, s'amincissant vers leurs extrémités ; elles sont fixées sur un croisillon à trois branches, clavetées sur l'arbre *e* du batteur ; elles aspirent l'air par l'ouverture centrale et le refoulent à la circonférence dans le canal annulaire, fondu avec la chambre concentrique de l'enveloppe qui reçoit les lames, en leur laissant juste assez de place pour leur permettre de tourner librement.

Dans le canal annulaire sont pratiquées deux ouvertures pour la sortie de l'air par les conduits M' et M² (fig. 2 et 4).

Le premier M', de ces conduits, est dirigé horizontalement et se termine par une ouverture étroite qui s'étend latéralement sur toute la largeur de la caisse L', dans laquelle il débouche sous forme de *van*, afin de diriger l'air par cette ouverture longue et étroite sur les grains et les menues pailles qui tombent du plan incliné L. Ces pailles et les autres matières légères sont chassées à la partie supérieure de la caisse L', et s'échappent par l'ouverture *l*, tandis que le grain, par sa pesanteur spécifique supérieure, tombe dans le réservoir *m*, placé en bas de la caisse pour le recevoir.

TRANSPORT DU GRAIN. — Ce réservoir est muni d'un faux fond formé par une plaque de tôle inclinée, qui laisse descendre le grain dans un cylindre en tôle N, placé perpendiculairement à ce plan incliné, dans le sens transversal de la machine.

Pour faciliter la descente du grain du plan incliné dans le cylindre, le réservoir *m* reçoit un petit mouvement de va-et-vient, qui lui est communiqué par le châssis J du crible J', au moyen des tringles *m'*, reliées à celles *j*, auxquelles ce châssis est suspendu. Il est guidé dans ce mouvement par un galet à joues *n* (fig. 2, 5 et 7), sur lequel il repose et qui facilite son déplacement.

Le cylindre N reçoit le grain à l'une de ses extrémités, et des palettes obliques, dont l'axe central qui le traverse est garni (fig. 1 et 7), le conduisent à l'autre extrémité opposée, au fond d'une boîte N', dans laquelle plongent les godets d'un élévateur à chaîne, renfermé dans les conduits en bois O.

Un mouvement de rotation continu est communiqué à l'arbre à palettes du cylindre N par une courroie *n'* (fig. 5), qui reçoit le mouvement de la poulie *p*, fondue avec celle P, calée sur l'axe du batteur, et le transmet à la poulie O', fixée à l'extrémité de l'arbre à palettes.

La chaîne à godets est composée, comme tous les élévateurs de ce genre, d'une lanière en forte toile ou en cuir mince sur laquelle sont at-

tachés des godets en fer-blanc. Cette lanère passe sur deux poulies : celle inférieure est fixée sur un petit axe en fer, monté dans deux paliers, supportés sur des traverses à droite et à gauche de la caisse N', dans laquelle arrive le grain.

L'axe o , de la poulie supérieure, traverse complètement la machine pour recevoir, du côté opposé à la chaîne à godets, une poulie o' (vue en ponctué fig. 5), qui, par la courroie croisée q , reçoit le mouvement de l'arbre à manivelles H du secoueur, au moyen de la petite poulie q' , calée à côté du volant Q, destiné à régulariser le mouvement de rotation de cet arbre.

SECOND NETTOYAGE ET TRIAGE. — Le grain élevé par les godets de la chaîne est déversé dans un auget Q' (fig. 3), qui le rejette sur une tablette inclinée R, d'où il descend sur le second crible R'. Celui-ci est composé d'une chambre fermée en dessus, en dessous et latéralement, mais ouverte à ses deux extrémités; sa hauteur est divisée en deux compartiments par une toile métallique ou tôle percée r .

Le compartiment supérieur reçoit d'un bout le grain qui descend de la tablette R, et, du bout opposé, communique avec le canal r' .

Le compartiment inférieur est fermé du côté de l'arrivée du grain, et est terminé de l'autre par le canal r'' .

Le crible et, naturellement avec lui, les canaux r' et r'' sont suspendus, vers l'extrémité de face de la chambre R, à des tiges s (fig. 3 et 6), articulées à la partie supérieure du bâti principal, et son extrémité d'arrière est montée sur un goujon, qui est le centre des mouvements d'oscillations latérales rapides que doit posséder ce crible. Ces mouvements lui sont communiqués par une tige s' (fig. 5) se reliant avec une des tringles mobiles j , qui maintiennent suspendu le crible inférieur J'.

Le grain, en descendant de la tablette inclinée R, et au fur et à mesure qu'il tombe sur la toile métallique r , formant crible, reçoit l'action d'un second courant d'air, qui arrive du ventilateur par le conduit M², et débouche par le canal S dans le compartiment supérieur de la chambre R'.

Les menues pailles et les matières étrangères légères qu'il contient encore sont alors chassés en dehors de la machine par le canal d'échappement r' .

L'oscillation du crible fait tomber le grain à travers les ouvertures de la toile métallique r , dans le compartiment inférieur de la chambre R', d'où il est rejeté par le canal r'' dans un passage en zigzag t , qui le conduit au cylindre séparateur ou trieur T.

En tombant, le grain est encore ventilé par un troisième courant d'air qui arrive du conduit M² par le canal S'; ce dernier chasse complètement les matières légères échappées à l'action du second courant; il emporte en même temps les semences d'un poids spécifique moindre que le grain, lesquelles retombent séparées des matières étrangères dans un récipient spécial t' . Les deux canaux distributeurs du vent S et S' sont

munis de registres à papillon u et u' , permettant de régler, indépendamment l'un de l'autre, la force des deux courants d'air qui arrivent sur le grain par un orifice large et mince, comme on peut le remarquer sur les fig. 1, 3 et 6.

A l'arrière du crible se trouve une concavité v , placée transversalement, formée, comme le crible, de toile métallique ou de tôle percée, et destinée à intercepter le passage des débris de paille ou autres matières de rebut assez lourdes pour ne pas être emportés par le courant d'air. Ce canal saillit latéralement (voy. fig. 6) au delà du crible, et verse ces matières à l'intérieur de la machine, par le plan incliné U , sur le premier crible J' .

Au-dessous de la concavité v est disposée une plaque recourbée v' , formant second canal, destiné à recevoir les semences de toutes espèces qui peuvent traverser les ouvertures pratiquées dans cette concavité, et à les déverser dans un compartiment vertical U' (fig. 6), qui les conduit en dehors de la machine, dans un sac accroché au canal de décharge U^2 (fig. 5).

Le cylindre sépareur ou trieur T ne diffère pas, comme construction, des appareils de ce genre : c'est un cylindre en tôle percée, monté sur un arbre en fer t^2 , animé d'un mouvement de rotation continu au moyen de la poulie T' , qui, par l'intermédiaire de la courroie v^2 , est commandée par une petite poulie fixée sur le prolongement de l'axe de la chaîne à godet. Pour éviter la rencontre du conduit d'échappement des menues pailles t' , le constructeur faisait passer la courroie sur deux galets tendeurs v^3 ; mais, dans ses nouvelles machines, comme nous avons pu le remarquer sur celle qui figurait à l'Exposition de l'agriculture cette année, il a supprimé les galets qui fatiguaient trop le courroie, et a simplement diminué un peu la largeur du conduit t' , pour le passage de cette courroie, laquelle est alors disposée comme l'indiquent les lignes ponctuées de la fig. 5.

Le grain, descendant par le conduit t , est reçu dans ce cylindre trieur à l'une de ses extrémités, et le meilleur grain, ou le plus lourd, sort à l'extrémité opposée et tombe dans un double auget x (fig. 1 et 3), auquel sont accrochés des sacs destinés à le recevoir.

Les deuxièmes et troisièmes qualités de grains traversent les ouvertures du trieur et tombent à sa circonférence dans les augets x' et x^2 , munis également de sacs qui les reçoivent.

Afin d'éviter l'engorgement des ouvertures pratiquées sur la paroi du cylindre trieur, une brosse y (fig. 1), dont on peut régler la position par des écrous à oreilles, est disposée à l'arrière de la machine, de façon à agir constamment pour faire tomber les grains qui pourraient s'être logés dans les ouvertures.

Nous allons maintenant donner, d'après les auteurs, le rendement du travail de cette machine, en les faisant précéder des résultats d'expériences qui ont été effectuées, en 1855, sur les diverses machines à battre exposées.

TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA MACHINE.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES FAITES SUR LES MACHINES A BATTRE.

Tout en cherchant à grouper dans un espace très-restreint tous les éléments de battage, vannage et criblage du grain, sa séparation et son classement par qualités, les auteurs de cette machine ont encore eu pour but l'économie de force motrice nécessaire pour faire fonctionner tous ces organes. Ils sont arrivés à ce résultat, principalement par la suppression des trois lourds ventilateurs dont nous avons parlé et qui, dans les machines anglaises ordinaires à battre combinées nettoyant et classant le grain, règnent sur toute la largeur de l'appareil, et, par cela même, absorbent une force motrice comparativement très-considérable.

On comprendra bien l'importance de cette économie, principalement dans ces appareils, puisque, comme l'ont constaté des expériences faites avec le plus grand soin par MM. Moll et Tresca, au concours de l'Exposition universelle de 1855, le travail mécanique, absorbé par de certaines machines fonctionnant en charge, c'est-à-dire battant et nettoyant, n'exède pas de plus de moitié, d'un tiers, et même d'un quart celui nécessaire pour mettre en mouvement l'appareil à vide, c'est-à-dire quand il ne produit aucun travail utile.

Nous allons reproduire le tableau dans lequel se trouvent résumées ces expériences, parce que, quoique, datant déjà de quelques années, elles n'en présentent pas moins un grand intérêt, en ce qu'elles pourront servir de comparaison avec les nouvelles expériences que l'on pourra faire sur les machines perfectionnées des mêmes constructeurs.

M. Moll fait précéder ce tableau des observations suivantes :

« En présentant ces résultats, nous déclarons que, malgré le soin extrême avec lequel les opérations délicates ont été faites, nous n'avons pas cru devoir les prendre comme base unique de notre jugement. Nous savons qu'il y a des machines de concours comme il y a des hommes de concours, machines et hommes qui ont un genre de mérite qui donne les succès éphémères. Hommes de pratique, nous apprécions, d'ailleurs, l'influence qu'exercent souvent sur le fonctionnement d'une machine, surtout quand il est de courte durée, des circonstances en apparence insignifiantes.

Nous avons donc eu recours à d'autres éléments encore, et nous n'avons considéré comme exacts, comme positifs, les chiffres fournis par les expériences que lorsqu'ils ont trouvé leur confirmation dans les faits de la pratique en grand, et leur explication dans la construction de la machine.

« Réduites à ce rôle modeste, ces expériences n'en ont pas moins une grande valeur, surtout lorsqu'il s'agit de groupes de machines. C'est la première fois que des machines françaises sont essayées comparativement avec les machines étrangères autrement que d'une manière empirique, et les résultats obtenus sont de nature à modifier complètement l'opinion qu'on s'était faite, en France même,

TABLEAU

RÉSUMANT LES EXPÉRIENCES FAITES PAR MM. MOLL ET TRESCA EN 1855.

NOMS des CONSTRUCTEURS et PROVENANCES.	GENRE DE MACHINE en long (L), en travers (T), portative (P), fixe (E), nettoyage (N), et sans nettoyage (O).	Tours du batteur par minute.	Poids des gerbes battues par hectre et par force de cheval.	Travail consommé par la machine en charge.	Travail consommé par la machine à vide.	Différence.	Perfection du battage exprimé par 5.		Conservation de la paille exprimé par 5.		Nettoyage du grain exprimé par 5.	
Machines mues par la vapeur.												
			kilog.	chev.	chev.	chev.						
France.....	Duvoir.....	T F N	386	6,02	4,83	4,49	4,5	5	4,5	4,5	
	Cumming.....	T P N	497	234	6,50	4,70	4,80	4	5	4,5		
	Rouot.....	T F N	.....	432	2,42	0,97	4,45	3,5	5	4,5	
	Roux.....	T F N	.....	272	7,35	3,60	3,75	3	4	3	
	Renaud et Lotz	L P O	4,100	643	6,00	"	"	5	4	"		
	Lotz aîné.....	L P O	4,100	797	6,00	"	"	5	4	"		
Angleterre..	Hornsby.....	T P N	4,000	229	10,52	6,50	4,02	4	4,5	4,5		
	Garrett.....	T P N	845	499	8,52	6,28	2,24	3,5	4,5	4,5		
	Clayton.....	T P N	970	346	11,45	9,52	4,93	3,5	5	4,5		
États-Unis..	Pitts.....	L P N	4,240	331	7,45	3,95	3,50	4	2	4,5		
Canada.....	Paige.....	L P N	938	343	7,45	4	3,65	3,5	2	3,5		
Belgique ...	Heine-S.-Pierre.	T F N	4,080	474	7,65	6,20	4,45	3,5	5	"		
Saxe.....	Hamm.....	L P O	.....	635	0,82	"	"	3,5	3	"	
Machines à manège mues par 2 chevaux.												
			"									
France.....	Duvoir.....	T F N	"	609	4,49	0,50	0,31	4	5	4,5		
	Damey.....	L P N	"	522	4,36	0,35	0,27	3,5	4	5		
	Cumming.....	T F N	"	453	4,48	0,27	0,20	3,5	5	4		
	Pinet.....	L P O	4,002	814	4,39	0,21	0,21	3	2	"		
	Lotz aîné.....	L P O	4,148	664	4,01	0,18	0,18	5	4	"		
	Renaud et Lotz	L P O	"	668	4,43	0,33	0,33	5	4	"		
	Rouot.....	T F N	"	430	"	"	"	3,5	5	4		
	Pasquet-Roux.	T P N	"	307	"	"	"	3,5	5	4		
	Thérole.....	L F O	4,340	554	"	"	"	4	2	"		
	Arthuis.....	L F O	700	523	"	"	"	3,5	2	"		
Angleterre..	Gérard.....	T P O	"	411	"	"	"	3	5	"		
	Legendre.....	L P O	772	287	"	"	"	3,5	2	"		
	Garrett.....	L P O	765	567	"	"	"	3,5	2	"		
Prusse.....	Drewitz et Rudolph....	L P O	608	534	"	"	"	3,5	2	"		
	Kaemmerer...	L F O	608	516	"	"	"	3,5	2	"		
	Steinig.....	L F O	853	282	"	"	"	3	2	"		

sur l'infériorité de nos batteuses relativement aux batteuses anglaises, écossaises et américaines.

« Nous ne donnerons aucune autre explication sur ce tableau, les têtes de colonnes faisant suffisamment comprendre la signification des chiffres. Nous appelons seulement l'attention des lecteurs sur la quatrième colonne qui renferme les véritables termes de comparaison; et, pour rendre cette comparaison possible entre les machines qui nettoient et celles qui ne nettoient pas, nous ajouterons qu'un homme et un enfant, avec un bon tarare, vannent en un jour de 20 à 30 hectolitres de blé, en moyenne 25, c'est-à-dire le produit de 3,700 kilog. de gerbes environ. Ainsi, dans le battage de ce poids de gerbes par une machine à nettoyage, on ne doit attribuer à ce dernier, au maximum, que de 1/6 à 1/5 de cheval-vapeur ou de 1/4 à 1/3 de cheval ordinaire. Si l'appareil emploie plus de force, c'est une preuve qu'il est défectueux. »

Dans la nouvelle machine de MM. Garrett et Kerridge que nous venons de décrire, on peut obtenir, d'après les renseignements qui nous ont été fournis par les constructeurs, 14 à 15 hectolitres de grain battu, nettoyé et classé par heure, soit pour un travail journalier de 10 heures y compris les pertes de temps :

140 hectolitres

ou le produit moyen de 20,000 kilogrammes de gerbes environ.

Pour donner ce résultat, la machine à vapeur motrice doit exercer un effort constant de 6 à 8 chevaux.

En admettant la vitesse généralement admise de 800 tours par minute communiquée au batteur, les rapports des poulies de la transmission de mouvement donnent pour les autres organes les vitesses suivantes :

Nombre de tours par minute du ventilateur.....	800
Id. id. de l'arbre des secoueurs.	150
Id. id. de l'arbre de la table J et du premier crible.....	160
Nombre de tours par minute du second crible R'...	150
Id. id. de la trémie R.....	400
Id. id. de la vis N.....	300
Id. id. de la poulie ne la chaîne à godet.....	45
Id. id. du cylindre diviseur T.	18

Le prix de cette machine, prise en Angleterre dans les ateliers de MM. Garrett et Fils, les constructeurs, est de 1800 francs, et rendue en France chez le cultivateur, de 2800 francs.

BREVETS PRIS EN FRANCE POUR LES MACHINES A BATTRE.

Le premier brevet pris en France pour le battage mécanique du grain (1) remonte à l'année 1794; il a été délivré le 19 avril de cette année à M. Brun, à Paris; ce n'est que douze ans après, en 1806, que nous trouvons deux autres brevets pour des machines analogues, l'un à M. Gros aîné, à Montpellier, l'autre à M. Dalmas, à Castelnaudary.

Un espace de seize ans sépare ce troisième brevet du quatrième pris, le 8 novembre 1822, par M. Guillaume, à Paris. Un cinquième fut pris, en 1826, par M. Virton-Huet; un sixième, en 1827, par MM. Peyron et Augier.

Dans l'année 1828, deux autres brevets furent délivrés, l'un à MM. Lechartier et Labove-Delille, l'autre à M. Quatresolz de Marolles. En 1829, un seul brevet fut demandé par MM. Georges frères; un autre, en 1830, par M. Trèche, à Toulouse. Trois ans plus tard, en 1833, deux autres demandes furent faites, l'une par M. Didelon, à Épinal, l'autre par M. Crozier, à Lyon. En 1834, il y eut trois brevets de demandés, le premier par M. Chabert, le deuxième par M. Herland, le troisième par E. Pouydebat.

Dans les quatre années qui suivent, il n'y a eu qu'une seule demande faite pour ces machines, par année: en 1836, par MM. Geoffroy et Fabre; en 1837, par MM. Marchand et Carbon; en 1838, par M. Sausse; en 1839, par M. Roussillon.

En 1840, sept demandes furent faites par MM. Lorriot, Demars, Kœnig, Sarrey, Brunet, de Laurens, Delignac et Signoret; en 1841, deux seulement, l'une faite par M. Sorbé, l'autre par M. Revel-Fort. Cinq brevets furent délivrés en 1842 à MM. Demars, Bergerie, Proux, Escudey et Larclause de Ville-non; en 1843, trois seulement, à MM. Boulet, Saintespès et Dufour.

Le nombre des brevets pris en 1844 devient plus considérable: il s'élève à onze; les demandes sont faites par MM. Winter et Totman, Buret-Solier, Berclaud, Mittelette, Rosé et C^e, Darré, Achet, David, Colin, Lefebure, Gorrin.

En 1845, nous en trouvons dix, qui sont délivrés à MM. Chamolle, Mothes frères, Grosley, Ducrost-Lorgerie, Winter et Totman, Dupetit-Delarue, Chau-chard, Meugniot, Dolley, Durand-Savoyat et Gavard.

Le nombre est moindre en 1846; huit brevets seulement sont demandés par

1. C'est à un mécanicien écossais, du nom d'André Meikle, que l'on attribue la première machine d'une valeur réelle. Cette machine, construite en 1786, quoique fort défectueuse encore, était établie sur le système actuel. Ce n'est qu'en 1818 que les premières machines de ce genre nous arrivèrent en même temps d'Angleterre et de Suède.

Toutes les premières machines brevetées en France étaient disposées pour effectuer un travail semblable à celui que fait l'homme armé d'un fléau.

On considère maintenant les machines à battre comme formant deux catégories distinctes: les machines à *choc*, les machines à *friction*.

Les machines à *choc* exécutent le battage par la vivacité des coups qu'elles frappent sur les épis. Plus la vivacité est grande, plus le battage est parfait. Ce sont les machines les plus répandues maintenant; elles battent généralement bien, font beaucoup de besogne, mais ménagent peu la paille.

Les machines à *friction* exécutent le battage moins par le choc que par le froissement des épis entre les battes nombreuses du cylindre batteur et la surface cannelée du contre-batteur. Ces machines marchent ordinairement avec une faible vitesse. Il en résulte qu'elles produisent relativement moins de besogne, mais qu'elles ménagent convenablement la paille.

MM. Podczaski, Proux, Gaudon, Fournier, Gorni, Deniau et Turpault Baumont, Vuittenez, Pélatan.

En 1847, neuf brevets furent pris par MM. Giroud, Biètre, Dolley, Pons de Paul, Lebert, Duvoir, Proux, Chaubart, Pronier-Labouré;

En 1848, sept seulement, par MM. André, Meunier, Bardeau, Grosjean, Roy, Damey, Lebert;

En 1849, également sept, par MM. Léger frères et Bernot, Duvoir, Bolliet, Renaud et Lotz, Chebardy, Canappe, Palluel.

Comme les brevets pris dans ces dix dernières années offrent un plus grand intérêt, nous allons donner, avec les noms des brevetés, les titres complets et leur date:

Noms des brevetés.	Titre des brevets.	Dates.
RICHARD.....	Machine à battre les céréales.....	8 mars 1850.
RENAUD et LOTZ...	Machine locomobile à vapeur à battre.....	15 mai 1850.
JEANDEAU.....	Machine à battre les grains, dite battoir locomobile sans vapeur de Jeandean.....	4 juin 1850.
TIGÉ.....	Perfectionnements apportés aux machines à battre les blés.....	11 juillet 1850.
BERGER.....	Machine à battre le blé.....	12 août 1850.
DESGRUIS et TROUBAT.....	Machine à battre les blés et à décortiquer toutes sortes de graminées, dite <i>batteur portatif</i> . (2 additions.).....	21 août 1850.
DERATTE.....	Machine à battre le blé, dite <i>batte Deratte</i> à fléaux naturels (1 addition).....	18 janvier 1851.
RABILLARD.....	Machine à égrener et vanner toute espèce de grains, dite <i>la Luconnaise</i> (1 addition).....	7 juin 1851.
REYDY.....	Machine à battre, dite <i>Voiture dépiqueuse</i>	1 ^{er} septembre 1851.
STUBENRAUCH.....	Perfectionnement à une machine à battre le blé.	6 septembre 1851.
MONTENOT.....	Battoir à pédales et à bielles.....	19 février 1852.
DAMEY.....	Système de machine à battre portative.....	5 avril 1852.
LORRIOT.....	Perfectionnements et modifications apportés aux machines à battre les céréales.....	17 juin 1852.
PROTTE.....	Machine à battre les grains.....	22 juillet 1852.
RONDEAU.....	Machine à battre les grains, fonctionnant au moyen d'un moteur actionné par une chaîne.	3 août 1852.
ROUX.....	Machine à battre les grains.....	2 novembre 1852.
CHEBARDY.....	Batterie à blé à support horizontal et vertical.	22 novembre 1852.
COMPTE et PAUVÈRE..	Dispositions de manèges et de batteurs portatifs applicables à l'agriculture.....	24 décembre 1852.
BARDI.....	Machine propre au dépiquage des grains.....	28 février 1853.
MONIN.....	Machine locomobile à battre le blé mue à bras, par transmission flexible.....	4 avril 1853.
LAROQUE.....	Machine destinée à battre le blé (1 addition)..	23 avril 1853.
WILLISON.....	Perfectionnements dans le battage des grains.	29 avril 1853.
RENAUD et LOTZ...	Machine à battre le blé (2 additions).....	17 mai 1853.
PUISSANT.....	Machine à battre le blé, dite <i>Puissant</i>	20 juin 1853.
LORRIOT.....	Machine locomobile à battre les céréales.....	12 juillet 1853.
TISSIER.....	Machine à battre le blé, dite <i>batteur-Tissier</i> ...	28 juillet 1853.
GARDISSAL.....	Égraineuse avec manchon à action continue....	30 juillet 1853.

Noms des brevetés.	Titres des brevetés.	Dates.
ADRIEN, dit LAISNÉ.	Machine propre à battre les grains de toute espèce, dite <i>batteur Adrien</i>	26 octobre 1853.
LEGENDRE.....	Machine à dépiquer le blé (1 addition).....	22 septembre 1853.
LOTZ.....	Machine à battre le blé, portative et locomobile, à vapeur, à mouvement direct, propre à broyer les chanvres et les lins et à moudre la farine (1 addition).....	18 octobre 1853.
LOTZ.....	Machine à égrener le trèfle, avec noix et boisseau en bois, garnie de lames de fer et d'acier, et pouvant concasser le blé noir et préparer le mil.....	5 décembre 1853.
HARTER.....	Machine à battre et son manège à système solidaire locomobile.....	31 décembre 1853.
SÉGUIN.....	Battoir à battre les grains.....	4 février 1854.
DORISON.....	Machine à battre les grains de trèfle.....	30 mars 1854.
VELTER.....	Machine à battre le blé et broyer le chanvre, avec galets et sans engrenage.....	15 avril 1854.
LALLEMENT.....	Machine à battre les céréales, à levier, mue à bras d'homme.....	18 mai 1854.
OLIVIER et BONON..	Système de machine à vapeur destinée à battre le blé (1 addition.).....	19 juin 1854.
SAINT-SUPÉRY....	Machine propre à dépiquer les grains (1 addit.)..	6 juillet 1854.
ARTHUIS.....	Perfectionnements d'une machine à battre....	7 juillet 1854.
PIALOUX.....	Machine à dépiquer les céréales.....	10 juillet 1854.
NÈME.....	Machine à battre le blé.....	11 juillet 1854.
CLÈZE.....	Machine à battre le blé.....	1 ^{er} août 1854.
MARÉCHAL.....	Instrument propre à dépiquer les céréales....	3 août 1854.
MOREAU.....	Système de machine à battre le blé, mue par chevaux, dite <i>machine à battre Moreau</i>	4 septembre 1854.
CHAUMOUILLE....	Perfectionnements aux moulins à battre.....	21 août 1854.
LECLERC.....	Machine à battre les grains.....	12 septembre 1854.
GRENIER.....	Machine à frictionner toute espèce de grain...	18 septembre 1854.
BERTIN.....	Machine à frictionner les grains, dite <i>ambulance</i>	14 octobre 1854.
PROTTE.....	Machine à frictionner, à battre les grains, dite <i>fixe et portative</i>	23 octobre 1854.
CAMBROUË-RAVIN..	Machine à battre les grains.....	27 octobre 1854.
LEFÈVRE.....	Machine à battre le colza.....	9 novembre 1854.
ROUX et C ^e	Machine à battre le blé, avec manège et meule.	29 novembre 1854.
GENAUZEAU.....	Machine à battre le grain.....	16 décembre 1854.
LEBLED et BROUARD.	Machine propre à extraire la graine de trèfle..	26 décembre 1854.
LOTZ.....	Machine à battre, à rouleau et à battes mobiles, mue par son propre manège, et application de ce même rouleau, sans cône, pour marcher par manège, ou machine à vapeur ordinaire comme moteur (1 addition).....	2 janvier 1855.
GÉRARD.....	Machine à battre à plan incliné.....	17 janvier 1855.
PASSEDOIT.....	Machine portative à manège, destinée à battre les grains (1 addition).....	24 janvier 1855.
MARIE.....	Système de machine à battre le blé, opérant sans briser la paille.....	25 janvier 1855.
MANNEQUIN.....	Machine à battre mue par une locomotive.....	29 janvier 1855.

Noms des brevetés.	Titres des brevétés.	Dates.
REBEL.....	Machine à dépiquer les gerbes.....	6 février 1855.
FOURNIER.....	Machine à égrener, dite <i>égrenoir Fournier</i> , pour toute espèce de grains (2 additions).....	22 février 1855.
CARAMIJA.....	Perfectionnements dans la construction des machines à battre le blé et autres graminées..	2 mars 1855.
CUMMING.....	Machine locomobile destinée à battre le blé et les grains (1 addition).....	21 mars 1855.
LEGENDRE.....	Machine à dépiquer les grains.....	22 mars 1855.
VALIOT.....	Moulin à battre le blé.....	18 avril 1855.
DUVOIR.....	Perfectionnements apportés dans les machines à battre le blé et dans leurs manéges (1 add.).	23 avril 1855.
DELALAIN et LEMÉE.....	Machine à battre le grain à bras d'homme mise en mouvement au moyen de 2 volants jumeaux.....	26 avril 1855.
TRIBAULT.....	Système de batteur et de concasseur.....	8 mai 1855.
BULOT.....	Machine à battre les différentes espèces de grains.	2 juillet 1855.
FRANÇOIS, dit CAROLIS.....	Dépiqueuse à bras, dite <i>la Légère</i> (1 addition).	9 juillet 1855.
LAFOSSÉ.....	Perfectionnement dans les dispositions et la commande des machines à battre le blé et autres grains.....	10 juillet 1855.
BEQUET.....	Machine à battre les grains.....	12 juillet 1855.
CHÉRON.....	Machine à battre les grains et graminées.....	28 juillet 1855.
LORRIOT.....	Machine à battre les grains (2 additions).....	16 août 1855.
LALLIER.....	Machine à battre les céréales, et sans manège, dite <i>système Lallier</i>	29 août 1855.
AUDE.....	Machine à battre le blé et à le vanner.....	8 septembre 1855.
PASCAUD.....	Machine à battre les céréales.....	20 septembre 1855.
BEAUDET.....	Machine à battre les grains de luzerne, de trèfle, etc.....	15 octobre 1855.
MONTANDON.....	Machine à battre le blé.....	5 novembre 1855.
DEZAUNAY.....	Manège propre à battre les grains.....	15 novembre 1855.
DUTEL.....	Machine à égrener les blés et autres céréales, laquelle est applicable à égrener toutes les substances végétales contenant des grains, graines ou grenailles.....	11 décembre 1855.
GEORGET.....	Machine à battre les grains.....	29 décembre 1855.
MICHELET.....	Batteuse mécanique propre à extraire le grain, à le vanner, à le purger et cribler.....	18 janvier 1856.
BLONDEAU.....	Machine, dite machine à battre, à balancier..	22 janvier 1856.
SÉGUIN.....	Machine à battre les grains.....	4 février 1856.
PEIGNÉ.....	Système de machine à battre.....	3 mars 1856.
CAUDRELIER.....	Machine à battre toutes sortes de graines.....	6 mars 1856.
MARTEAU.....	Id. id. les grains (1 addition).....	11 mars 1856.
FAITOT.....	Perfectionnements dans les machines à battre les céréales.....	12 mars 1856.
PITTS (W.).....	Certains perfectionnements de machines à battre les grains.....	18 mars 1856.
MOT.....	Machine à dépiquer.....	10 avril 1856.
GAUDIN.....	Machine à battre le blé avec manège portatif..	19 avril 1856.
LEFEBVRE.....	Machine à battre le grain (2 additions).....	19 avril 1856.

Noms des brevetés.	Titres des brevétés.	Dates.
LABROSSE.....	Machine à battre et nettoyer les grains, mue par la vapeur.....	8 mai 1856.
PIALOUX.....	Machine à dépiquer les céréales.....	3 mai 1856.
PETIT.....	Machine à dépiquer les grains des plantes fourragères.....	23 mai 1856.
GIRARD.....	Machine à battre le grain.....	2 juin 1856.
BENOIT.....	Id. portative à battre les grains.....	9 juin 1856.
LOFFICIAL.....	Machine à battre toute espèce de graines.....	17 juin 1856.
DE FAY.....	Id. à battre.....	20 juin 1856.
RONSERAIL.....	Id. id. les grains.....	20 mai 1856.
ABADIE.....	Batteuse propre au battage des céréales (2 additions).....	5 juillet 1856.
ROUSSET.....	Machine à battre le blé.....	9 août 1856.
BRANGÉ et BENIN..	Machine à battre le blé.....	6 octobre 1856.
DURAND.....	Id. id. les grains et à préparer le lin, le chanvre, etc.....	13 octobre 1856.
MITEAU.....	Machine à battre les blés.....	16 octobre 1856.
CAILLOT et LE BLANC	Id. id. les grains.....	9 octobre 1856.
LOTZ.....	Machine à battre toute espèce de grains et à les vanner simultanément.....	22 octobre 1856.
GUIBAL.....	Machine à égrener les céréales (1 addition)....	27 octobre 1856.
CHAPPLAIN.....	Aspirateur troyen applicable à toutes les machines à battre.....	24 novembre 1856.
GRIMBER et BAC...	Perfectionnements d'une machine à battre portative, mue par la vapeur.....	4 décembre 1856.
DEBIÈVRE.....	Machine à battre les grains à l'usage de la petite culture (1 addition),.....	19 janvier 1857.
DEBIÈVRE.....	Machine batteuse à courant d'air, remplaçant les cylindres alimentaires.....	21 janvier 1857.
PERREUL.....	Machine à battre le blé.....	24 janvier 1857.
SHAW.....	Id. à fléau, servant à battre, à vanner, à nettoyer le blé et autres grains.....	4 mars 1857.
NICOLAIS.....	Machine à battre les grains.....	14 mars 1857.
GUILLON.....	Id. id. le blé.....	1 ^{er} avril 1857.
MOREAU.....	Id. id. id.....	2 avril 1856.
BUISSON.....	Rouleau batteur pour rouler et battre les grains.	16 avril 1857.
CHATILLON.....	Machine à battre les grains.....	22 mai 1857.
RIMBERT.....	Perfectionnements dans les machines à battre les céréales.....	16 mai 1857.
LOBRIOT.....	Id. id. id. les grains.	13 mai 1857.
CHANTEPIE.....	Manège Chantepie propre à battre les céréales..	2 mai 1857.
RONDEAU-DUPONT..	Batteuse pour les grains.....	8 juin 1857.
ENGEL.....	Batteur mécanique à devanture mobile.....	15 juillet 1857.
BAILLY.....	Perfectionnements dans les machines à battre les blés.....	7 juillet 1857.
BUDAN.....	Machine à battre.....	18 juillet 1857.
GÉRARD.....	Id. fixe ou portative à volonté (1 addition).....	17 juillet 1857.
GOUSSET.....	Machine à battre le grain, mue à bras d'homme, et facilement transportable.....	5 août 1857.
DUVOIR.....	Perfectionnements dans les machines à battre les grains (1 addition).....	12 août 1857.

Noms des brevetés.	Titres des brevetés.	Dates.
LAJOYE, COLLIN, JOLIVET ET BOMMET.	Machine à battre toute espèce de grains.....	26 août 1857.
VERRIER.....	Id. id.	28 août 1857.
PERRIN.....	Machine à battre les grains.....	4 septembre 1857.
BIEWER.....	Application d'objets mécaniques pour battre le blé.....	12 septembre 1857.
BLIN.....	Perfectionnement d'une machine à battre les céréales.....	23 septembre 1857.
BRIAND.....	Mécanique à battre le grain.....	29 septembre 1857.
CHAUSSARD.....	Machine à battre le blé.....	19 octobre 1857.
PROTTE.....	Id. portative à battre le grain.....	9 novembre 1857.
GAUTIER.....	Machine à battre et à vanner les blés.....	12 novembre 1857.
HUGENS.....	Appareil propre à battre toute espèce de grains (1 addition).....	19 novembre 1857.
GILLOT.....	Machine manuelle à excentrique pour battre les grains.....	2 décembre 1857.
ALAISE.....	Machine à battre les blés.....	3 août 1857.
CHENEL.....	Machine à égrener le tréfle et autres graines (2 additions).....	15 décembre 1857.
GERVAIS.....	Id. id. id. et graines fourragères.....	5 décembre 1857.
JARLOT.....	Perfectionnements apportés aux machines à battre.....	9 décembre 1857.
GUISEZ.....	Machine à battre les grains.....	17 décembre 1857.
ROUSSILLE.....	Machine à battre le blé, massive en fer, et fonctionnant avec une vitesse considérable....	18 décembre 1857.
AZÉMA.....	Machine à dépiquer les céréales, mue par deux hommes.....	16 janvier 1858.
PERREUL.....	Machine à battre le blé, teiller et préparer les chavres et les lins.....	29 janvier 1858.
TERROLLE.....	Manège portatif propre à battre et à moudre les grains, et pour d'autres usages.....	11 février 1858.
FLAMENT.....	Application à la machine à battre, dite Promier, de quatre rouleaux formant sous les batteurs un lit de paille continu, et d'un cône dépouillant les grains, dits <i>blancs vêtus</i>	17 février 1858.
HENET, frères....	Machine à battre le blé, l'avoine, dite égreneur.....	23 mars 1858.
SONNET.....	Machine à battre, à chariot et à manège....	15 avril 1858.
DANIEL.....	Genre de batteuse.....	26 avril 1858.
GANNE.....	Système de machine à battre les grains.....	24 avril 1858.
PIGEON.....	Machine à battre le blé.....	27 avril 1858.
RENAUD ET LOTZ...	Machine à battre et nettoyer le blé simultanément.....	4 mai 1858.
PRUYOT.....	Genre de machine à battre.....	19 mai 1858.
BATTAUDIER.....	Appareil destiné à battre le blé, dit <i>batteuse ambulante</i>	29 mai 1858.
BAUQUIN.....	Machine à battre les grains, à manège direct.	2 juin 1858.
CATUFLE.....	Machine à battre les grains.....	13 juin 1858.
NESME, aîné.....	Id. id. le blé.....	6 mai 1858.
REIGNIER.....	Système de battage et sciage des céréales au moyen d'une batteuse à scie circulaire.....	14 juin 1858.

Noms des brevetés.	Titres des brevetés.	Dates.
ROUQUET.....	Batteuse à contre-batteur à cylindre, système Rouquet.....	28 juin 1858.
THIZÉ.....	Système à battre le blé.....	5 mai 1858.
LAFOSSE.....	Perfectionnements apportés dans la construction des machines à battre le blé et autres graines.....	9 juillet 1858.
BOSTEL.....	Machine à battre le blé et toute autre espèce de grains.....	26 juillet 1858.
HAINAUT.....	Machine à battre les grains.....	3 août 1858.
GILOT.....	Batteuse à bras, avec engrenage.....	9 août 1858.
THÉRON.....	Machine à battre le blé, dite <i>batteuse à volants</i>	9 août 1858.
BRÉCHON et ROBIN.....	Machine à égrener.....	12 août 1858.
LARDY.....	Perfectionnements d'une machine locomobile à battre les grains.....	25 août 1858.
SORIN.....	Machine à battre à huit fléaux.....	1 ^{er} septembre 1858.
LAMBERT.....	Id. id. les grains, dite batteuse à bras (1 addition).....	4 septembre 1858.
CHABOD.....	Perfectionnements apportés aux machines à battre les grains.....	11 septembre 1858.
HERGÉ.....	Machine à battre le blé et d'autres céréales (1 addition).....	18 septembre 1858.
JARLOT.....	Perfectionnements apportés dans les machines à battre.....	14 octobre 1858.
DUJOLS.....	Machine à battre le blé, très-portative, fonctionnant à bras.....	20 octobre 1858.
PINÈDE.....	Machine à battre le blé.....	16 octobre 1858.
LENORDEZ, PAULET et VASNER.....	Machine à battre les grains, hacher la paille, couper les légumes et les tourteaux employés à la nourriture des bestiaux, et broyer les pommes pour la fabrication du cidre.....	9 novembre 1858.
DEZALLEUX.....	Machine à égrener les grains.....	3 décembre 1858.
SICOURET.....	Id. destinée à battre les grains.....	1 ^{er} mars 1859.
JORET.....	Machine à battre à manège.....	7 mars 1859.
BONNARDOT, VASNER et LETRILLARD...	Perfectionnements aux machines à battre les céréales.....	9 mars 1859.
MAUPOIS.....	Machine à battre et son manège.....	16 mars 1859.
COCHUT et MARANDON.....	Moulin batteur agricole.....	26 mars 1859.
MIDON.....	Système de contre-batteur, dit contre-batteur à jour, avec grille mobile pour séparer les balles et les grains de la paille, pour être appliqué aux locomobiles (battoirs) à vapeur.....	25 mars 1859.
MONNETRES.....	Régulateur des machines à battre le grain.....	13 avril 1859.
JOUAN.....	Batteuse mécanique servant à battre le blé et autres graines battues au fléau.....	20 avril 1859.
MARCHANDIN.....	Batteuse mobile ou fixe à hélice.....	16 avril 1859.
BERTELÉ.....	Machine à battre les grains.....	30 avril 1859.
CASQUET et BARDOU.....	Machine à dépiquer.....	9 mai 1859.
OZENNE.....	Id. à battre.....	12 mai 1859.
LORIER.....	Manège locomobile suspendu pour battre et net-	

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
	toyer le colza dans les champs.....	4 juin 1859.
GARRETT et KER- RIDGE.....	Disposition perfectionnée de machines à battre et nettoyer le grain.....	23 juin 1859.
BERTIN.....	Machine dite égreneuse générale, remplaçant les machines à battre les grains et autres céréales.	27 juin 1859.
DUBOIS.....	Machine à battre le blé.....	29 juin 1859.
FEUILLET.....	Machine destinée à égrener les céréales, trèfle, dite égreneur alternatif de Feuillet.....	26 juillet 1859.
RONDEAU.....	Machine à battre le grain.....	19 septembre 1859.
LAMBERT.....	Id. id. les grains avec manège à un cheval.....	21 septembre 1859.
MESNAGER.....	Perfectionnements dans les machines à battre le blé.....	25 octobre 1859.
GANNE.....	Machine à battre avec manège à cheval et à pied.....	12 novembre 1859.
MEYNIER.....	Machine à battre et à vanner le blé.....	10 décembre 1859.
LECLÈRE.....	Machine à battre les grains.....	26 décembre 1859.
WOOLFRY.....	Batteuse à châssis mobile.....	20 janvier 1860.
ANGEVIN MITSCHERLICH.....	Machine à battre les grains.....	15 février 1860.
CUSSON.....	Manège sans engrenage, propre à battre les grains, à teiller le chanvre et à d'autres usages.	6 mars 1860.
DUVOIR.....	Perfectionnements apportés dans les machines à battre locomobiles et dans leurs commandes.	5 mars 1860.
FLACHAIRE.....	Machine à battre le blé, dite batteuse.....	16 mars 1860.

MATÉRIELS DE CHEMINS DE FER

MONTE-CHARGE DOUBLE A VAPEUR

ÉTABLI A LA GARE DE BERCY

POUR DESSERVIR DEUX HALLES D'ENTREPOTS ÉTAGÉS

PAR

M. LECONTE, ingénieur en chef

ET

M. DELPECH, ingénieur du matériel et directeur des ateliers du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée

(PLANCHES 6, 7 ET 8)

Les nouveaux entrepôts que la Compagnie du chemin de fer de Lyon a fait construire vers la fin de l'année 1858, pour augmenter l'importance déjà très-considérable de la gare de Bercy, sont spécialement destinés à recevoir des vins, des alcools, etc. ; ils présentent cet avantage, c'est que tout en utilisant doublement la surface de terrains disponibles, ils permettent de loger les marchandises au niveau de la rue de Bercy, par laquelle leur sortie doit avoir lieu, et qui est située, comme on sait, beaucoup en contre-bas de celui de la voie du quai de la gare. On est arrivé ainsi à éviter, pour toutes les marchandises que peut contenir la halle inférieure, un long détour et la descente d'une rampe qui, quoique pouvant être assez douce, est toujours pénible pour des chevaux chargés.

Afin d'utiliser ainsi les deux étages que présentent ces nouveaux entrepôts, sans mettre dans l'obligation d'employer un nombreux personnel à effectuer des transports et des manèges longs et dispendieux, un appareil puissant était nécessaire pour descendre à la fois les wagons tout chargés et les remonter à vide, ou pleins au besoin. Les auteurs de cet ingénieux appareil, à qui nous devons la communication des dessins, sont M. Leconte, ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer de Lyon, et M. Delpech, ingénieur du matériel et directeur des ateliers, à Paris. Ces habiles ingénieurs ont étudié le projet dans tous

ses détails, et l'ont ensuite fait exécuter dans les ateliers mêmes du chemin de fer.

Quoique ce monte-charge soit sans précédent, dès le premier jour de son installation il a parfaitement fonctionné, et depuis il n'a cessé de rendre tous les services que l'on en attendait; la manœuvre en est facile, simple et commode. Du reste, toutes les précautions ont été prises pour éviter les accidents que l'on pouvait craindre dans le déplacement d'aussi fortes charges que celles qui sont successivement enlevées et descendues.

Pour donner une idée de l'importance de cet appareil, voici sommairement quelles sont ses dispositions générales : il est composé de deux plateaux ou châssis mobiles de 7^m 40 de longueur, sur 3^m 94 de largeur, et 1^m 05 de hauteur, qui sont placés à une distance horizontale d'axe en axe de 12 mètres l'un de l'autre. Le chemin que ces châssis ont à parcourir, pour passer du niveau du plancher supérieur à celui inférieur, et réciproquement, est de 6^m 30.

Chaque châssis est guidé par quatre demi-colonnes creuses, en fonte, dans lesquelles descendent des chaînes attachées aux quatre angles des châssis. Ces chaînes passent sur des poulies de renvoi logées dans l'épaisseur du plancher supérieur, et vont se relier deux à deux, à chaque extrémité du châssis, avec une chaîne plus forte qui, passant sur une poulie de renvoi établie dans une fosse, au-dessous du plancher inférieur, est attachée à un tambour placé au milieu de la longueur du châssis.

Ce tambour reçoit les deux fortes chaînes, qui sont attachées, l'une en dessus, l'autre en dessous de sa circonférence, afin que, comme elles se dirigent en sens inverse, elles puissent s'enrouler et se dérouler simultanément pour soulever ou descendre bien parallèlement le châssis.

L'arbre sur lequel ce tambour est fixé est muni, à son autre extrémité, d'un second tambour semblable au premier, sur lequel sont attachées les chaînes du deuxième châssis, lesquelles sont reliées à sa circonférence de la même manière, mais inversement des précédentes, de façon à ce que, quand les chaînes du tambour de droite s'enroulent pour provoquer le soulèvement du châssis correspondant, celles de gauche se déroulent pour descendre l'autre châssis, et réciproquement.

Le mouvement est communiqué à l'arbre des tambours par un moteur à vapeur installé sur le plancher inférieur, dans l'espace libre compris entre les deux châssis mobiles. Ce moteur est composé de deux cylindres semblables à ceux des machines locomotives, et placés horizontalement l'un à côté de l'autre, avec les lumières d'introduction et d'échappement vis-à-vis, de façon à ce que les deux tiroirs de distribution puissent être placés et se mouvoir dans la même boîte.

Ces deux cylindres sont fixés à l'extrémité d'un fort bâti en fonte, qui n'a que 0^m 45 de hauteur, et dont l'extrémité opposée est munie, à 2^m 92 du fond des cylindres, d'un arbre coudé à doubles manivelles actionnées directement par des bielles attachées aux tiges des pistons des cylindres.

Cet arbre reçoit à ses deux extrémités, en dehors des poulies, deux volants, et, intérieurement, deux pignons engrenants avec deux grandes roues calées sur un arbre intermédiaire, monté dans des paliers fixés vers le milieu du bâti, au contre-bas de l'arbre à manivelles, pour laisser la place nécessaire aux bielles et aux barres des excentriques de distribution et de changement de marche.

Cet arbre intermédiaire est garni au milieu d'un fort pignon, qui commande directement la grande roue fixée sur l'arbre des tambours des monte-charges.

Le changement de marche est obtenu, comme dans les locomotives, par deux coulisses de Stephenson reliées par des bielles de suspension à une barre de relevage. Celle-ci est manœuvrée à l'aide d'une vis à plusieurs filets que le mécanicien fait tourner par un petit volant à manette, placé à l'arrière de la machine, entre les deux cylindres, près des leviers de manœuvre du régulateur.

Pour faire fonctionner les monte-charges avec toute la sécurité désirable et obvier, autant que possible, au manque d'attention des hommes de service, un mécanisme automoteur très-ingénieux a été imaginé par MM. Leconte et Delpech.

Ce mécanisme est placé au plafond, directement au-dessus de la machine motrice; il est en communication avec une tige qui commande un disque placé sur le bâti de la machine, et sur l'un des côtés duquel se trouve inscrit en gros caractères le mot : *marchez*.

Ce même mécanisme fait en même temps fonctionner un sifflet placé au sommet de la colonne d'arrivée de la vapeur, afin de prévenir le mécanicien qu'il doit porter son attention sur le disque indicateur.

Aussitôt, à l'aide d'un levier à contre-poids placé sur l'un des côtés de la machine, il dégage les verrous qui retiennent le châssis chargé qu'il faut descendre et, agissant sur le levier du régulateur et sur le volant à manette de la distribution, il met la machine en marche.

Quand le châssis descendant est près d'arriver au niveau du plancher inférieur, celui qui monte est également près d'arriver au niveau du plancher supérieur. Ce dernier rencontre alors un crochet saillant qui, agissant sur le mécanisme, bande les ressorts, fait siffler de nouveau et en même temps fait faire un demi-tour au disque; le mot *marchez* disparaît alors; ce qui invite le mécanicien à provoquer l'arrêt de l'appareil.

Pour avertir qu'un nouveau wagon vient d'être placé sur le châssis, il existe au niveau du plancher supérieur, près des deux ouvertures qui y sont pratiquées pour le passage des châssis, une petite colonne garnie d'une tige à piston et à ressort d'air, terminée par une poignée. Comme cette tige communique avec le mécanisme qui commande le disque indicateur et le sifflet avertisseur, l'ouvrier de service n'a qu'à appuyer sur la poignée pour provoquer en temps opportun la mise en marche de l'appareil monte-charge.

Telles sont sommairement les dispositions principales de cet appareil qui dessert la halle inférieure du nouvel entrepôt.

Les détails de construction de celui-ci offrent aussi des particularités nouvelles et remarquables qui résultent en partie de la disposition des deux halles étagées; telle est la construction du plancher supérieur complètement en fer, et disposée pour recevoir, vers ses extrémités, des plaques tournantes destinées à établir des communications entre les voies des chemins transversaux et une voie longitudinale qui règne sur toute la longueur, dans le fond de la halle supérieure, pour desservir les quais élevés un peu au-dessus du sol, et sur lesquels les marchandises sont entreposées.

Ce plancher en fer est supporté d'un côté par le mur de soutènement du quai, et par 162 colonnes creuses en fonte formant trois rangées parallèles de 54 colonnes chacune. La largeur de la salle inférieure, du mur du fond à l'axe de la troisième rangée de colonnes, est de 19 mètres, et une marquise en fer de 4 mètres de largeur est ajoutée sur le devant, du côté de la cour de manœuvre, au niveau de la rue de Bercey, pour abriter une voie ferrée qui règne sur toute la longueur pour le service des marchandises entreposées dans cette halle.

Sa longueur totale est de 285 mètres, et sa hauteur, du niveau des rails à celui des poutres longitudinales, est de 6^m 250.

La halle supérieure règne au-dessus sur toute la longueur; son toit est supporté par une charpente en bois soutenue par deux rangées de poteaux; celle du fond est placée directement au-dessus de la troisième rangée de colonnes en fonte à partir du mur de soutènement, et celle de devant du quai sur ce mur; la distance d'axe en axe de ces poteaux est de 20 mètres. Les deux extrémités ainsi que le fond de cette halle sont fermés par des planches; de larges croisées, placées à 10 mètres d'axe en axe l'une de l'autre, éclairent le fond.

Le devant, du côté de la cour de la gare, est ouvert et abrité par le toit, qui avance de 4 mètres de l'axe des colonnes.

Malgré notre désir de donner tout l'ensemble de ce grand travail qui offre un véritable intérêt dans ses moindres détails, et auquel il aurait fallu consacrer au moins huit à dix planches de notre Recueil, nous avons été obligé, pour rester dans le cadre que nous nous sommes tracé dans cette publication, de limiter les dessins à l'appareil monte-charge et à la machine à vapeur au moyen duquel il fonctionne.

Nous devons remercier MM. Leconte et Delpech pour l'obligeance qu'ils ont eue de mettre à notre disposition tous les dessins, au moyen desquels nous pouvons aujourd'hui faire connaître ces importants travaux dont nos lecteurs pourront comme nous apprécier tout le mérite.

Nous commencerons par décrire la machine motrice représentée par plusieurs projections sur la planche 7, et nous entrerons ensuite dans tous les détails nécessaires pour faire reconnaître les particularités distinctives du double monte-charge représenté sur les planches 8 et 9.

DESCRIPTION DE LA MACHINE MOTRICE DU MONTE-CHARGE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 10 DE LA PL. 7.

La fig. 1 représente cette machine, toute montée et prête à fonctionner, en plan horizontal vu en dessus.

La fig. 2 en est une section verticale faite par le milieu, entre les deux cylindres, suivant la ligne 1-2 du plan, fig. 1.

La fig. 3 est une section transversale, faite suivant la ligne 3-4 de la fig. précédente, par l'axe muni du pignon qui transmet le mouvement à l'arbre du treuil.

Les fig. 4 et 5 donnent en détail, à une échelle double des figures précédentes, une coupe horizontale des deux cylindres à vapeur, et une élévation des mêmes organes moitié vus en coupe et moitié extérieurement.

La fig. 6 est une section transversale du bâti passant par la ligne 5-6, à la place destinée à recevoir les paliers de l'arbre à manivelle.

Les fig. 7 et 8 font voir, sur deux sections perpendiculaires l'une à l'autre, la construction des paliers de l'arbre à manivelle.

Les fig. 9 et 10 représentent les détails du régulateur pour l'introduction de la vapeur dans la boîte de distribution commune aux deux cylindres.

On doit remarquer, à l'inspection de ces figures, que les principaux organes de cette machine sont à peu près semblables, comme nous l'avons déjà dit, au mécanisme ou appareil moteur des locomotives. Il n'en est pas de même pour un assez grand nombre de détails de construction et d'agencement qui sont particuliers au travail spécial que doit effectuer ce moteur.

DU BÂTI ET DES CYLINDRES A VAPEUR. — Sur un fort massif en pierres de taille est fixé, par de longs boulons de scellement, le bâti A, qui n'a que 0^m 45 de hauteur, et est fondu d'une seule pièce; son modèle, quoique très-simple de forme, se trouve assez compliqué par les ouvertures destinées à l'alléger et par celles nécessaires pour le passage des manivelles, bielles, leviers et roues qui font partie de l'appareil.

Sur ce bâti, à l'extrémité d'arrière, sont boulonnés les deux cylindres à vapeur B, fondus, comme on le fait ordinairement, avec les lumières d'introduction *b* (fig. 4 et 5) et les conduits d'échappement *b'*.

Les deux tiroirs de distribution *c* sont renfermés dans la même boîte B', formée par la réunion des deux cylindres fondus à cet effet avec des brides munies de trous pour recevoir les boulons d'accouplement. Les extrémités de cette boîte sont fermées par les couvercles B², garnis des presse-étoupes *b*², pour le passage des tiges *c'* des tiroirs.

Les fonds C des cylindres, traversés par les tiges C' des pistons, sont fondus avec des saillies destinées à recevoir les règles en fer C² des glissières, lesquelles sont supportées à leur extrémité opposée par une saillie venue de fonte avec le châssis vertical A', fixé sur le bâti.

Un robinet purgeur c^2 (fig. 2 et 5) est disposé entre les deux cylindres, de façon à communiquer par un tube recourbé avec l'intérieur de la boîte de distribution, et par une branche horizontale avec le conduit d'échappement b' . Il est manœuvré à l'aide d'un levier à manette placé à l'arrière et à la portée du mécanicien.

L'admission de la vapeur dans la boîte de distribution a lieu par les deux tubulures arquées fondues avec la boîte D, qui renferme le *régulateur*. Celui-ci qui sert, comme on sait, à ouvrir et fermer le passage de la chaudière aux cylindres, est composé, comme dans presque toutes les locomotives, d'un tiroir en bronze d , glissant sur une table dressée percée d'orifices pour le départ de la vapeur. Il est entouré d'un cadre en fer terminé par une tige qui sort de la boîte, et vient sous la main du mécanicien, qui la manœuvre à l'aide des leviers D' .

La vapeur arrive dans la boîte D par la tubulure supérieure sur laquelle est montée la colonne D^2 , en communication avec le générateur par un tuyau assemblé avec le raccord D^3 (fig. 2).

Les deux leviers D' , qui servent à la manœuvre du régulateur, ont leur centre d'oscillation sur le support arqué E (fig. 2, 9 et 10). Ce support est en fonte, composé de deux pièces reliées par des boulons afin de faciliter le montage entre ses deux branches de la douille e , qui soutient la tige prolongée de la vis F, au moyen de laquelle on opère le changement de marche. La tige du régulateur est assemblée par une clavette avec un cadre en fer, dans lequel sont engagées les extrémités des deux leviers D' . Ces extrémités sont arrondies comme une dent de roue d'engrenage, pour se mouvoir librement à l'intérieur du cadre pendant son déplacement; elles occupent, placées l'une au-dessus de l'autre (voy. fig. 9 et 10), toute la hauteur intérieure. Au-dessus est montée une petite plaque e' , ouverte au milieu pour laisser voir la position des dents qui indiquent celle du régulateur par les lettres O, *ouvert*, et F, *fermé*.

C'est par précaution que l'on a mis deux leviers pour faire fonctionner le régulateur, afin que le mécanicien puisse agir promptement, qu'il se trouve à droite ou à gauche de la machine.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT. — L'arbre principal G, qui reçoit directement le mouvement des pistons renfermés dans les cylindres à vapeur, est forgé avec deux coudes à angle droit formant manivelle. Sur chacune d'elles est ajustée la grosse tête d'une bielle motrice G' . La petite tête de cette bielle embrasse le boulon d'attache fixé dans la coquille ou crosse à fourche de la tige du piston correspondant.

Cette crosse est munie des coulisseaux qui guident, dans les glissières C^2 , le mouvement rectiligne de va-et-vient du piston.

L'arbre moteur G est supporté à ses extrémités par deux larges paliers G^2 , et au milieu par un palier plus étroit G^3 , afin de laisser la place nécessaire pour le calage des excentriques de distribution.

Les coussinets des paliers G^2 , comme on peut le remarquer par les

fig. 7 et 8, sont composés de trois pièces en bronze, formées par un siège plat et par deux joues latérales; celles-ci, au lieu de se rapprocher au sommet, sont ouvertes, et forment avec la verticale un angle de 13° environ. Une sorte de coin g , dont les côtés sont dressés suivant le même angle, est logé entre ces joues; il occupe toute la largeur du coussinet, mais d'une plus faible hauteur, de façon à ne pas toucher le tourillon. Cette disposition a pour but, comme les paliers à coussinets, à coins et à vis de serrage, que M. Farcot applique, et que nous avons décrits (vol. XII, page 447, pl. 36), de remédier à l'usure du coussinet en obligeant les joues à se rapprocher en resserrant les boulons du chapeau, et à rester en contact avec le tourillon.

Chaque tiroir de distribution est commandé par deux excentriques H, l'un pour la marche en avant, l'autre pour la marche en arrière. A cet effet, les barres H' de ces excentriques sont reliées à la coulisse de Stephenson H², par des fourches qui embrassent ses deux extrémités.

La tige c' de chaque tiroir de distribution est réunie à la coulisse correspondante par deux bielles méplates h . Ces bielles sont prolongées au delà du coulisseau engagé dans la coulisse, pour s'assembler aux deux leviers verticaux h' , montés sur un arbre horizontal h^2 (fig. 1 et 2), supporté par des consoles boulonnées sur une nervure du bâti.

Ces leviers sont destinés à supporter les bielles et leur coulisseau, tout en suivant le mouvement communiqué par les excentriques à la coulisse. Celle-ci est reliée à la barre de relevage I, par les bielles de suspension I', qui viennent s'attacher aux branches I², montées sur le même arbre que la barre.

A l'extrémité supérieure de cette dernière est rapportée une fourche munie d'un écrou en bronze, traversé par la vis à trois filets F, au moyen duquel on opère le changement de marche.

Ce changement a lieu par le déplacement de la coulisse, exactement de la même manière que dans les machines locomotives. Comme dans celles-ci, pour faciliter le déplacement, les barres d'excentriques sont équilibrées par un contre-poids monté à l'extrémité du levier I³.

Pour faciliter la manœuvre au mécanicien, en lui faisant connaître les positions des coulisses correspondantes aux positions extrêmes ou intermédiaires de la marche dans les deux sens, l'arbre de la vis F, garni du volant à manette f , est muni d'une petite roue dentée engrenant avec la chaîne de galle F'. Cette chaîne engrène avec deux autres petits pignons qui la dirigent verticalement sur la poulie f' , montée au sommet de la colonne D², par laquelle arrive la vapeur.

L'intérieur de la console sur laquelle cette poulie est montée est disposé pour recevoir un ressort à boudin, qui permet à la chape à fourche soutenant son axe de présenter une certaine élasticité, et par suite de maintenir la chaîne parfaitement tendue. Celle-ci est en outre munie de deux galets indicateurs f^2 , disposés de telle sorte que, suivant les positions

qu'ils occupent l'un par rapport à l'autre, le mécanicien peut reconnaître dans quelle condition fonctionne le mécanisme de changement de marche. Cet effet est obtenu, comme nous l'avons vu, par suite de la relation existante entre le mouvement de la chaîne et celui de la vis F, qui commande les leviers de relevage des coulisses de Stephenson.

Ainsi, quand ces coulisses sont soulevées, pour la marche en avant, par exemple, l'un des disques, celui de gauche, est en haut et celui de droite en bas (fig. 2). Quand le contraire a lieu, pour la marche en arrière, c'est le disque de gauche qui est en bas et celui de droite qui est en haut. Il suit de là naturellement que, quand la coulisse est au milieu et que les troirs de distribution ne laissent plus pénétrer de vapeur dans les cylindres, les deux disques se trouvent à la même hauteur vis-à-vis l'un de l'autre, dans la position indiquée fig. 5.

La colonne de prise de vapeur D² est munie d'un sifflet E', qui, au moyen du petit levier e², et d'une tige E², en communication avec un mécanisme de sûreté que nous décrirons plus loin, avertit le mécanicien de faire la manœuvre nécessaire, soit pour la mise en marche, qui lui est indiquée par le disque tournant E³, sur l'un des côtés duquel le mot *marchez* est tracé, soit pour provoquer l'arrêt quand ce disque est tourné et présente son épaisseur.

Le mouvement de rotation que l'on peut communiquer, comme nous venons de le voir, tantôt dans un sens, tantôt dans un sens opposé à l'arbre à manivelles G, qui est muni de deux volants régulateurs V, est transmis à un second arbre horizontal J, monté vers le milieu du bâti, dans les deux forts paliers j, au moyen des pignons j', et des grandes roues J', calées à ses extrémités.

C'est au milieu de cet arbre que se trouve le fort pignon J², qui transmet le mouvement communiqué par la machine motrice que nous venons de décrire, au treuil double de l'appareil monte-charge dont nous allons maintenant expliquer en détail le mode de construction et le fonctionnement.

Comme dans ces sortes d'appareils, il y a souvent des chocs, les pignons j' et J², pour éviter la rupture de leurs dents, sont taillés dans des disques de fer forgé au moyen d'une machine à raboter.

DESCRIPTION DU MONTE-CHARGE

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 44 A 24 DES PL. 8 ET 9.

La fig. 44, pl. 8, montre en élévation l'ensemble de l'appareil en fonction : l'un des châssis descend avec un wagon chargé, l'autre monte avec un wagon vide. La partie gauche de cette figure est une section transversale faite vers le milieu du premier châssis, et celle de la partie

de droite devant le second châssis, par les poulies supérieures sur lesquelles passent les chaînes de la transmission.

La fig. 12, pl. 9, est une section longitudinale passant par l'axe des conduits verticaux, qui servent de guide au châssis, et disposés, malgré cela, pour voir le moteur.

La fig. 13 indique en plan la disposition des poulies qui dirigent les chaînes de suspension et de traction des châssis.

Les fig. 14, 15 et 16, représentent, à une échelle triple des figures précédentes, en vue de côté et en section, les dispositions de montage et d'assemblage des poulies supérieures.

Les fig. 17 et 18 font voir en détail la construction d'un des tambours d'enroulement, et le mode d'attache de la chaîne.

Les fig. 19, 20 et 21 sont les détails, à l'échelle de 1/10 de l'exécution, du mécanisme automoteur *avertisseur* appliqué pour faciliter le service de l'appareil.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — L'espace réservé aux monte-charges dans la halle inférieure de l'entrepôt de la gare de Bercy se trouve compris entre les deux colonnes K (pl. 8). Il existe 3 colonnes semblables, comme nous l'avons dit, sur la profondeur, et dans le sens de la longueur, 23 à gauche et 29 à droite, ce qui forme alors, avec les colonnes K indiquées fig. 11, trois rangées de 52 colonnes chacune, soit 156 colonnes supportant le plancher de la salle supérieure de l'entrepôt, lequel est en outre appuyé sur le mur du fond qui soutient les terres formant le sol supérieur de la gare.

En plus de ces colonnes, montées sur le quai de l'entrepôt inférieur élevé du sol de la voie de 0^m 890, sont disposées deux autres rangées de trois colonnes montées sur des dés en pierre; sur les deux du fond de ces deux rangées sont les quatre colonnes K' (fig. 11 et 12), au milieu desquelles le moteur à vapeur est installé. Ces dernières sont fondues avec une saillie présentant une portion d'arc de cercle, destinée à les réunir deux à deux par l'arc en fonte nervé K².

Des poutres en tôle L, placées dans le sens transversal de la halle, sont fixées sur le sommet de ces colonnes par deux joues en fonte k, qui y sont boulonnées. Des poutres semblables L', avec cornières doubles en tôle aux deux extrémités, sont placées au-dessus des premières dans le sens longitudinal; elles supportent un châssis en bois recouvert d'un parquet également en bois L², qui forme le quai sur lequel les marchandises sont entreposées.

Ce quai est élevé de la voie de 0^m 870; cette voie existe naturellement au niveau du sol de la cour de débarquement devant la halle supérieure, de sorte que le service est très-facile de ce côté, parce qu'il peut se faire par des plaques tournantes qui permettent d'approcher les wagons tout chargés.

Pour pouvoir opérer de la même manière sur la face d'arrière de la

halle, les ingénieurs ont ménagé de ce côté un chemin qui règne sur toute la longueur; il est garni de rails, et quatre plaques tournantes le relient par des chemins transversaux à la voie ferrée de la gare.

Le niveau de ce chemin longitudinal et des chemins transversaux étant plus bas que le plancher du quai L^2 , les poutres L' , fixées sur celles L , n'existent pas aux endroits où règnent ces voies; ce sont d'autres poutres moins hautes, semblables à celles L^2 , qui sont reliées directement par des fers à T aux parois des poutres L .

Les caisses circulaires munies des cercles de roulement sur lesquels tournent les plaques mobiles de manœuvre sont prises dans la hauteur de ces dernières, de manière à ce que les rails dont elles sont pourvues coïncident bien et se trouvent à la même hauteur de ceux de la voie.

La machine motrice est installée sur un fort massif en pierre M , ouvert au milieu, dans le sens transversal, pour le passage de la grande roue M' , qui reçoit le mouvement du pignon J^2 , pour le transmettre à l'arbre M^2 du treuil.

Cet arbre est supporté par quatre forts paliers m , fixés sur des plaques en fonte boulonnés sur les fondations en pierre d'un canal longitudinal en communication, par ses extrémités, avec les deux fosses latérales M^2 , destinées à recevoir les châssis mobiles sur lesquelles les wagons sont placés pour opérer alternativement leur descente et leur ascension.

Le canal situé au-dessous du moteur n'a que 1^m 200 de largeur; il est recouvert par un plancher en tôle de fer strié, soutenu de distance en distance par des fers à T. Les fosses, dans le sens de la largeur de ce canal, ont 8^m 60, et, dans l'autre sens, 5^m 12; elles ne se trouvent fermées complètement que quand les châssis N sont descendus, et viennent reposer sur les poutres en bois N' (fig. 44) qui, à cet effet, règnent sur toute la longueur de la fosse, supportées par cinq traverses N^2 , également en bois, assises sur des dés reposant sur le sol.

Comme les châssis ont des dimensions moindres en surfaces que les fosses, il reste sur les côtés des ouvertures; elles sont fermées par des tôles striées supportées par les consoles en fonte m' .

Aux deux extrémités de chacune des fosses sont boulonnés des montants verticaux en fonte m^2 (fig. 44), dont les têtes sont disposées pour recevoir les bouts des rails de la voie de la halle inférieure, de telle sorte que, les châssis descendus, les rails dont ils sont pourvus, et sur lesquels reposent les roues du wagon, se trouvent bien vis-à-vis ceux de la voie.

Le plancher de la halle supérieure est muni de deux ouvertures rectangulaires de dimensions correspondantes à celles des châssis, afin que ceux-ci puissent s'élever et mettre leurs rails au niveau des rails du quai de débarquement des marchandises.

Comme lorsqu'un châssis monte l'autre descend, les deux ouvertures pratiquées dans le plancher supérieur ne peuvent être fermées à la fois,

l'une d'elles reste donc béante quand l'appareil ne fonctionne pas ; pour éviter les accidents qui pourraient en résulter, les ingénieurs ont eu le soin de placer latéralement une balustrade en bois N³, fermée aux extrémités par des chaînes que l'on peut décrocher rapidement pour faire entrer les wagons et les diriger sur les rails des châssis.

Pour isoler le moteur de la salle inférieure de manœuvre, une grille en fer montée sur des parpaings forme une sorte de chambre dont les colonnes K' forment les quatre angles, et un petit escalier est ajouté en dehors afin d'établir une prompte communication entre les deux étages.

Les deux grands châssis N, qui servent à recevoir les wagons, sont formés de bandes de tôle consolidées par des cornières et des fers à T, placés diagonalement. Des rails Barlow sont fixés également sur des fers à T qui règnent sur toute la longueur, et un plancher en bois recouvre le dessus en reposant sur des fers disposés en croix.

Le mouvement ascensionnel et descensionnel de ces châssis est guidé par quatre demi-colonnes creuses en fonte O, composées de plusieurs pièces réunies par des oreilles et des boulons ; des fers *o* (fig. 22), en forme de T, règnent dans toute la hauteur sur les deux bords de ces colonnes, et guident les coulisseaux en fer *o'*, attachés aux quatre angles du châssis. C'est à ces coulisseaux que sont fixés les boulons à fourche auxquels les chaînes de suspension et de traction s'attachent.

MÉCANISME DES MONTE-CHARGES. — Aux deux extrémités de l'arbre principal de transmission M² sont clavetés les tambours P, fondus chacun avec trois joues, deux latérales et une au milieu (fig. 12 et 13) servant à établir une séparation entre les deux chaînes Q et Q' qui, en s'enroulant, l'une en dessus et l'autre en dessous de la circonférence de chaque double tambour (dans la direction des flèches indiquées (fig. 12, pl. 9), opèrent le soulèvement du châssis auquel elles sont reliées.

Pour que ce soulèvement ait lieu bien parallèlement, il doit être effectué simultanément sur les quatre angles du châssis.

A cet effet, quatre petites chaînes *q* et *q'*, reliées par des espèces de peignes *q²* aux deux grandes chaînes Q et Q', sont attachées, par leur extrémité opposée, aux pattes ou coulisseaux *o'*, fixés aux angles du châssis.

Les grandes chaînes Q et Q' sont composées de 25 lames de 5 mill. d'épaisseur chacune sur 60 mill. de largeur ; elles sont réunies par des boulons de 20 mill. de diamètre espacés les uns des autres de 70 mill. Ces chaînes passent sur des poulies de renvoi P', calées sur des axes mobiles dans les paliers en fonte *n*, fondues avec une plaque fixée sur le sol de la fosse.

La circonférence des tambours P est tournée un peu excentriquement par rapport au centre de l'arbre, et est disposée pour recevoir une pièce en fer *n'*, terminée par une sorte de peigne dans les dents duquel viennent s'engager les premiers maillons de la chaîne.

Cette pièce d'attache *n'* est réunie au tambour par une saillie qui pé-

nêtre dans une rainure correspondante, et par quatre boulons à tête fraisée dans l'épaisseur de la pièce.

Par le fait de l'excentricité du tambour, le second tour de l'enroulement de la chaîne, qui complète la course totale du châssis, est effectué concentriquement à l'axe.

Les petites chaînes q et q' sont composées de 13 lames de même dimension que celles des grandes chaînes; il y en a deux reliées à chacune de ces dernières par le peigne double q^2 , disposé pour diriger la brisure des maillons des deux petites chaînes dans une direction perpendiculaire à celle des maillons de la grande chaîne Q , afin de leur permettre de s'appliquer sur la circonférence de la poulie supérieure de renvoi p , dont l'axe est placé perpendiculairement à celui de la poulie inférieure p' (Voyez fig. 13).

La poulie p est double, c'est-à-dire qu'en outre de ses joues latérales elle est fondue avec une troisième joue au milieu (fig. 15 à 16), qui sépare les deux petites chaînes et les dirige; l'une, immédiatement vers le châssis, à l'angle qui se trouve directement au-dessous, tangentiellement à la poulie; l'autre sur une poulie simple p' , placée au niveau de celle p , de telle sorte que sa circonférence correspond à l'autre angle du châssis. Les extrémités de ces deux chaînes descendent à l'intérieur des colonnes-guides O pour être attachées aux boulons q^3 , fixés aux coulisseaux o' des châssis.

Les mêmes dispositions sont appliquées pour opérer la suspension des deux autres angles du châssis; seulement les poulies supérieures de renvoi p et p' , sur lesquelles passent les chaînes q' , sont d'un diamètre un peu moindre que les poulies semblables qui guident les chaînes q , et cela pour que les chaînes q' passent bien tangentiellement à ces poulies, tout en montant et en descendant bien verticalement.

Cette disposition est nécessitée, comme on doit le remarquer (fig. 14), par celle du tambour qui conduit la seconde chaîne Q' , et qui se trouve forcément plus rapprochée du châssis que la première chaîne Q .

L'axe de chacune des poulies p et p' est claveté au centre de deux disques en fonte l (voyez les détails fig. 14, 15 et 16), reliés par un cadre en fer, des cornières et des feuilles de tôle aux poutres qui soutiennent le plancher supérieur. Comme l'axe est fixe, le graissage de la surface de frottement du moyeu de la poulie est effectué par un tube en cuivre mince l' , surmonté d'un godet ou réservoir d'huile; ce tube communique à sa partie inférieure avec un canal pratiqué dans l'arbre, de façon à diriger l'huile au centre du moyeu (fig. 16).

La dernière assise des colonnes-guides O , placées directement au-dessous des poulies de renvoi, est disposée pour former des coffres O' munis des verrous O^2 , destinés à arrêter le châssis en le maintenant au niveau du plancher supérieur.

Ces verrous sont reliés deux à deux, dans le sens transversal, par un

arbre en fer o^2 , vers les extrémités duquel ils sont calés, au milieu d'une douille fondue avec le coffre (fig. 14).

Les deux arbres o^2 de chaque châssis sont eux-mêmes reliés dans le sens longitudinal par des tirants en fer l^2 , roidis au moyen d'écrous serrés contre deux cadres en fer suspendus aux poutres par des tiges n^2 (fig. 12).

Quand le châssis est en haut, au niveau du plancher supérieur, les quatre verrous le supportent en restant engagés sous les coulisseaux o' , dans la position indiquée sur le détail (fig. 16).

La première manœuvre que le machiniste doit donc faire pour effectuer la descente du châssis, est de dégager à la fois les quatre verrous.

Ce dégagement est obtenu au moyen de la machine motrice, en soulevant le châssis de quelques centimètres au-dessus du plancher supérieur, de façon à permettre au levier contre-poids r (fig. 11 et 12), de s'abaisser d'une petite quantité pour ouvrir complètement les verrous.

Afin de rendre sa manœuvre facile, ce levier est muni d'une manette qui sert au mécanicien à placer le contre-poids à droite ou à gauche de son axe (fig. 12) pour provoquer l'ouverture ou la fermeture des verrous. A cet effet, le levier, en arrivant à fin de course, entraîne un second petit levier monté sur le même axe, et qui, par une tige horizontale r' , entraîne un autre levier à trois branches r^2 , monté sur un second axe fixé sur le bâti de la machine motrice. Ce dernier est relié par deux longues tringles en fer R (entretoisées au milieu de leur longueur par une petite bielle s , pour éviter leur flexion et guider leur mouvement), à un levier à deux branches s' , fixé à l'extrémité d'un arbre horizontal R'.

Cet arbre est supporté par deux chaises en fonte S, et son extrémité opposée (voyez fig. 11) est munie d'un levier semblable s^2 , dont les deux branches sont reliées par de longues bielles S' avec les leviers s^3 , fixés à l'une des extrémités de chacun des arbres o^2 (fig. 12, 14 et 15) sur lesquels sont calés les verrous.

Une disposition semblable de transmission de mouvement est appliquée à chacun des châssis et fonctionne indépendamment l'une de l'autre par les leviers à contre-poids montés de chaque côté du moteur.

MÉCANISME DE L'AVERTISSEUR. — Directement au-dessus de la machine motrice est fixé, à l'une des poutrelles du plancher supérieur, un petit châssis en fer, sur lequel sont montées toutes les pièces qui composent le mécanisme de transmission de mouvement des signaux avertisseurs, destinés à diriger et à faciliter la manœuvre de l'appareil.

Ce mécanisme est représenté, à l'échelle de 1/10 de l'exécution, en élévation de face et de côté (fig. 19 et 20), et en plan horizontal (fig. 21); i est composé d'un cadre mobile en fer t^2 , forgé à ses deux extrémités avec des oreilles auxquelles viennent s'attacher les fourches des deux tringles horizontales t^3 , qui, prolongées à droite et à gauche du mécanisme, sont

chacune reliées à une pièce en fer recourbée présentant la forme d'un croissant.

Cette pièce, comme on peut le remarquer sur la fig. 11, pl. 8, désaffleure l'ouverture pratiquée dans le plancher pour le passage du châssis, afin que le bord extérieur de celui-ci puisse la rencontrer quand il arrive vers le haut de sa course ascensionnelle.

Lorsque c'est le châssis de droite, par exemple, qui se trouve au niveau du plancher supérieur, le cadre t^2 est poussé vers la gauche et toutes les pièces du mécanisme sont alors dans la position indiquée par les fig. 19 à 21. Quand le contraire a lieu, le cadre est repoussé vers la droite, ce qui oblige les autres organes à changer de position.

Latéralement, des deux côtés de ce cadre, sont montées, pour se mouvoir parallèlement, deux tringles v , munies chacune, mais inversement, d'un ressort à boudin u , destiné à les tirer l'une à droite et l'autre à gauche. Ces tringles sont reliées, par leur extrémité opposée à celle garnie du ressort à boudin, à des bielles méplates t' , qui, par un levier coudé en équerre t (fig. 11, pl. 8 et fig. 20, pl. 9), sont réunies aux tiges verticales T' , manœuvrées par les ouvriers faisant le service de monte-charge.

A chacune de ces tringles v , sont encore fixés une équerre v^3 et un goujon v^2 (fig. 21). L'équerre a pour but, quand le ressort à boudin u est détendu, d'agir sur l'une des broches verticales, dont est garni le levier horizontal terminé par les secteurs u' et u^2 .

Le goujon v^2 est disposé pour venir buter contre un bras mobile v^3 , destiné à arrêter la tringle v quand le ressort u est bandé. Il faut donc pour que ce ressort agisse en se détendant, que le bras v^3 qui lui correspond soit soulevé.

A cet effet, les deux bras v^3 portent chacun un goujon x , qui repose sur l'épaisseur du cadre t^2 (voy. fig. 21), laquelle épaisseur présente de petites saillies formant plans inclinés, disposés de façon à rencontrer, quand le cadre se déplace, le goujon, et à le forcer à se soulever. Le bras v^3 , auquel ce goujon est rivé, se trouve naturellement soulevé et, par suite, dégage le goujon v^2 , fixé à la tringle v . Le ressort u dont celle-ci est garnie peut alors se détendre et agir pour la ramener dans sa position normale.

C'est dans cette position que son équerre v' rencontre la broche du levier des secteurs et le fait tourner sur son axe, monté au milieu sur une traverse en fer du petit châssis, sur lequel toutes les pièces du mécanisme sont ajustées.

Un de ces secteurs u' , est denté pour engrener avec un secteur semblable, fixé à l'extrémité supérieure de l'arbre U (fig. 11, 12, 20 et 21), muni à sa partie inférieure du disque E^3 , sur la face duquel, comme on doit se le rappeler, le mot *marchez* est écrit.

Or donc, quand le secteur u' tourne, celui fixé au sommet de l'arbre V

tourne également, et le disque présente au regard du mécanicien sa face ou son épaisseur, suivant le sens de rotation des secteurs dentés et de la position que ce secteur occupait primitivement au repos.

En même temps que le bras du levier muni du secteur u' tourne dans un sens, son bras opposé tourne naturellement en sens inverse, ainsi que l'indiquent les flèches fig. 21; celui-ci est terminé par le secteur u^2 , non denté, mais présentant en dessous, en son milieu, une sorte de came contre laquelle un galet est maintenu constamment en contact, de façon à être abaissé graduellement quand la partie du milieu la plus saillante se présente, et à être soulevé quand, au contraire, ce sont les extrémités qui se trouvent en contact.

Ce mouvement du galet est transmis au levier U' , à l'un des bouts duquel il est monté, tandis que son bout opposé, relié par la tringle E^2 , communique le mouvement au levier e^2 pour ouvrir en temps opportun la soupape du sifflet avertisseur E' (fig. 12).

On voit donc que chaque fois que le levier des secteurs u' et u^2 tourne sur son axe central, deux signaux se produisent simultanément :

1° Le déplacement du disque E^2 , qui présente sa face au regard du mécanicien pour l'inviter à faire fonctionner la machine motrice, ou si ce disque est dans cette position, lui fait faire un demi-tour pour le placer perpendiculairement;

2° L'ouverture de la soupape du sifflet, qui permet à la vapeur de s'échapper, en frappant sur le timbre pour produire le signal de la mise en marche.

Avant de décrire les fonctions générales de ce mécanisme, très-simple dans sa construction et assez compliqué dans ses effets, disons encore que les tiges verticales de manœuvres T' , auxquelles les bielles t' sont reliées par les équerres t , traverse les colonnettes creuses T , garnies intérieurement, comme on peut le remarquer sur la section fig. 23, d'un disque en métal faisant l'office de piston, et qui, à cet effet, se meut dans une partie cylindrique parfaitement alésée, fixée à la base de chaque colonnette. L'application de ce piston a pour but en aspirant l'air dans la colonne, de présenter une certaine résistance au mouvement de la tige, dans le cas où l'ouvrier de service frapperait un coup trop brusque sur le tampon qui dépasse les colonnettes. Pour que cette résistance ne soit pas trop considérable, la circonférence du disque ne touche pas complètement la paroi intérieure du cylindre, de cette manière il n'y a pas frottement, et une certaine quantité d'air peut pénétrer dans la colonne.

MANŒUVRE DES MONTE-CHARGES.

Quand l'appareil est au repos, un des châssis, comme nous l'avons déjà dit, est arrêté au niveau du plancher supérieur maintenu par les quatre verrous O^2 , tandis que l'autre repose sur le cadre en char-

pente N' , N^2 , disposé dans la fosse pour le recevoir et le soutenir au niveau du plancher inférieur.

Supposons comme point de départ, que le châssis de gauche soit en haut, et celui de droite en bas. Dans cet état, admettons, ce qui est le cas le plus ordinaire (voir fig. 11, pl. 8), que l'on ait à descendre un wagon plein et à remonter un wagon vide.

Les ouvriers, qui forment l'équipe de service du quai supérieur, amènent le wagon plein sur les rails du châssis de gauche (fig. 11), lequel se trouve alors au niveau des rails du quai. Pendant ce temps le wagon vide est amené par les ouvriers de l'équipe de service du quai inférieur, sur le châssis de droite.

Quand les deux châssis sont respectivement dans ces deux positions, les pièces qui composent le mécanisme de l'avertisseur sont placées comme celles de la fig. 21, mais inversement, c'est-à-dire que le cadre t^2 est repoussé vers la droite et que c'est le ressort u du premier plan, à gauche, qui est détendu, tandis que celui de droite est maintenu bandé.

La position du levier des secteurs u' et u^2 est toujours la même dans les deux cas, et correspond à celle qui maintient la soupape du sifflet fermée, et le centre du disque placé perpendiculairement à l'axe des cylindres de la machine motrice, de façon que le mot *marchez* ne soit pas visible pour le machiniste qui se tient près des leviers du régulateur et du volant à manette de mise en marche.

Pour faire tourner le disque de manière à lui faire présenter sa face et en même temps soulever la soupape du sifflet, afin d'avertir que l'on peut descendre le wagon, l'ouvrier de service du quai supérieur, appuie sur le tampon de la tige verticale T' , qui dépasse le sommet de la colonnette T de droite (fig. 11). Cette tige, comme nous l'avons vu, est reliée par le levier coudé t avec la bielle t attachée à la tige v munie du ressort u et de l'équerre v' .

Ce mouvement, en comprimant le ressort u , éloigne l'équerre v' de la broche fixée au levier des secteurs, de sorte que celui-ci peut tourner sur son axe, sollicité par un ressort en spirale x , dans la direction des flèches indiquées fig. 21.

Ce déplacement des secteurs fait, comme on sait, tourner le disque et fonctionner le sifflet. Alors le machiniste, convenablement averti, commence par placer le levier à contre-poids r , correspondant au châssis à descendre, de façon à le faire agir sur les tringles R pour provoquer l'ouverture des quatre verrous O^2 .

Ceux-ci, comme nous l'avons vu, ne peuvent s'ouvrir sous l'action du contre-poids, il faut d'abord les dégager de la charge du châssis et du wagon qu'ils supportent. A cet effet, le machiniste, mettant le moteur en mouvement, fait tourner le treuil dans le sens convenable pour soulever le châssis de quelques centimètres, ce qui permet au contre-poids d'agir pour ouvrir les quatre verrous.

Le châssis de gauche, ainsi dégagé, il renverse le sens de la marche, pour le faire descendre (fig. 11), tandis que celui de droite monte.

Ce dernier, en arrivant au niveau du quai supérieur, rencontre le crochet saillant attaché à la tringle horizontale t^3 , et la repousse du côté du mécanisme de l'avertisseur.

Le cadre t^2 est alors repoussé vers la gauche et vient occuper la position indiquée par les fig. 19 et 21. Ce déplacement du cadre a eu pour effet de soulever le bras v^3 (celui du deuxième plan, fig. 21), qui, en retenant le goujon v^2 , maintenait bandé le ressort u , et, par suite, l'équerre v' éloignée de la broche saillante du secteur denté u' .

Cette équerre, appuyant maintenant sur la broche, oblige les secteurs, malgré l'action du ressort en spirale x , à rester dans la position qui correspond à celle où le secteur se présente, sur le sens de son épaisseur, au regard du machiniste, position qu'il conserve jusqu'à nouvel avertissement, provoqué par l'ouvrier de service du quai supérieur, en venant appuyer sur le bouton de la tige à piston et à ressort d'air T' .

Comme il peut arriver que l'on ait à monter un wagon vide ou plein sans en avoir à descendre, il est bon que les ouvriers du service du quai inférieur puissent également faire fonctionner le mécanisme de l'avertisseur. Pour arriver à ce résultat, il a suffi d'attacher aux tiges T' des cordes qui, terminées par une poignée, descendent, à la portée des hommes, dans la salle inférieure.

Quoique cet appareil fonctionne régulièrement depuis environ dix-huit mois, il nous est difficile de préciser la quantité de travail mécanique qu'il effectue chaque jour, parce que le temps nécessaire pour chaque manœuvre est très-variable, en ce qu'il ne réside pas seulement dans la montée et la descente des deux châssis, qui se font simultanément et, au besoin, très-rapidement, mais principalement dans le déplacement des wagons pour les amener des voies supérieures de la gare, et ensuite opérer leur déchargement dans la halle inférieure pour les remonter vides.

Du reste, comme on a pu le remarquer par ses dimensions, la machine motrice est calculée pour exercer un effort bien plus considérable que celle qu'elle est appelée à produire. Ainsi, le poids ordinaire de chaque châssis est d'environ 5,000 kilogrammes; mais dans la manœuvre les deux châssis se font équilibre.

Le poids du wagon vide est également de 5,000 kilogrammes, et celui de la charge de 1,000 kilogrammes environ. Ce n'est donc, le plus ordinairement, que ce dernier poids que l'on descend, puisque l'on remonte presque toujours un wagon vide qui vient équilibrer le poids de celui qui descend chargé.

MOULINS A BLÉ

MINOTERIE PORTATIVE A MEULES VERTICALES

AVEC TARARE ET BLUTOIR CYLINDRIQUES

Par M. FALGUIÈRE, constructeur de machines à Marseille

(PLANCHE 10)

Cette minoterie se distingue de tous les systèmes de moulins que nous avons publiés jusqu'à présent, non-seulement sous le rapport de la disposition des meules, mais encore sous celui de la construction des appareils accessoires.

On sait que les moulins à blé qui travaillent pour le commerce sont généralement montés et organisés de façon à former avec les bâtiments mêmes qui doivent les recevoir, une solidarité telle que le matériel devient comme partie inhérente, inséparable de l'immeuble. Ce sont des mécanismes *par destination*, qui, malgré les changements de locataires et souvent même de propriétaires, restent à l'établissement; on en estime la valeur, à *dire d'experts*, à la fin de chaque bail, en tenant compte des modifications, des suppressions ou des additions qui ont pu être apportées par le meunier sortant.

Lorsqu'on veut, en effet, enlever tout le mécanisme d'un moulin du bâtiment où il se trouve, on détruit une partie des constructions, des planchers et des points d'appui existants; de sorte que pour approprier l'immeuble à une autre industrie, il faut nécessairement le remettre en état, et faire des dépenses qui peuvent être plus ou moins considérables.

Avec le système proposé par M. Falguière, et que nous avons vu fonctionner à l'exposition de Bordeaux en 1859, et, cette année, au concours général et national d'agriculture à Paris, les machines sont tout à fait indépendantes du bâtiment; celui-ci pourrait être, au besoin, un simple hangar couvert, sans plancher, sans support spécial. Sous ce rapport, il présente déjà une économie réelle sur les systèmes fixes, puisqu'il permet de s'appliquer partout, sans exiger des constructions importantes, qui

augmentent souvent de beaucoup, par l'entretien, le loyer et les frais généraux du moulin.

En cherchant à rendre portatif le mécanisme des meules, M. Falguière a voulu que les accessoires nécessaires fussent également indépendants; ainsi son nettoyeur à blé, comme son blutoir à farine, sont des appareils séparés qui peuvent se transporter aisément. Sans se relier aux murs, ni aux cloisons, ni aux plafonds, ils reposent simplement sur le sol ou sur le plancher qui les porte, et il suffit de quelques boulons pour les y maintenir.

C'est surtout pour les fermes, pour les établissements agricoles, pour la marine, comme pour l'armée en campagne, qu'un tel système peut être avantageux, et doit en effet rendre de véritables services.

Le moulin proprement dit se compose de deux petites meules verticales et parallèles, en pierre dure, préalablement tournées et dressées, pour s'ajuster dans des manchons ou plateaux en fonte, dont l'un est fixe et l'autre mobile, entraîné par la rotation rapide d'un arbre horizontal, qu'un moteur quelconque peut mettre en mouvement à l'aide d'une poulie ou d'une courroie.

La surface travaillante de ces meules est plane, sur une grande partie, et un peu concave vers le centre, pour l'entrée du grain, comme dans le système ordinaire, à l'exception que le travail de la trituration et de la mouture a lieu sur un plan vertical, au lieu de se faire dans un plan horizontal.

Le blé nettoyé, chargé dans une trémie qui surmonte l'appareil, tombe dans un auget à mouvement saccadé qui le distribue à l'entrée d'un conduit cylindrique formé par la douille même qui supporte le plateau fixe; une vis sans fin, logée dans l'axe de ce canal, amène constamment le grain par petites quantités au centre des deux meules. Tombant par son propre poids, il est bientôt rencontré par les parties rapprochées de celles-ci, concassé par leurs rayons qui forment cisailles; puis, entraîné par l'action de la force centrifuge, il ne peut arriver à leur circonférence que complètement trituré et réduit en mouture.

Pour le nettoyage du blé, l'appareil imaginé par M. Falguière diffère de ceux qui ont été employés jusqu'ici, par le peu d'emplacement qu'il occupe, par la réunion des opérations qu'il effectue, et par la construction particulière de son tambour principal. Dans un espace de moins de deux mètres carrés, il réunit l'émoiteur, le tarare, avec un ventilateur et au besoin un petit mouilleur pour humecter les blés durs.

Le blutage est aussi réduit d'une manière considérable, comparative-ment à celui en usage dans les minoteries du commerce. Sans adopter le blutoir à brosses des Anglais, qui n'a pas tardé à être abandonné après son apparition en France, lors de l'introduction du système américain, M. Falguière a cru devoir, néanmoins, appliquer aux séparations du corps cylindrique de la bluterie, entre les divers numéros des soies, des plateaux

circulaires garnis de petites brosses qui facilitent et activent le tamisage. Les dimensions de ce blutoir mixte varient avec le nombre de paires de meules, et, par conséquent, avec la quantité de mouture que le moulin produit dans un temps donné.

Nous allons décrire ces différents appareils avec quelques détails, afin d'en bien faire voir le mécanisme et les particularités qui leur sont propres ; nous commencerons naturellement par le nettoyeur, comme effectuant la première opération nécessaire dans une minoterie : mais disons avant que l'auteur, qui est bien connu dans tout le midi de la France, est à la tête d'un établissement de construction très-considérable, qu'il a monté depuis plusieurs années à Marseille et successivement agrandi. M. Falguière ne s'occupe pas seulement des moulins de différents genres, mais encore de la construction de machines à vapeur, de locomobiles, de moteurs hydrauliques, d'appareils de navigation ; il a surtout apporté, dans les fabriques d'huile, des perfectionnements notables que nous ne tarderons pas à publier.

DESCRIPTION DU NETTOYEUR A BLÉ

REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 4 A 3 DU DESSIN PL. 40.

La figure 1 est une vue par bout de cet appareil du côté de la commande du tambour.

La figure 2 en est une section verticale faite par l'axe de celui-ci et par l'axe du cylindre émotteur.

La figure 3 est une section transversale faite perpendiculairement à la précédente et vers le milieu de la machine.

On voit, par ces figures, que l'appareil, comme nettoyage, est à peu près complet ; il comprend, d'une part, le cylindre émotteur, qui est destiné à enlever les pailles, les petites mottes de terre, et, en général, toutes les matières étrangères plus grosses que le grain ; et de l'autre, le tambour tarare, ou cylindre nettoyeur proprement dit, qui détache les poussières que le ventilateur projette au dehors.

Le cylindre émotteur ne diffère pas sensiblement de ceux que l'on emploie généralement dans les grands appareils de nettoyage. Il se compose de deux feuilles de tôle concentriques, dont l'une, celle intérieure A, est découpée dans toute son étendue en trous ronds et longs qui sont assez grands pour laisser passer à travers toute la bonne graine, mais pas assez cependant pour livrer passage aux pailles, aux petites pierres et aux mottes de terre plus grosses qu'un grain de blé.

Ce cylindre intérieur est monté sur 5 à 6 tringles en bois *a*, assemblées à des cercles *b* également en bois, qui, soit par de légers croisillons en fonte, soit par des tiges en fer *c*, taraudées sur la circonférence de deux manchons ou douilles en fonte *d*, sont rendus solidaires avec l'arbre incliné B, lequel est porté, d'un bout, par le support vertical C, et, de

l'autre, par la joue verticale prolongée du double conduit de fonte G.

L'enveloppe extérieure D est en tôle pleine, maintenue à égale distance du cylindre intérieur par des tasseaux en bois *e*, que l'on retient simplement avec des vis. Elle est fermée d'un bout, du côté de la trémie en bois E qui reçoit le blé brut, par une joue plane en tôle, ouverte au centre pour le passage de l'arbre et du conduit par lequel se termine la partie inférieure de la trémie.

Le moteur reçoit un mouvement de rotation peu rapide par la poulie pleine F, rapportée à l'extrémité de son arbre. Dans ce mouvement, le blé, qui vient sans cesse de la trémie, se répand dans le cylindre percé, et, s'échappant au fur et à mesure par tous les trous qu'il rencontre, est reçu successivement par l'enveloppe qui, à cause de l'inclinaison même donnée à tout l'appareil, l'amène à son extrémité inférieure, d'où il tombe dans la première partie *f*, du double conduit de fonte G, tandis que les matières étrangères qui n'ont pu passer par les trous du cylindre intérieur, sont amenées par celui-ci, dont la longueur est un peu plus grande que celle de l'enveloppe, dans la seconde partie *f'* du conduit, afin d'être projetées au dehors.

Du premier conduit *f*, le blé descend dans la tubulure verticale *g*, qui fait corps avec lui, dans l'intérieur de la douille creuse H, fondue avec un disque plat et circulaire *h*, et prolongée pour former, d'un bout, tourillon à la chemise ou enveloppe I du tambour nettoyeur.

Une douille semblable H', mais non percée à sa circonférence, est également fondue avec un second disque *h'*, de même dimension que le premier, et forme le second tourillon de l'enveloppe mobile I. Cette enveloppe est en tôle crevée, ou piquée dans toute son étendue, de façon que les aspérités se trouvent en dedans; elle est boulonnée dans sa longueur sur des barrettes en fer qui la retiennent solidement entre les deux disques de fonte *h* et *h'*, par des écrous extérieurs.

Une poulie à joues I' est rapportée sur la seconde douille H', pour lui imprimer, et par suite transmettre à l'enveloppe, un mouvement de rotation qui ne doit pas être très-rapide.

Le tambour nettoyeur se compose d'un cylindre en bois plein J, taillé à sa circonférence suivant des échancrures parallèles que l'on garnit de barrettes en fer *i'*, et recouvert entièrement de tôle piquée, comme la chemise, mais avec les aspérités en dehors. Monté sur deux plateaux de fonte *j*, ce cylindre est traversé à son centre par un axe en fer *k*, par lequel il reçoit un mouvement de rotation beaucoup plus rapide que celui donné à l'enveloppe, mais dans le même sens, au moyen de la poulie en fonte K.

Cet arbre traverse aussi dans toute leur longueur les deux douilles creuses H et H', afin d'être porté, aux deux extrémités, par les paliers graisseurs *l*, *l'*. Dans la portion correspondante à la première moitié de la douille H, il est fileté, en forme de vis sans fin, à pas allongé et conve-

nablement évidé, pour servir à conduire le blé, au fur et à mesure qu'il arrive de l'émotteur, à l'entrée de l'enveloppe I, sur la circonférence de laquelle il est projeté par son propre poids et par l'action de la force centrifuge. Mais par le double mouvement rotatif imprimé en sens contraire au tambour et à cette enveloppe, le blé est constamment retourné en tous sens, battu par leurs barrettes, et vivement froissé par les aspérités saillantes des tôles piquées; de sorte qu'il arrive vers l'autre bout dépouillé de la barbe et de la poussière qu'il pouvait avoir. Il sort ainsi nettoyé par une ouverture ménagée dans le disque plat h' , et descend par un conduit latéral L, dans la boîte d'une vis sans fin O, qui le ramène vers l'autre extrémité, à l'ouverture de sortie m , pendant que les poussières qui se dégagent du nettoyeur dans la chambre ou trémie en bois M, sont chassées au dehors par l'action d'un ventilateur à palettes N, qui est monté vers le bout de l'arbre de couche en fer n , auquel la poulie n' imprime un mouvement de rotation très-rapide.

Au moment où le grain arrive à l'entrée de la vis sans fin, il peut, s'il est dur et qu'il ait besoin d'être mouillé, avant de passer aux meules, recevoir un léger filet d'eau qu'on laisse écouler par gouttelettes d'un réservoir F, dans lequel plonge un flotteur muni d'une tige P, indiquant le niveau; à sa partie inférieure est un petit robinet o que l'on ouvre au degré convenable.

Tout l'appareil est monté sur un bâti de fonte, composé de deux châssis verticaux et parallèles Q, reliés entre eux par la traverse horizontale R, formant table, sur laquelle sont rapportés les paliers à coussinets de l'arbre du tambour et des tourillons de son enveloppe mobile.

La commande des diverses parties de la machine a lieu par l'arbre de couche inférieur S, qui, d'un bout, porte la poulie motrice T, par laquelle il reçoit son mouvement de rotation du moteur, et une poulie folle T', servant à interrompre ce mouvement quand on le juge nécessaire, en faisant alors changer la position de la courroie, à l'aide de la fourchette à deux branches p dont la tringle se prolonge, afin d'être à la portée de l'ouvrier ou du garde-moulin, et se termine à cet effet par une poignée en fer p' . Ce même arbre porte encore quatre autres poulies, dont une, la plus grande U (de 50 centimètres), ajustée dans le bout, sert à commander celle qui est montée sur l'axe du tambour, qui, comme nous l'avons dit, doit tourner très-rapidement; la seconde V, de 0^m325 de diamètre, commande celle du ventilateur; la troisième X, celle de la vis sans fin O; et la quatrième Y, qui n'a que 0^m10, commande celle Y', de 0^m34, montée sur un axe intermédiaire en fer q , afin de transmettre le mouvement à l'enveloppe I, en retardant notablement la vitesse, au moyen d'une seconde poulie très-petite z , qui communique avec celle I' de la douille H. Une dernière poulie Z est ajoutée sur ce même arbre intermédiaire, pour servir, au besoin, à faire marcher un élévateur, afin de monter le blé brut dans la trémie E, lorsqu'elle ne le reçoit pas directement d'un

réservoir supérieur, ou bien pour élever le blé nettoyé dans la trémie même du moulin à farine.

On voit que si cette machine avait un cribleur pour séparer les petits grains ou les graines étrangères au blé, elle formerait réellement un appareil de nettoyage complet; on pourrait, du reste, en ajouter un au besoin sans aucune difficulté, comme on le fait généralement dans les grands appareils de nettoyage. Il est vrai qu'alors il prendrait tout autant d'emplacement, car ce ne sont pas les tarares ou nettoyeurs proprement dits qui occupent le plus de place, mais bien les cylindres cribleurs.

On sait que dans une telle machine, qui, pour être énergique, doit marcher à de grandes vitesses, ce sont les tôles piquées qui fatiguent le plus et demandent à être remplacées d'autant plus souvent qu'elles ont plus de travail à faire dans un temps donné, et qu'elles présentent peu de surface travaillante comparativement à la quantité de blé.

Un tambour auquel on ne donne, par exemple, que 0^m56 de longueur, et 0^m30 de diamètre extérieur, ne présente qu'une superficie totale de

$$0^m 56 \times 0,30 \times 3,14 = 0^m. q. 528.$$

Soit un peu plus de 1/2 mètre carré.

Son enveloppe, qui porte alors 0^m35 de diamètre intérieur, et 0^m60 de longueur, forme une superficie de

$$0^m 60 \times 0,35 \times 3,14 = 0^m. q. 66.$$

Mais sur laquelle il ne faut pas compter plus de 0^m. q. 60 de surface travaillante.

C'est donc en totalité 1^m. q. 12 de tôles piquées par lesquelles le blé doit être froissé et nettoyé.

Or si, comme l'indique le constructeur, on veut en faire passer 240 à 250 kilog. à l'heure soit, au moins, 4 kilog. à la minute, ce qui correspond à environ 90 centimètres cubes par seconde, on trouve que pour une vitesse moyenne de 750 tours par minute, c'est un peu plus de 9 cent. cub. de grain par révolution que l'on soumet aux aspérités des tôles. Cette vitesse de 750 tours est obtenue en faisant marcher l'arbre de couche S à 300 révolutions par minute, car la poulie commandée K n'a que 0^m200 de diamètre, tandis que celle U qui commande en a 0^m500.

Cette vitesse de rotation paraît grande si on la compare à celle des tambours verticaux des nettoyages, publiés dans les premiers volumes de ce Recueil; cependant par les différences de diamètre, la vitesse à la circonférence est sensiblement la même, soit 1^m10 à 1^m15 par seconde. Mais nous ferons remarquer que, dans un tarare vertical de 0^m60 de diamètre, de 1^m20 de hauteur, on ne fait généralement pas passer plus de 250 kilog. de blé par heure; par conséquent les surfaces travaillantes étant doubles du tambour horizontal, sont évidemment susceptibles de s'user moitié

moins vite; et d'un autre côté, par cela même que l'arbre tourne sur pivot, il exige moins de force motrice que celui qui tourne sur des coussinets horizontaux.

Le prix de la machine, dans les dimensions représentées, avec son élévateur et sa trémie, est de 1500 francs; celui d'une machine plus puissante avec laquelle on peut faire nettoyer 500 kilog. de blé à l'heure est de 2200 francs.

DESCRIPTION DU MOULIN A MEULES VERTICALES

REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 4 A 6.

La fig. 4 du dessin pl. 10, est une vue par bout du moulin du côté de la trémie à blé qui doit l'alimenter.

La fig. 5 est une coupe verticale faite par l'axe des deux meules.

Et la fig. 6 est un plan en dessus de la trémie alimentaire et de la meule fixe.

Tout le système est, comme on le voit par ces figures, d'une disposition simple, facile à monter et à démonter. Il se compose de deux petites meules en pierre dure A et A', qui sont chacune, dressées et emboîtées dans des plateaux en fonte B, B', préalablement tournés, et dans lesquels elles sont retenues par des cales que l'on chasse à la circonférence, de façon à ne faire pour ainsi dire qu'un seul et même corps.

L'une de ces meules est fixe; celle qui se trouve du côté de la trémie alimentaire peut toutefois se rapprocher ou s'éloigner d'une certaine quantité de la meule mobile, parce que son plateau est fixé par des vis à l'embase d'une douille creuse en fonte C, portée par un support à chapeau D, dont on serre les boulons à volonté. Une vis de rappel *a*, dont l'écrou est logé à l'intérieur de ce support, et dont le collet est engagé dans une oreille *b* fondue avec la douille, sert à faire avancer ou reculer celui-ci au moyen du croisillon en fer à quatre branches *c* que l'on tourne à la main.

La seconde meule A' reçoit un mouvement de rotation plus ou moins rapide par son plateau B', qui est vissé à l'embase de l'axe en fer E, lequel porte la poulie tournée F, qui fait mouvoir la poulie inférieure plus grande F', placée sur l'arbre de couche de commande G. Cet axe E tourne dans des coussinets en bronze qui sont disposés à l'intérieur des paliers graisseurs H, lesquels forment réservoirs d'huile, comme plusieurs de ceux que nous avons publiés dans le n° volume.

Pour maintenir la butée, le constructeur a eu le soin d'ajouter une vis butante *d*, qui appuie à l'extrémité de l'axe. L'arbre de couche G reçoit à l'une de ses extrémités la poulie motrice I, commandée par le moteur de l'usine, et la poulie folle I', qui permet d'interrompre le mouvement du moulin, lorsqu'on y fait glisser la courroie, par la fourchette d'embrayage J, que le garde-moulin manœuvre par la tringle à poignée J'.

Cet arbre tourne, comme l'axe E, dans des coussinets semblables, ajustés également à l'intérieur des paliers graisseurs H', boulonnés sur la traverse inférieure fondue avec les deux châssis K, qui forment le bâti de la machine, et qui, dans le haut, sont réunis par la table de fonte à nervure L sur laquelle se boulonnent les paliers de la meule mobile, et le support de la meule fixe.

Le grain ou la graine à moudre, remplissant la trémie en bois M, qui est placée à la partie supérieure du moulin, sur un cadre en fer supporté par les consoles en fer N, s'écoule par l'ouverture pratiquée à la base de cette trémie, lorsqu'on ouvre le registre ou la valve *d*, et tombe sur l'auge inclinée O, qui l'amène et l'introduit dans la douille C, percée à cet effet. Cette auge, soutenue d'un bout par une sorte de mentonnet en bois *e*, et de l'autre par une petite corde *f*, reçoit un mouvement saccadé, comme dans les moulins à la française, par une sorte de came double *g* (fig. 4 et 6), appelée *babillard*, laquelle, à chaque demi-tour, touche un petit taquet *h* fixé latéralement à l'auget, et lui imprime une secousse d'autant plus vive que le ressort *i*, placé du côté opposé, est plus tendu; l'axe de cette came porte une petite poulie en fonte ou en bois *j*, qu'une courroie étroite commande par une poulie plus petite *j'* rapportée sur l'axe G.

On donne plus ou moins d'inclinaison à l'auget, suivant les besoins, en enroulant la cordelette *f* sur la gorge d'une petite bobine attachée vers la partie supérieure de la trémie; de même on tient le ressort de rappel *i*, plus ou moins tendu, par la ficelle qui le relie au petit taquet *h*.

La graine qui tombe à l'entrée de la douille C, lorsque le registre *d* est ouvert, est bientôt conduite jusqu'au centre des meules, par la vis sans fin *l* qui, placée dans l'axe de la douille fixe, se prolonge d'un bout jusqu'au dehors de celle-ci pour être soutenue par le support en fer *m*, et de l'autre jusqu'au plateau de la meule mobile où elle se termine par un carré, afin d'être entraînée dans son mouvement de rotation.

Au fur et à mesure qu'elle est écrasée par le contact des meules, la mouture sort par la circonférence de celles-ci, et se projette dans l'enveloppe en bois P terminée à sa base par un conduit incliné qui l'amène dans des sacs ou dans une chambre spéciale.

M. Falguière exécute la surface travaillante des meules suivant la nature des grains ou des graines à moudre; ainsi, pour le blé, les meules sont parfaitement planes, sans entrée; les rayons qui y sont pratiqués comme dans les meules anglaises, suffisent pour l'introduction du blé. Pour les olives et les graines oléagineuses, il donne nécessairement une entrée conique analogue à celle indiquée sur la coupe fig. 5, et qui varie, au reste, en raison de la grosseur même de la graine que l'on veut triturer.

Par ce mode de construction, on comprend qu'avec des meules de rechange, le même moulin peut servir à la mouture ou à la trituration de diverses substances. Aussi l'auteur l'appelle *moulin universel*, à cause des diverses applications auxquelles il se prête. Il suffit, en effet, de changer

les meules selon les besoins, ce qui s'effectue en quelques instants ; sous ce rapport, l'appareil est véritablement recommandable. Il peut remplacer avec avantage les moulins portatifs de petites dimensions qui ont été proposés pour les fermes et pour l'Algérie. Il devient surtout économique dans les fabriques d'huile, en se substituant aux moulins à grandes meules et aux laminoirs qui sont des appareils coûteux d'un entretien plus cher, et qui exigent comparativement une plus grande force motrice.

M. Falguière assure que les olives, les arachides, les noix de palme, les graines de sésame, et beaucoup d'autres qui exigent des appareils spéciaux, peuvent être parfaitement triturées par ce système, qu'il emploie même au décortiquage des cafés.

Pour le blé, la quantité de mouture produite varie, suivant la qualité que l'on veut obtenir, de 20 à 30 kilog. par heure et par cheval. On ne peut évidemment pas, avec des meules qui n'ont que 30 centimètres de diamètre, produire des fines fleurs de farine, comme on le fait avec de grandes meules qui travaillent avec des surfaces plus rapprochées, et auxquelles on fait moudre comparativement une moindre quantité de blé ; mais il faut bien le dire, ce n'est pas aux minoteries importantes travaillant pour le commerce que ce système est destiné ; c'est plus particulièrement, comme nous l'avons dit, à des fermes ou à des établissements spéciaux qui travaillent à façon, ou bien encore à des minoteries situées dans des contrées moins exigeantes pour les farines premières et la blancheur du pain, qu'on ne l'est dans les grandes villes.

Par cela même que le système est d'une construction simple, d'un transport facile, qu'il occupe peu de place, et que les meules peuvent être montées et démontées en peu de temps, on comprend, en effet, qu'il doit recevoir des applications dans un grand nombre de localités. Il a, d'ailleurs, le mérite de pouvoir fonctionner partout, aussi bien dans un navire, dans un lieu peu solidement établi, que dans des bâtiments spéciaux, et sans exiger de fondations.

Il est vrai que, lorsqu'il s'applique à la mouture du blé, les meules doivent être rhabillées plus souvent que dans les grands moulins, mais aussi le rhabillage est bientôt effectué, et prend fort peu de temps pour retirer chaque meule et la remettre en place ; car il n'est pas nécessaire de les détacher de leurs plateaux ; il suffit de dévisser les vis qui fixent ces derniers sur l'embase de l'arbre ou de la douille, puis de les revisser dès que l'opération est terminée.

DESCRIPTION DU BLUTOIR A FARINE

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 7 ET 8.

La fig. 7 est une section verticale faite par l'axe de ce blutoir, la partie inférieure de son bâti étant supprimée.

La fig. 8 est une coupe transversale faite vers le milieu.

Comme pour les autres appareils de meunerie, M. Falguière a cherché à réduire les dimensions des bluteries, afin de rendre tout le système le moins volumineux possible et par suite facilement transportable. Il a dû, à cet effet, ajouter aux soies qui garnissent le corps de la bluterie une disposition de plateaux et de brosses qui, en détachant les farines des sons, accélèrent l'opération du tamisage.

Ce blutoir se compose d'un cylindre principal A, de 0^m 50 de diamètre, fermé de huit tringles en bois *a*, et entièrement couvert de soies de divers numéros selon les farines ou les substances que l'on doit bluter. Ces tringles sont fixées, d'une part, sur des cercles en bois *b* et *b'*, dont l'un est formé par un disque ou bouchon *c*, percé seulement pour le passage de l'axe D, et du conduit de la mouture, et l'autre porté par des tiges en fer *d*, formant croisillon réuni à une douille en fonte *e*, ajustée sur l'axe. Elles sont, d'autre part, encastrées dans la circonférence des trois plateaux circulaires en bois B, qui forment autant de séparations ouvertes seulement au centre.

Ces trois cloisons sont munies, sur une face, de plusieurs rayons ou palettes en bois *f*, et en grande partie couvertes par des cônes aplatis *g*, de manière à former, entre leurs surfaces, des espèces de conduits, qui permettent à la mouture de traverser, en arrivant par la circonférence et en passant par le centre, afin de tomber sur la face opposée des plateaux, qui, de ce côté, sont garnis d'une couronne de liège.

Des disques en bois C vers la circonférence desquels sont rapportées des brosses circulaires *h* ont pour objet de froisser la mouture qui n'est pas sortie par les soies, et, par suite, de nettoyer les sons, et d'en détacher la farine qui y serait adhérente. Ils servent en même temps à écraser les mottes de farine agglomérée, lorsqu'il y a lieu. Ces disques sont ajustés libres sur l'axe D de la bluterie, par leur moyeu en bois *i* contre lequel s'appuie constamment, à l'aide d'un ressort à boudin *j*, une douille cylindrique en fonte, et qui, traversée par l'axe, peut se promener dans une certaine étendue, quoique entraînée d'ailleurs dans son mouvement de rotation, à cause de la rainure longitudinale que le constructeur a eu le soin d'y ménager, et dans laquelle passe la vis qui la retient à l'axe.

Par cette pression continue que chaque douille *k* exerce contre son disque correspondant, on comprend que celui-ci doit être aussi entraîné dans la marche rotative, mais, par cela même qu'il est libre, et qu'il est chargé en un point de la circonférence d'un poids en plomb *l*, il ne peut compléter sa révolution entière, il est toujours ramené par son poids à sa position primitive. Son mouvement est donc intermittent, tandis que celui des cloisons B est continu. Par conséquent, ce ne sont jamais les mêmes parties des brosses qui frottent contre les couronnes de liège; il en résulte bien alors un froissement favorable à l'opération, et qui active le travail que l'on veut produire.

L'axe D est en fer, dans toute sa longueur, au lieu d'être en bois garni

de tourillons en fer comme dans les grandes bluteries cylindriques ordinaires. Porté vers chaque extrémité par de simples coussinets *m*, en charme ou en cormier, il est commandé en dehors par la grande poulie E, qui reçoit son mouvement d'un arbre de couche de l'usine, et il porte, en outre, deux autres poulies dont l'une F sert à faire marcher le distributeur ou l'élévateur qui amène la boulangue dans la bluterie, et l'autre G transmet le mouvement à celle plus petite H, rapportée à l'extrémité de la vis sans fin I, disposée au-dessous du cylindre A, et dans toute sa longueur. Le but de cette vis, qui, au lieu de palettes en bois, est simplement formée d'un cordon en fil de fer tourné en hélice autour d'un axe cylindrique, est de ramener les farines vers les ouvertures de sortie pratiquées à la partie inférieure de la trémie K.

Ainsi toute la farine la plus fine, qui a traversé la première partie du blutoir, est amenée par la vis à la tubulure L que l'on ouvre et que l'on ferme à volonté par un registre horizontal *n*; les farines dites de seconde ou de troisième, après avoir traversé les cloisons mobiles, sortent par les autres parties de la bluterie, qui, à cet effet, est garnie, comme on sait, de soies moins fines dans ces parties que dans les premières, et sont amenées aux tubulures suivantes L', L'', lesquelles sont également munies chacune d'un registre horizontal. Les sacs que l'on suspend à ces tubulures reçoivent ainsi les diverses qualités de farines, tandis que la dernière M et le conduit N qui se trouve à l'extrémité de l'appareil sont destinés aux recoupettes et aux sons.

Le corps du blutoir est renfermé dans un coffre en bois O séparé en plusieurs compartiments par des cloisons fixes P, et fermé sur les côtés par des panneaux que l'on retire à volonté, pour visiter et réparer les soies, comme dans les blutoirs ordinaires; tout le système est, d'ailleurs, élevé au-dessus du plancher, à la hauteur convenable par des montants en bois Q réunis par des traverses.

La vitesse moyenne donnée au cylindre bluteur est de 40 révolutions par minute, ce qui correspond à

$$\frac{0^m50 \times 3,14 \times 40}{60} = 1^m047,$$

soit 1 mètre environ à la circonférence par seconde.

En donnant à ce cylindre une longueur de 2^m 10 à 2^m 20, le constructeur estime que cet appareil peut suffire à bluter les farines provenant du travail de deux à trois paires de meules semblables à celles décrites précédemment, travail qui s'élève jusqu'à 50 kilog. à l'heure.

AGRICULTURE

MACHINE A FANER DITE FANEUSE NICHOLSON

SCARIFICATEUR VERLIER

POUVANT SE MONTER COMME EXTIRPATEUR

Instruments construits par M. PELTIER jeune, fabricant-dépositaire, à Paris

(PLANCHE 11)

On sait que les fourrages étant coupés, il faut les dessécher avant de les rentrer et de les mettre dans les greniers ou en meules. Le fanage s'exécute presque partout avec la fourche, que manient le plus souvent des femmes chargées de remuer le foin, de manière à mettre toutes ses surfaces en contact avec l'air.

En Angleterre, dont le climat humide est si peu favorable à la dessiccation du foin, et où cependant le grand développement de l'élevé du bétail a fait donner une grande extension aux herbages, on se sert avec succès, depuis longtemps déjà, de machines à faner qui se sont très-répan- dues, preuve de leur grande utilité pratique.

C'est à M. Robert Salmon, de Woburn, breveté en 1814 et en 1816, que l'on attribue la première bonne machine à faner. Cette machine, sauf quelques améliorations d'un ordre secondaire, est encore le type d'après lequel sont construites les meilleures faneuses mécaniques maintenant en usage, ainsi que nous avons pu le constater cette année, en assistant au concours international des machines à faucher et à faner, tenu sur la ferme impériale de Vincennes.

Les inventeurs des systèmes les plus perfectionnés sont MM. Thomas Wedlake, Smith et Nicholson. Toutes ces machines se composent de râteaux en fer, à dents flexibles, assemblés sur une sorte de charpente cylindrique, tambour ou barillet tournant autour de l'essieu d'un chariot.

Les dents saisissent l'herbe étendue sur le sol et la projettent plus ou moins haut, selon qu'elles la prennent par la cavité ou la convexité de leur courbure.

C'est un spectacle vraiment intéressant que de voir le foin jeté avec

rapidité à une grande hauteur, et ensuite retomber à l'arrière de la machine, après avoir été exposé à l'air beaucoup mieux et plus longtemps que ne peuvent le faire les femmes ou les enfants qui fanent avec la fourche à la main.

A la suite des expériences faites sur ces machines au concours de Vincennes en 1860, le jury a décerné les prix dans l'ordre suivant :

Une médaille d'or et 200 fr. à M. Ashby, de Stamford (Lincolnshire), pour une faneuse à double action, pouvant être employée pour les légumineux et les graminées, se débrayant facilement, et coûtant 530 fr. ;

Une médaille d'argent et 150 fr. à la faneuse Nicholson, construite par MM. Ransome et Sims, importée et exposée par M. Ganneron, à Paris (prix : 550 fr.) ;

Enfin une médaille de bronze et 100 fr. à la faneuse inventée et exécutée par M. Samuelson, importée et exposée par MM. Claudon et C^o.

Ces machines sont encore peu répandues en France, et nous devons le regretter, car, dans certains cas, elles peuvent rendre de grands services en permettant de profiter de quelques rayons de soleil, et de mettre le foin en état d'être rentré en conservant toute sa qualité. Tout le monde sait que s'il séjourne trop longtemps sur le sol, le foin pourrit, et qu'il n'est souvent bon qu'à être jeté sur le fumier, sans avoir fourni de nourriture pour le bétail, ce qui en fait un engrais d'un prix très-élevé et d'ailleurs très-peu actif.

L'instrument complémentaire de la faneuse est le *râteau à cheval*, destiné à réunir en *andains* le foin étendu sur la prairie. Plusieurs systèmes sont en présence, mais ceux qui fonctionnent dans les meilleures conditions sont analogues à un râteau ordinaire dont les dents pourraient tourner autour de la pièce sur laquelle elles sont assemblées ; en outre, les dents sont indépendantes les unes des autres, et retombent par leur propre poids lorsqu'elles viennent à être soulevées par un obstacle du terrain. Un levier peut en outre servir à soulever une barre transversale qui prend toutes les dents à la fois, et les fait remonter à une hauteur suffisante pour les dégager de toutes les herbes qu'elles ont ramassées.

Voici, d'après le rapport du jury, les récompenses décernées pour ces instruments à la suite du concours de Vincennes :

Une médaille d'or et 200 fr. à M. Gustave Hamoir, à Saultain, pour un râteau perfectionné par l'exposant, et construit par M. Matha Tesneren. Ce râteau coûte 275 fr. Il est remarquable par une sorte de pied qui se pose à terre lorsque le conducteur de l'attelage juge à propos d'appuyer sur un levier pour relever les dents et laisser tomber le foin rassemblé, et former l'andain ;

Une médaille d'argent et 150 fr. à M. Pinel, à Estrepagny, pour un râteau du système Howard ;

Une médaille d'argent à MM. Clubb et Smith, pour un râteau de leur invention, du prix de 225 fr. ;

Une médaille d'argent à M. Ganneron, pour un râteau construit par MM. Ransome et Sims, et coûtant 275 fr. ;

Une médaille de bronze et 100 fr. à M. Bodin, de Rennes, pour un râteau du système Hovard, perfectionné par le constructeur, et coûtant 275 fr. ;

Une mention honorable à M. Simphal pour son ramasseur de foin ;

Une mention honorable à M. Lallier, pour le principe de son râteau, se relevant de lui-même sans exiger la main de l'homme.

Ainsi qu'on vient de le voir dans l'exposé qui précède, à la suite de résultats obtenus à Vincennes avec les machines à faner, la première récompense a été décernée à la faneuse de M. Ashby. Celle de M. Nicholson est venue après, mais séparée de la première par une simple nuance, et on sait ce que valent les nuances dans les expériences rapides d'un concours. Aussi, voyant une de ces dernières machines chez M. Peltier jeune, nous n'avons pas hésité à lui demander l'autorisation d'en relever les dessins afin de la donner dans ce Recueil comme un des meilleurs types, surtout en suivant l'excellente construction adoptée par M. Peltier, qui, du reste, apporte un soin tout particulier dans la confection de tous les instruments qui sortent de son établissement, et dont nous aurons prochainement à entretenir nos lecteurs au sujet des machines à faucher et à moissonner.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A FANER

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 6 DE LA PLANCHE 44.

La fig. 1 est un plan horizontal général vu en dessus d'une faneuse Nicholson, construite par M. Peltier.

La fig. 2 en est une section verticale faite par le milieu, suivant la ligne 1-2; les brancards de l'attelage brisés.

Les fig. 3 et 4 montrent en détail, à l'échelle de 1/15 de l'exécution, le mécanisme renfermé dans le moyeu des roues pour transmettre le mouvement aux dents de la faneuse.

Les fig. 5 et 6 font voir le mode d'assemblage de ces dents sur les bras mobiles.

Ainsi que l'on peut le reconnaître à l'examen de ces figures, la machine se compose d'une paire de brancards tubulaire en fer creux A, réunis par de petits manchons *a* et des tringles méplates en fer *a'* à un arbre creux horizontal A', relié lui-même à deux branches méplates en fer forgé B, qui lui sont perpendiculaires. Ces branches sont réunies par de forts boulons *b* (fig. 1, 3 et 4) aux moyeux C des deux roues.

Ces moyeux sont creux et fondus chacun avec deux roues d'engrenage; l'une *c* règne sur toute la circonférence intérieure, près du bord, du côté ouvert; l'autre *c'*, d'un plus petit diamètre, fait partie du fond. Un plateau ou couvercle C' ferme cette espèce de barillet, qui forme le moyeu

de chaque roue, et qui, à cet effet, est garni de dix rais en fer plat auxquels la jante D est reliée.

La réunion des deux moyeux C est effectuée par un arbre en fer forgé et tourné *d*, sur lequel sont montés les organes travailleurs de la faneuse. Cet arbre, pour faciliter le montage, est en deux pièces reliées au milieu par un manchon en fonte D'; et, comme il ne doit pas être entraîné dans le mouvement des roues, ses extrémités ne sont pas fixées aux moyeux; elles reposent simplement sur les fonds par l'intermédiaire d'une petite plaque arquée *e* en fer, reliée au couvercle par deux boulons à embase retenus au moyen d'écrous *e'* (fig. 3 et 4).

A droite et à gauche de cet arbre *d* sont montés deux cylindres creux *d'*, fondus chacun avec un pignon *f* et une espèce de collerette *f'*. Les extrémités de ces cylindres, opposés aux pignons, sont disposées pour recevoir les moyeux E auxquels sont réunis les bras F' des moulinets armés des dents qui soulèvent le foin, et le laissent retomber ensuite sous l'action du mouvement rotatif communiqué à la machine.

Chaque cylindre *d'* est recouvert par une sorte de manchon F, fondu d'un bout avec une double collerette F', destinée à éviter que le foin soulevé par les palettes ne s'enroule en retombant autour du cylindre mobile et en s'agglomérant n'amène des résistances nuisibles au bon fonctionnement des moulinets. Le bout opposé du manchon est fondu avec des oreilles (voyez fig. 4) au moyen desquelles il est réuni par des écrous au couvercle fixe C', qui ferme le barillet ou boîte cylindrique *c* formant le moyeu de chaque roue.

Près de sa jonction avec celui-ci, ce manchon est, en outre, muni d'un levier d'embrayage *g*, monté à charnière et garni intérieurement de deux petites joues au milieu desquelles on engage la collerette *f'*, fondue avec le cylindre *d'*.

Dans cette position, qui est celle indiquée sur la fig. 3, le pignon *f* n'engrène ni avec la couronne dentée intérieure *c*, ni avec la roue centrale *c'*. Dans ce cas, le cylindre *d'*, et par suite le moulinet faneur qui est fixé à son extrémité, ne reçoit aucun mouvement pendant le déplacement de l'appareil; c'est ainsi que doivent être disposés les deux cylindres quand la machine, traînée par un cheval attelé aux brancards, est transportée dans le champ nouvellement fauché.

Dans cet état, quand on veut faire fonctionner les moulinets faneurs, on dégage les collerettes *f'*, en soulevant les leviers *g* des manchons, et on fait glisser les cylindres *d'* sur l'arbre fixe *d*, soit vers le fond des moyeux, pour faire engrèner les pignons *f* avec les roues centrales *c'*, soit, au contraire, en les rapprochant l'un vers l'autre pour faire engrèner ces pignons avec la couronne dentée *c*.

Dans le premier cas, les moulinets faneurs tournent en sens inverse des roues, et le foin de près est enlevé et dispersé pour aller tomber au loin par derrière la machine.

Dans le second cas, ils tournent dans le même sens que les roues, et le *foin des prairies artificielles* est simplement écarté et légèrement secoué, afin de ménager les feuilles qui constituent la valeur essentielle de ce fourrage.

Cette faculté d'obtenir d'une manière aussi simple le renversement de mouvement, afin de rendre la machine propre soit au fanage du foin de pré, soit à celui des prairies artificielles, est grandement appréciée et constitue un des avantages de la faneuse Nicholson.

Chaque roue du véhicule donne donc, comme on a déjà pu aisément s'en rendre compte, d'une manière essentiellement indépendante, l'impulsion à chacun des moulinets faneurs; ceux-ci sont composés de huit palettes en bois G, reliées au moyen des bras en fer méplat E' à leurs cylindres respectifs d'; ils sont placés parallèlement à ce cylindre et à une égale distance de son centre.

Six dents aiguës en fer h sont boulonnées perpendiculairement sur chacune des palettes, lesquelles sont réunies aux bras E' au moyen d'une pièce en fer présentant trois oreilles traversées par un boulon g' (fig. 5 et 6), qui donne à la palette la faculté de tourner sur ce boulon, faisant ainsi l'office de charnière.

Pour maintenir les dents droites pendant le travail, une petite pièce rectangulaire i en fonte munie de joues reçoit l'extrémité d'une lame en acier h', formant ressort, et attachée par son autre extrémité au petit moyeu qui réunit les bras E'.

Ce mode de réunion des palettes armées de dents avec les bras du moulinet, tout en maintenant les dents redressées pendant le travail, permet de les coucher et de les rabattre sur elles-mêmes (voyez le tracé en lignes ponctuées, fig. 6) pendant le repos ou le transport. Cette mobilité ou élasticité relative des dents permet, encore d'éviter les bris et les accidents qui pourraient se présenter chaque fois qu'une pierre ou une motte de terre offrirait un obstacle à l'impulsion assez forte des moulinets faneurs.

Afin de pouvoir régler à volonté la hauteur des dents par rapport au sol pour effectuer le travail dans les conditions diverses, suivant l'état de la récolte, et aussi éloigner ces dents du sol pendant le transport de la machine, deux leviers H', fixés de chaque côté aux couvercles C' des deux moyeux, sont terminés par des secteurs dentés qui engrènent avec deux petits pignons i', fixés aux extrémités de l'arbre en fer creux A'. D'un côté il y a une petite manette j (fig. 1), au moyen de laquelle on fait tourner l'arbre et par suite les pignons qui font mouvoir les secteurs; de l'autre côté est disposé un rochet au moyen duquel ceux-ci sont maintenus dans la position que l'on désire leur faire occuper.

Le tracé en lignes ponctuées de la fig. 2 donne la position extrême des secteurs ou celle dans laquelle les dents sont le plus rapprochées du sol.

Le travail de cette machine peut être évalué à celui que pourraient faire dans le même temps quinze à vingt ouvriers. Son prix à Paris, chez le constructeur, M. Peltier jeune, est de 550 fr.

SCARIFICATEUR-EXTIRPATEUR VERLIER.

Les instruments employés en agriculture avec les noms de *scarificateurs*, *extirpateurs*, *déchaumeurs*, ne diffèrent guère les uns des autres que par la forme de leur partie tranchante. Les scarificateurs sont destinés à diviser, couper et ameublir la terre sans la retourner, pour la rendre propre à être pénétrée par l'air atmosphérique.

Le meilleur moment pour les employer est après la moisson. On commence par scarifier les chaintres ou tournailles, tout autour du champ; lorsque ce travail est fini, on recommence à l'envers, puis on herse. De cette manière les tournailles sont consolidées avant d'être piétinées par les chevaux. On prend alors les sillons de champ en long, en faisant pénétrer l'instrument à peu près à moitié de la profondeur du labour, et on fait suivre cette première façon par un coup de herse.

L'opération étant terminée on scarifie de nouveau en travers en piquant un peu plus profondément, puis on herse de nouveau. Si la terre est très-sale, il est quelquefois nécessaire de donner un troisième coup de scarificateur, suivi d'un coup de herse.

On estime que deux chevaux peuvent scarifier 120 ares de terre par jour en hiver, et 160 au printemps, à moins que la terre ne soit très-sale ou que le temps ne soit défavorable en hiver.

Les *extirpateurs* doivent particulièrement détruire et arracher les mauvaises herbes en labourant superficiellement le sol et le remuant sans le retourner. Ils tranchent au-dessous de leur collet les plantes nuisibles qu'ils font ainsi périr.

Les *déchaumeurs* sont destinés soit à rompre, à trancher la couche gazonnée d'une terre avant son retournement et son ameublement par la charrue, soit à arracher les *racines de chiendent* que l'on amasse sur le sol où elles se dessèchent et peuvent être incinérées ou plongées dans les eaux ou *purins* des fumiers.

Les extirpateurs en usage chez nous et à l'étranger varient surtout par leur monture, qui souvent est toute en fer, par le nombre des socs, qui s'élèvent jusqu'à sept, neuf et onze, par la forme des lames, tantôt larges comme un triangle rectangle ou isocèle, tantôt aiguës comme un fer de lance; quelques extirpateurs portent deux roues à l'arrière afin de régler mieux l'*entrure* et l'action horizontale des socs ou *coutres*, d'autres sont munis d'un avant-train; tous présentent d'ailleurs les mêmes dispositions quant à l'horizontalité et à l'action des socs; enfin, on ajoute quelquefois deux coutres latéraux pour couper verticalement la bande de terre et diminuer sa résistance.

Les extirpateurs à lames étroites ont l'inconvénient de forcer à multiplier les tiges en fer; il convient, en général, que celles-ci laissent entre

elles un intervalle de 55 à 65 centimètres, afin d'éviter qu'elles s'engorgent en arrêtant les débris de végétaux renversés par l'effet même de ces ustensiles.

Maintenant, presque tous les nouveaux instruments de ces trois genres qu'on fabrique peuvent se transformer facilement les uns dans les autres, par un simple changement de *coutres* dont les pieds sont armés.

Dans le scarificateur on emploie des espèces de demi-cônes ou pyramides aiguës à arêtes tranchantes; dans les extirpateurs et les déchaumeurs, on emploie des socs larges plus ou moins plats et tranchants.

Le scarificateur que nous allons décrire, l'un des meilleurs que nous possédions maintenant en France, est disposé pour subir ces diverses transformations; il est du système de M. Verlier, de Sedan, et construit par M. Peltier jeune, de Paris, qui a su apporter dans ses dispositions primitives de notables améliorations qui rendent sa manœuvre plus facile et son action plus énergique.

DESCRIPTION DU SCARIFICATEUR-EXTIRPATEUR

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 7 A 10 DE LA PLANCHE 11.

La fig. 7 est un plan général vu en dessus de l'instrument tout monté et prêt à fonctionner comme scarificateur.

La fig. 8 en est une élévation dans le sens longitudinal.

La fig. 9 est une vue par derrière du côté des leviers de manœuvre.

La fig. 10 fait voir, en élévation, de face et de côté, la forme des lames de rechange pour transformer le scarificateur en extirpateur.

Cet instrument est composé d'un bâti triangulaire en bois de chêne L relié par des barres méplates en fer l.

Le sommet antérieur du triangle est traversé par une tige verticale en fer rond L', qui repose par sa partie inférieure sur l'essieu de deux petites roues en fer M.

Une chape en fer l', munie du crochet d'attelage, embrasse le bout de la charpente traversé par la tige L', afin de consolider cette partie du bâti sur laquelle s'opère l'effort de traction, et une petite tringle verticale m, montée parallèlement à cette tige, au moyen de deux petits bras en fer m', guide le mouvement vertical du crochet d'attelage, naturellement mobile avec le bâti.

A la partie supérieure de la tige L' est encore fixée une douille munie de chaque côté de deux petites tiges horizontales qui reçoivent à frottement doux la fourche formée par les deux plaques en fer n, dont l'extrémité du levier à manche N est garni.

Ce levier est relié au bâti L par deux tringles de suspension N', articulées sur un boulon n', fixé à la traverse longitudinale du milieu, et il est traversé, près de son manche, par une tringle méplate en fer O

forgée en arc de cercle et montée à articulation sur le bâti; elle est garnie de petits trous qui, à l'aide d'une cheville, permettent de maintenir le levier à une hauteur facultative.

L'arrière du bâti est supporté par deux roues en fer M' , à essieux indépendants, qui sont reliés, par de petites bielles courbes en fer forgé o , à la traverse d'arrière, munie à cet effet de douilles traversées par les boulons o' , de manière à former une sorte de charnière permettant l'abaissement ou le soulèvement du châssis sur les essieux pris comme centre de mouvement.

Les boulons o' sont forgés chacun avec un retour d'équerre au moyen duquel ils sont réunis aux leviers recourbés en fer O' , qui servent de mancheron au conducteur pour faire pénétrer les tranchants dans le sol et les soulever au besoin. A cet effet, on fixe ces leviers à la hauteur voulue au moyen d'une cheville r' que l'on engage dans l'un des trous des secteurs p , qui les traversent et leur servent de guides.

Sur le bâti, de chaque côté des bielles de suspension N' , sont fixées deux tringles en fer rond R , terminées par des boucles qui servent à soutenir les guides du cheval que le conducteur, tenant en main les mancherons o' , doit avoir à sa disposition.

Les coutres ou tranchants scarificateurs P sont fixés par deux boulons à écrous à de fortes tiges rectangulaires en fer légèrement recourbées, reliées par un fort écrou aux deux traverses d'arrière du bâti.

Les tranchants-extirpateurs P' (fig. 10) sont disposés et reliés de la même manière, il n'y a que la forme de la palette, évasée en fer de lance, qui offre une différence sensible avec les premiers.

Dans les deux cas la manœuvre de l'instrument est la même : aussi, lorsque le conducteur placé à l'arrière soulève le levier N , les dents sortent de terre, et, pour régler l'entrure, il l'arrête à la position qu'il croit convenable à l'aide de la cheville r . Il agit de la même manière à l'aide des mancherons o' , et règle la position de l'arrière du bâti en engageant la cheville r' dans l'un ou l'autre des trous du secteur p .

Les fig. 8 et 9 montrent l'instrument dans la position qu'il doit occuper ; quand on veut opérer son transport, le bâti est soulevé et les tranchants éloignés du sol. Le tracé en lignes ponctuées de la fig. 9 montre au contraire le bâti complètement descendu et les tranchants engagés à la plus grande profondeur possible.

Les dispositions d'ensemble de cet instrument lui permettent de fonctionner dans une position inclinée, ce qui est souvent fort utile quand on veut scarifier les billons un peu élevés.

Ce système de scarificateur pris à Paris, à l'établissement de M. Peltier jeune, et muni des derniers perfectionnements apportés par ce constructeur, coûte 170 à 220 francs ou 240 francs, selon qu'il est à 7, 9 ou 11 pieds ou outils tranchants.

NOTICE INDUSTRIELLE

CEMENTATION DU FER

PAR M. H. CARON

Dans la séance du 8 octobre dernier, M. H. Caron, capitaine d'artillerie, a fait une communication à l'Académie des sciences sur la cémentation du fer qui nous paraît offrir le plus grand intérêt pour nos lecteurs.

Les procédés employés dans l'industrie pour cémenter le fer, relate M. Caron, varient par la composition des ciments, mais tous se ressemblent par la manière d'opérer; on place la pièce à cémenter dans une boîte en tôle en l'entourant, soit de poussier de charbon ou de suie, soit de cuir carbonisé ou de corne, etc. Chaque méthode est préconisée par ceux qui l'emploient, mais l'explication du fait lui-même est jusqu'ici restée inconnue. M. Caron, en cherchant à se rendre compte du phénomène, a pensé que la combinaison du fer et du charbon ne pouvait avoir lieu que par l'intermédiaire d'un composé carburé gazeux qui, pénétrant dans les pores du métal dilatés par la chaleur, y abandonnait son carbone. Or, d'après la nature même des ciments employés dans l'industrie, ce composé a semblé à l'auteur devoir être un cyanure. Pour s'en assurer, il a fait les expériences suivantes :

L'appareil dont il s'est servi se composait d'un tube en porcelaine rempli de charbon concassé en morceaux de la grosseur d'un centimètre cube environ; au milieu du tube, et suivant son axe, était placée une barre de fer carrée qui se trouvait aussi complètement entourée de charbon. Le tube a été mis ensuite sur un fourneau à réverbère muni de son laboratoire et chauffé au coke. L'appareil ainsi disposé, on a fait passer successivement dans le tube porté au rouge de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, de l'azote, de l'air, de l'hydrogène carboné pur, etc.; après deux heures de feu chaque fois, l'auteur n'a jamais obtenu de cémentation. Quelquefois, et à de rares endroits, la surface du fer était un peu plus dure, mais dans tous les cas la cémentation, toujours superficielle, pouvait être attribuée à l'impureté du charbon ou du gaz.

Il n'en est pas de même si, au lieu de ces gaz, on fait passer du gaz ammoniac sec; la cémentation alors est rapide et belle: après deux heures de chauffe, la barre de fer trempée immédiatement, puis martelée pour resserrer le grain et trempée de nouveau, accusait dans sa cassure une cémentation de deux millimètres de profondeur, parfaitement régulière et à grain magnifique. A quelle cause attribuer la cémentation? Évidemment à l'action de l'ammoniac sur le charbon; ces deux corps, à cette température, ont dû former du cyanure d'ammonium gazeux qui a cédé son charbon au fer et donné ainsi naissance à l'acier.

Mais ceci n'était encore qu'une hypothèse, M. Caron a voulu constater directement l'action du cyanure d'ammonium ; pour cela, il a supprimé le charbon dans le tube de porcelaine, et n'y a laissé que le fer placé dans l'axe et soutenu dans cette position par ses deux extrémités ; et il a préparé dans une cornue du cyanure d'ammonium qu'il a fait passer à l'état de gaz et sec dans le tube de porcelaine porté au rouge ; après deux heures de chauffe, la barre de fer a été retirée et a subi les mêmes opérations que la précédente, elle était parfaitement cémentée, et l'extrémité voisine de l'arrivée du gaz l'était bien plus que l'autre. D'après cela, l'auteur a cru pouvoir conclure que dans ce cas la cémentation avait été produite par le cyanure d'ammonium.

Le gaz ammoniac, ou plutôt le cyanure d'ammonium, ne pouvait avoir seul la propriété de cémenter, il était plus que probable que les autres cyanures alcalins devaient la posséder aussi ; la trempe au prussiate, si connue dans l'industrie, en était une preuve, mais malheureusement, dans ce cas, la cémentation, n'étant jamais que superficielle, ne pouvait être comparée à l'autre ; il a fallu, par suite, employer d'autres moyens pour arriver à la constatation de la cémentation par les cyanures alcalins.

L'appareil de M. Caron étant disposé comme précédemment, il a imbibé les charbons avec une dissolution peu concentrée de carbonate de potasse et a fait passer dans le tube, porté au rouge, un courant d'air sec ; on sait que dans ces circonstances il se forme du cyanure de potassium sensiblement volatil au rouge. C'est sur ce corps que M. Caron comptait pour cémenter le fer ; en effet, après deux heures de feu la barre accusait une cémentation magnifique et profonde de deux millimètres.

La soude, la baryte et la strontiane cémentent à peu près de la même manière sous l'influence du courant d'air. Quant à la chaux, comme on devait s'y attendre, elle ne produit aucune cémentation, et par cela même vient apporter une preuve de plus à l'appui de l'hypothèse de l'auteur de la cémentation par les cyanures. Voici comment : il y a plusieurs années, s'occupant de la préparation des cyanures alcalins par la voie sèche, M. Caron faisait, pour les obtenir, du gaz ammoniac sec à travers un tube rempli de charbons et porté au rouge ; il dirigeait ensuite le cyanure d'ammonium ainsi formé dans un autre tube également porté au rouge, et contenant des nacelles de charbon remplies de la base dont il voulait former le cyanure. Il obtenait ainsi, et très-facilement, les cyanures de potassium, sodium, barium et strontium ; mais il ne put jamais produire les cyanures de calcium, de magnésium, etc.

La chaux ne pouvant, comme la baryte, former un cyanure sous l'influence de l'azote et du charbon, ne devait donc pas être propre à la cémentation si son hypothèse était vraie. La présence d'une base alcaline ne suffit pas, comme on le voit, pour produire la cémentation, il faut encore que cette base puisse, dans les circonstances où elle se trouve, former un cyanure. S'il n'y a pas de cyanure formé, il n'y a donc pas de cémentation.

Toutes les recettes plus ou moins bizarres employées dans l'industrie pour cémenter le fer peuvent s'expliquer par la formation des cyanures. Les charbons préparés contiennent toujours de la potasse ou de la soude, les matières animales qu'on y ajoute apportent aussi, en même temps que l'alcali, l'azote qui sert à faire le cyanure.

En résumé, il semble que ces expériences démontrent d'une manière incon-

testable que, pour obtenir une cémentation rapide et profonde, il faut favoriser, au milieu du charbon qui entoure le fer, la formation des cyanures alcalins qui ont été cités. L'application en serait des plus faciles dans l'industrie ; peut-être aussi par ce moyen pourrait-on réduire de beaucoup la durée de la cémentation et conserver, par cela même, une ténacité plus grande à la partie centrale du métal qui n'a pas été atteinte par la cémentation.

SUR LA CONSTITUTION CHIMIQUE DES FONTES ET DE L'ACIER, REMARQUES FAITES
PAR M. L. FRÉMY, A L'OCCASION DE LA PRÉCÉDENTE COMMUNICATION.

L'intéressante communication de M. Caron fournit à M. Frémy l'occasion de faire connaître à l'Académie quelques-uns des résultats qu'il a obtenus dans un travail qu'il poursuit sur la constitution des fontes et des aciers.

Des observations nombreuses prouvent que l'azote exerce de l'influence sur le phénomène de l'aciération, et confirment l'opinion que le savant M. Despretz a consignée dans son travail sur l'azoture de fer.

Tous les chimistes connaissent, en effet, la transformation si rapide du fer en acier sous l'influence du ferrocyanure de potassium, et les recherches intéressantes de M. Saunderson, dans lesquelles cet habile fabricant prouve que, dans les caisses de cémentation, l'acier ne se forme que sous la double action du carbone et de l'azote.

L'auteur a pensé que l'azote n'avait pas seulement pour effet, dans la cémentation, de présenter au fer le carbone à l'état gazeux, mais que, restant uni au carbone, il pouvait se combiner au métal.

Le présence de l'azote dans certains échantillons de fer, de fonte et d'acier, avait déjà été constatée, de la manière la plus nette, par M. Marchand. Il restait à rechercher sous quel état l'azote pouvait exister dans l'acier ou dans la fonte : c'est cette question que l'auteur a voulu examiner.

Lorsque, en suivant la méthode de Berzélius, on soumet l'acier ou la fonte à l'action du bichlorure de cuivre, on obtient un résidu qui contient du graphite et une matière brune.

Cette dernière substance n'est pas du charbon, elle est en partie soluble dans la potasse. Lorsqu'on la chauffe, elle dégage une quantité considérable d'ammoniaque et présente de l'analogie avec certains dérivés de cyanogène.

Les expériences que M. Frémy se propose de faire connaître prochainement tendront à prouver que les fontes et les aciers, qui sont considérés comme des carbures de fer, sont plutôt des combinaisons de métal avec un radical complexe pouvant être comparé au cyanogène, et qui se produit directement comme lui par la combinaison du carbone avec l'azote atmosphérique. La matière brune dont on a parlé précédemment et l'huile infecte qui se forment dans l'action des acides sur les fontes et les aciers seraient les produits de décomposition de ce radical composé.

Les métalloïdes, tels que le soufre, le phosphore, l'arsenic, qui modifient d'une manière si profonde les propriétés des aciers et des fontes, agissent, selon l'auteur, principalement sur le composé azoté dont on vient de parler, et peuvent même le modifier par substitution. On peut citer, à cet égard, une expérience qui paraît intéressante au point de vue théorique et qui donne l'explication de plusieurs faits observés dans la pratique.

On a fait fondre, au milieu d'une brasque siliceuse, une fonte au charbon de bois très-graphiteuse. Le culot, ainsi obtenu, était recouvert de graphite; la fonte s'était chargée, pendant l'opération, de 3 centimètres de silicium, et était restée grise et malléable : elle ressemblait, par conséquent, aux fontes grises au coke préparées dans de bonnes conditions. Le silicium était substitué, dans ce cas, au carbone, qui, cristallisant à l'état de graphite dans la masse métallique, avait formé la fonte grise siliceuse bien connue des métallurgistes.

Cette fonte grise a été soumise ensuite à l'action de différentes brasques pouvant donner au métal du soufre, du phosphore ou de l'arsenic.

Dans ces essais, la fonte est devenue blanche, et les métalloïdes se sont substitués au carbone, qui, se trouvant éliminé complètement du bain métallique, est venu cristalliser à sa surface et former de larges lamelles de graphite.

Ces fontes, traitées par les acides, ont produit des huiles infectes qui contenaient les métalloïdes qui avaient été employés pour blanchir les fontes.

Lorsque le soufre s'introduit dans les fontes, il élimine donc en partie le carbone, et forme un radical sulfuré produisant une fonte blanche qui n'a plus la propriété de s'empâter avec le graphite, comme les fontes grises ordinaires.

C'est en étudiant les modifications que les métalloïdes peuvent faire éprouver à la substance organique qui existe dans les fontes, dans le fine-métal et dans l'acier, que l'on déterminera les relations que ces produits présentent entre eux : à cet égard, les analyses chimiques sont devenues insuffisantes. En effet, les données analytiques qui portent sur la détermination brute du carbone contenu dans les fontes et dans les aciers ne peuvent fournir aucune indication utile; car on donne, en général, le nom de carbone à un mélange de graphite et de substance organique azotée; on tient aussi compte du graphite qui, étant interposé simplement dans la masse métallique, n'y joue aucun rôle, et on néglige la détermination de la substance azotée, qui paraît être le corps réellement actif.

En résumé, il paraît impossible à l'auteur d'admettre que les fontes, le fine-métal et l'acier soient formés essentiellement par la combinaison du fer avec le carbone, et qu'ils ne diffèrent entre eux que par la proportion de ce métalloïde.

La substance qui, dans les composés précédents, modifie d'une manière si utile les propriétés du fer, peut être quelquefois un métalloïde, mais peut aussi être composée; elle se rapproche alors des dérivés du cyanogène et se transforme comme eux par l'action des métalloïdes, lorsque cette substance contient soit de l'azote, soit du soufre, soit du phosphore et de l'arsenic; elle forme, en s'unissant au fer, les fontes blanches, grises et truitées, le fine-métal et l'acier.

La couleur et l'aspect des fontes ne suffisent donc pas pour faire connaître leur composition; il existe plusieurs espèces de fontes blanches qui diffèrent entre elles par la nature du métalloïde qu'elles contiennent; et une fonte grise au coke qui retient 2 ou 3 centièmes de silicium peut ressembler à une fonte grise au bois qui est à peine siliceuse. Les relations qui lient les fontes aux aciers ne sont pas aussi simples qu'on le croit généralement.

A une époque où l'industrie cherche à produire de l'acier à un prix peu élevé, et à transformer la fonte en acier par des méthodes diverses, l'auteur a pensé que les faits qui précèdent pourraient guider les maîtres de forge dans leurs essais, en déterminant surtout la nature du problème qu'ils ont à résoudre.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVE DITE MACHINE-TENDER

POUR FORTES RAMPES

A HUIT ROUES ACCOUPLÉES

PAR

M. L. PETIET, ingénieur

CHEF DE L'EXPLOITATION AU CHEMIN DE FER DU NORD

(PLANCHES 12, 13 ET 14)

On construit, depuis quelques années, de nouveaux types de locomotives qui portent leur eau et leur coke, et qui, par suite, n'ont pas de tender séparé; on les appelle *machines-tender*. Tel est le système qui a été étudié d'une manière toute spéciale par M. Petiet, et qui est appliqué depuis quelque temps sur le chemin de fer du Nord.

Ce système est adopté dans trois circonstances principales ¹ :

- 1° Comme machine de banlieue;
- 2° Comme machine de gare;
- 3° Comme machine de rampe.

Dans le premier cas, il importe de réduire la longueur des trains, de faciliter et d'abrèger les manœuvres des gares extrêmes, soit en évitant de tourner les machines et tenders sur les plaques tournantes, soit en se dispensant de tourner les machines sur des plaques de très-grand diamètre (pour machine et tender), soit en réduisant, dans le rapport de deux à un, les manœuvres à faire sur les plaques ordinaires, les trajets étant d'ailleurs très-courts, de telle sorte que les machines n'aient besoin de renouveler leur approvisionnement qu'aux extrémités du parcours : on peut réduire de beaucoup la capacité du réservoir d'eau et du magasin à coke, remplacer le tender par des caisses à eau placées sur la machine, et ménager un petit emplacement pour quelques hectolitres d'eau.

1. Nous extrayons les appréciations qui suivent de l'excellent ouvrage de MM. L. Le Chatelier, E. Flachet, L. Petiet et Polonceau, qui a pour titre : *Guide du mécanicien constructeur et conducteur de machines-locomotives*.

Cette disposition ne change rien au mode de construction des machines, et, dans la plupart des cas, les machines-tender affectées au service de banlieue sont des machines ordinaires transformées. Le mode de transformation peut varier suivant les dispositions de la machine et la répartition du poids sur les essieux ; on s'applique, en mettant l'eau vers l'avant, au milieu ou à l'arrière, à obtenir une bonne répartition de poids sur les essieux. Il n'y a à cela aucune difficulté pour les machines dont il est question en ce moment, parce que ces machines sont, en général, légères, ou parce que l'addition du poids à leur faire est peu considérable.

On a cherché à généraliser l'emploi des machines-tender et à en faire un type uniforme du matériel des grandes lignes. A la discussion, cette combinaison a dû être écartée pour les machines à marchandises à six roues accouplées, dont il aurait fallu exagérer le poids ou réduire la puissance ; l'expérience paraît l'avoir condamnée pour les machines mixtes ou les machines à roues indépendantes à employer pour les services de grands parcours.

Les ingénieurs qui ont cherché à entrer dans cette voie ont été entraînés fatalement à donner une charge exagérée aux roues motrices, charge dont l'intensité et la répartition varient d'ailleurs suivant que le réservoir à eau est plein ou vide ; en même temps, on a été conduit à réduire au delà de ce qui était convenable la capacité du réservoir. Cela résulte de ce que, dans les conditions actuelles de l'exploitation des chemins de fer, même à pentes faibles, les 10 à 11 tonnes de charges sur les rails qu'il convient de ne pas dépasser pour chaque essieu, ou les 30 à 32 tonnes disponibles pour les trois essieux, suffisent à peine pour qu'on puisse donner à tous les organes de la machine les dimensions et le poids correspondant à la puissance voulue. Pour ces machines, tant que le nombre des essieux est limité à trois sous la machine même, il ne reste plus de marge pour loger l'eau, le coke, les outils, c'est-à-dire, sans compter le poids des caisses à eau, un surcroît de poids de 6 à 7000 kilogrammes.

Le véritable emploi du système de machine-tender est pour les *machines de gare*.

Ces machines ont été combinées en vue de satisfaire à une double condition : pénétrer dans les parties des gares de marchandises à l'aide des plaques tournantes établies pour les wagons ; offrir une grande puissance de traction et surtout de démarrage. La machine-tender répondait seule à la première condition du problème ; il n'y avait d'ailleurs besoin que d'un faible approvisionnement d'eau et de coke. Les roues ont été rassemblées sous le corps cylindrique de la chaudière, entre la boîte à fumée, serrées les unes contre les autres, et, autant que possible, chargées d'un poids égal. Enfin, on a adopté des roues d'un petit diamètre (1^m40 et même 1^m06) donnant la puissance nécessaire au démarrage, et appro-

priées d'ailleurs à la condition essentielle de tout service de gare, la marche à petite vitesse.

L'emploi de ces machines est devenu général sur les chemins de fer français; on en tire un très-utile parti pour l'entrée en gare des trains arrivant, pour la répartition des wagons sur les voies de déchargement, pour l'enlèvement des wagons déchargés, pour leur remisage sur les voies destinées à cet usage, pour l'approche des wagons à charger, pour la formation des trains partant, etc.

Le troisième cas est celui où la machine-tender est adoptée surtout à cause du poids mort qu'elle procure, poids mort qu'on peut considérer comme équivalant à un wagon chargé. La formule de cette application de la machine-tender n'est pas très-nette. On trouve bien en Angleterre quelques cas d'emploi de machines ordinaires, arrangées en machines-tender pour le renfort sur les plans inclinés; mais dans les cas d'application *systématique* de la machine-tender aux chemins à fortes rampes se présentent des circonstances additionnelles qui exigent une description spéciale pour chacun. Ces cas se réduisent à deux, également dignes d'intérêt par l'importance déjà constatée ou probable des applications.

Par ordre chronologique, nous citerons, avec les auteurs du *Guide du mécanicien-constructeur de locomotives*, les machines du chemin de fer de Gênes à Turin, construites pour assurer le service des rampes de 35 millimètres par mètre des Giovi, à la traversée des Apennins, machines appliquées depuis au *Victor-Emmanuel*, dont le parcours offre, à plusieurs reprises, des pentes de 30 millimètres par mètre. La formule de ce système est le développement du système de M. Verpilleux; au lieu d'avoir une seule chaudière, de dimension nécessairement limitée, fournissant de la vapeur aux cylindres accolés à ladite chaudière, en même temps qu'à des cylindres placés sur le tender, comme le faisait M. Verpilleux, on a reporté la moitié du tender sur la chaudière et la moitié de la chaudière sur le tender; on a fait ainsi deux machines-tender accouplées dos à dos, de manière à ne faire qu'une seule machine, conduite par un seul mécanicien et un seul chauffeur. Ces machines devaient être chacune à *quatre roues*, afin qu'elle pussent passer dans les courbes de faible rayon, et les roues devaient être d'un très-petit diamètre, afin que la puissance de traction fût considérable. L'ensemble de ces combinaisons en faisait une machine à huit roues articulées librement au milieu, pouvant remorquer dans les courbes de petit rayon des charges très-lourdes en marchant à petite vitesse.

Cette formule, produite à l'occasion du concours du Scæmering, et communiquée par l'un des auteurs du *Guide du mécanicien et du constructeur de locomotives* au gouvernement piémontais, qui cherchait à cette époque une solution pour les plans inclinés des Giovi, avait été, à la même époque, et même quelques mois plus tôt, imaginée par M. Sommeiller, ingénieur des ponts et chaussées à Turin. Cette disposition offre, sur

celle de M. Verpilleux, l'avantage de donner à la chaudière, par sa division en deux, une puissance plus considérable, et de permettre la décomposition de la machine et l'application de chacune de ses parties au service ordinaire, soit seule, soit accouplée avec un tender.

Dans ce système, l'emploi des machines élémentaires à quatre roues n'est motivé que s'il y a des courbes de petits rayons à franchir. En admettant de même deux machines à six roues accouplées, et accoudées dos à dos, on augmente la puissance de l'ensemble, en même temps qu'on réduit à des proportions plus convenables la charge des rails au contact des roues. On pourrait, au besoin, se servir de machines ordinaires, sans réservoir à eau et à coke, en interposant entre elles un tender commun porté sur quatre roues. Cette combinaison a été signalée, comme développement de la formule empruntée à la machine de M. Verpilleux, aux ingénieurs du chemin de fer de Rhône-et-Loire.

Le second cas d'application des machines-tender est celui des machines à huit roues accouplées que la Compagnie du chemin de fer du Nord fait exécuter pour le service des fortes rampes de ses embranchements. C'est ce type que nous avons représenté en détail sur les planches 12, 13 et 14.

M. Petiet, en étudiant tout particulièrement ce nouveau système, a cherché à faire des locomotives aussi légères que possible, tout en ayant, comme production de vapeur, une puissance suffisante pour utiliser l'adhérence d'un poids brut total de 39 à 40 tonnes également réparti sur les quatre essieux.

Elles se composent de trois parties distinctes superposées l'une au-dessus de l'autre, et qui peuvent être isolées à l'aide d'une grue pour les réparations; savoir :

- 1° Le mécanisme avec ses roues;
- 2° La bûche à eau en un seul réservoir complet;
- 3° La chaudière.

La machine a quatre roues de petit diamètre toutes accouplées; tout le mécanisme est en dehors; c'est une sorte d'extension de la machine de gare.

En adoptant deux roues d'un petit diamètre, M. Petiet a pu accoupler quatre essieux sans exagérer l'écartement entre les axes extrêmes. Cet ingénieur a pu surtout élargir la boîte à feu, dont la partie inférieure est au-dessus des roues. Enfin, la réduction du diamètre des roues a eu pour but de réduire d'autant le poids de celles-ci.

Le réservoir d'eau est placé entre les châssis et le corps cylindrique de la chaudière.

Ces locomotives sont destinées à faire le service sur deux inclinaisons de 10 et de 18 millimètres par mètre, sur des embranchements d'une faible longueur, à petite vitesse et en ménageant la voie; elles ne doivent emporter qu'une provision d'eau et de combustible suffisante pour un petit parcours.

Si on accouplait deux de ces locomotives, elles pourraient remorquer

facilement des trains de marchandises fortement chargés sur des rampes de 25 à 30 et même 35 millimètres par mètre.

Nous donnerons plus loin, après la description détaillée des pièces dont cette machine est composée, des résultats d'expériences et quelques considérations techniques rapportés par M. E. Flachet dans son *Étude de la traversée des Alpes par le Simplon*.

C'est à la parfaite obligeance de MM. Petiet et Nozo que nous sommes redevables de la communication des dessins de la machine pour fortes rampes que nous reproduisons dans ce Recueil. Nous nous faisons un véritable plaisir de leur en adresser ici nos remerciements bien sincères.

DESCRIPTION DE LA MACHINE-TENDER POUR FORTES RAMPES

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 40 DES PLANCHES 42, 43 ET 44.

La fig. 1, pl. 12, représente cette machine en élévation longitudinale, vue extérieurement et dessinée à l'échelle de 1/25 de l'exécution.

La fig. 2, pl. 13, en est une section verticale et transversale faite par le foyer et l'axe des roues d'arrière, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1.

La fig. 3 est une seconde section transversale passant par le corps de la chaudière, entre les deux roues d'avant, suivant la ligne 3-4 de la même figure.

La fig. 4 est une troisième section transversale faite par le milieu de la boîte à fumée et l'axe de la cheminée.

La fig. 5, pl. 14, représente la machine en plan horizontal, moitié vue en-dessus et moitié, la chaudière enlevée, pour laisser voir le châssis, les roues et le mécanisme moteur.

La fig. 6 est une section verticale et longitudinale de la chaudière complète avec son foyer.

La fig. 7 donne un détail du panier-filtre renfermé dans la caisse à eau.

Les fig. 8 et 9, pl. 13, sont deux sections verticales faites, perpendiculairement l'une à l'autre, de l'un des cylindres à vapeur et de sa boîte de distribution.

Les fig. 10 et 11 font voir en détail la pompe alimentaire.

APPAREIL DE VAPORISATION.

FOYER. — Si on en excepte ses dimensions plus considérables, la boîte à feu de cette machine ne diffère pas de celles des locomotives actuellement en usage ; c'est une caisse rectangulaire A, ouverte à sa partie inférieure ; trois des côtés latéraux et le plafond sont formés de feuilles de cuivre rouge de 12 millimètres d'épaisseur, dont les rebords sont pliés en forme de cornière, pour être assemblées entre elles au moyen de rivets. Ces trois parois verticales sont percées de trous taraudés de 20 millimètres de diamètre, distribués symétriquement sur toute leur surface, pour re-

cevoir les entre-toises filetées *a*, destinées à relier les parois intérieures avec l'enveloppe extérieure *A'*.

Le plafond est soutenu par neuf armatures en fer *a'* (fig. 2 et 6), composées chacune de deux flasques de forte tôle, reliées entre elles par des rivets, et au plafond par des boulons, des rondelles et des écrous. Deux de ces armatures sont réunies par quatre tirants *b* articulés au dôme de l'enveloppe extérieure au moyen de fers à T, qui y sont rivés intérieurement.

La plaque tubulaire qui forme le fond de la boîte à feu a 25 millimètres d'épaisseur; elle est percée de 289 trous de 40 millimètres de diamètre, destinés à recevoir le même nombre de tubes en laiton B, qui y sont fixés, à la manière ordinaire, par des bagues ou viroles en acier, légèrement coniques extérieurement, ou simplement en rabattant le bord qui fait saillie et que l'on mandrine ensuite fortement.

La paroi postérieure faisant face à la plaque tubulaire est percée d'une ouverture rectangulaire à coins arrondis fermée par la porte du foyer. La jonction entre la paroi de la boîte à feu et l'enveloppe extérieure est faite au moyen d'un cadre en fer *b'* (fig. 6), fixé par des entre-toises en fer fortement rivées à l'intérieur et à l'extérieur. A la partie inférieure, un cadre en fer forgé *b²* complète la fermeture de l'espace réservé à l'eau autour de la boîte à feu.

La grille est composée de barreaux *c* en fer forgé ou laminé; ils sont en deux pièces et supportés, au milieu et à leurs extrémités, par des barres transversales *c'*; les deux du fond sont fixées au foyer, celle de devant est mobile pour, au besoin, *jeter bas le feu*. A cet effet, elle est supportée par des leviers mobiles sur l'arbre en fer *c²* (fig. 6) au moyen de la tringle méplate C, que le mécanicien peut manœuvrer de sa plateforme en soulevant la petite porte *C'* (fig. 5) ménagée directement au-dessus de cette tringle, laquelle est terminée par une poignée.

Cette disposition de grille à bascule n'est nécessaire que pour la partie des barreaux de devant, car le mécanicien peut parfaitement atteindre les barreaux du fond, et, par la porte, à l'aide de sa lance à jeter le feu, les faire tomber.

CORPS CYLINDRIQUE. — Le corps cylindrique de cette machine a 4^m 250 de diamètre intérieur; les feuilles de tôle dont il est formé sont assemblées à recouvrement les unes sur les autres, et réunies au moyen de rivets; elles ont 12^{mill.} 5 d'épaisseur. L'enveloppe de la boîte à feu est reliée avec ce cylindre par une large cornière arrondie *d* (fig. 6), et son extrémité opposée avec la capacité cylindrique D, qui forme la *boîte à fumée*. La plaque tubulaire *B'* porte un rebord embouti, qui est rivé à l'intérieur de cette boîte. L'épaisseur de cette plaque est de 47 millimètres, et sa paroi, du côté du corps cylindrique, est garnie de doubles cornières en forte tôle, semblables à celles qui existent au bout opposé sur la paroi plane intérieure de l'enveloppe de la boîte à feu, afin d'empêcher la pression de la vapeur de déformer ces parties.

Comme dans toutes les machines locomotives, le corps cylindrique et le dessus de la boîte à feu sont enveloppés de douves en bois recouvertes de feuilles minces de laiton. Un espace vide de 15 à 20 millimètres est ménagé entre ces douves et la chaudière, afin de laisser entre elles deux une couche d'air, évitant, autant que possible, la déperdition de la chaleur.

BOÎTE A FUMÉE. — La boîte à fumée D est complètement cylindrique ; sa paroi postérieure est formée par la plaque tubulaire B', et celle antérieure par la plaque D', de 8^{mill.}5 d'épaisseur, percée d'une large ouverture fermée par la porte D² (fig. 6), servant au nettoyage et à la réparation des tubes, du tuyau d'échappement de la vapeur, etc.

Cette porte est circulaire et à deux battants, avec charnières verticales, disposées à droite et à gauche de l'ouverture ; elle est fermée par une tige verticale en fer méplat, formant crochet à sa partie supérieure et verrou à sa partie inférieure (fig. 1 et 6). Cette tige, pour opérer l'ouverture ou la fermeture, se déplace verticalement au moyen de la manette d' dont l'axe forme excentrique. Pour empêcher la porte de se déformer par l'action de la chaleur, elle est doublée d'une plaque maintenue à distance par de petites entre-toises.

La partie inférieure de la plaque tubulaire B' est garnie d'un bouchon à vis d², pour opérer, au besoin, la vidange des dépôts de la chaudière, et sa partie supérieure d'une ouverture rectangulaire, fermée par la plaque de fonte d³. Une ouverture semblable est ménagée vis-à-vis dans la plaque antérieure D', afin de pouvoir faire sortir et rentrer dans la chaudière, en cas de réparation, le tuyau de prise de vapeur.

On arrête les flammèches qui sortent des tubes pour s'échapper par la cheminée, au moyen d'une petite grille B³ (fig. 4 et 6) placée à l'intérieur de la boîte à fumée ; cette grille est formée de deux châssis garnis de petites tringles en fer rond. Ces châssis sont montés à charnière et maintenus horizontalement par une tringle et un crochet fermé par un contre-poids. Il suffit de faire tourner ce crochet pour faire tomber à droite et à gauche les deux châssis, qui laissent alors la boîte à fumée complètement libre pour opérer le nettoyage.

CHEMINÉE. — La cheminée E est formée d'une feuille de tôle de 4 millimètres ; son embase est évasée dans le sens transversal pour épouser la forme circulaire de la boîte à fumée sur laquelle elle est fixée par des boulons. Elle est surmontée d'un *capuchon* ou *clapet e*, au moyen duquel on peut la fermer pour détruire le tirage pendant que la machine est en stationnement. Ce clapet est formé d'un disque en tôle mobile, avec une tige verticale e' (fig. 1 et 3), portée sur un support à crapaudine, fixé à la porte inférieure de la chaudière.

CENDRIER. — Comme dans cette machine le dernier essieu se trouve au-dessus du foyer, le fond du cendrier E' (fig. 2, pl. 13) est arrondi pour livrer passage à cet essieu, et il est formé de deux épaisseurs laissant entre

elles un espace libre pour la circulation de l'air, afin d'éviter, autant que possible, la communication de la chaleur. Les ressorts de suspension sont aussi garantis par des plaques de tôle e^2 , rapportées sur les côtés latéraux du cendrier.

SOUPAPES DE SÛRETÉ. — Au-dessus de la boîte à feu, sur le dôme de l'enveloppe extérieure, est pratiquée une ouverture circulaire destinée à recevoir un socle en fonte de même forme, sur lequel est fixée la colonnette en fonte F, dont la partie supérieure évasée reçoit le siège des deux soupapes de sûreté f et du sifflet d'alarme f' . Cette colonnette est, en outre, fondue avec un tube creux pour le passage de la tige du régulateur, et deux tubulures de prise de vapeur, permettant d'envoyer de la vapeur dans les bâches à eau du tender; elle est recouverte par une enveloppe ou boîte carrée en cuivre jaune F'.

Chaque soupape, formée, comme à l'ordinaire, d'un disque en bronze portant une branche triangulaire mobile dans un guide, repose sur son siège par une surface conique d'une petite étendue; elle est pressée par une tige qui est elle-même maintenue en pression par le levier f^2 , à l'extrémité duquel agit le ressort renfermé dans la balance. Cette sorte de balance se compose, comme on sait ¹, d'un cylindre creux en cuivre F², dans le fond duquel un des bouts du ressort est fixé, tandis que l'autre est accroché à la tige filetée qu'un écrou moletté relie à l'extrémité du levier; en manœuvrant cet écrou, on tend ou l'on détend à volonté le ressort, et l'on donne au levier la charge qui correspond à ses dimensions, à celle de la soupape et à la limite de tension que la vapeur ne doit pas dépasser dans la chaudière. La tige qui tend le ressort porte un index qui glisse dans une rainure pratiquée dans l'enveloppe, à la surface de laquelle est tracée l'échelle des pressions.

Le robinet du sifflet à vapeur f' , monté sur le siège entre les deux soupapes de sûreté, est manœuvré à l'aide du levier à manette f^3 (fig. 4 et 5), qui est recourbé et prolongé pour descendre à la portée du mécanicien.

La chaudière est, en outre, pourvue, comme le sont toutes les locomotives, d'un niveau d'eau, d'un manomètre et de trois robinets d'épreuves.

ROBINETS ET BOUCHON DE VIDANGE. — Indépendamment du bouchon d' (fig. 6), qui occupe la place d'un tube dans la boîte à fumée, et qui sert pour le nettoyage du corps cylindrique, des bouchons taraudés sont placés aux quatre angles de la boîte à feu extérieure, pour en extraire les dépôts et arracher, autant que possible, les incrustations au moyen de burins et de tringles en fer.

En outre, chaque bout de la boîte à feu extérieure est muni d'un robinet de vidange g (fig. 4) pour vider la chaudière à chaud; ils sont manœuvrés à l'aide d'une manette placée sur la plate-forme, et au moyen de

1. Nous avons donné le dessin et la description de la balance de sûreté à échappement instantané de MM. Lemonnier et Vallée dans le IX^e vol. de ce Recueil, planche 35, page 460.

laquelle le mécanicien peut vider, au besoin, pendant la marche, une partie de l'eau si la chaudière est trop pleine.

TUYAU DE PRISE DE VAPEUR ET RÉGULATEUR.—Le tuyau de prise de vapeur G (fig. 2, 3 et 6) occupe la presque totalité de la longueur de la chaudière; il est percé, à sa partie supérieure, d'une série de fentes de 30 centimètres de longueur, dont les bords sont un peu relevés. Les espaces pleins ménagés entre ces fentes n'ont que 8 centimètres, et n'ont pour but que de maintenir la rigidité du tuyau, qui est supporté d'un bout par un étrier fixé à la chaudière, et au bout opposé par la boîte en fonte G', destinée à recevoir le régulateur.

Cette boîte est fixée sur le corps cylindrique de la chaudière; elle est fondue avec une cloison dans laquelle débouche le tuyau de vapeur qu'elle supporte, et avec une tablette dressée g' , percée d'ouvertures rectangulaires, sur laquelle se meut le tiroir ou régulateur destiné à ouvrir et fermer le passage de la vapeur de la chaudière aux cylindres.

Les tuyaux G², qui conduisent la vapeur aux cylindres, viennent s'assembler sur deux tubulures fondues avec les côtés latéraux de cette boîte qui est fermée à sa partie supérieure par un couvercle plat (fig. 1, 3, 4 et 5).

La tige g^2 du régulateur traverse un presse-étoupe et, prolongée jusqu'à l'arrière de la machine, vient à la portée du mécanicien, qui la manœuvre à l'aide du levier G² monté à articulation sur le support guide g^3 (fig. 1 et 5).

TUYAUX D'ÉCHAPPEMENT. — La vapeur sortant de chaque cylindre, après avoir traversé la lumière d'échappement, passe par une tubulure, sur laquelle vient s'attacher, par un joint à bride, le tuyau H.

Les deux tuyaux d'échappement viennent s'assembler avec une calotte en fonte h (fig. 4 et 6), qui les réunit en un seul en communication avec le conduit vertical H', à section rectangulaire et à angles arrondis. Sur la bride supérieure de ce conduit en fonte est assemblé le tuyau en cuivre jaune H², qui se rétrécit à son orifice pour former tuyère.

Ce tuyau, comme on le remarque fig. 6, est séparé au milieu par une cloison qui partage sa section en deux parties dont l'une est munie de la valve h' , servant à rendre variables la section de l'orifice d'échappement.

Cette valve est montée sur un axe en fer qui est prolongé en dehors de la boîte à fumée pour recevoir un petit levier relié, par une tringle h^2 (fig. 1 et 4) et deux autres petits leviers h^3 , à une longue tringle H³, dont l'extrémité est à la portée du mécanicien, et qui est guidé par des supports sur le flanc du corps cylindrique où elle sert de main-courante.

Le mouvement de va-et-vient nécessaire pour opérer l'ouverture et la fermeture de cette valve est obtenu au moyen du petit volant à manette i (fig. 1), monté sur un écrou qui peut tourner tout en restant fixe dans le sens de son axe, et qui agit sur une extrémité filetée de la tringle;

on peut ainsi la déplacer et faire varier la position de la valve par degrés insensibles, et par suite régler au point convenable la section de l'orifice d'échappement.

ALIMENTATION. — De chaque côté du châssis de la machine, aux bâtis transversaux qui supportent les glissières des tiges des pistons, sont fixées les pompes alimentaires dont les corps en bronze P' sont fondus à cet effet avec des collerettes, boulonnées au moyen de colliers aux bâtis (fig. 1, 2, 3, 10 et 11).

Le corps de chacune des pompes a 70 millimètres de diamètre, et le piston, ou plongeur i' , 60 millimètres; ce dernier est en bronze, creux, et sa tête en fer forgé est reliée directement à la tige par un boulon en fer rapporté ou forgé avec la crosse du piston. Les chapelles des soupapes d'aspiration i^2 et de refoulement i^3 (fig. 10 et 11) sont fondues avec le corps de pompe; elles sont garnies de boulets creux en bronze, de 60 millimètres de diamètre, qui sont logés dans une cloche à jour qui leur sert de guide et limite leur course.

Chacun des deux tuyaux d'aspiration P^2 , partant de leur pompe respective (fig. 2 et 5), est doublement recourbé pour éviter les roues et se réunir sous la caisse à eau à la bride de la tubulure P^3 (vue en ponctué fig. 2), qui porte le siège des soupapes de prise d'eau.

Les tuyaux de refoulement J de chaque pompe s'élèvent latéralement, de chaque côté du corps cylindrique, pour s'assembler sur la bride de la chapelle J' , d'une deuxième soupape de refoulement ou de retenue qui communique directement avec la chaudière. Entre cette soupape et la bride boulonnée, sur la paroi cylindrique, est placé un robinet destiné à retenir l'eau en cas de rupture ou de réparation de la pompe.

Sur le tuyau de refoulement, un peu au-dessous de la soupape supérieure J' , est monté le petit robinet d'épreuve j (fig. 1). Le mécanicien le manœuvre de la plate-forme sur laquelle il se tient au moyen d'une manette fixée à l'extrémité supérieure d'une tige verticale, vue en ponctué fig. 1, et dont l'extrémité inférieure est reliée par un petit levier à une longue tringle horizontale j' , supportée par de petits guides vissés sur la paroi extérieure de la caisse à eau.

Le tuyau d'épreuve est en même temps, comme on sait, un tuyau d'amorce et de purge, lorsque l'air s'est introduit entre les clapets, ou que le clapet supérieur ferme mal et laisse arriver la vapeur de la chaudière entre les clapets.

CAISSE A EAU. — La caisse K , qui contient l'eau d'alimentation, forme une seule pièce construite avec des feuilles de tôle de 3 mill. 1/2 d'épaisseur; la paroi de dessus est concave (fig. 3) pour épouser la forme du corps cylindrique de la chaudière, et celle du dessous est renflée pour donner la capacité nécessaire en utilisant l'espace libre ménagé entre les roues. Cette caisse, munie de tous ses accessoires, repose simplement sur les longerons garnis de cornières en fer pour la recevoir, et de deux

fortes charpentes en fer K' , faisant saillies de chaque côté, et coudées d'équerre pour se raccorder avec les bâtis transversaux M (fig. 1, 2, et 5) auxquels sont fixées les glissières des pistons et les pompes alimentaires. Cette disposition permet de démonter aisément, pour les réparations, l'ensemble de la caisse, et de l'isoler du châssis de la machine, quand la chaudière est enlevée.

De chaque côté de celle-ci s'élèvent les deux coffres K' , qui font partie de la caisse, et destinés à recevoir les paniers coniques par lesquels on fait arriver l'eau d'alimentation.

Ces paniers, de forme elliptique, comme on le remarque sur les fig. 5 et 7, sont en cuivre rouge, percés d'un grand nombre de petits trous depuis le bas jusqu'à la partie supérieure ; ils ont pour but, comme on sait, de filtrer l'eau en retenant les menus objets qui peuvent être amenés par l'eau des réservoirs, tels que pailles, brins d'herbes, branchages, chiffons, etc., et qui, entraînés dans les tuyaux d'aspiration des pompes, pourraient empêcher le jeu des clapets. Pour pouvoir les enlever aisément et opérer leur nettoyage, directement au-dessus de chacun d'eux est placé un couvercle k , monté à charnière, qu'on relève au moyen d'une poignée.

A côté de ce panier est placé le *tuyau réchauffeur* k' (fig. 7), qui sert à envoyer dans la caisse à eau, pendant le stationnement, l'excédant de la vapeur produite dans la chaudière, et qu'on utilise pour réchauffer l'eau. A cet effet, de chaque côté du coffre F , qui reçoit le siège des soupapes de sûreté, est disposé un robinet de prise de vapeur k^2 , établissant et interrompant la communication avec le tuyau réchauffeur, et dont la poignée est à la portée du mécanicien.

De chaque côté du corps cylindrique, vers le milieu de la longueur, sont placés sur la caisse à eau les boîtes en tôle K^2 , fermées au moyen d'un cadenas, et servant au mécanicien à renfermer ses outils, ses effets, etc.

Les *soupapes de prise d'eau* des deux pompes alimentaires sont montées sur la tubulure à double siège I^3 (fig. 2 et 5), fixée au fond de la caisse ; elles sont reliées à des tiges verticales dont l'extrémité supérieure présente une fourche au moyen de laquelle elle est réunie au bout d'un levier j^2 (fig. 5 et 7). Celui-ci est articulé en son milieu sur une chape fixe, et le bout opposé à la soupape est relié avec une tige verticale j^3 , qui traverse la paroi supérieure du coffre K' de la caisse, pour se réunir à une petite manivelle commandée par la tringle horizontale J^3 . L'extrémité de cette tringle est filetée pour recevoir l'écrou auquel le petit volant à manette j^4 (fig. 1 et 5) est fixé.

En faisant tourner ce petit volant au moyen de la manette, le mécanicien ouvre graduellement la soupape au degré convenable.

Les coffres K' de la caisse à eau sont pourvus de poignées k^4 , qui servent à l'enlever au moyen d'une grue, lorsqu'il y a quelques réparations à faire.

Des petits robinets de jauge l (fig. 1) sont étagés sur le flanc extérieur de la caisse pour faire reconnaître le niveau de l'eau à l'intérieur.

COFFRES A COKE. — A l'arrière de la machine, sur le plancher ou *plate-forme* qui existe de chaque côté de la boîte à feu, sont disposés les deux coffres L, destinés à recevoir le combustible ; ils occupent la place des *garde-corps* latéraux dont sont munis les locomotives à tender indépendant. Ces deux coffres sont supportés par la plate-forme L', qui repose d'une part sur une sorte de caisse rectangulaire en forte tôle L² (fig. 1 et 6) portée par les longerons, et, d'autre part, sur des cornières l', boulonnées sur la boîte à feu extérieure.

La caisse L² peut servir à renfermer les outils du mécanicien. A cet effet, ses extrémités sont ouvertes et fermées par une porte à charnière l² (fig. 1) ; deux petites capacités L³, également fermées par des portes, sont encore ménagées à la partie supérieure et au fond des coffres à coke.

Le chauffeur prend le combustible par une ouverture débouchant à la partie inférieure sur la plate-forme (voyez fig. 6, pl. 14).

CHASSIS ET SUPPORT.

CHASSIS. — Dans cette machine, le châssis est composé de deux longerons M, formés chacun d'une seule pièce de tôle de 22 millimètres d'épaisseur, dans laquelle les plaques de gardes sont découpées. Ces longerons sont entre-toisés : à l'avant, par la traverse extrême et une caisse en forte tôle M', des deux côtés de laquelle les cylindres à vapeur sont fixés (fig. 4) ; à l'arrière, par les traverses en tôle consolidées par des cornières M², et, au milieu, par les cornières qui relient la caisse à eau, et par les deux traverses en fer d'angle m (fig. 5).

La traverse d'avant m' est en bois de chêne recouvert de tôle ; elle reçoit au milieu de sa longueur le crochet m^2 , muni de la chaîne d'attelage m^3 (fig. 1), et vers ses extrémités les deux tampons de choc à ressort n .

La traverse d'arrière M² est formée d'une charpente en tôle renforcée par des cornières ; elle porte les deux tampons de choc N et les anneaux n' , munis des chaînes de sûreté qui servent à tenir le premier wagon relié avec la machine en cas de rupture de la barre d'attelage N' ; celle-ci est attachée au crochet fixé à la traverse par le fort boulon à écrou N² (voyez fig. 1 et 5).

MARCHE-PIEDS. — Pour monter sur la plate-forme, sont fixés de chaque côté, sur la traverse d'arrière, deux marche-pieds N³, composés chacun de trois marches, en tôle striée, reliées par des tringles verticales.

La traverse d'avant est aussi garnie de marche-pieds N⁴, qui permettent au mécanicien, en s'aidant des colonnettes n^2 , disposées à cet effet, de monter sur le petit plancher qui recouvre en partie les cylindres.

Des chasse-pierres n^3 (fig. 1) sont attachés à l'avant près des cylindres sur le prolongement des longerons, et à l'arrière, à la traverse des

tampons; ces derniers sont en outre reliés aux longerons par des tirants n⁴.

SUSPENSION. — Les huit roues qui supportent cette machine ont 1^m065 de diamètre à la surface en contact avec les rails; elles sont complètement en fer. Les manivelles des bielles d'accouplement forgées avec les moyeux sont équilibrées par des plaques de métal o, fixées entre les rais diamétralement opposés au bouton.

Les essieux O ont 0^m190 de diamètre dans la partie de calage, et 0^m170 aux fusées ou tourillons, qui reçoivent, par l'intermédiaire des boîtes à graisse o' et des ressorts O', la charge de la machine (fig. 2, 3 et 5).

Les boîtes à graisse sont montées dans des guides en fonte o² (fig. 5), fixés au moyen de rivets et de boulons aux plaques de garde; elles sont ajustées et parfaitement dressées latéralement, ainsi que les guides, pour que le châssis puisse se mouvoir librement dans le sens vertical sous la flexion des ressorts.

Dans cette machine, le premier et le quatrième essieux reçoivent la portion de charge qui leur est répartie de la chaudière et du tender par des ressorts indépendants composés chacun de huit lames ou feuilles d'acier O', réunies au milieu par une bride ou chape en fer dont la tige repose sur la boîte; les deux extrémités sont traversées par les boulons de suspension, reliés par des écrous aux oreilles O², lesquelles sont fixées contre la face intérieure des longerons.

La charge du milieu est répartie sur deux essieux intermédiaires par deux ressorts seulement (un de chaque bout), dont les extrémités reposent sur les boîtes, tandis que, contrairement à la disposition des ressorts des essieux extrêmes, les chapés du milieu sont reliés aux longerons. Cette réunion est obtenue au moyen de forts boulons articulés avec lesdites chapes et fixés par des écrous dans une traverse en fer O² (fig. 2 et 5) qui relie la partie inférieure des longerons entre les deux roues.

La chape qui embrasse le ressort du milieu ne partage pas la longueur des lames en deux parties égales, et le nombre des lames n'est pas le même de chaque côté, afin de compenser la différence de charge qui résulte naturellement de la différence de longueur des bras de levier.

Voici comment la répartition est faite :

	Côté du 3 ^e essien.	Côté du 2 ^e essieu.
Charge normale....	6500 kil.....	7700 kil.
Nombre de feuilles.	14.....	11
Largeur de la feuille.	90 mil.....	90 mil.
Épaisseur id.	15.....	15
Étagement.....	44 mil. 25.....	48 mil. 5.

Avec cette disposition de ressorts, le poids de la machine sur les rails se trouve convenablement réparti: ainsi ce poids, qui est de 18,490 kilo-

grammes de chaque côté, se trouve, par l'application du ressort compensateur, être exactement de 9,245 kilog., tandis que si les branches étaient égales, la charge sur les rails serait de 9,850 kilog. du côté du 3^e essieu, et de 8,640 kilog. du côté du 2^e essieu.

FREIN. — C'est généralement au tender que l'on applique le frein destiné à amortir la vitesse acquise de la machine et du convoi qu'elle remorque, lorsqu'il est nécessaire de ralentir ou d'arrêter; mais comme cette machine porte avec elle son tender, elle est munie d'un frein dont la manette de commande P (fig. 1 et 5) est à la portée du mécanicien. Cette manette est fixée au sommet d'une tige verticale p , filetée à son extrémité inférieure pour traverser un écrou embrassé par la fourche d'un levier p' , calé sur un arbre horizontal P'.

Cet arbre est monté dans deux paliers fixés aux longerons, et chacune de ses extrémités, en dehors de ceux-ci, reçoit un petit levier auquel est reliée, au moyen d'une fourche, la branche p^2 attachée au sabot P² du frein. Celui-ci est, comme d'ordinaire, en bois, et le côté opposé à sa face de contact avec la roue est garni d'une armature en fer qui porte le tourillon de la tringle de suspension p^3 , montée sur un axe mobile dans une chape fixée au longeron. Pour régler la position du sabot par rapport à la circonférence du bandage de la roue, une petite vis de butée, au-dessus de laquelle est un ressort à boudin, montée sur la tringle de suspension du sabot.

MÉCANISME ET APPAREIL MOTEUR.

CYLINDRES ET PISTONS. — Les deux cylindres R sont fixés horizontalement à l'extérieur des longerons; ils sont fondus chacun avec le conduit d'échappement, les lumières d'introduction, la table ou siège du tiroir de distribution r et la boîte dans laquelle il est renfermé (fig. 5, 8 et 9). Le plateau ou couvercle d'avant est fondu avec un renflement au centre qui présente intérieurement un vide dans lequel se loge le moyeu du piston R' quand il est au bout de sa course. Le fond ou couvercle d'arrière présente la contre-partie, c'est-à-dire qu'il saillit à l'intérieur, afin d'épouser la forme du piston creux. Ce fond est ajusté à l'intérieur du cylindre, et porte le *stuffing-box* ou boîte à étoupes dans laquelle glisse à frottement doux la tige r' du piston.

Chaque cylindre est en outre fondu, du côté de l'extrémité qui reçoit le fond, avec deux équerres r^2 auxquelles sont fixés les guides de la tige du piston. De petites oreilles (voyez fig. 1) sont ménagées à l'extérieur des cylindres pour recevoir et fixer les plaques de métal dont il est recouvert, ainsi que la boîte de distribution, et qui sont destinées à empêcher le refroidissement des parois.

Des robinets purgeurs q (fig. 1, 3 et 8), servant à enlever l'eau de condensation qui s'accumule dans les cylindres pendant le stationnement,

ainsi que l'eau entraînée pendant la marche, sont fixés aux extrémités près des fonds; ils sont commandés par un arbre commun q' (fig. 3), actionnant directement les robinets des plateaux d'arrière des deux cylindres, et munis de manivelles qui, par de petites bielles de transmission, agissent sur les manettes des deux robinets d'avant. Un levier spécial calé sur l'arbre q' est relié à la longue tringle horizontale Q, dont l'extrémité, prolongée jusqu'au-dessous de la plate-forme, est réunie par l'équerre q^2 (fig. 1) à une tringle terminée par une poignée servant au mécanicien à manœuvrer simultanément les quatre purgeurs.

Des robinets graisseurs q^3 , à double boisseau et à capacité intermédiaire, permettant de graisser pendant la marche, sont appliqués à chacun des cylindres et sur le couvercle de la boîte de distribution.

La tige r' du piston est reliée par une forte clavette, retenue par une goupille, avec la coquille ou crosse r^3 , guidée dans son mouvement rectiligne de va-et-vient par les barres en métal R^2 , fixées d'un bout au cylindre, et de l'autre au bâti transversal I.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT. — La petite tête de chaque bielle motrice S est engagée dans la fourche de la crosse du piston avec laquelle elle est reliée par un fort boulon; la grosse tête embrasse le bouton de manivelle de l'essieu moteur. Celui-ci est relié aux trois autres essieux par les bielles d'accouplement S' , dont les têtes embrassent les boutons des manivelles forgées avec les trois autres roues.

La bielle d'accouplement attachée sur le premier bouton de la manivelle, à côté de la bielle motrice, est forgée avec deux têtes, de façon à relier la deuxième roue avec la troisième. Les deux autres bielles sont réunies à celles-ci au moyen d'une fourche et d'un boulon très-court s, qui forme une articulation dans le sens vertical.

MÉCANISME DE DISTRIBUTION. — Le tiroir r , qui distribue la vapeur alternativement des deux côtés du piston (fig. 1, 5, 8 et 9), est en fonte entouré d'un cadre en fer qui fait partie de la tige s' . Celle-ci glisse dans un presse-étoupe dépendant de la paroi d'avant de la boîte de tiroir, et son extrémité est réunie à un coulisseau à queue d'hironde engagé dans le guide s^2 fixé sur la barre supérieure des guides R^2 de la tige du piston.

A ce coulisseau est reliée l'extrémité de la bielle de transmission S^2 , dont l'extrémité opposée porte le coulisseau engagé dans la coulisse de Stephenson T, qui imprime le mouvement que cette bielle communique au tiroir de distribution.

La coulisse est du genre de celle dite *renversée*, parce que sa convexité est tournée vers l'essieu moteur, et sa concavité vers le tiroir, contrairement à la coulisse ordinaire; elle est suspendue d'une manière fixe au châssis K' par des bras en fer méplat t , qui viennent s'attacher au milieu, au moyen d'un étrier laissant de chaque côté la place nécessaire pour le passage des bras de la bielle munie du coulisseau.

Par cette disposition, c'est le coulisseau qui se déplace sous l'action de

l'appareil de changement de marche, au lieu que, dans la coulisse ordinaire, c'est celle-ci que l'on déplace pour effectuer le changement de marche, ce qui rend la manœuvre plus difficile en forçant à déployer un effort plus considérable.

Comme l'application de la coulisse renversée exige que la bielle S^2 soit d'une assez grande longueur, elle est guidée vers le milieu entre deux plaques de métal fixées au bâti transversal I, qui supporte les guides de la tige du piston et la pompe alimentaire.

Les deux excentriques qui commandent ordinairement la coulisse sont remplacés dans cette machine par les petites bielles T' , dont les têtes sont montées sur la petite manivelle à deux coudes t' , forgée avec le bouton de la manivelle motrice.

Le levier de changement de marche T^2 , placé à la droite du mécanicien, est muni de sa manette et du verrou à ressort qui sert à l'engager dans les encoches ou crans du secteur (voir le tracé ponctué fig. 1) correspondant aux différentes positions que doit occuper la bielle de transmission du tiroir de distribution.

Ce levier est rapporté sur l'arbre horizontal t^2 , monté dans des paliers en fonte fixés contre les longerons, et muni à son extrémité d'un second levier t^3 , auquel est attachée la barre de relevage T^3 , qui transmet l'action du levier de changement de marche à l'arbre de relevage u , par l'intermédiaire du levier à deux branches U et des bielles de suspension w' .

L'arbre t^2 est encore muni d'un levier à contre-poids w^2 , destiné à équilibrer le poids des leviers de relevage et de la bielle de transmission du tiroir.

Toutes les pièces que nous venons de décrire et qui composent le changement de marche sont répétées exactement de la même manière, comme on sait, de chaque côté de la machine.

DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA MACHINE POUR FORTES RAMPES.

BOÎTE A FEU ET CHAUDIÈRE.

Longueur de la grille.....	1 ^m	396
Largeur id.	1,	261
Surface id.	1 ^m . ^q .	760
Hauteur du premier rang des tubes au-dessus de la grille..	0 ^m	450
Hauteur du ciel du foyer id. id. ..	1,	128

SURFACE DE CHAUFFE.

Nombre des tubes.....	289
Longueur des tubes.....	3 ^m 500
Diamètre intérieur des tubes.....	0, 037

Épaisseur des tubes.....	0, 0015
Surface totale des tubes.....	117 ^{m.q.} 500
Surfacé du foyer.....	6 ^{m.q.} 680
Écartement longitudinal entre le foyer et son enveloppe...	0 ^m 075
Écartement transversal entre le foyer et son enveloppe....	0, 065
Diamètre intérieur du corps cylindrique.....	1, 2625
Longueur du corps cylindrique.....	3, 372
Épaisseur de la tôle cylindrique et de la boîte à feu.....	0, 0125
Épaisseur du cuivre du ciel et des parois latérales du foyer.	0, 012
Épaisseur du cuivre de la plaque des tubes.....	0, 023
Volume d'eau dans la chaudière, 0 ^m ,10 au-dessus du foyer.	2 ^{m.c.} 535
Volume de vapeur dans la chaudière (mêmes conditions)..	1 ^{m.c.} 645

BOÎTE A FUMÉE.

Longueur intérieure.....	0 ^m 700
Largeur transversale.....	1, 275
Capacité.....	0 ^{m.c.} 893
Épaisseur de la plaque des tubes.....	0 ^m 017
Id. des parois latérales.....	0, 0125

ALIMENTATION.

Diamètre du plongeur de la pompe.....	0, 060
Course id. id.	0, 480
Volume engendré par coup.....	1 ^{d.c.} 356
Diamètre cylindrique du corps des clapets.....	0 ^m 044
Levée des clapets.....	0, 015
Section d'écoulement par les soupapes.....	1 ^{d.q.} 140
Diamètre des tuyaux d'aspiration et de refoulement.....	0 ^m 054
Épaisseur de ces tuyaux.....	0, 003

PRISE DE VAPEUR.

Section d'ouverture maxima du régulateur.....	0 ^{m.q.} 0198
Diamètre intérieur du tuyau de prise de vapeur.....	0 ^m 144
Section id. id.	0 ^{m.q.} 0163
Diamètre des tuyaux allant à chaque cylindre.....	0 ^m 104
Section id. id.	0 ^{m.q.} 0085

ÉCHAPPEMENT.

Diamètres du tuyau d'échappement.....	{ 0 ^m 200
	{ 0, 112
Section id. id.	0 ^{m.q.} 020
Section maxima de la tuyère d'échappement.....	0 015

Section minima de la tuyère d'échappement.....	0 ^m .q. 005
Longueur totale du conduit d'échappement.....	2 ^m 800

MOTEUR.

Angle d'avance.....	17°	
Rayon d'excentricité.....	0 ^m 058	
Course maxima des tiroirs.....	0, 116	
Lumière d'admission.	{ Longueur.....	0, 250
	{ Largeur.....	0, 036
	{ Section.....	0 ^m .q. 009
Longueur développée du conduit d'admission.....	0 ^m 312	
Volume du conduit d'admission.....	2 ^d .c. 972	
Lumière d'échappement.	{ Longueur.....	0 ^m 250
	{ Largeur.....	0, 076
	{ Section.....	0 ^m .q. 019
Tiroir.	{ Longueur.....	0 ^m 312
	{ Largeur.....	0, 249
	{ Section.....	0 ^m .q. 078

MÉCANISME DE TRANSMISSION.

Écartement d'axe en axe des cylindres.....	2 ^m 000
Diamètre des cylindres.....	0, 480
Longueur totale intérieure.....	0, 512
Course du piston.....	0, 480
Longueur de la bielle.....	2, 140
Diamètre du bouton de manivelle.....	0, 125
Longueur id.	0, 135

CHASSIS ET SUPPORTS.

Écartement des longerons d'axe en axe.....	1 ^m 312	
Hauteur des longerons.....	0, 300	
Épaisseur de la tôle.....	0, 022	
Ressort de l'avant et de l'arrière.	{ Longueur.....	1, 000
	{ Largeur.....	0, 090
	{ Hauteur au milieu.....	0, 195
Ressort du milieu commun au deuxième et au troisième essieu.	{ Longueur.....	1, 097
	{ Largeur.....	0, 090
	{ Hauteur au milieu.....	0, 195
Diamètre des roues.....	1, 065	
Essieux.	{ Diamètre de la fusée.....	0, 170
	{ Longueur id.	0, 240
	{ Diamètre à la portée de calage.....	0, 190
	{ Diamètre au milieu.....	0, 155

Écartement extérieur des roues.....	{ 1 ^m 355
	{ 1, 365
Écartement des rails de la voie.....	1, 445
Écartement des essieux extrêmes fixes.....	3, 330
Écartement des essieux fixes.	{ Du premier au deuxième.. 11, 04
	{ Du deuxième au troisième. 10, 97
	{ Du troisième au quatrième. 1, 129
Bandage.	{ Largeur au milieu..... { 0, 130
	{ Épaisseur id. { 01, 55
	{ Saillie du boudin au 3 ^e essieu..... { 0, 032
	{ 0, 025

POIDS.

Poids d'un essieu monté.	{ Premier essieu, avant..... 1,042 kilogr.
	{ Deuxième essieu ¹ 929 —
	{ Troisième essieu..... 1,135 —
	{ Quatrième essieu..... 1,049 —
Volume d'eau complet.....	5,000 —
Poids du combustible,.....	1,000 —
Machine chargée, répartition égale sur chacun des essieux.	9,375 —
Poids total de la machine vide.....	28,500 —
Poids total de la machine en ordre de marche, $9,375 \times 4 =$	37,000 —

EXPÉRIENCES

ÉTABLISSANT LE MAXIMUM DE PUISSANCE PERMANENTE DES MACHINES
POUR FORTES RAMPES.

Dans le remarquable travail que vient de publier M. E. Flachat : *De la traversée des Alpes par un chemin de fer à ciel ouvert*, passant par le Simplon², cet ingénieur s'est longuement étendu sur les questions techniques de l'adhérence et de la construction des machines de grande puissance. Ses comparaisons se sont portées naturellement sur les types existants des machines Engerth, et sur la nouvelle machine pour fortes rampes du chemin de fer du Nord que nous venons de décrire.

Nous allons donc nous servir de l'excellente étude de M. Flachat, en ce qui touche plus particulièrement la machine dont nous nous occupons.

Voici d'abord le tableau qu'il a donné sur les principaux types de locomotives.

1. Les ressorts à ces deux essieux s'appuient par des bras inégaux (voir page 139).

2. Voir à ce sujet les numéros d'octobre et de novembre 1860 du *Génie industriel*, dans lesquels nous avons donné un extrait de cet ouvrage.

TABLE DES DIMENSIONS PRINCIPALES, SURFACES DE CHAUFFE

NATURE des machines.	INDICATION du chemin sur lequel la machine circule.	NOM du constructeur.	SURFACE totale de chauffe.	VOLUME de quatre cylindres.	CIRCUMFÉRENCE DES ROUES	VOLUME des cylindrées	
						par kilomètre.	par mètre carré de surface de chauffe et par kilomèt.
			m. q.	d. c.	m.	m. c.	m. c.
Voyageurs.....	Ouest-Versailles.	Scharp.....	55,88	157	5,22	30,177	0,540
<i>Id.</i>	Ouest-Havre...	Buddicom...	64,67	212	5,26	40,262	0,622
<i>Id.</i>	Est.....	Cail.....	74,59	254	5,28	48,432	0,658
<i>Id.</i>	Lyon.....	Cail.....	82,15	272	5,66	48,432	0,598
<i>Id.</i>	Lyon.....	Cail.....	90,29	302	5,69	53,044	0,587
<i>Id.</i>	Orléans.....	Polonceau..	78,93	302	6,37	47,360	0,600
<i>Id.</i>	Midi.....	Gouin.....	95,83	310	6,59	47,042	0,490
Crampton.....	Nord.....	Cail.....	100,58	276	6,60	41,907	0,446
Mixtes.....	Midi.....	Gouin.....	95,87	310	5,47	56,774	0,592
<i>Id.</i>	Ouest.....	Cavé.....	85,80	250	5,03	49,948	0,582
<i>Id.</i>	Lyon.....	Gouin.....	85,46	281	5,03	56,185	0,637
Marchandises.....	Orléans.....	Stephenson.	68,80	277	4,55	60,795	0,883
<i>Id.</i>	Lyon.....	Cail.....	99,94	332	4,71	70,565	0,706
<i>Id.</i>	Ouest.....	Gouin.....	129,40	425	4,71	90,200	0,697
<i>Id.</i>	Orléans.....	Polonceau..	122,50	360	4,33	83,267	0,681
<i>Id.</i>	Bourbonnais..	Oullins.....	132,91	413	3,96	104,473	0,786
Service des gares....	Orléans.....	Polonceau..	67,05	232	3,38	67,825	1,014
Engerth.....	Midi.....	Hesler.....	151,88	462	4,08	113,429	0,747
<i>Id.</i>	Nord.....	Creusot.....	196,40	548	3,95	131,165	0,668
Engerth mixtes.....	Nord.....	Nord.....	125,50	310	5,46	59,508	0,474
Mach. pr fortes rampes	Nord.....	Gouin.....	123,68	347	3,34	103,845	0,803
Flachat projetée.....	Alpes.....	.....	370,00	584	3,14	504,000	1,362

Les dimensions indiquées dans ce tableau, constituent les éléments de la puissance des machines. Elles permettent de remarquer que :

Il y a accroissement continu, non-seulement dans les proportions des machines, mais encore dans la surface de chauffe et dans l'espace offert dans les cylindres, à la vapeur, pour l'utilisation de sa puissance de dilatation. Il en est de même, mais dans des rapports variables, de la surface de la grille, de la capacité de la chambre de combustion, de l'étendue du contact des gaz produits par la combustion avec les surfaces métalliques du générateur, du volume d'eau dans les chaudières et du volume du réservoir de vapeur.

La machine la plus puissante qui ait été faite jusqu'à ce jour est la machine Engerth, construite par le Creuzot pour le chemin de fer du Nord, en 1856.

Cette machine a 196^m.9.40 de surface de chauffe. Elle traîne à la vitesse

ET VOLUME DE 20 TYPES DE MACHINES LOCOMOTIVES.

SURFACE de grille		CAPACITÉ de la chambre de combustion		DURÉE ou ÉLÉMENT du contact des gaz en dehors de la chambre de combustion.	VOLUME D'EAU dans la chaudière		VOLUME DE VAPEUR dans la chaudière		SECTION des tubes	
Total	par mètre carré de surface de chauffe.	Total	par mètre carré de surface de chauffe.		avec 0m 10 d'eau au-dessus du foyer.	par mètre carré de surface de chauffe.	avec 0m 10 d'eau au-dessus du foyer.	par mètre carré de surface de chauffe.	par mètre cube de capacité de la chambre de combustion.	par mètre carré de surface de grille.
m. q.	c. q.	m. c.	d. c.	m.	m. c.	d. c.	m. c.	d. c.	d. q.	d. q.
4,05	187	4,222	21,9	2,55	4,615	2,9	4,195	24	15,84	18,5
4,08	167	4,287	19,9	2,87	4,674	2,6	4,150	18	17,89	21,2
0,84	113	4,139	15,3	3,77	4,942	2,6	0,890	12	17,44	23,5
0,94	115	4,276	15,5	3,49	2,300	2,9	0,928	14	18,90	25,5
1,20	133	4,732	19,2	3,55	2,710	3,0	4,315	15	14,65	21,0
1,10	139	4,419	18,0	3,37	2,012	2,5	1,043	13	14,54	18,7
1,35	140	2,048	21,4	3,16	2,780	2,9	4,164	12	13,98	21,2
1,42	144	4,881	18,7	3,61	3,600	3,5	0,850	8	15,64	20,6
1,35	140	2,040	21,3	3,46	2,780	2,9	4,164	14	14,02	21,2
0,92	107	4,178	20,7	3,92	2,536	2,9	4,326	15	19,57	25,1
1,25	146	4,846	22,1	3,23	2,000	2,5	4,510	18	13,66	20,5
0,88	128	4,145	16,7	3,94	4,905	2,7	4,760	26	13,04	16,9
1,09	109	4,695	17,0	4,02	2,750	2,7	4,620	16	13,14	20,3
1,44	111	2,330	18,0	4,25	3,933	3,0	4,532	12	13,45	21,7
1,21	100	4,839	15,1	4,18	3,650	2,9	4,530	12	17,65	26,8
1,36	102	2,051	15,4	4,25	3,814	2,1	4,518	11	16,16	21,3
0,85	126	4,032	15,4	3,36	2,290	3,1	0,815	12	21,10	25,7
1,80	118	2,824	18,6	4,75	4,270	2,8	4,683	11	13,70	21,5
1,94	100	3,310	16,9	5,00	4,855	2,4	2,055	10	14,85	25,2
1,34	106	4,932	15,4	4,50	3,080	2,4	4,490	12	15,48	22,3
1,80	142	4,985	16,2	3,50	2,535	2,0	4,645	13	15,65	17,6
2,97	84	9,560	25,7	5,00	7,354	2,1	3,180	8	8,25	26,5

moyenne de 46^{km}.7 à l'heure, sur une rampe de 5 millimètres ayant 24 kilomètres de longueur : 633⁴, machine comprise, réalisant ainsi, à 9²⁵ par tonne, un effort de 5,859 kilogrammes, et vaporisant 5,454 kilogrammes d'eau avec 587 kilogrammes de houille.

L'adhérence disponible de cette machine, comptée au sixième du poids porté par ses huit roues motrices, est de 6,746 kilogrammes, c'est-à-dire supérieure d'un septième à l'effort continu dont la machine est susceptible.

Cette machine, avec son tender et son approvisionnement d'eau, pèse 62,800 kilogrammes.

La machine la plus puissante dans la disposition consistant à tout placer sur un seul véhicule est la machine construite pour le chemin de fer du Nord, dite *machine pour fortes rampes*, que nous venons de décrire; elle a, comme on l'a vu,

une surface de chauffe de 123^m.4-68, et pèse, avec son approvisionnement, 37,500 kilogrammes. L'effort continu de traction dont cette machine est susceptible est de 4,346 kilogrammes, inférieur de 1,237 kilogrammes, c'est-à-dire de plus du cinquième, à son adhérence disponible comptée au sixième de son poids moyen, soit 5,583 kilogrammes :

Voici, d'après M. Flachat, les deux expériences qui justifient ces résultats :

PREMIÈRE EXPÉRIENCE. — COMPOSITION DU TRAIN.

22 wagons ayant un chargement utile de.....	240,000 ^k
1 wagon de coke.....	10,000
4 wagons de pavés.....	40,000
1 wagon de poudre.....	1,700
Poids du matériel.....	120,200
1 fourgon lesté à.....	12,000
<hr/>	
29 wagons représentant 123 unités de chargement de.....	423,900 ^k

de poids remorqué.

ÉTAT ATMOSPHÉRIQUE : Temps sec, pas de vent.

Les expériences ont été faites sur le parcours de Creil, du poteau kilométrique 50 jusqu'au poteau 28, au-dessous de Luzarches, soit 22 kilomètres parcourus de 11^h16' du matin à 1^h14'.

Le temps de marche, déduction faite de trois arrêts, a été de 84'5".

La pression dans la chaudière a varié entre 7 1/2 et 8 atmosphères depuis Creil jusqu'à Luzarches (poteau 29,6), et de cet arrêt jusqu'au poteau kilométrique 28, de 6 à 7 atmosphères.

L'admission de la vapeur dans les cylindres s'est faite pendant les 0,4 à 0,5 de la course du piston (du 6° au 8° cran du secteur).

Le volume d'eau dépensé pendant les 22 kilomètres parcourus a été de 5,500 litres.

$$\text{Soit par kilomètre de : } \frac{5500}{22} = 250 \text{ litres.}$$

La consommation de charbon a été de 725 kilogrammes.

$$\text{Soit par kilomètre de : } \frac{725}{22} = 33 \text{ kilogrammes.}$$

La consommation d'eau par kilogramme de houille a donc été de :

$$\frac{250}{33} = 7^k6.$$

La vitesse moyenne à l'heure, déduction faite des arrêts et des garages, a été de :

$$\frac{22 \times 60}{84'5} = 15^{\text{km}}.6.$$

La consommation d'eau par heure pour cette vitesse de 15^{km}.6 est donc de :

$$\frac{5,500 \times 60}{84'5} = 3,924 \text{ kilogrammes,}$$

et, par mètre carré de surface de chauffe de :

$$\frac{3,924}{423} = 34^k 90.$$

La consommation de charbon par heure à cette vitesse a été de :

$$\frac{725 \times 60}{84'5} = 517^k 34.$$

Et par mètre carré de surface de grille :

$$\frac{517^k 34}{477} = 2^k 92.$$

Le poids du train étant de.....	423,900 ^k
Id. de la machine de.....	37,500

Le poids total est donc de.....	461,400 ^k
---------------------------------	----------------------

Ce qui donne, pour l'effort total de la traction, en admettant 9^k25 par tonne :

$$461,400 \times 9,25 = 4,267 \text{ kilogrammes.}$$

DEUXIÈME EXPÉRIENCE. — COMPOSITION DU TRAIN.

30 wagons ayant un chargement utile de.....	300,000 ^k
Poids du matériel.....	420,390
1 fourgon lesté à.....	42,000
34 wagons représentant 424 unités de chargement de.....	432,390 ^k

de poids remorqué.

ÉTAT ATMOSPHÉRIQUE : Pluie abondante jusqu'au poteau kilométrique 28, vent debout à la descente.

Le parcours dans cette deuxième expérience a été le même que dans la première; il a eu lieu de 40^h43' du matin à 4^h44'.

Le temps de marche, déduction faite de deux arrêts, a été de 5,542 secondes.

La pression dans la chaudière a varié entre 6 3/4 et 8 atmosphères.

L'admission de la vapeur s'est faite pendant les 0,4 à 0,5 de la course du piston (du 6^e au 8^e cran du secteur).

Le volume d'eau dépensé pendant les 22 kilomètres a été de 6,960 litres.

$$\text{Soit par kilomètre de } \frac{6,960}{22} = 316 \text{ litres.}$$

Cette dépense d'eau est justifiée par une perte résultant d'une garniture de pompe mal faite.

La consommation de charbon a été de 775 kilogrammes.

$$\text{Soit par kilomètre de } \frac{775}{22} = 35^k 22.$$

La consommation d'eau par kilogramme de houille a été de :

$$\frac{316}{35.22} = 8^k 9.$$

La vitesse moyenne à l'heure, déduction faite des arrêts et des garages, a été de :

$$\frac{22 \times 3,600}{5,512''} = 44^k 3.$$

Consommation d'eau par heure pour cette vitesse :

$$\frac{6,960 \times 3,600''}{5,542''} = 4,545 \text{ kilogrammes.}$$

Et, par heure et par mètre carré de surface de chauffe :

$$\frac{4,545}{423} = 36^k 9.$$

Consommation de charbon par heure pour cette vitesse :

$$\frac{775 \times 3,600''}{5,512} = 506^k 4.$$

Et, par heure et par décimètre carré de grille, pour cette vitesse :

$$\frac{506,4}{477} = 2^k 8.$$

Le poids du train étant de..... 432,390^k

Id. de la machine de..... 37,500

Le poids total est donc de..... 469,890^k

Ce qui donne, pour l'effort total de la traction, en admettant 9^k 25 par tonne :

$$469,890 \times 9,25 = 4,346 \text{ kilogrammes.}$$

A la suite de ces expériences, faites spécialement sur la machine dont nous venons de donner la description détaillée, nous croyons utile d'extraire encore du travail de M. Flachet, comme se rapportant toujours au genre de machine que nous traitons, une partie de l'intéressant chapitre qui a pour titre : OBJECTION BASÉE SUR L'INUTILITÉ D'ÉTENDRE L'EMPLOI DE L'ADHÉRENCE AU DELA DE CE QU'EN COMPORTE LE POIDS DE LA MACHINE.

Que demande-t-on, aujourd'hui, dit M. Flachet, à une locomotive ?

1° Une puissance équivalente à l'effort de traction qu'exige un train pour marcher à une vitesse à laquelle la résistance de l'air est à peu près nulle. Cet effort, qui comprend les frottements de glissement des essieux sur leurs coussinets, le frottement de roulement des roues sur les rails, et une somme de résistances aussi diverses qu'inconnues provenant de l'état de la voie, de celui du matériel, etc., est, par tonne, approximativement de 4 kilogrammes à 4^k 20 ;

2° Une puissance équivalente au supplément d'effort qu'exige l'ascension des rampes, à savoir : un kilogramme par tonne et par millimètre d'inclinaison ;

3° Puis viennent : un supplément pour le frottement du mécanisme de la machine, un second pour la résistance de l'air, un troisième pour la résistance qui résulte des courbes. On en évalue l'ensemble, si la vitesse de 28 à 30 kilomètres au maximum n'est pas dépassée, à environ 2^k 80 par tonne.

Prenant un chemin à rampes continues de 5 millimètres pour base de comparaison, mais limitant la vitesse à 20 kilomètres, écartant l'élément relatif aux

courbes et à la résistance de l'air, l'effort de traction sera, approximativement, par tonne de poids du train, machine comprise, pour les frottements, de.. 4^k25

Et pour l'inclinaison de 5 millimètres, de..... 5 »

Soit l'effort de traction, par tonne, pour maintenir le train en marche. 9^k25

Mais ce n'est pas tout : la régularité du service sur un chemin à rampe continue de 5 millimètres serait incompatible avec des dispositions dans lesquelles, la machine ayant la puissance de production de vapeur nécessaire pour utiliser toute son adhérence, on donnerait aux trains un poids, en tonnes, exprimé par l'adhérence disponible divisée par 9^k25.

Il y a, en effet, d'autres causes d'augmentation de l'effort de traction.

En première ligne est celui nécessaire pour faire passer le train de l'état de repos à l'état de mouvement avec la rapidité convenable, ce qu'on appelle le démarrage; opération qui, dans des conditions convenables de prise de vitesse, dépasse l'effort nécessaire pour maintenir la marche, et s'élève dans des gares de niveau au maximum d'adhérence de la machine, c'est-à-dire dans les temps les plus favorables, jusqu'à 16 et 18 kilogrammes par tonne.

Puis vient en marche l'effort d'accélération, c'est-à-dire l'effort que fait la machine pour faire acquérir au train une vitesse correspondante à sa puissance de vaporisation. Ainsi, quand la pression baisse, la vitesse diminue et l'effort de traction descend; puis la pression s'élève, et, avec elle, l'effort de traction; jamais le dynamomètre n'indique une régularité absolue du travail mécanique, le travail de la machine subit au contraire des modifications continues.

Viennent enfin les causes fortuites qui peuvent affecter la régularité de la marche des trains, telles que le grand vent, l'échauffement des boîtes à graisse, une mauvaise pose de voie, des attelages trop serrés pour les courbes, etc.

Les ingénieurs du continent considèrent l'adhérence disponible comme égale au sixième du poids qui comprime les rails sous les roues motrices. Cette habitude s'explique : quand les rails sont secs, cette adhérence peut être du quart et au delà. S'ils sont humides, elle descendra jusqu'au huitième, quelquefois au douzième; la congélation de l'eau sur les rails la réduira encore. Mais cette dernière donnée est exceptionnelle; ce qui ne l'est pas, ce sont les variations dans la production de vapeur par suite de la mauvaise conduite du feu, ou de l'alimentation, ou de la mauvaise qualité du combustible.

En face de toutes ces variations de l'adhérence et de la puissance mécanique, l'emploi de la force motrice au sixième du poids porté par les roues motrices assure une régularité suffisante; on l'a adopté comme limite supérieure d'un effort continu; l'effort de traction peut la dépasser momentanément, mais comme le travail continu il ne l'atteint pas.

Les ingénieurs qui veulent réduire au prix de revient le plus faible possible le transport des marchandises par trains complets ont à leur disposition, pour l'adhérence à emprunter aux machines, un poids par roue de 5 à 6 tonnes; mais l'expérience indique que ce poids ne peut être dépassé qu'au détriment sérieux et rapide des rails et des bandages.

Les machines à six roues motrices pèsent en conséquence 33 tonnes, et celles de 8 roues motrices peuvent peser 40 tonnes. Dans le premier cas, l'adhérence disponible est comptée à 5,500 kilogrammes; dans le second, à 6,666 kilogrammes; mais il n'existe pas d'exemple de machine qui, dans les circonstances que nous indiquons, puisse maintenir un effort de traction aussi élevé.

Le poids des trains fixé par des règlements d'exploitation qu'a consacrés l'expérience est bien loin de représenter la limite de la puissance momentanée de la machine. Ainsi, prenant la récente machine du Nord à 8 roues couplées comme base de comparaison, son adhérence peut en toute sûreté être admise, sur des rails secs, au cinquième de son poids, soit à 8,800 kilogrammes, et l'on peut compter que la puissance de vaporisation permettra d'utiliser toute cette adhérence pendant quelques minutes.

Or, comme l'effort de traction par tonne est compté par les ingénieurs de cette Compagnie, sur les rampes de 5 millimètres, à 9^k 25, la puissance de la machine sera suffisante pour remorquer, pendant un temps assez court, un train de 950 tonnes, tandis que dans la pratique le poids des trains remorqués par ces machines est limité à 470 tonnes, machine comprise.

C'est ce qui explique l'erreur, malheureusement très-générale, dans laquelle on tombe quand on juge de la puissance d'une machine par le train qu'elle peut remorquer dans une expérience. Les exigences de la régularité veulent un excédant considérable de puissance.

Les machines américaines ne sont pas construites d'après un système qui produise pour elles une adhérence supérieure aux autres, mais elles sont employées sur les rampes au maximum de leur puissance motrice et de l'adhérence disponible : de là une irrégularité dans leur marche qui ne se concilierait ni avec la fréquence des trains sur nos lignes, ni avec la sécurité qui est la première condition de cette manière de voyager.

Le train américain est considéré comme un navire voguant à travers l'Océan. Il marche vite quand les circonstances sont favorables ; il marche lentement quand le travail s'accroît par les variations du profil : il franchit de très-fortes rampes en réduisant considérablement sa vitesse, sans que la machine soit douée d'aucune supériorité quant à la production de vapeur et au moyen de transmettre sa puissance motrice des cylindres à roues.

Quel est, en effet, le travail utile des machines américaines ?

« La ligne de Baltimore à l'Ohio, dit M. Douglas Galton (page 53, *Traversée des Alpes*), s'élève jusqu'au sommet d'une montagne à l'aide de rampes dont le maximum est de 50 millimètres. La charge que l'on peut traîner sur un pareil chemin est nécessairement très-faible. »

M. Ellet dit à son tour : « Sur le *Mountain top track*, le versant de l'ouest a 3,241 mètres de longueur ; l'inclinaison moyenne est de 42 millimètres ; les courbes sont tracées sur des rampes de 45 millimètres. Le versant de l'est a 4,215 mètres ; la rampe moyenne est de 49 millimètres ; la rampe maxima y est de 56 millimètres ; elle n'a que 800 mètres de longueur. »

Il y a loin de ce profil à celui qu'exigerait la traversée des Alpes, dont chaque versant n'aurait pas moins de 20 à 25 kilomètres, avec une rampe moyenne de 50 millimètres sur les cols les plus faciles à gravir.

Poursuivons les citations.

« Les machines sont à six roues couplées, elles pèsent 25 tonnes. Elles remorquent, dans chaque sens, un wagon de bagages et deux voitures de voyageurs. Pour le service des marchandises, le train se compose de trois wagons entièrement chargés, soit 40 à 45 tonnes. Quelquefois, mais très-rarement, le poids remorqué a dépassé 50 tonnes. »

Or, un poids brut en véhicules, de 45 tonnes, correspond à 30 tonnes de

poids rémunérateur, en comptant le poids net égal aux deux tiers du poids total. Il suit de là que l'adhérence d'une machine pesant 23 tonnes correspond à un effet utile de 30 tonnes de poids rémunérateur sur des rampes, dont la moyenne est de 47 millimètres. L'effort de traction sur la rampe de 800 mètres, qui a 57 millimètres d'inclinaison, sera de 62 kilogrammes par tonne, et, pour le train de 68 tonnes, de 4,216 kilogrammes. C'est l'emploi de l'adhérence au dixième du poids porté par les roues.

Ce parti que les Américains tirent de leurs machines ne diffère pas de ce que les ingénieurs du continent font eux-mêmes en pareille circonstance.

La machine l'Antée, gravissant la rampe de Saint-Germain, de 35 millimètres d'inclinaison, de 1,500 mètres de longueur, avec une charge, machine comprise, de 123 tonnes, faisait un effort de 5,223 kilogrammes; elle pesait 27 tonnes.

C'était donc l'utilisation de l'adhérence au cinquième du poids porté par les roues motrices. Mais ce travail n'était demandé que dans des circonstances climatiques favorables et pour un travail dont la durée n'excédait pas huit minutes.

Cherchons ce qu'on a fait de nouveau dans cette voie, et revenons aux essais récents de la machine pour fortes rampes du chemin de fer du Nord sur les plans inclinés de Liège.

Il est bon de dire que, dans ces essais, les machines ont réalisé des effets plus considérables que ceux qui avaient été annoncés, mais nous ne voyons là qu'une preuve de plus de la prudence habituelle des ingénieurs de la Compagnie du Nord. Ce qui importe, c'est que, malgré une installation de changements de voies faite pour un autre système de traction d'où résulteraient des parcours et une perte de temps considérable, la machine locomotive a prouvé, une fois de plus, son entière efficacité et sa grande supériorité sur les machines fixes, à tous les points de vue, pour l'exploitation des fortes rampes.

Sous le rapport des dépenses d'établissement fixe et mobile, sous celui de la dépense de traction et quant à l'élasticité avec laquelle ces machines se prêtent aux variations de service, la différence a été si grande et tellement en faveur des machines locomotives, qu'il n'y a plus de comparaison possible. Jusqu'à de nouveaux progrès de l'art, la question est résolue en leur faveur.

La longueur de chacun des plans inclinés de Liège est de 1,980 mètres.

L'inclinaison moyenne est, sur le premier plan, de 28 millimètres; elle est de 27^{mil.} 5 sur le second.

Les trains de marchandises et de voyageurs ont été remorqués par une ou deux machines, pendant plusieurs jours. Les locomotives étaient substituées aux machines fixes qui sont un très-remarquable spécimen dans ce genre.

Trente-six essais de trains de marchandises remorqués par deux machines ont donné les résultats suivants :

Le poids moyen des trains a été :	
1° Chargement.....	68,272 ^k
2° Véhicules portant le chargement.....	62,945
3° Wagons-freins employés sur les plans inclinés de Liège comme supplément au moyen de ralentissement ou d'arrêt.....	51,600
Poids du train remorqué.....	182,796
Poids des deux machines locomotives.....	75,000
Poids total du train, machine comprise.....	257,796 ^k

Le poids maximum remorqué dans un essai a été :

1° Chargement.....	404,940 ^k
2° Véhicules portant le chargement.....	84,510
3° Wagons-freins.....	35,870
	<hr/>
Poids du train remorqué.....	225,290
Poids des deux machines locomotives.....	75,000
	<hr/>
Poids total maximum du train, machine comprise.....	300,290 ^k

La durée moyenne des trajets a été de 7 à 8 minutes, et pour le train le plus lourd, de 10 minutes. La vitesse moyenne, de 4^m10 à 4^m25 par seconde, et de 3 mètres pour le train le plus lourd.

L'effort de traction par tonne étant, y compris l'inclinaison, de 32^k25, en comptant 4^k25 sur plan horizontal, cela donne, pour le train moyen, un effort par machine de 4,150 kilogrammes correspondant à l'adhérence au neuvième du poids porté par les roues motrices. Pour le train maximum, l'effort de traction est de 4,840 kilogrammes par machine, correspondant à l'adhérence du septième au huitième du poids porté par les roues motrices.

On a vu, page 450, que cette même machine est susceptible d'un effort continu de 4,346 kilogrammes.

Ainsi, la différence qui existe entre l'effort continu que cette machine a pu maintenir pendant deux heures et celui qu'elle a maintenu pendant dix minutes est de 41 à 42 p. 0/0. Il y a lieu de croire que, dans les deux expériences, la machine a produit son maximum de puissance.

Dans la première, celle qui a eu lieu sur la rampe continue de Creil (page 448), le mécanicien a, pendant deux heures de marche, obtenu de sa machine tout ce qu'il était possible d'en tirer, et quant à l'essai sur les plans inclinés, où un effort de traction de 4,840 kilogrammes s'est produit, il y a lieu de le considérer comme un maximum, parce que dans les quarante-quatre expériences faites sur ces plans inclinés aucune n'a approché de ce résultat, et que la durée de ce trajet a été de 10 minutes au lieu de 7 à 8 qu'ont duré les autres essais.

Une différence de 40 à 42 p. 0/0 entre un essai de 10 minutes et un travail de 2 heures s'explique par les causes suivantes :

Le combustible contenu dans le foyer n'a été, dans l'essai le plus court, que faiblement diminué. Il y avait là un grand approvisionnement de chaleur.

Dans l'essai fait sur les rampes de Creil, le combustible a été plusieurs fois renouvelé dans le foyer.

La quantité d'eau contenue dans la chaudière a également très-peu diminué dans l'essai de dix minutes, elle contenait aussi un grand approvisionnement de chaleur. Pendant dix minutes de travail, l'alimentation a pu être suspendue, elle ne peut l'être pendant deux heures.

Ainsi, dans le premier cas, la machine a employé son approvisionnement de chaleur ; dans le second, il lui a fallu reproduire tout cet approvisionnement.

Quant aux conditions de la combustion, il y a lieu de croire qu'elles ont été moins favorables sur les plans inclinés de Liège que sur les rampes de Creil ; car le kilogramme de combustible n'y a produit que 6^k495 de vapeur, tandis qu'il en avait produit de 7^k6 à 8 kilogrammes sur la rampe continue. Nous n'expliquons ce résultat que par la brièveté du travail.

POIDS ET PRIX DE REVIENT

DE 40 MACHINES A MARCHANDISES, CONSTRUITES PAR M. POLONCEAU.

On s'applique, dans la comptabilité des chemins de fer, à décomposer toutes les dépenses par objets fabriqués ou réparés, et, pour chaque objet, par éléments : matières, main-d'œuvre, frais généraux, etc.

Nous trouvons, à ce sujet, dans le *Guide du mécanicien constructeur et conducteur de machines locomotives*, de MM. Le Chatelier, Flachet, Petiet et Polonceau, un tableau très-détaillé, dressé par M. C. Polonceau, pour les quarante machines à marchandises à cylindres extérieurs qu'il a fait construire dans les ateliers d'Ivry, et dont quelques-unes des dimensions principales sont données dans les quinze lignes du tableau qui précède, pages 146 et 147¹.

Déjà, dans le 8^e volume de ce Recueil, à la suite de la description de la machine à quatre roues couplées de cet habile et regrettable ingénieur, nous avons donné le prix de revient de cinq locomotives semblables à celle dont nous publions les dessins.

Ce prix s'élevait, pour les cinq machines, à 236,296 fr.

Soit, pour chacune, à 47,259 fr.

Les quarante machines dont les détails sont donnés dans les tableaux qui suivent, et dont les dimensions et la puissance sont plus considérables, ont coûté 2,175,396 fr. 40.

Soit, pour chacune, 54,384 fr. 91.

Comme le poids de chaque machine, ainsi qu'on peut le voir dans la deuxième colonne de la récapitulation, s'élève à 27,047^{kil.} 11, le prix du kilogramme ouvré est donc de :

$$\frac{54,384,91}{27,047} = 2 \text{ fr. } 01.$$

Lorsqu'on compare ce prix à celui que l'on payait pour les premières locomotives faites en France il y a seulement vingt-cinq ans, on est admirablement surpris des progrès considérables que nos ingénieurs ont réalisés, depuis cette époque, dans les constructions mécaniques.

1. Ces renseignements qui offrent le plus grand intérêt aux Compagnies et aux constructeurs pour se rendre compte et faire des comparaisons, sont toujours assez difficiles à obtenir bien complètement. Aussi les trouvant dans l'ouvrage que nous venons de citer, nous nous empressons de les reproduire, quoique ces machines n'aient aucun rapport avec celle du chemin de fer du Nord que nous venons de décrire.

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	POIDS	POIDS	PRIX		MAIN
	brut des matières.	des matières des pièces ajustées.	des matières.		d'œuvre.
	kilog.	kilog.	fr.	c.	fr. c.
Foyer.					
4 foyer composé de 3 pièces et leurs rivures.....	4198,50	4077,70	4,090	04	436 50
40 barres de renfort en place.....	419	374	373	42	423
550 entretoises et leurs rivures.....	296,27	238,27	903	50	178
Cadres du bas et de la porte du foyer.....	369,03	298,03	476	25	456 20
36 barreaux du foyer.....	365	346	438	70	42 60
Grille à bouille, boulons et goujons.....	407,20	360,30	466	17	75 54
Mentonnet de porte et garde-flamme.....	20,50	14	10	14	6 50
	3075,50	2708,30	5,658	32	688 34
204 Tubes et la pose.....	2534	2499	8,333	46	61 20
408 viroles en fer.....	31	31	93	84	" "
	2565	2530	8,427		64 20
Chaudronnerie.					
Capuchons de cheminée, paravent, boulons et rivets.	34,95	23,80	46	40	29 50
Gouttières.....	12,60	7,70	9	27	12
Grille de boîte à fumée.....	28,90	24	12	17	42 50
Cendrier avec supports et goujons.....	138,40	105	64	81	99
Garde-corps, rampes, boulons et goujons.....	211,70	159,70	98	63	74 80
Tôle d'avant, du dessus et des côtés de la boîte à fumée, boulons et rivets.....	645,45	449,60	351	56	403
Supports en tôle et cornière avec rivets.....	737	463	344	12	476
2 supports en fer et rivets.....	446	412,50	67	92	404 40
Couvre-roues avec 8 équerres, boulons, etc.....	485,35	436	163	66	58
7 autoclaves de lavage, 4 bouchon et des goujons.	33,90	27,45	43	51	41 57
2 dômes : 4 pr les régulateurs et 4 pr les soupapes.	47,70	30,20	27	60	60
Chaudière, cheminée, portes de foyer et de boîte à fumée, boulons.....	4437,50	4282,50	5,305	80	434 35
	6659,45	5788,45	6,472	45	874 82
Mouvement.					
6 boîtes à graisse avec coussinets et coins.....	572,90	443,20	513	32	225 94
2 pompes, boîtes à clapets, boulons, etc.....	379,34	293,80	238	12	210 82
2 crosses, clavettes de bielles et de pistons.....	444,10	72,50	92	24	113 46
2 tiroirs-cages, tiges et guides, 4 bielles de prolongement et de relevage.....	250,70	171,95	453	84	274 48
2 glissières, supports, entretoises, cales, etc.....	349,30	265,50	367	92	459 66
2 cylindres, plateaux presse-étoupes, boulons et goujons.....	2131	1908	4,342	63	337 23
2 pistons, tiges, segments et ressorts.....	273,40	203	194	95	178 80
4 échappement avec mouvement, tringles, supports, boulons et goujons.....	491,40	452,50	78	08	49 24
4 régulateur avec mouvements, rivets et boulons..	442,20	357	222	98	169 27
4 cuvette, des soupapes de sûreté, leviers, rivets et goujons.....	470,70	444,74	97	67	96 64
4 mouvement de purgeurs.....	91,20	69,20	40	20	60 20
4 arbre de relevage, supports et contre-poids....	245,70	185	88	28	445 36
4 tringle de chang. de marche, levier et secteur..	402,30	81,80	46	04	437 50
2 Coulisses de distribution et bielles de suspension.	471,50	408,55	79	43	213 02
A reporter.....	5485,44	4457,01	3,535	40	2,370 99

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	POIDS brut des matières.	POIDS des matières des pièces ajustées.	PRIX des matières.		MAIN d'œuvre.	
	kilog.	kilog.	fr.	c.	fr.	c.
Mouvement (suite).						
<i>Report</i>	5485,44	4457,01	3,553	40	2,370	99
4 colliers d'excentriques, barres et boulons.....	273,35	483	377	87	184	88
2 poulies d'excentriques avec clefs.....	89	50,80	37	38	43	40
2 manivelles d'accouplement portant poulies d'excentrique et clefs.....	245	421,80	103	68	475	40
4 manivelles d'accouplement et clefs.....	338	465,60	143	52	206	70
4 bielles d'accouplement, coussinets, tourillons, vis et coins.....	444,40	268	344	95	488	20
2 bielles motrices avec coussinets, brides, coins, vis et boulons.....	520,25	309	507	06	380	26
2 chasse-pierres avec entretoises.....	61,50	56	30	40	46	31
1 prise d'air avec tringle et support.....	82,60	66,60	32	95	26	32
2 tendeurs avec chaînes de sûreté.....	79,10	56,10	35	33	58	75
Roues et Essieux.						
	7618,74	5735,91	5,168	24	3,950	64
6 roues en fer forgé.....	2302	2076,20	4,189	64	441	60
6 bandages, avec boulons.....	2028	1804	1,739	79	82	94
6 contre-poids en plomb, rivets et boulons.....	385,50	334,50	239	78	61	56
2 essieux droits avec clavettes.....	796,50	718	654	84	46	
1 essieu moteur.....	1104,25	707	4,785	51	493	
Châssis.						
	6616,25	5638,70	8,609	56	525	40
1 traverse d'avant avec tôle, crochets, charnières et boulons.....	253,70	222,20	92	58	78	60
2 tampons d'avant avec rondelles en caoutchouc, porte-lanternes et boulons.....	446,80	424,20	75	65	37	06
2 longerons extérieurs avec entretoises de plaques de gardes, barres d'écartement, glissières de boîtes à graisse, boulons, rivets, etc.....	3375,80	4617	4,743	03	879	87
1 longeron intérieur aux coins, coussinets, glissières, cales, rivets et boulons.....	342,45	241	286	39	426	40
1 tablier d'attelage, guides et patins de ressort de traction, boulons et rivets.....	540,22	394	269	37	426	84
2 trottoirs et leurs équerres, boulons.....	367,80	278	173	52	233	62
2 marchepieds avec boulons.....	37,50	29,50	16	99	26	28
Montures de ressorts de suspension et de traction..	222,50	467	101	42	136	40
Ressorts de suspens. et de traction et leurs brides.	478	457	590	65	67	
Tuyauterie et Robinetterie						
	5764,47	3529,90	3,349	60	4,744	47
1 robinet de vidange de la chaudière.....	9,30	8,30	36	25	4	63
2 rotules complètes, supports et boulons.....	153,80	430,80	571	42	34	74
3 robinets de jauge, cuvette et tuyau.....	4,95	4,60	29	88	6	40
1 robinet de niveau d'eau et goujons.....	9,50	9,30	79	39	2	29
2 robinets réchauffeurs et goujons.....	40,40	40,20	76	48	2	31
4 robinets d'épreuve et purgeurs des pompes, supports et tringles.....	41,10	40	34	26	6	09
6 robinets purgeurs des cylindres.....	9,60	9,60	78		4	72
2 robinets graisseurs des tiroirs, raccords et tuyaux.	24,40	49,90	93	52	43	
<i>A reporter</i>	230,05	202,70	998	90	71	18

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	POIDS brut des matières.	POIDS des matières des pièces ajustées.	PRIX des matières.	MAIN d'œuvre.
Tuyauterie et Robinetterie (suite).				
	kilog.	kilog.	fr. c.	fr. c.
<i>Report</i>	230,05	202,70	998 90	74 18
2 robinets graisseurs des cylindres.....	3,20	3,20	26 50	1 24
4 graisseurs de glissières.....	2,20	2,20	26 40	1
1 robinet graisseur du régulateur.....	2,10	2,10	13 50	0 50
1 rob. d'injection de vapeur avec tringle et supp..	19,70	18,20	20 07	9 12
1 sifflet avec goujons.....	7,70	7,50	70 05	1 98
2 balances avec attaches fixées à la chaudière....	18,50	17,70	132 40	4 67
1 tuyau Crompton.....	44	38	42 80	26 83
2 tuyaux d'échappement, brides et boulons.....	92,80	77	157 44	44 44
2 tuyaux d'introduction, brides et boulons.....	73,20	59	115 48	36 44
2 tuyaux de refoulement et leurs raccords.....	46,80	38	148 90	27 20
2 tuyaux d'aspiration et leurs raccords.....	39,60	32,20	125 31	32 20
2 tuyaux rechauffeurs.....	15	11,80	49 45	15
1 manomètre et son tuyau.....	1,35	1,15	36 87	1 50
Montage.	596,20	510,75	1,963 77	273 30
Enveloppe des tuyaux d'échapp. et de prise de vap.	51,50	37	32 44	54 »
Enveloppe de chaudière, tôle et bois.....	580,80	523,10	267 93	162 72
Support de lanterne et de niveau d'eau.....	3,50	1,50	1 68	3 20
Peinture.....	58,00	36	121	75 12
Plaques de noms et de numéros.....	9,50	9,50	7 87	» 74
	703,30	607,10	430 92	295 78

DÉSIGNATION des pièces.	RÉCAPITULATION.					
	POIDS brut des matières.	POIDS des matières des pièces ajustées.	PRIX des matières.	MAIN d'œuvre.	FRAIS généraux de 50 a/o de la main d'œuvre.	TOTAL général en argent.
	kilog.	kilog.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Foyer.....	3075,50	2708,30	5,658 32	688 34	344 47	6,690 83
Tubes.....	2565	2530	8,427 »	61 20	30 60	8,548 80
Chaudronnerie.....	6659,45	5788,45	6,472 45	871 82	435 91	7,780 18
Mouvement.....	7618,74	5735,91	5,168 24	3,950 61	1,975 30	11,094 15
Roues et essieux.....	6616,25	5636,70	8,609 56	525 10	262 55	9,397 21
Châssis.....	5764,47	3529,90	3,349 60	1,711 47	855 73	5,916 80
Tuyauterie et Robinetterie.	596,20	510,75	1,963 77	273 80	136 90	2,374 47
Montage.....	»	»	»	1,395 »	»	1,395 »
Boiserie et peinture.....	703,30	607,10	430 92	295 78	147 89	874 59
Divers modèles.....	»	»	11 98	90 90	»	102 88
Outils des machines...	»	»	240 »	»	»	240 »
TOTAUX.....	33598,91	27047,11	40,331 84	9,864 02	4,189 05	54,384 91

FILATURE DU COTON

RÉUNISSEUR DE CARDES A ÉTIRAGE VARIABLE

PAR

M. DANGUY jeune, constructeur-mécanicien à Rouen.

(PLANCHE 15).

Les perfectionnements considérables qui ont été apportés dans les machines de filature, en général, nous engageant à leur consacrer dorénavant une large part dans ce Recueil : aussi, depuis quelque temps déjà nous nous occupons de réunir un grand nombre de matériaux qui mettent à même de bien faire connaître, à nos souscripteurs, les métiers les plus récents employés aujourd'hui en Angleterre, et sans lesquels, il faut bien le dire, il nous serait difficile de maintenir la concurrence avec nos redoutables voisins.

Ce ne sont pas seulement les *machines de préparation* qui ont été notablement modifiées, mais encore, et plus peut-être, les *métiers à filer*, les *métiers continus*, et surtout les *mull-jennys*, que l'on remplace, dans plusieurs contrées, aussi bien en filature de laine qu'en filature de coton, par des *renvideurs mécaniques*, des *métiers automates*, de 7 à 800 broches et plus, au moyen desquels on réduit sensiblement la main-d'œuvre, tout en produisant beaucoup plus.

On peut se faire une idée des progrès immenses que ces machines permettent de réaliser, en sachant qu'un seul de ces métiers, conduit par un fileur avec quelques rattacheurs, peut aisément remplacer 5 à 6 mull-jennys de 200 à 240 broches. En effet, on comptait généralement, en filature de coton, que le travail d'un mull-jenny ordinaire, faisant des numéros moyens de 27 à 36 (chaîne et trame), était de 7 à 8 kilogrammes par jour; il a pu s'élever à la vérité, dans des établissements bien montés, jusqu'à 9 et 10 kilogrammes;

soit 40 ou 45 grammes au plus par broche et par jour.

Or, on sait que la production d'un *self-acting* de 800 broches s'élève à 45 et même à 50 kilogrammes par jour, dans les mêmes numéros,

soit en moyenne 60 grammes par broche.

Il en est même qui arrivent à produire 65 à 66 grammes. — Ces broches marchent, à la vérité, à 6,000 tours au moins par minute.

En Alsace, sur les 1,500,000 broches qui étaient en activité en 1855, on comptait à peine la dixième partie marchant automatiquement; depuis lors on augmente tous les jours l'application de ces grands métiers, qui ne tarderont pas à se répandre également ailleurs.

En Angleterre, où la main-d'œuvre est plus chère que sur tout le continent¹, les renvideurs mécaniques ont pris une extension considérable, et comme dans ce pays on tient généralement plus à la grande production qu'à la qualité même des filés, surtout pour les numéros les plus employés, on ne craint pas d'établir ces métiers à 1,000 et 1,200 broches. On réalise alors une économie considérable, puisque là où il fallait 50 à 60 fileurs, par exemple, on n'en occupe plus que 15 à 20 au plus. Il est vrai que la force motrice est augmentée dans une notable proportion, mais le combustible, en Angleterre, est à un prix tellement réduit, que l'augmentation de la dépense, de ce chef, est loin de balancer celle de la main-d'œuvre.

Sous ce rapport, il faut bien le reconnaître, nous ne sommes pas, en France, aussi favorisés que nos voisins d'outre-mer, puisque nous payons

1. Il peut être intéressant de connaître le prix moyen de la journée des ouvriers employés dans les filatures des diverses contrées de l'Europe; nous trouvons ce document dans le rapport de la commission française publié en 1854.

PRIX DE LA JOURNÉE DES OUVRIERS EMPLOYÉS DANS LES FILATURES
DE L'EUROPE.

CONTRÉES EUROPÉENNES.	SALAIRES DES					
	Fileurs.		Ouvrières.		Garçons.	
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Angleterre, journée de 10 heures 1/2.....	3 50	»	2 »	»	1 »	»
Idem, pour les numéros fins.....	5 » à 8 »	»	2 »	»	1 »	»
France, journée de 12 heures.....	3 » à 4 »	»	1 25 à 1 50	»	0 75 à 0 80	»
Idem, pour les numéros fins.....	4 50 à 5 »	»	»	»	»	»
Autriche, Suisse, Allemagne, journée de 13 heures.....	1 25 à 1 50	»	0 60 à 0 80	»	0 30 à 0 40	»
Russie et une grande partie de l'Italie....	1 »	»	0 50	»	0 30	»

Ainsi la moyenne générale du prix de la journée de 10 heures 1/2, dans les filatures anglaises, était en 1854 de 2 fr. 67 c.;

Celle du prix de la journée de 12 heures, dans les filatures françaises, de 1 fr. 88 c. Il est vrai que depuis cette époque la journée a été augmentée, de sorte que la moyenne peut être portée à 2 fr. et même à 2 fr. 50 c.;

Et celle du prix de la journée de 13 heures, dans les filatures allemandes, est de 80 c.

C'est-à-dire que le salaire moyen de l'heure est de plus de 25 c. en Angleterre; d'environ 18 à 20 c. en France; et de 8 à 10 c. dans la plupart des autres contrées de l'Europe.

Et cependant le prix des filés est plus faible en Angleterre que partout ailleurs.

le combustible trois ou quatre fois plus cher, et que la journée de l'ouvrier est à peine 1/4 moins élevée, mais un grand nombre de nos établissements sont alimentés par des cours d'eau, ce qui permet de réduire souvent la dépense relative à la puissance motrice.

Nous avons plusieurs contrées qui sont favorisées par des moteurs hydrauliques puissants; ainsi dans les Vosges, dans le Haut et le Bas-Rhin, seulement, on compte jusqu'à près de 4,400 chevaux, c'est-à-dire une force plus considérable qu'en machines à vapeur¹. Dans l'ouest et le midi de la France, et surtout en Normandie, il y a également une quantité de filatures qui sont actionnées par des puissances hydrauliques; dans cette dernière contrée on emploie, avec avantage, pour certains filés de cotons, beaucoup de métiers continus, qui produisent d'autant plus qu'ils sont plus perfectionnés.

Comme nous le ferons voir bientôt, en donnant les prix comparatifs des machines actuelles, le matériel d'une filature est plus cher chez nous qu'en Angleterre, et comme le taux de l'intérêt est également plus fort, nos filatures ne peuvent nécessairement pas produire à aussi bas prix que les filatures anglaises, qui, en outre, sont montées généralement sur une échelle beaucoup plus grande qu'ici; car il n'est pas rare de voir dans les principaux centres manufacturiers de l'Angleterre des filatures

1. Voici, d'après un Mémoire très-intéressant de M. Émile Dollfus, le nombre des filatures existant, en 1856, dans les six départements industriels de l'Est, le nombre d'ouvriers occupés, et la force employée en vapeur et en hydraulique.

DÉPARTEMENTS.	NOMBRE de filatures.	NOMBRE DE BROCHES.		NOMBRE d'ouvriers.	FORCE EN	
		Total des établissem.	Moyenne par établissem.		hydraulique	vapeur.
Haut-Rhin.....	53	974.298	18.383	19.005	2.411	2.739
Vosges.....	35	518.884	9.414	6.220	4.745	240
Bas-Rhin.....	6	85.808	14.304	4.900	242	220
Haute-Saône.....	9	73.316	8.146	4.350	156	165
Doubs.....	4	55.334	8.833	600	155	80
Meurthe.....	2	10.800	5.400	220	6	60

Ainsi les 109 filatures étaient mises en mouvement par 74 machines à vapeur formant ensemble..... 3,484 chevaux.
 Et par 97 moteurs hydrauliques, formant..... 4,715
 Soit en totalité..... 8,199 chevaux.

Cette puissance représente une moyenne de 183 broches par force de cheval; mais il faut remarquer que plusieurs machines à vapeur ne servent que d'auxiliaires à des moteurs hydrauliques, et que certaines chutes d'eau n'atteignent pas en toute saison leur puissance nominale; d'où il suit que la force motrice réellement dépensée est en moyenne un peu au-dessous de celle indiquée.

On admet généralement par force de cheval 180 à 200 broches en numéros ordinaires (27/29 en chaîne et 36/38 en trame); mais ce nombre est plus élevé pour les numéros fins.

de 100 à 200,000 broches. On estime que la moyenne des établissements, dans ce pays, est de 30 à 40,000 broches, alors qu'elle n'est en France que de 12 à 15,000 au plus.

Cependant, si l'on veut bien jeter les yeux sur le tableau ci-dessous, qui est un extrait du travail publié en 1856 par la Société industrielle de Mulhouse, on reconnaîtra sans peine que les progrès effectués par nos filatures, depuis 50 ans, ont été aussi très-considérables, et ont marché de pair avec la mécanique.

TABLEAU DU PRIX DES COTONS EN LAINE
ET DES FILÉS EN NUMÉROS ORDINAIRES (27/29 CHAÎNE, 36/38 TRAME),
SUR LA PLACE DE MULHOUSE, DE 1811 A 1856.

ANNÉES.	PRIX du coton brut par kilogramme.		PRIX des filés par kilogramme.		DIFFÉRENCE en façon par kilogramme.	
	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.
1811 à 1815	11	33	24	03	9	70
1816 à 1820	5	20	12	09	6	89
1821 à 1825	3	23	7	30	3	97
1826 à 1830	2	41	4	97	2	56
1831 à 1835	2	53	4	82	1	92
1836 à 1840	2	36	3	92	1	56
1841 à 1845	1	70	3	17	1	47
1846 à 1850	1	84	3	11	1	27
1851 à 1856	1	90	3	11	1	21

Presque au commencement de la filature mécanique en France, vers 1812, le prix de façon s'est élevé jusqu'à 12 fr. le kilog. Huit à dix ans après, en 1820, il était déjà réduit de près de moitié.

En 1830, il n'était plus que de 2 fr. 56.

De 1840 à 1850, c'est à peine s'il était de 1 fr. 60 en moyenne, pour descendre encore à moins de 1 fr. 30 en 1855; et aujourd'hui il ne peut se maintenir à ce dernier chiffre.

On sait qu'en Angleterre, où l'on produit en filés de coton seulement quatre fois plus que nous, les prix ont aussi diminué dans des proportions énormes; et maintenant c'est à peine si le filé ordinaire n° 32 anglais (chaîne) correspondant au n° 27 français, se vend à Manchester 2 fr. 80 le kilogramme.

Les procédés mécaniques perfectionnés ayant leur plus large part dans les progrès immenses réalisés, surtout dans ces dernières années, nous devons nous attacher à les répandre, afin de mettre sans cesse les manufacturiers à la hauteur de ces progrès. Il n'en est pas, en effet, à qui il ne soit nécessaire de connaître les meilleures machines en usage,

comme il n'est pas un seul contre-maître qui ne doive savoir les conduire. La France, du reste, possède d'habiles mécaniciens qui savent parfaitement les construire.

Nous publierons donc successivement, comme nous l'avons fait pour le lin et le chanvre, les meilleures machines de préparation, comme celles de Platt, et les meilleurs renvideurs mécaniques de Curtis et d'autres constructeurs; nous donnerons aussi les diverses machines de M. A. Kœchlin, de M. N. Schlumberger, de MM. Stehelin qui se sont montés, à cet égard, sur la plus grande échelle, et peuvent, sous tous les rapports, faire concurrence aux premières maisons d'Angleterre; celles de M. Bruneau, de Rethel, qui, pour la laine, a suivi les progrès que plusieurs bons mécaniciens ont atteints dans le coton, tels que MM. Tourroude, Lecœur, Danguy jeune, de Rouen, etc.

En commençant par les machines de préparation, comme étant les plus simples, nous ne pouvons pas avoir la prétention de suivre un ordre régulier dans la collection de planches et d'articles que nous nous proposons de donner; la méthode adoptée jusqu'ici dans notre Recueil ne nous le permettrait pas, parce que nous devons traiter, dans nos livraisons successives, de diverses industries; mais nos lecteurs ne recevront pas moins la collection complète de tous les bons systèmes qui existent dans chaque genre de filature, comme dans les autres branches qui nous occupent.

Le réunisseur de cardes, que nous avons représenté en détail sur la planche 15, commence la série des machines relatives à la préparation du coton suivant le système adopté aujourd'hui dans la Normandie et dans la plupart des contrées qui filent les numéros ordinaires.

Ce réunisseur a été construit avec tout le soin désirable dans les ateliers de M. Danguy jeune, de Rouen, qui est déjà, d'ailleurs, bien connu pour la bonne exécution et les perfectionnements notables qu'il a su apporter dans les divers appareils de préparation auxquels il s'est spécialement adonné.

Sa machine, dite *réunisseuse* ou *doubleuse*, a pour objet, comme on sait, de réunir en une seule nappe continue les rubans d'un certain nombre de cardes : huit, dix ou douze par exemple; et d'en former des bobines qui sont ensuite soumises à l'action des laminoirs où ils subissent des étirages successifs.

Le réunisseur de M. Danguy ne diffère des machines de ce genre, employées dans la préparation du coton, que par une disposition particulière de transmission d'engrenages, laquelle permet, sans être dans l'obligation de changer de pignon, de faire varier l'étirage des cannelés, et par suite de le mettre en rapport avec le nombre plus ou moins grand des mèches venant des cardes.

DESCRIPTION DU RÉUNISSEUR,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIGURES DE LA PLANCHE 15.

La fig. 1 est une élévation longitudinale de la machine du côté de la commande;

La fig. 2 en est un plan général vu en dessus;

La fig. 3 la représente en section verticale et longitudinale faite par le milieu;

La fig. 4 est une vue extérieure du côté opposé à la poulie de transmission de mouvement;

La fig. 5 indique en section le mode d'assemblage de l'axe de la bobine qui permet d'enlever celle-ci quand elle est formée, sans occasionner d'interruption dans la marche de la machine;

La fig. 6 est un détail, à une échelle double des figures précédentes, des cylindres cannelés de l'étrépage.

Le bâti est formé de deux flasques en fonte A, réunies par de forts boulons *a*, formant entretoises, et par les arbres des divers rouleaux dont la machine est composée.

A l'une des extrémités de ce bâti sont fixés, vers la partie inférieure des montants verticaux, de petits bras en fer *a'*, sur lesquels sont boulonnés les paliers du rouleau en bois *b*, qui reçoit la toile sans fin *b'*, disposée pour amener les rubans à l'action de la machine.

De cette toile, ces rubans sont dirigés sur les cylindres cannelés *c* et *c'*, en les faisant traverser le guide en fer B, relié au bâti par un bras brisé B', qui permet de faire varier au besoin la position de ce guide.

Directement au-dessus se trouve la tablette en fonte C, dont la forme recourbée facilite l'arrivée des rubans qui se réunissent en nappe pour passer entre les joues latérales *d*, vissées sur la tablette, et s'engager entre les cylindres cannelés *c* et *c'* et les rouleaux de pression *e* et *e'*.

Les cylindres cannelés sont en fer, ont 40 millimètres de diamètre, et sont commandés indépendamment l'un de l'autre et à des vitesses différentes, afin de produire un premier étrépage.

Les rouleaux de pression *e* et *e'* sont formés chacun d'un arbre en fer entouré de plusieurs épaisseurs de drap recouvertes de cuir fort. Les extrémités de ces arbres sont montées libres dans des montants à fourche fondus avec les deux flasques du bâti, de telle sorte que les rouleaux puissent agir librement, non-seulement par leur poids sur les cylindres cannelés, mais encore par celui de deux contre-poids E, suspendus aux extrémités des leviers E', reliés par les tringles G avec des traverses placées à cheval sur les deux rouleaux *e* et *e'*. Les tourillons des axes des cylindres cannelés tournent dans de petits coussinets carrés en cuivre ajustés dans les fourches des montants.

Un petit drap sans fin f , disposé sous les cannelés, est destiné à opérer leur nettoyage en les dégagant des légers duvets qui pénètrent dans les cannelures. Ce drap sans fin (fig. 3 et 6) est tendu au moyen de deux tiges en fer rond montées sur les parois latérales d'une sorte de petite boîte F , ouverte complètement en dessus, percée en dessous et fondue avec deux oreilles qui servent à la relier à l'arbre en fer f' .

Celui-ci a ses extrémités engagées dans de petites ouvertures ménagées dans l'épaisseur des bâtis pour le recevoir, et lui permettre d'osciller librement sous l'action du contre-poids F' , suspendu à un bras rapporté au milieu de la longueur de cet arbre. L'ensemble de cet appareil se nomme *brosse à bascule*.

Par cette disposition, le drap sans fin f appuie constamment sur les cannelés par l'action du contre-poids, qui doit être sensiblement plus lourd que le poids suffisant pour faire équilibre à la boîte et aux rouleaux de tension du drap. Une disposition analogue est appliquée dans le même but au-dessus des rouleaux e et e' ; seulement dans ce cas, c'est le chapeau G' qui forme le contre-poids; il renferme le drap sans fin g (fig. 3 et 6), et est simplement guidé à ses deux extrémités par de petits appendices verticaux ménagés aux supports et engagés dans des ouvertures pratiquées latéralement aux deux extrémités de la boîte.

Derrière ce petit mécanisme d'étirage, les montants des flasques s'élèvent pour présenter une longue rainure verticale destinée à recevoir les axes des deux rouleaux en fonte H et H' , qui attirent la nappe et, lui faisant subir un premier laminage, lui donnent de la consistance en resserrant les filaments les uns contre les autres.

Les tourillons du rouleau inférieur H tournent dans des coussinets en bronze, et ceux du rouleau supérieur H' peuvent se mouvoir librement entre les deux montants du bâti. Comme pour les cylindres cannelés, une brosse à bascule, garnie de son drap sans fin h , tendu sur deux tiges horizontales en fer est maintenue en contact avec le rouleau inférieur par le contre-poids h' . Le rouleau supérieur H' est également nettoyé par un drap sans fin renfermé dans l'intérieur du chapeau I .

Les rubans étirés par les cannelés, et conduits en sortant de ceux-ci par les joues d' , vissées sur la petite traverse d^2 (fig. 2 et 3), entre les cylindres HH' , sont complètement réunis et présentent une nappe régulière qui se dirige sous la bobine en bois J , sur laquelle elle s'enroule guidée par les deux tambours en fonte K et K' .

Le mouvement est imprimé à cette bobine par le contact de ces deux tambours qui, à cet effet, ont leur circonférence munie de cannelures arrondies, peu profondes dans le sens de leur axe, afin que l'adhérence exercée sur la bobine, à mesure qu'elle se forme, soit suffisante pour l'entraîner dans le mouvement de rotation continu qui leur est communiqué dans une même direction, et dont la vitesse de développement doit être en rapport avec celle du cylindre réunisseur H .

La bobine en bois J est traversée par un axe en fer j , ajusté librement à frottement doux dans les douilles de deux disques en fonte J' , destinées à maintenir la nappe, dont l'enroulement a lieu avec une certaine tension, laquelle est obtenue non-seulement par le poids des disques J' et de la bobine J, mais encore par celui des disques supérieurs J^2 et des bras L, qui relie ces derniers avec les premiers J' .

Les bras L sont réunis par un arbre en fer l , dont les extrémités sont ajustées dans les têtes de deux fortes tiges verticales L' , qui traversent des guides en fontes l' , fixés de chaque côté contre les flasques du bâti, et sont reliées à leur partie inférieure par une barre de fer rond m .

Cette barre traverse les pieds du bâti, dans lesquels les rainures verticales sont pratiquées pour leur livrer passage, et, vers le milieu de sa longueur, elle est mi-partie entourée par un crochet relié au moyen d'une bride m' au levier à pédale M, pouvant osciller librement sur le support en fonte M' .

Au moyen de cette disposition, lorsque la bobine est formée, on peut la remplacer après avoir fait cesser la pression qui agit sur elle, ce qui se fait très-aisément en appuyant avec le pied sur la pédale du levier M. Cette pression oblige la barre m à se soulever, et naturellement avec elle les deux tiges verticales L' qui, par l'arbre l , sont reliées aux bras porte-bobines L.

La bobine formée, ainsi dégagée du poids de l'armature et retirée du contact des tambours cannelés K et K' , est remplacée immédiatement par une bobine vide montée sur l'axe supérieur j' ; il suffit pour cela de faire faire un demi-tour aux bras L, qui peuvent tourner librement sur l'arbre l .

On cesse alors la pression que l'on exerçait à l'extrémité du levier M, et ayant engagé l'extrémité de la nappe fournie par le laminoir entre le rouleau en bois et les tambours, une nouvelle bobine commence à se former. Pendant le temps nécessaire à sa formation, on enlève celle formée précédemment de la place qu'elle occupe entre les plateaux J' , en retirant le petit arbre j , qui traverse les douilles fondues avec ces plateaux (voyez le détail en section fig. 5).

Pour faciliter cette manœuvre, l'arbre j , ainsi que celui j' de la seconde bobine, sont terminés par une petite sphère qui présente une saillie suffisante pour être saisie aisément.

L'arbre moteur p de cette machine est supporté par les deux flasques du bâti qu'il traverse; il porte deux poulies en fonte P et P' , dont l'une est fixe pour recevoir son mouvement de l'arbre de couche de l'usine, et l'autre est folle pour l'interrompre à volonté. Il transmet le mouvement de rotation à tous les autres organes de la machine au moyen des deux pignons n et n' ; le premier est fixé du côté des poulies, et le second de l'autre côté du bâti, sur la face opposée de la machine.

Le pignon n (fig 1 et 2) engrène et avec la roue N calée sur l'axe, pro-

longé en dehors du bâti, du premier cylindre cannelé c , et avec une roue intermédiaire N' , qui, par le pignon o , donne le mouvement à la roue O dans le sens convenable pour faire marcher la toile sans fin b' , qui amène le ruban des cartes à l'action des cannelés.

Le pignon n' engrène avec un pignon à peu près semblable q (fig. 4), dont l'axe est monté sur une platine en fer Q , disposée pour recevoir les axes des autres pignons r , r' , r^2 , s et s' , et pour pouvoir osciller sur l'axe moteur p pris comme centre de mouvement. A cet effet, cette platine est découpée de façon à présenter un bras terminé par une poignée Q' , au moyen de laquelle on la déplace, puis on la fixe soit dans la position indiquée sur la fig. 4, dans laquelle le pignon r engrène avec le pignon r' , soit contrairement, de manière à éviter le contact de ces deux pignons, et à faire engrener le pignon s' avec le pignon r^2 , calé derrière celui r' , sur le même axe du deuxième cylindre cannelé c' .

On fixe la platine dans l'une ou dans l'autre de ces deux positions au moyen de la clé à béquille q' (fig. 2 et 4), dont la tige est taraudée, dans la chape en fer v , boulonnée dans ce but contre le bâti. C'est par la pression de cette tige sur la poignée Q' que celle-ci est obligée de garder les positions correspondantes aux deux conditions de marche, lesquelles permettent, comme nous le verrons plus loin, de faire varier la vitesse de l'étirage pour la mettre en rapport avec le nombre de rubans fournis par les cartes, et que par suite la nappe conserve la même épaisseur, soit qu'il y ait neuf ou dix rubans engagés entre les cannelés.

Le mouvement est transmis au cylindre inférieur H , du laminoir réunisseur, par un petit pignon t (fig. 1 et 2), calé à l'extrémité de l'axe du deuxième cylindre cannelé c' , du côté de la poulie motrice. Ce pignon engrène avec le petit intermédiaire t' , qui commande le pignon u , fixé sur l'axe, prolongé en dehors du bâti, du cylindre H .

Cet axe est encore muni du pignon u' , qui engrène avec la petite roue U , commandant celle R , fixée au bout de l'arbre du premier tambour K . Celui-ci transmet le mouvement au deuxième tambour K' au moyen de la seconde roue R' , de même diamètre que celle R , afin que la vitesse soit la même et, pour que le sens de rotation soit aussi le même, par l'intermédiaire de la petite roue U' , montée sur un bout d'arbre fixé sur l'un des montants verticaux du bâti.

CALCUL DES VITESSES ET PRODUIT DE LA MACHINE.

Pour calculer la vitesse et le travail de cette machine, nous allons supposer qu'elle est appelée à réunir le produit de dix cartes doubles ordinaires ou bien du système de M. Nouflard, semblable à celle que nous avons publiée précédemment dans ce volume.

Nous ferons remarquer toutefois que pour cette application spéciale la vitesse de tous les organes devra être plus que doublée comparativement

à la vitesse que l'on communique ordinairement aux réunisseuses des cardes simples qui sont employées assez généralement dans un grand nombre de filatures. Ainsi on se rappelle que la cardé double peut débiter jusqu'à près de 14 mètres de longueur de rubans par minute, lorsque la cardé simple ne délivre que 6 mètres à 6^m 50 dans le même temps.

Au reste, la machine à réunir de M. Danguy peut être appliquée à la réunion des rubans de toute espèce de cardes sans aucun changement ; il suffit de communiquer à l'arbre moteur une vitesse plus ou moins grande et proportionnée à la sortie des rubans, les rapports de vitesse des différents organes devant toujours rester respectivement les mêmes.

Si donc nous prenons pour exemple d'application les rubans fournis par dix cardes doubles, puisque de chacune d'elles s'échappe 13^m 750 de matières par minute, lesquelles doivent passer dans le même temps par le premier cannelé *c* de la réunisseuse, il faut évidemment que la vitesse à la circonférence de ce cylindre soit de 13^m 750, afin de pouvoir appeler, dans le même temps, toute la matière fournie par les dix cardes.

Or, le cylindre cannelé *c* a 40^{mill.} de diamètre ; sa circonférence est donc de :

$$3,1416 \times 40 = 125^{\text{mill.}} 664, \text{ soit } 126^{\text{mill.}}$$

Il doit alors, pour attirer les 13^m 750 de rubans, faire

$$\frac{13^{\text{m}} 750}{0^{\text{m}} 126} = 110 \text{ révolutions par minute.}$$

Pour communiquer cette vitesse, l'arbre principal muni des poulies motrices doit être animé d'une vitesse de 220 révolutions dans le même temps, puisque le pignon *n*, calé sur cet arbre, n'a que 0^m 115 de diamètre, tandis que la roue *N*, montée sur l'axe du premier cannelé *c*, qui reçoit directement la commande de ce pignon, a 0^m 230 de diamètre.

La vitesse du second cannelé *c'* doit être plus grande que celui du premier, afin de produire, comme nous l'avons dit, un premier étirage des rubans.

Dans ce but le constructeur donne à la petite roue *n'*, calée sur l'axe de ce dernier, un diamètre de 90^{mill.} et 70^{mill.} au pignon *n'*, qui le commande au moyen des intermédiaires *q* et *r*, et, comme l'arbre moteur fait 220 tours par minute, la vitesse du cannelé *c* est de :

$$90 : 70 :: 220 : x = 170 \text{ tours.}$$

Sa vitesse à la circonférence est donc de :

$$40 \times 3,1416 \times 170 = 21^{\text{m}} 360$$

ce qui donne un premier étirage de :

$$21,360 - 13,750 = 7^{\text{m}} 610 \text{ par minute.}$$

Un deuxième étirage est opéré sur la nappe, à sa sortie du cannelé c' , par le laminoir H, H', dont le rouleau inférieur est commandé par le pignon t , de 50^{mill.} de diamètre, l'intermédiaire t' , et la petite roue u , de 80^{mill.} de diamètre. Le cylindre H, par suite du rapport des engrenages qui le commandent, est animé d'une vitesse de :

$$80 : 50 :: 170 : x = 106 \text{ tours par minute.}$$

Comme son diamètre est de 0^m 100, sa vitesse à la circonférence est de :

$$3,1416 \times 100 \times 106 = 33^m 300$$

et, comme le deuxième cannelé c' ne fournit que 21,360, il se produit naturellement un deuxième étirage qui est de :

$$33^m 300 - 21^m 360 = 11^m 940$$

qui, ajouté au premier donne un étirage total de :

$$11^m 940 + 7^m 610 = 19^m 550.$$

Pour faire varier ce double étirage afin d'avoir toujours la même épaisseur de nappe, même avec un ruban en moins, dans le cas où, pour une cause quelconque, une des cartes fournisseuses est arrêtée, on renverse, comme nous l'avons dit, la platine Q, pour faire engrener le pignon s' , de 80^{mill.} de diamètre, avec celui r^2 , calé sur l'axe du cannelé c' , derrière le pignon r .

Dans ce cas, le pignon n' , de 70^{mill.} de diamètre, engrène avec l'intermédiaire q , de 80^{mill.} de diamètre, la vitesse de l'axe de ce dernier est donc de :

$$80 : 70 :: 220 : x = 192^t 5,$$

et par suite celle du cannelé c' , commandé par le pignon s^2 , de 60^{mill.}, l'intermédiaire s' , et le pignon r^2 de 90^{mill.} de diamètre, est de :

$$90 : 60 :: 192^t 5 : x = 128 \text{ tours.}$$

En faisant usage de cette seconde transmission de mouvement, l'étirage entre les deux cannelés n'est plus que :

$$(3,1416 \times 40 \times 128) - 13^m 750 = 2^m 334.$$

Et celui opéré par le cylindre H du laminoir se trouve modifié ainsi qu'il suit : la vitesse de rotation de ce cylindre est de :

$$80 : 50 :: 128 : x = 80 \text{ tours,}$$

et sa vitesse à la circonférence de

$$3,1416 \times 100 \times 80 = 25^m 130.$$

L'étirage total est alors de :

$$25^m 132 - 13^m 750 = 11^m 382,$$

au lieu de $19^m 940$ que l'on obtient dans le premier cas.

La nappe étirée sort du laminoir pour venir s'enrouler sur la bobine en bois J, animée d'un mouvement de rotation continue que lui imprime les deux tambours cannelés K et K'.

Or, comme ceux-ci n'ont pour mission que de conduire la matière fournie par le laminoir, il faudrait théoriquement que la vitesse à leur circonférence fût la même que celle dont le cylindre H est animé. Cependant on a toujours le soin d'augmenter un peu la vitesse, afin de maintenir la nappe un peu tendue.

A cet effet, le pignon u , de 110^{mill} . de diamètre, commande par les intermédiaires u' et U, la roue R, de 290^{mill} . de diamètre, fixée sur l'axe du premier tambour K, et par suite la roue semblable R', du second tambour K', par l'intermédiaire U'.

Quand l'axe du cylindre H, fait 106 tours, par exemple, la vitesse de rotation des tambours est de :

$$290 : 110 :: 106 : x = 40 \text{ tours,}$$

ce qui donne à la circonférence une vitesse de (le diamètre étant de 266^{mill} .):

$$266 \times 3,1416 \times 40 = 33^m 425,$$

vitesse qui n'est pas sensiblement plus considérable que celle du cylindre H, dans le cas du plus grand étirage.

Quand, au contraire, c'est le petit étirage, la vitesse se trouve naturellement modifiée comme celle du laminoir et devient alors de $25^m 200$, puisque c'est le pignon u fixé sur l'axe du cylindre H, qui commande les tambours au moyen desquels s'effectue l'enroulement de la nappe sur la bobine.

Le prix de cette machine à réunir, prise à Rouen dans les ateliers de M. Danguy, est de 600 francs.

MÉTALLURGIE DU ZINC

NOUVELLE MÉTHODE

DE

TRAITEMENT AU HAUT-FOURNEAU A CUVE

PAR

MM. A. MULLER ET A. LENCAUCHEZ

INGÉNIEURS CIVILS A PARIS

(PLANCHE 16)

MM. A. Muller et A. Lencauchez, à la suite d'études et d'expériences sérieuses et raisonnées, sont arrivés à constituer une nouvelle méthode d'extraction du zinc qui, assurément, est appelée à rendre d'importants services dans la métallurgie du zinc, dont le traitement actuel, comparé à celle des autres métaux présente, comme on sait, d'assez grandes difficultés, et est à la fois dispendieux et défectueux sous plusieurs rapports.

La nouvelle méthode de MM. Muller et Lencauchez a pour principe *l'extraction directe du zinc métallique, au moyen d'une opération continue, comprenant : la réduction de l'oxyde de zinc en contact immédiat avec le combustible ; la distillation du métal avec les produits de la combustion ; et la séparation du zinc d'avec ces produits, par condensation des vapeurs métalliques dans les chambres disposées à cet effet.*

Avant de décrire cette méthode et pour mieux en faire apprécier les avantages, nous allons, en nous servant à cet effet d'un mémoire qui nous a été communiqué par les auteurs, passer en revue les principaux minerais de zinc, rappeler les propriétés physiques et chimiques de ce métal, et jeter un coup d'œil sur les procédés d'extraction suivis jusqu'à ce jour.

MINERAIS. — Les minerais de zinc exploités sont de deux espèces :

- 1° La calamine ou carbonate de zinc ;
- 2° La blende ou sulfure de zinc.

Les minerais non exploités, tels que les silicates, et, en général, tous les minerais zincifères, où le zinc se trouve combiné ou mélangé en pro-

portion variable avec le fer ou d'autres métaux, sont aussi très-abondants; nous les mentionnons, parce que, par le procédé de MM. Muller et Lencauchez, on peut extraire à la fois le zinc et les métaux fixes.

PROPRIÉTÉS DU ZINC. — Le zinc fond à 500° ; il entre en ébullition à la chaleur blanche, peut se purifier par la distillation en vases clos; il est très-oxydable. Chauffé au contact de l'air, à une température supérieure à celle de son point de fusion, il prend feu et brûle avec une flamme blanche, très-brillante, due à la vapeur de zinc qui se combine à l'oxygène de l'air. L'oxyde de zinc ainsi formé est blanc complètement fixe.

Le zinc décompose facilement la vapeur d'eau avec dégagement d'hydrogène et se change en oxyde.

La réaction commence peu au-dessus de 100° .

Les vapeurs de zinc décomposent également l'acide carbonique et donnent de l'oxyde de zinc et de l'oxyde de carbone.

On ne connaît qu'un seul oxyde de zinc (Regnault), ZnO , composé de :

zinc 80,26; oxygène 19,74 = 100,00.

« On l'obtient en chauffant le métal au contact de l'air jusqu'à ce qu'il s'enflamme. Il se dépose sur les bords du creuset une matière floconneuse, blanche, dont une partie est entraînée par le courant d'air. »

Cet oxyde est inodore, insipide et insoluble dans l'eau. L'hydrogène, le charbon, le soufre, le phosphore et l'arsenic le réduisent à l'aide de la chaleur. Industriellement, le charbon seul peut être employé pour en opérer la réduction.

L'hydrogène, en le réduisant, se combine avec son oxygène, et forme de l'eau à l'état de vapeur. Cette réaction n'a lieu qu'à une température élevée. La vapeur de zinc entraînée par le courant gazeux décompose la vapeur d'eau, et l'oxyde de zinc est régénéré. L'hydrogène ne peut donc être employé à la réduction de l'oxyde de zinc¹.

La réduction de l'oxyde de zinc par le charbon donne exclusivement naissance à de l'oxyde de carbone, de sorte que l'acide carbonique ne peut jamais être produit dans un fourneau où s'opère cette réduction.

Beaucoup d'oxydes métalliques sont réduits par l'hydrogène et par l'oxyde de carbone, et il a été observé qu'à volume égal l'oxyde de carbone les réduit plus facilement; d'où il suit que l'hydrogène peut être recueilli en totalité à l'extrémité d'un appareil dans lequel on fait passer sur des oxydes métalliques à haute température un mélange de gaz hydrogène et de gaz oxyde de carbone (Berthier).

1. Tout fait supposer que l'oxyde de carbone le réduit aussi, et que l'acide carbonique formé est décomposé ensuite par la vapeur métallique.

MÉTALLURGIE DU ZINC.

Nous ne pouvons mieux faire, pour donner une idée exacte de la métallurgie actuelle du zinc, que d'emprunter les lignes suivantes au remarquable ouvrage de M. Regnault (Cours élémentaire de chimie) :

« Le principal minerai de zinc est la calamine. Le silicate de zinc est quelquefois mélangé à la calamine; mais, comme il ne donne que très-peu de zinc dans le traitement métallurgique, on ne doit pas le considérer jusqu'ici comme un véritable minerai. On extrait aussi une certaine quantité de zinc de la blende. Les principales mines de calamine sont celles de Tarnowitz, en Silésie; de la Vieille-Montagne, auprès d'Aix-la-Chapelle; et de plusieurs contrées de l'Angleterre et de l'Espagne.

« La théorie du traitement métallurgique de la calamine est extrêmement simple. La calamine est soumise à une calcination qui lui fait perdre son acide carbonique, et la rend friable. On la réduit en poudre sous des meules verticales; on mélange cette poudre avec du charbon dans des espèces de cornues en terre que l'on chauffe à une forte chaleur blanche dans des fours. L'oxyde de zinc est réduit par le charbon, du gaz oxyde de carbone se dégage, et le zinc métallique vient se condenser dans des allonges adaptées aux cornues; ces conditions sont réalisées d'une manière très-diverse dans les différentes usines.

« Le minerai de la Vieille-Montagne se compose essentiellement de carbonate de zinc, tantôt compacte, tantôt cristallisé. La gangue est formée exclusivement d'argile plus ou moins ferrugineuse, en masses amorphes, intercalées au milieu des fragments de calamine. Le minerai est abandonné à l'air pendant plusieurs mois pour laisser déliter l'argile, qui s'en détache alors facilement. Quelquefois même on lui fait subir un véritable débouillage, qui enlève presque complètement l'argile. On distingue deux classes de minerais, d'après leur aspect et leur composition chimique : la mine blanche et la mine rouge. La seconde contient plus de fer que la première; elle est moins riche en zinc, mais son traitement est plus facile. Voici la composition moyenne de ces deux espèces de minerais :

	Mine blanche.	Mine rouge.
Oxyde de zinc. { zinc.....	46,6	33,6
{ oxygène..	41,7	8,4
Silice et argile.....	44,0	20,0
Eau et acide carbonique....	22,7	30,0
Sesquioxyde.....	5,0	8,0
	400,0	400,0

« Le minerai débouillé est calciné dans des fours coniques, analogues aux fours à chaux. Ces fours sont chauffés par deux foyers latéraux, recouverts d'une voûte terminée par un canal qui débouche dans le four par vingt ouvreaux disposés suivant quatre ou cinq rangs en hauteur. Chaque ouvrage a 4 décimètre carré de section. A la partie inférieure du four sont pratiquées deux ouvertures rectangulaires destinées à la sortie du minerai grillé. Deux plaques de fonte inclinées à 45° divisent la colonne descendante de minerai et facilitent sa sortie

du four. La calcination est continue. Le minerai est chargé par le haut ; on mélange le gros et le menu, de manière à régler convenablement le passage de la flamme. Le minerai perd pendant sa calcination son eau et son acide carbonique ; le déchet est d'environ 25 p. 100.

Le chauffage des fours se fait à la houille.

« Le minerai calciné est réduit en poudre fine sous des meules verticales, puis tamisé et envoyé à l'usine de réduction.

« Le fourneau de réduction se compose de quatre fours accolés. Chacun de ces fours a la forme d'un berceau cylindrique dont l'arête supérieure se trouve à 2^m 60 au-dessous de la sole. La partie postérieure du four est formée par un mur incliné vers l'arrière ; la partie antérieure est au contraire complètement ouverte. Le foyer se trouve au-dessous de la sole, et la flamme pénètre dans le four par quatre ouvreaux. Au sommet de la voûte se trouvent deux carneaux qui débouchent dans une cheminée placée au milieu du massif. Cette cheminée sert pour les fours ; elle est divisée en quatre compartiments, munis chacun d'un registre particulier. On dispose dans chaque four quarante-deux cornues en terre réfractaire. Ces cornues se composent de grands tuyaux cylindriques en terre, fermés à un bout, de 1^m 40 de longueur et de 0^m 45 de diamètre intérieur.

« On engage dans chacun de ces tubes un tuyau conique en fonte ou en terre réfractaire de 0^m 40 de longueur, et sur ce tuyau, qui fait l'office de condenseur, on adapte un second tuyau conique en tôle, qui ne présente qu'une ouverture de 2 centimètres. Les tuyaux en terre sont disposés dans le four sur huit rangées dans le sens de la hauteur. A cet effet, la paroi postérieure du four présente huit banquettes saillantes, sur lesquelles s'appuient les fonds fermés des tubes. Sur la face antérieure du four, qui est ouverte, sont disposées huit plaques de fonte maintenues par des briques, et qui sont destinées à recevoir les parties antérieures des tubes. On donne aux tubes une petite inclinaison vers l'avant. Le chauffage des fours a lieu d'une manière continue pendant deux mois, au bout desquels on est ordinairement obligé d'arrêter pour réparer les fours.

« Pour mettre en feu un fourneau neuf, on commence par fermer la face ouverte du four avec des débris de briques et de creusets reliés avec du mortier. On chauffe pendant plusieurs jours, en commençant par un feu très-faible et élevant successivement la température jusqu'à la chaleur blanche. Après quatre jours de ce chauffage préliminaire, on introduit les tubes dans le four. A cet effet, on démolit successivement la paroi antérieure mobile, et l'on place les tubes qui ont été préalablement chauffés au rouge dans un fourneau particulier. On lute avec du mortier les interstices qui restent libres entre le tube et le compartiment antérieur qu'il traverse ; enfin l'on adapte à chaque tube son allonge conique en fonte, ou mieux en poterie.

« Lorsque les creusets sont disposés dans le four, on y introduit d'abord une petite quantité de mélange de minerai et de charbon ; on augmente ces charges successivement, et ce n'est qu'au bout de quelques jours que le fourneau a pris sa marche normale.

C'est à ce moment seulement que nous considérerons l'opération.

« Le minerai est apporté dans une caisse en bois, où on le mélange avec le charbon, en ajoutant un peu d'eau. On emploie pour un chargement des fours 500 kil. de calamine calcinée et 250 kil. de houille sèche préalablement pulvérisée ; on mêle intimement ces matières avec une pelle en fer.

« Le chargement commence à six heures du matin. On a enlevé préalablement de chaque tube les résidus de la précédente distillation, et on a nettoyé avec un ringard en fer l'intérieur des tubes et des récipients. On charge d'abord les tubes inférieurs. Le mélange est introduit à l'aide de pelles en tôle de forme demi-cylindrique, et fixées à l'extrémité d'un manche de fer. Lorsque le chargement est terminé, on pousse le feu. Bientôt il se dégage une grande quantité d'oxyde de carbone qui brûle avec une flamme bleue à l'orifice des récipients. Au bout de quelque temps, cette flamme prend plus d'éclat : elle devient d'un blanc verdâtre, et dégage des fumées blanches.

La distillation du zinc commence alors ; on adapte aussitôt sur les tubes des allonges en tôle. Quelques soins que l'on donne à la conduite du feu pour que les diverses parties du four acquièrent à peu près la même température, la chaleur est toujours moins forte dans les régions supérieures du four ; aussi a-t-on soin de ne charger dans les tubes supérieurs que le minerai le plus facile à réduire, c'est-à-dire la mine rouge, tandis qu'on charge les tubes inférieurs en mine blanche. Au bout de deux heures de feu, l'ouvrier détache les allonges de tôle et les secoue au-dessus d'un vase en tôle. Il s'en détache une poussière de zinc et d'oxyde de zinc, appelée cadmie, que l'on ajoute au minerai destiné aux opérations suivantes. Un aide approche alors de l'ouverture de chaque récipient une grande cuiller en tôle appelée poëlon, tandis que le maître ouvrier y introduit un râcloir en fer, à l'aide duquel il fait sortir le zinc distillé qui s'est accumulé à l'état liquide au bas de l'allonge ; il détache de même les gouttelettes qui sont restées adhérentes aux parois.

Le zinc liquide, recueilli dans les poëlons, est recouvert de crasses métalliques formées principalement d'oxyde de zinc. On les enlève avec soin, puis on coule le zinc dans des lingotières qui lui donnent la forme de plaques rectangulaires, du poids de 30 à 35 kil. On replace de suite les allonges en tôle, et on continue le feu. Au bout de deux heures, on fait un second tirage, et ainsi de suite jusque vers cinq heures du soir, heure à laquelle l'opération est terminée.

« On procède alors immédiatement au nettoyage des tubes pour les disposer à recevoir une nouvelle charge de minerai, et l'on remplace ceux qui se sont altérés dans la précédente opération. On fait donc en vingt-quatre heures deux opérations qui fournissent ensemble environ 300 kil. de zinc et 45 à 25 kil. de poussier métallique. La calamine donne dans ce traitement environ 34 p. 100 de zinc : il en reste de 44 à 42 p. 100 dans le résidu. En prolongeant plus longtemps la chauffe et en élevant davantage la température, cette dernière portion de métal se dégagerait presque complètement ; mais les tubes de terre se déformeraient et seraient mis hors de service.

« La plus grande partie du zinc fabriqué étant employée à l'état laminé, il est nécessaire pour l'amener à cet état de refondre de nouveau les lingots. Cette refonte a lieu dans un fourneau à réverbère, dont la sole est elliptique et un peu inclinée vers l'arrière. Au point le plus bas de la sole se trouve un creuset hémisphérique, dans lequel vient se rassembler le zinc fondu. La sole est en terre réfractaire. On puise le zinc fondu dans le creuset, et on le coule dans de nouvelles lingotières qui lui donnent la forme de plaques d'une épaisseur convenable pour le laminage.

« Ces plaques sont réchauffées dans un second four accolé au premier, et chauffé par les gaz chauds qui sortent de celui-ci. Quand les plaques sont à une

température qui ne dépasse pas 400°, on les introduit entre des laminoirs en fonte. Lorsqu'elles ont acquis l'épaisseur convenable, on les découpe en feuilles rectangulaires de la dimension demandée. Les rognures sont mises à la refonte.

« Anciennement on refondait le zinc dans de grandes chaudières de fonte, mais ces chaudières étaient percées promptement et le zinc perdait beaucoup de ses qualités en se combinant avec une petite quantité de fer.

« Les fourneaux et les vases distillatoires de la Silésie diffèrent notablement de ceux qui sont employés en Belgique. La distillation a lieu dans des espèces de mouffes en terre cuite de 1^m40 environ de longueur, de 0^m55 de haut et de 0^m22 de large. La face antérieure de ces mouffes est percée de deux ouvertures. L'ouverture inférieure, qui sert à retirer le résidu de la distillation, est fermée pendant l'opération par une porte en argile exactement lutée. Dans l'ouverture supérieure, on a engagé un tube en terre coudé à angle droit. Une autre ouverture permet de charger le minerai, à l'aide d'une cuiller demi-cylindrique. Cette dernière est fermée pendant la distillation avec un bouchon de terre cuite.

« Vingt mouffes de cette espèce sont disposés sur deux rangs dans un four dont les deux parois latérales présentent des ouvertures destinées à laisser passer les mouffes, et fermées par des portes en tôle qui s'opposent à un refroidissement trop rapide des allonges. Ce four est chauffé avec de la houille. On charge les mouffes avec un mélange de volumes égaux de calamine calcinée et de houille sèche menue.

« La calamine est employée sous forme de petits grains de la grosseur d'un pois. Le zinc distillé s'écoule par l'ouverture de l'allonge et est recueilli dans les espaces du fourneau. L'opération dure 24 heures. Les résidus forment une masse verdâtre à demi fondue qui ne retient que 1/2 p. 0/0 de zinc. L'avantage de la méthode silésienne sur la méthode de la Vieille-Montagne tient à ce que, dans la première méthode, les vases distillatoires étant soutenus sur toute leur base ne s'affaissent pas sous le poids de la charge, et peuvent être chauffés jusqu'à ce que tout le zinc se soit dégagé; mais il y a une portion de zinc plus considérable qui brûle au contact de l'air et se change en oxyde.

« Le grillage de la calamine a lieu dans des fours à réverbères chauffés par la flamme perdue du fourneau de réduction. La Silésie fournit la plus grande partie du zinc que l'on consomme dans les arts.

« Dans les procédés belge et silésien, la distillation du zinc a lieu *per ascensum*; le procédé employé en Angleterre nous donne un exemple de la distillation *per descensum*. Le four de réduction anglaise ressemble beaucoup par sa forme aux fours de verrerie: il est circulaire. Le foyer se trouve au milieu, à une certaine distance au-dessous de la sole. Le minerai mélangé de charbon est chargé dans des creusets disposés autour du foyer. La voûte est percée de plusieurs ouvertures qui servent à l'enfournement des creusets.

Le fond de chaque creuset est percé d'une ouverture dans laquelle on engage un tube en fer qui traverse un trou ménagé dans la sole du fourneau et va déboucher à l'extérieur.

« L'ouverture supérieure du tube est fermée avant le chargement avec un tampon de bois qui, en se carbonisant pendant l'opération, devient assez poreux pour laisser passer la vapeur de zinc tout en retenant le minerai. Chaque pot est recouvert d'un couvercle exactement luté avec de l'argile. Le zinc distillé se condense dans le tuyau en fer et tombe sous forme de gouttelettes dans un réci-

piant en tôle placé dessous. De temps en temps, on introduit dans les tubes une tige de fer pour en détacher le zinc qui s'y est solidifié et qui pourrait finir par les boucher complètement.

« On extrait aussi une certaine quantité de zinc de la blende que l'on trouve en abondance dans un grand nombre de localités. A cet effet, on grille la blende d'une manière aussi complète que possible. On commence par lui faire subir un premier grillage en tas, qui enlève la plus grande partie du soufre et rend le minerai très-friable. On le grille ensuite dans un fourneau à réverbère pour achever l'oxydation. Le minerai grillé se compose d'oxyde de zinc et de sulfate.

« On le réduit par le charbon dans des vases distillatoires, comme la calamine. »

Nous extrayons encore de Lampadius des chiffres qui donnent une idée de la grande quantité de combustible employé.

FOURNEAUX A MOUFLES. — Pour produire 4,000 kilogr. de zinc, on consomme 3,500 kilogr. de houille.

FOURNEAUX LIÉGEOIS. — 280 kilogr. de calamine exigent 747 kilogr. de houille noire, et donnent 37 p. 0/0 de zinc, ce qui équivaut à une consommation de 7,240 kilogr. de houille pour 4,000 kilogr. de zinc.

FOURNEAUX ANGLAIS A CREUSETS. — Pour 2,057 kilogr. de zinc, on brûle 24,000 kilogr. de houille, soit 44,667 kilogr. de houille pour 4,000 kilogr. de zinc.

En quinze jours on distille de 6 à 40,000 kilogr. de calamine, qui rendent 25 p. 0/0 de zinc.

FOURNEAUX A TUBES VERTICAUX DE DOGNASKA. — Pour 54 kilogr. de zinc, on consomme 4^m 846 de bois de hêtre, ou, pour 4,000 kilogr. de zinc, 35^m 608.

On voit que, par ces procédés, les opérations sont intermittentes, et que le rendement en zinc est très-faible eu égard :

- 1° A la richesse des minerais ;
- 2° Au temps employé pour la réduction ;
- 3° A la quantité de combustible brûlé ;
- 4° Aux frais de main-d'œuvre ;
- 5° A l'importance du matériel et à l'étendue des usines.

NOUVELLE MÉTHODE DE MM. MULLER ET LENCAUCHEZ.

Pour éviter le plus possible tous les inconvénients énumérés ci-dessus, MM. Muller et Lencauchez prennent le minerai grillé (oxyde de zinc), le mettent en contact avec le combustible nécessaire pour produire la haute température de réduction ; ils rendent l'opération continue, distillent le zinc obtenu, mélangé avec les gaz provenant de la combustion, le séparent de ceux-ci par condensation, et enfin traitent le minerai en grandes masses dans un haut-fourneau de manière à obtenir le zinc en quantité considérable.

Si l'on projette de l'oxyde de zinc sur des charbons incandescents, il y a production d'une flamme vive, blanche, due à la combustion du zinc métallique. Voici ce qui se passe :

L'oxyde de zinc se réduit au contact du charbon, le métal se vaporise, et ses vapeurs, rencontrant une atmosphère rendue oxydante soit par la présence de l'oxygène, soit par celle de la vapeur d'eau ou de l'acide carbonique, s'oxydent de nouveau et produisent la flamme que l'on remarque. Si donc on parvenait à priver à la fois d'oxygène, de vapeur d'eau et d'acide carbonique, l'atmosphère que traversent les vapeurs métalliques, le zinc réduit se distillerait sans altération, et pourrait être recueilli par condensation.

Voyons maintenant comment les auteurs sont arrivés à ce résultat, et quels sont les appareils industriels qu'ils ont imaginés.

Rappelons d'abord que, des méthodes actuelles, ils conservent le grillage; par conséquent, ils n'ont à traiter que de l'oxyde de zinc mélangé avec d'autres oxydes métalliques et avec des gangues siliceuses, argileuses, etc., ou combiné avec de l'acide silicique.

Ils traitent le minerai dans un haut-fourneau à cuve que nous décrirons bientôt, et dans lequel le minerai de zinc est chargé avec le combustible.

Pour mieux faire comprendre la marche de cet appareil, nous donnerons un résumé des réactions qui se passent dans un haut-fourneau ordinaire destiné à produire la fonte, réactions bien connues par suite des nombreuses recherches faites jusqu'à ce jour.

Il en résulte que :

1° L'oxygène de l'air atmosphérique est transformé complètement en acide carbonique, dans un parcours de moins de 0^m 60 à travers l'ouvrage du haut-fourneau, surtout si cet appareil est alimenté avec de l'air chaud; dans un parcours de 0^m 50 en plus, tout cet acide carbonique est lui-même changé en oxyde de carbone. Dans un espace total de 4 mètres de hauteur environ, tout l'oxygène de l'air atmosphérique est donc converti en oxyde de carbone.

Ces proportions varient dans des limites fort restreintes suivant les dimensions de l'ouvrage, la nature du combustible, la température de l'air et la puissance de la machine soufflante;

2° La température dans l'intérieur du fourneau est d'autant plus considérable que celle du vent est plus élevée, que :

4° l'azote de l'air formant les 79/100 du volume du vent qui entre dans l'ouvrage absorbe d'autant moins de chaleur qu'il en a déjà reçu;

2° les affinités chimiques de l'oxygène et du carbone sont exaltées, la combustion est plus rapide, et, par conséquent, la température plus élevée.

Les produits de la combustion dans la zone inférieure de l'ouvrage étant un mélange d'azote et d'acide carbonique, dans le rapport, en volume, de 24 à 79, et, en poids, de 4,20 à 40,27, la température finale est, comme nous venons de le dire, d'autant plus élevée que l'air a été plus chauffé.

En effet, 62,5 p. 0/0 se retrouvent dans les produits de la combustion ayant passé sans aucune action chimique. La quantité de chaleur qui les a élevés à une température déterminée est d'autant plus petite qu'ils possédaient plus de chaleur avant d'entrer dans le foyer;

3° La transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone est une cause

de refroidissement, à laquelle il faut ajouter la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone, et la conversion en oxyde de carbone de l'acide carbonique provenant de la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone;

4° La décomposition de la castine dégageant de l'acide carbonique, dont une partie notable est transformée en oxyde de carbone, est aussi une cause d'abaissement de température et de consommation de combustible;

5° Les gaz, dans la cuve du fourneau se trouvent aussi refroidis par la chaleur qu'ils cèdent aux charges, et par celle employée à vaporiser l'eau contenue dans le combustible et dans le minerai;

6° Une autre cause d'abaissement de température est la décomposition de l'eau qui se transforme en hydrogène et en oxyde de carbone. Cette eau provient : 1° de l'humidité de l'air injecté; 2° de l'eau dégagée par la calcination des hydrates d'oxydes de fer; 3° de la vaporisation de l'eau contenue dans le combustible, dont les dernières traces ne sont souvent chassées que lorsque les charges arrivent aux étalages. Ces pertes de chaleur sont très-considérables, puisque la décomposition de l'eau absorbe une quantité de calorique égale à celle de sa recomposition. L'hydrogène ne réduit pas les oxydes lorsqu'il est en présence du gaz oxyde de carbone, surtout si celui-ci est en excès. Or, comme dans le fourneau, la quantité de ce dernier oxyde surpasse au moins de dix fois celle de l'hydrogène, ce gaz passe sans effet utile.

Malgré toutes ces causes de refroidissement, même dans un fourneau marchant à l'air froid, la température est encore celle de la chaleur rouge dans la partie inférieure de la cuve, du rouge sombre jusqu'au tiers, du rouge blanc dans le haut des étalages, du blanc soudant vers le milieu, et du blanc éblouissant dans la partie supérieure de l'ouvrage.

Lorsque le minerai de fer renferme des matières zincifères, leur réduction a lieu au contact du combustible incandescent, comme celle des matières ferrifères; le zinc est réduit et vaporisé, il monte dans la cuve où une partie se trouve transformée en oxyde de zinc par la décomposition de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. La vapeur de zinc ne brûle que lorsqu'elle arrive dans la partie supérieure de la cuve.

On a souvent observé qu'une partie du zinc non oxydé s'enflamme et brûle avec un vif éclat au gueulard, lorsque le feu monte aux charges.

De ces observations, MM. Muller et Lencachez sont arrivés à cette déduction, qu'en employant, pour traiter le minerai de zinc, un haut-fourneau à cuve, alimenté par du coke et de l'air à une haute température; qu'en évitant de mettre dans le haut-fourneau des matières humides ou pouvant dégager de l'acide carbonique, les gaz, à partir d'une hauteur d'un mètre au-dessus de la tuyère, devaient être entièrement privés d'oxygène, d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

Pour atteindre ce résultat, ils ont pensé qu'il fallait :

- 1° Sécher et chauffer à 3 ou 400° le minerai grillé;
- 2° Sécher et chauffer le combustible à la même température;
- 3° Employer comme fondant de la chaux vive au lieu de carbonate de chaux.

Ce qui devait permettre d'obtenir une réduction complète de l'oxyde

de zinc, et une distillation, avec les produits de la combustion, sans aucune altération du métal.

Pour recueillir celui-ci, voici les dispositions adoptées par ces ingénieurs :

Des prises de gaz, disposées tout autour du fourneau, à la hauteur du ventre, conduisent les vapeurs de zinc et les gaz dans les chambres réfrigérantes où le zinc se condense. La température de ces chambres et l'inclinaison de la sole permettent de recueillir à l'état liquide le zinc condensé. En outre, certaines précautions sont prises pour assurer une réduction prompte et complète de l'oxyde de zinc, lorsqu'il arrive dans une zone où la température est suffisamment élevée. Le minerai grillé et pulvérisé est mélangé avec du charbon de bois également pulvérisé; puis ces matières sont agglomérées et comprimées pour en former des briquettes qui, séchées et chauffées, servent à charger le fourneau.

On trouvera plus loin tous les détails relatifs à celles de ces opérations qui sont nouvelles. Nous ne parlerons pas des autres bien connues dans l'industrie; elles n'offrent aucune difficulté d'exécution.

Nous ferons remarquer que le haut-fourneau à cuve, tel qu'il vient d'être décrit, permet de traiter un minerai zincifère quelconque. En effet, les silicates sont décomposés par la chaux. Les minerais, jusqu'ici non employés, contenant du fer, etc., et, en général, des métaux fixes, donnent la totalité du zinc dans les chambres de condensation, et le fer, et les autres métaux sont obtenus dans le creuset du haut-fourneau.

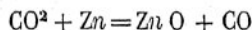
Certains minerais de fer réfractaires, tels que le fer oligiste de l'île d'Elbe, d'un traitement difficile, peuvent être employés avec avantage, dans le haut-fourneau à cuve, en prenant les précautions indiquées.

La qualité du métal obtenue est supérieure à celle du zinc donné par les procédés actuels, puisque le métal n'a plus aucun contact avec des allonges ou des tubes en fonte qui cèdent rapidement une certaine quantité de fer au zinc liquide qu'elles contiennent et en altèrent ainsi notablement la qualité.

Cet exposé terminé, nous allons donner une description plus complète de l'appareil et des réactions dont les détails auraient pu faire perdre de vue l'ensemble du projet. Nous ajouterons ensuite tous les calculs relatifs à ce nouveau procédé.

DÉVELOPPEMENT DES CONSIDÉRATIONS PRÉCÉDENTES.

MARCHE DU HAUT-FOURNEAU. — Pour traiter les minerais zincifères dans un fourneau à cuve, il faut que la zone de réduction se trouve au-dessus de la zone de complète transformation de l'acide carbonique en oxyde carbonique, donnant naissance à la réaction suivante :



Il est indispensable d'alimenter le fourneau à l'air chaud, 1° pour

obtenir une haute température et la conserver dans toute l'étendue des étalages, dans le ventre et dans une partie de la cuve ; 2° pour abaisser la zone de complète transformation de l'acide carbonique CO^2 en oxyde de carbone CO.

La température de réduction étant plus élevée que celle de volatilisation du métal, il est facile de voir que ce n'est que par distillation que l'on peut recueillir le zinc. MM. Muller et Lencauchez ont donc établi une prise de gaz et de vapeur à la naissance de la cuve du fourneau, où la température est encore assez élevée pour vaporiser le zinc, et où tout l'oxygène provenant du vent et des différentes réactions qui ont pu avoir lieu dans le fourneau est complètement converti en oxyde de carbone. Ils ont ainsi obtenu un courant exclusivement composé de vapeurs de zinc, d'oxyde de carbone, d'azote, de 2 ou 3 pour 100 d'hydrogène.

En admettant que quelques parties de minerai descendent très-bas dans les étalages et puissent recevoir du vent oxydant, l'oxyde de zinc qui se formerait se trouve, à cause de sa légèreté, entraîné par le courant d'air à travers deux mètres de coke incandescent, à une température de plus de 2,000°, et serait, dans moins du 1/4 de ce parcours, réduit en vapeur de zinc, puisque l'oxyde de zinc et le charbon en contact donnent une réaction qui a pour effet de réduire cet oxyde. A plus forte raison, l'oxygène se combinera de préférence au carbone lorsque, dans un espace donné, se trouvent du charbon, du zinc et de l'oxygène.

Cette combinaison donne naissance au gaz oxyde de carbone qui est toujours le produit de la réduction de l'oxyde de zinc.

Dans les hauts-fourneaux, où l'on a descendu la prise du gaz jusqu'au ventre, on a obtenu des gaz beaucoup plus riches en oxyde de carbone, et conservant une haute température. Cet avantage se trouve contrebalancé par un excédant de combustible employé à l'échauffement des charges et à la vaporisation de l'eau qu'elles renferment.

Comme, pour le haut-fourneau qui nous occupe, la condition de prendre les gaz à la naissance de la cuve est une condition *sine quâ non*, la partie supérieure de cette cuve est chauffée extérieurement par la combustion du gaz oxyde de carbone.

A cet effet, une grille circulaire à brûler les gaz enveloppe la base de la cuve.

Pour diminuer la hauteur de celle-ci, les gaz (produit de la combustion), avant de les abandonner dans l'atmosphère, circulent à travers plusieurs fours en maçonnerie construits sur le plancher du gueulard. Dans ces fours sont placées des couches à claire-voie ou pour une grande exploitation des wagonnets, contenant le minerai et le combustible. Elles sont plus facilement pénétrées par les gaz chauds, et les charges s'échauffent plus rapidement.

A la sortie de ces fours, le combustible et le minerai sont jetés dans le gueulard à la température de 3 à 400°.

Le chauffage de la partie supérieure de la cuve a pour but : 1° de restituer aux charges la température qui leur aurait été donnée si les produits de la combustion les eussent traversés; 2° de ne pas diminuer la température dans le ventre du fourneau, de hâter la réduction de l'oxyde de zinc et d'augmenter la production.

Les charges doivent être complètement exemptes d'humidité et de matières pouvant dégager de l'acide carbonique : le charbon de bois est chauffé, le minerai calciné, et la castine employée à l'état de chaux vive. Le combustible doit être généralement le coke.

Le minerai, après calcination, est pulvérisé et mêlé à la quantité convenable de poussier de charbon de bois et à une certaine quantité de chaux vive, le tout aggloméré avec 1 ou 2 pour 100 de goudron minéral, et moulé en briquettes de 0^m 06 de diamètre sur 0^m 10 de longueur. Par ce moyen, toute la vapeur d'eau est chassée, et le minerai et la chaux ne donnent plus de trace d'acide carbonique.

En résumé, la réduction des minerais zincifères est facile, puisque le procédé satisfait à toutes les conditions des réactions chimiques indiquées plus haut, et que les vapeurs de zinc ne sont jamais en contact ni avec l'acide carbonique, ni avec l'oxygène, ni avec la vapeur d'eau.

La vapeur de zinc est recueillie à une température suffisamment élevée dans des chambres de condensation où elle se sépare des gaz azote et oxyde de carbone. Le zinc peut être reçu à l'état liquide et coulé immédiatement dans des lingotières.

Nous ferons remarquer qu'on n'a nullement à craindre la condensation des vapeurs de zinc dans la prise de gaz, puisqu'elles sont prises dans une zone où la température est supérieure à celle de leur condensation, et que, dans les hauts-fourneaux à fonte de fer, on n'a jamais remarqué la moindre trace de zinc métallique dans des parties où cependant la température est bien plus basse.

Il est reconnu par tous les métallurgistes que les minerais de fer zincifères ne donnent de *cadmies* qu'à 1 ou 2 mètres au-dessous du gueulard.

Les considérations précédentes mènent à cette conclusion : que le procédé de MM. Muller et Lencauchez offre des avantages évidents sur la méthode actuellement suivie. Ajoutons encore que la réduction de l'oxyde de zinc n'ayant lieu qu'à la température blanche, la quantité de calorique qui traverse les parois des vases de distillation est très-faible à cause de la mauvaise conductibilité de l'argile, en sorte que les 9/10 du calorique s'échappent en pure perte.

Dans le haut-fourneau, les températures sont beaucoup plus élevées, les surfaces de contact multipliées à l'infini, et les différences de température, de combustion et de distillation plus considérables : d'où il suit que la transmission de calorique étant proportionnelle aux différences de température, le pouvoir de réduction leur est lui-même proportionnel, et, par conséquent, plus rapide et plus énergique.

On obtient, en outre, un rendement plus considérable en zinc métallique, puisque, par l'addition de la chaux, le silicate de zinc est décomposé et converti en silicate de chaux et d'alumine, et le zinc mis en liberté.

DESCRIPTION DU HAUT-FOURNEAU

REPRÉSENTÉ PAR LES FIGURES DE LA PLANCHE 16.

La fig. 1 est une section longitudinale faite par l'axe du haut-fourneau et par les chambres de condensation, suivant la ligne brisée 1-2-3-4 du plan général fig. 2.

Ce plan est dessiné à une échelle moitié de la fig. 1, soit aux $2/100^{\text{me}}$ de l'exécution. Sa section est faite suivant la ligne brisée 5-6-7-8-9-10-11.

La fig. 3 est une section horizontale passant par les grilles à gaz, à la hauteur de la ligne 12-13-14 de la figure 1.

La fig. 4 montre, en section transversale faite suivant la ligne 15-16 de la vue principale, les dispositions du réfrigérant placé au-dessus des chambres de condensation.

HAUT-FOURNEAU. — Comme on doit déjà l'avoir remarqué à l'inspection de ces figures, les dispositions d'ensemble du haut-fourneau diffèrent peu de celles des appareils de ce genre. Pourtant, les étalages sont moins évasés et plus élevés. Vers le ventre, et dans la partie inférieure de la cuve A, sont disposées les prises de gaz et de vapeur *a*, communiquant avec le carneau circulaire A', qui enveloppe la partie inférieure. Ce carneau communique par le conduit incliné B avec les chambres de condensation des vapeurs de zinc.

A partir du ventre, la cuve A, jusqu'à une hauteur de 3 mètres, est construite en maçonnerie réfractaire; la partie supérieure, jusqu'au gueulard, est formée de tronçons cylindro-coniques C, assemblés les uns au-dessus des autres, au moyen de joints à emboîtement fondus avec chacun de ces tronçons.

Cette cuve occupe le centre d'une enveloppe circulaire D, construite en briques réfractaires intérieurement et en maçonnerie à l'extérieur. Cette enveloppe repose sur une couronne creuse E, fondue avec une sorte de plaque nervée *e*, à huit pans (fig. 1 et 3), reposant sur le massif M du fourneau. Cette couronne est reliée à la plaque par des cloisons verticales *e'* (fig. 3), qui laissent entre elles des espaces libres pour l'introduction des huit grilles à gaz *f*.

Chaque grille est double, c'est-à-dire qu'elle présente une cloison horizontale divisée, par laquelle entrent les gaz, qui sortent ensuite dans la capacité comprise entre la cuve en fonte et l'enveloppe en briques, par une seconde cloison également divisée, inclinée assez sensiblement. En outre, ces grilles sont fondues avec des tubulures qui se trouvent placées directement au-dessous de tubulures semblables, fondues avec la couronne

supérieure, afin d'être réunies deux à deux par les doubles coudes en tôle *g*, servant à établir la communication intérieure de cette couronne avec les grilles à gaz.

L'ensemble de cette disposition forme un appareil complet à brûler les gaz oxyde de carbone qui arrivent par la forte tubulure *g'*, fondue avec la couronne E.

Au-dessus de cette couronne, placés diamétralement opposés et pouvant être fondus avec elle, sont quatre petits foyers F, alimentés de combustible, servant à appeler les gaz qui s'échappent vers la partie supérieure par les tuyaux G.

Au tiers environ de la hauteur de la cuve est un tuyau *c*, servant à injecter, au moyen d'un ventilateur, une certaine quantité de gaz pris à la sortie des chambres de condensation, afin de forcer les gaz ou vapeur qui se dégagent des charges à descendre dans les prises *a*, et éviter ainsi tout courant ascensionnel.

Ce ventilateur est disposé pour avoir la section de sortie du gaz inférieur à la section d'entrée, afin d'utiliser plus convenablement la force centrifuge, prévenir l'expansion des gaz dans l'intérieur de l'appareil et par là obtenir un effet utile plus considérable et une plus haute pression. Ce ventilateur est encore utilisé à envoyer par la tubulure *g'* un courant perturbateur au-dessus des grilles à gaz.

Le plancher H du gueulard repose sur un système de poutres en tôle, supporté par quatre colonnes en fonte H', qui s'appuient sur le massif du fourneau. Sur ce plancher prolongé latéralement, et supporté par d'autres colonnes espacées convenablement, sont placés quatre fours de dessiccation I, accolés deux à deux¹, dans lesquels on met des couches à claire-voie contenant le combustible et les briquettes de minerai, qui sont chauffés par les gaz après leur combustion autour de la cuve du fourneau.

A cet effet, les tuyaux G, par lesquels s'échappent ces gaz, pénètrent dans l'intérieur des fours, qui sont surmontés chacun d'une cheminée I', pour leur départ après leur parfaite utilisation.

Toute la surface du plancher est couverte par une toiture en fer, dont la charpente J est supportée par des colonnes en fonte J'. Directement au-dessus du gueulard est disposé une cheminée en tôle *j*, destinée à aspirer la vapeur et les gaz qui peuvent sortir de la cuve du fourneau, malgré les précautions prises pour l'introduction des charges.

Ces précautions consistent dans l'application de la trémie cylindro-conique K, garnie de deux couvercles *k* et *k'*. Pour introduire la charge, on commence par soulever le cône supérieur *k'*, qui est relié par des tringles articulées *l* et des chaînes à un double secteur L, monté à l'une des extrémités du levier L'. Ce levier est articulé sur la colonne en fonte L²,

1. Ces fours pourraient être remplacés au besoin, et peut-être plus avantageusement, par de grandes étuves.

et son extrémité opposée au couvercle est garnie d'un contre-poids lui faisant équilibre, afin de le maintenir soulevé pendant le temps nécessaire à l'introduction de la charge. C'est en tirant sur la chaîne l' , passant sur les poulies de renvois l^2 , que l'ouvrier soulève le couvercle k' .

Pour faire pénétrer la charge par le gueulard sans laisser échapper les gaz, il suffit de soulever le couvercle intérieur k , à l'aide du petit treuil T, sur le tambour duquel s'enroule la chaîne t qui, passant sur la poulie de renvoi t' , vient s'attacher à la tige k^2 , boulonnée au centre du cône intérieur k .

Le fourneau devant être soufflé à l'air chaud, un appareil à chauffer l'air, système tubulaire, est alimenté par les gaz combustibles qui s'échappent des chambres de condensation. Une machine soufflante refoule cet air par cinq buses à variation de pression, construites comme le sont celles des hauts-fourneaux ordinaires, c'est-à-dire mobiles. Un cône est ajouté à chacune d'elles, permettant de faire varier la section de sortie du vent, et par là obtenir des variations de pression qui mettent la marche du fourneau en rapport avec la qualité du combustible employé, et avec la température du vent injecté.

Pour le reconnaître, un thermomètre à haute température est disposé sur le massif portant les tuyaux de vent chaud. Cet appareil est formé d'une barre en cuivre rouge, d'une longueur convenable, reposant sur des plaques de contact en porcelaine, dans une gorge venue de fonte avec le tuyau de vent chaud. Ladite barre, s'allongeant d'une quantité plus grande que le tuyau sur lequel elle repose, donne un mouvement apparent qui est communiqué à un appareil indiquant les températures. À cet effet, la barre porte à l'une de ses extrémités une coche en fer forgé, dans laquelle est engagé un bras de levier vertical, transmettant lui-même ce mouvement à un axe qui donne le sien à un grand levier, muni d'un secteur denté. Celui-ci engrène avec un pignon qui fait mouvoir une grande aiguille sur un cadran gradué.

CHAMBRES DE CONDENSATION ET RÉFRIGÉRANTS. — Ces chambres M' (fig. 1 et 2) sont construites entièrement en briques réfractaires; elles sont disposées pour communiquer entre elles au moyen des ouvertures m , pratiquées alternativement dans le bas et dans le haut, afin de faire parcourir aux gaz et aux vapeurs le plus long trajet possible dans un espace donné, et de rendre ainsi la condensation régulière.

La sole o , commune à toutes ces chambres, présente des ondulations (voyez fig. 4) formant des rigoles qui, conjointement avec l'inclinaison, facilitent l'écoulement dans le creuset B', du zinc condensé. Il s'échappe de ce creuset par une ouverture pratiquée au fond, laquelle est munie d'un conduit qui le déverse dans les lingotières placées latéralement.

Les ouvertures m' , pratiquées dans l'épaisseur des murs latéraux de ces chambres, sont fermées par des briques que l'on enlève aisément pour pénétrer dans l'intérieur des chambres et opérer leur nettoyage.

Les quatre dernières chambres sont fermées en dessus par trois bassins en tôle galvanisée N, communiquant entre eux et réunis par des bandes de métal n en forme de T. Ces chambres, par leur forme (voyez fig. 4), présentent de grandes surfaces qui sont refroidies par un courant d'eau continu, arrivant par un robinet de distribution et s'échappant par le trop plein n' , pour hâter la condensation des dernières vapeurs de zinc.

L'appareil peut être complet et s'arrêter à la dernière chambre M², et les gaz qui s'en échappent, ne renfermant plus de trace sensible de zinc, peuvent être conduits dans des appareils et utilisés comme combustible.

Pourtant, comme la condensation des vapeurs de zinc est une des difficultés sérieuses de la fabrication de ce métal, une portion notable de *zinc gris*, zinc qui se condense en poudre impalpable, peut être encore entraînée par le courant gazeux.

Pour éviter cette perte, MM. Muller et Lencachez ajoutent à la suite des chambres de condensation de nouvelles chambres P, de vastes capacités, dans lesquelles la vitesse des gaz est presque nulle et permet au zinc de se déposer.

Ces chambres sont au nombre de cinq; elles communiquent par de larges ouvertures p et p' (fig. 2). Celles p , de la chambre du milieu, en communication directe avec la sortie des gaz, sont fermées par des portes qui permettent de faire passer au besoin la totalité des gaz, seulement dans les chambres de droite, par exemple, ou réciproquement dans les deux chambres de gauche.

Enfin, les deux chambres extrêmes sont surmontées d'un appareil laveur R, semblable à celui représenté en section verticale (fig. 1), que le courant gazeux traverse, et dans lequel les dernières traces de poussière métallique sont entraînées par l'eau très-divisée qui tombe en cascades successives.

Cet appareil est composé d'une cuve rectangulaire en tôle Q, dont le fond en fonte reçoit, sur trois petites colonnes, le cylindre en tôle R, qui forme le laveur proprement dit. Dans ce cylindre sont étagés des disques en tôle r et r' , percés d'un très-grand nombre de petits trous. Le premier disque r , partant de la base du cylindre, est du même diamètre que celui-ci intérieurement et son centre est percé d'une ouverture circulaire pour le passage du courant gazeux.

Le disque r' , placé immédiatement au-dessus du premier, est d'un diamètre sensiblement plus petit, afin de laisser un espace libre annulaire par lequel les gaz passent pour revenir au centre du troisième disque, et ainsi de suite jusqu'au sommet de la colonne, muni de la tubulure R', qui reçoit les tuyaux d'échappement des gaz.

Un tuyau s , garni d'une pomme d'arrosoir, déverse une pluie d'eau sur les disques supérieurs, d'où elle retombe en cascade jusque dans le récipient Q, muni d'un tuyau de trop-plein q .

L'introduction du courant gazeux dans le laveur a lieu par une sorte de tuyère S, qui, par des raccords en fonte S', est en communication avec la cloche en tôle U, fixée au cylindre R.

Le bord inférieur de cette cloche plonge dans le récipient Q pour éviter l'échappement des gaz dans l'atmosphère.

L'appareil complet, ainsi disposé, le traitement du zinc gris se fait avec une extrême facilité; il suffit de le comprimer énergiquement et de le fondre dans une atmosphère inerte.

Pour réaliser cette dernière condition, on le charge dans la première chambre M', d'où il coule dans le creuset B'.

Ce chargement est effectué par la double trémie cylindro-conique V, manœuvrée par le treuil V', et disposée d'une manière analogue à celle qui ferme le gueulard du haut-fourneau.

Comme il peut être utile pour diminuer la quantité de zinc gris de remplir de charbon la deuxième chambre de condensation, une ouverture est pratiquée au plafond de cette chambre et elle est fermée par un bouchon v.

MARCHE DE L'OPÉRATION MÉTALLURGIQUE.

Nous allons considérer le haut-fourneau dans sa marche régulière en suivant les diverses réactions chimiques, ainsi que les phénomènes physiques qui se passent dans cet appareil.

Le combustible et les briquettes ou agglomérés de coke renfermant le minerai sont chargés couche par couche au gueulard du fourneau. Ces charges descendent assez régulièrement jusque dans la partie inférieure de la cuve, et, comme toutes les matières qui les composent ont été calcinées, elles ne donnent lieu à aucun dégagement de matières gazeuses. Afin d'éviter le courant ascensionnel, une petite quantité de gaz est lancée dans la partie supérieure de la cuve par le tube c. Ce gaz est pris dans les chambres de condensation pour qu'il ne renferme aucune substance gazeuse susceptible de donner lieu à des réactions chimiques.

Lorsque les charges arrivent dans le ventre du fourneau, elles sont soumises à une température suffisante pour opérer la réduction des oxydes de zinc, de fer et d'autres métaux qui peuvent se trouver dans le minerai. Les vapeurs de zinc, en se dégageant, se rendent dans les chambres de condensation M' avec les produits de la combustion, en passant par les prises de gaz a.

Ce mélange de gaz et de vapeur de zinc se trouvant refroidi par le rayonnement des parois des chambres, et l'absorption du calorique par les réfrigérants N, descend à une température inférieure à celle de vaporisation du zinc; celui-ci se condense, coule sur la sole o, des chambres, et dans le creuset B', destiné à recevoir le zinc. Les gaz s'échappent par un tuyau disposé à cet effet ou dans le laveur R.

Quand les charges sont parvenues aux étalages, la température étant celle du blanc soudant, la réduction des oxydes a lieu avec rapidité; les vapeurs de zinc s'échappent par les prises *a*, après avoir traversé une couche de combustible incandescent, et les corps métalliques fixes se réunissent dans le creuset B' du fourneau, de sorte que les charges arrivées à la partie inférieure des étalages ne doivent plus renfermer de trace de métaux volatils. Dans cette région, comme dans la partie supérieure de l'ouvrage, la température est celle du blanc éblouissant.

Le laitier qui est formé descend à travers l'ouvrage pour se rendre au creuset, où il se sépare des substances métalliques, et s'écoule ensuite par la rigole *u*, comme dans un haut-fourneau ordinaire. Lorsque le creuset est suffisamment rempli, on pratiquera un trou à la partie inférieure pour couler la fonte en gueuse.

Examinons maintenant la colonne ascendante des gaz qui traversent le fourneau.

Comme celui-ci est chauffé à l'air chaud, l'ouvrage, où la combustion est la plus énergique et où règne la plus haute température, renferme des gaz éminemment oxydants. L'acide carbonique qui se dégage est, dans la partie supérieure de l'ouvrage, et à la naissance des étalages, converti en oxyde de carbone. Vers le milieu des étalages le gaz ne renferme plus d'oxygène ni d'acide carbonique; il ne se compose plus que d'azote et d'oxyde de carbone dont la température est encore celle de la chaleur blanche. C'est avec cette température que le gaz traverse la partie supérieure des étalages et le ventre du fourneau, entraînant avec lui toutes les vapeurs de zinc qui se sont formées.

Quoique les minerais zincifères renferment toujours des quantités plus ou moins grandes d'oxyde de fer et d'autres métaux réductibles par l'oxyde de carbone, on n'a pas à craindre cependant la transformation de celui-ci en acide carbonique, puisque le minerai est calciné, pulvérisé, amalgamé et moulé en briquettes avec le double du poids de poussier de charbon nécessaire à sa réduction, qui se fait comme dans un creuset de laboratoire. On n'a pas de dégagement d'acide carbonique ni l'abaissement de température auquel ce dégagement donne lieu, puisque l'on emploie la chaux vive amalgamée dans les briquettes.

La castine (carbonate de chaux Ca O CO_2) dégage par la calcination 44 p. 100 de son poids d'acide carbonique à la température du rouge, 8 à 900°. La densité de l'acide carbonique étant 1,984, 400 kil. de chaux dégagent :

$$\frac{44}{1,984} = 22^{\text{m.c.}} 222$$

à la température 0°, et sous la pression 0,76, qui, portés à la température rouge, qui est celle de calcination, donnent :

$$22^{\text{m.c.}} 222 \times 3,277 = 72^{\text{m.c.}} 814.$$

($3,277 = 900^\circ \times 0,00364$. Ce dernier nombre est le coefficient de dilatation en volume pour 1° , ou pour N° à $N^\circ + 1^\circ$.)

On ne peut évaluer qu'approximativement le volume de CO_2 , puisque l'on ne connaît ni l'état moléculaire du carbonate de chaux avant sa calcination, ni celui de la chaux; mais, comme la castine ne change pas sensiblement de volume par la calcination, on peut admettre que CO_2 y est condensé molécule à molécule, et que la puissance calorifique nécessaire pour le chasser peut être considérée comme chaleur latente de vaporisation qui, dans ce cas, peut s'appeler chaleur latente de destruction de l'affinité chimique de CO_2 pour CaO .

Admettant donc que la castine pèse 4,600, 100 kil. de castine occupent un volume de $62^{\text{lit.}}$.5, et l'acide carbonique qu'elle renferme occupe un volume de $26^{\text{lit.}}$.5 qui, par la température de calcination, est porté à $72^{\text{m.c.}}$ 844, c'est-à-dire que l'augmentation de volume est de :

$$72,844 : 27,5 = 2647.$$

Pour certains marbres elle est portée jusqu'à 4000 fois.

On conçoit facilement qu'une pareille dilatation n'a pas lieu sans une absorption considérable de chaleur, ainsi que nous allons le démontrer par un exemple pratique.

En général, pour calciner 40 hectolitres de pierres à chaux, on emploie ordinairement 4 hectolitres de houille. Les 40 hectolitres de pierres pesant 4,600 kil., et les 4 de houille 320 kil., il en résulte que 4 kil. de houille peut calciner

$$320 : 4,600 :: 4 : x; \text{ d'où } x = 5 \text{ kil.}$$

de carbonate de chaux, et mettre en liberté 4444 litres d'acide carbonique ramené à la température 0° , et à la pression 0,76; mais la mise en liberté du gaz acide carbonique n'a lieu qu'à la température rouge,

$$\text{d'où } 4444 \times 3,277 = 3^{\text{m.c.}}$$
 944.

La puissance calorifique de la houille ordinaire étant de 6,000 calories, 4 kil. de castine absorbe donc

$$\frac{6,000}{5} = 1200 \text{ unités calorifiques,}$$

et dégage

$$\frac{3,944}{5} = 788 \text{ litres.}$$

Pour un haut-fourneau utilisant un minerai siliceux comme celui que l'on propose d'employer, il faut compter sur une consommation de 50 kil. de chaux pour 450 kil. de coke brûlé; on a donc pour une heure :

$$450 : 54 :: 500 : 480$$

de chaux remplaçant 350 kil. de castine qui, s'ils étaient calcinés dans le fourneau, absorberaient

$$350 \times 1200 = 420,000 \text{ calories.}$$

Le coke développe, en se transformant en oxyde de carbone, 4,600 calories,

$$\text{d'où : } 420,000 : 4600 = 262 \text{ kil. de coke}$$

converti en oxyde de carbone.

Comme la consommation n'est que de 500 kil. de ce combustible, on voit que la mise en liberté de l'acide carbonique de la castine absorberait, dans le cas particulier qui nous occupe, plus de la moitié du calorique produit par le haut-fourneau.

L'abaissement de température que l'on observe dans le ventre des hauts-fourneaux à fonte de fer n'est pas dû à une autre cause.

Poursuivons nos observations en suivant la marche du combustible et du minerai.

Ces matières sont prises dans les fours I, situés sur le plancher du gueulard, et jetées dans sa trémie K à la température de 300 à 400 degrés; elles descendent dans le fourneau en traversant la cuve en fonte C, où elles sont réchauffées par la combustion du gaz oxyde de carbone, provenant des chambres de condensation, comme elles le seraient dans une cornue verticale pour l'éclairage au gaz. Elles mettent trois heures à parcourir cette cuve; il est facile pendant ce temps de porter la température de 350 degrés à celle de 8 à 900 degrés.

Les charges sont chauffées avant leur introduction dans le ventre du fourneau, afin de leur restituer la chaleur qu'elles auraient reçue dans un haut-fourneau ordinaire. Par cette disposition, on évite une cause de refroidissement.

Arrivées dans le ventre, les briquettes ou agglomérés distillent des vapeurs de zinc, qui se dirigent dans les chambres de condensation. L'oxygène de l'oxyde se combine avec le charbon pour former de l'oxyde de carbone; il en est de même dans la zone où règne une température très-élevée pour tous les oxydes métalliques que renferment les briquettes. La chaux se combine avec la gangue du minerai et avec les cendres du combustible pour former des silicates multiples qui fondent et constituent le laitier; ces réactions ont lieu lorsque les charges arrivent vers l'ouvrage.

Le fer métallique se trouvant à une haute température au contact du charbon, dans une atmosphère non oxydante, s'unit à une certaine quantité de carbone pour donner de la fonte:

Les matières ainsi préparées pénètrent dans l'ouvrage avec le combustible, et la combustion y est très-active. La fonte et les silicates y atteignent une liquidité parfaite, et tombent sous forme de gouttes dans le creuset. La fonte et le laitier, y arrivant pêle-mêle, se séparent suivant l'ordre de leurs densités. Bientôt la couche de laitier atteint la partie supérieure de la dame *n* et s'écoule par-dessus.

Comme il est nécessaire, pour obtenir une bonne distillation des vapeurs de zinc, d'avoir une très-haute température, le fourneau est alimenté par du vent chauffé à 600 degrés environ.

Cette opération réduit l'espace où se développe le maximum de température, où se fait la conversion complète de l'acide carbonique en

oxyde de carbone et où a lieu la décomposition de la vapeur d'eau contenue dans l'air lancé par la soufflerie.

Supposant que la chaleur spécifique des gaz qui passent dans le fourneau soit constante, la température pour la combustion du charbon de bois, ou du coke converti en acide carbonique, s'élèvera à peu près à :

$$7000 : (0,25 \times 8,20 \times 1,3) = 2634^{\circ} \text{ (Péclet).}$$

0,25 = chaleur spécifique; 8,20 = quantité d'air, 1,3 = densité de l'air.

Selon M. Regnault, 1 kil. de coke ordinaire, se transformant en oxyde de carbone, développe seulement 1,600 unités calorifiques qui absorbent, pour cette transformation 3^{m.c.} 528 d'air atmosphérique pris à 0° et à 0,76 de pression, donnant naissance après la combustion à 4^{m.c.} 233 de gaz, ramenés à la même température et à la même tension, et composés de 66 p. 100 d'azote, et 33 p. 100 d'oxyde de carbone.

La densité de ce mélange étant 1,3, la chaleur spécifique 0,24, la température obtenue est

$$1600 : (0,24 \times 4,233 \times 1,3) = 4242^{\circ}.$$

Comme dans ce produit gazeux résultant de la combustion, 83 p. 100 auront été injectés à la température de 600°, on aura pour addition à la température déjà obtenue :

$$600^{\circ} \times 0,8333 = 500^{\circ},$$

d'où la température finale :

$$4242^{\circ} + 500^{\circ} = 4742^{\circ}.$$

M. Silberman, dans son travail sur la chaleur (1858), évalue à 4500° la température du blanc le plus éblouissant.

Il est admis que l'affinité du charbon pour l'oxygène est en raison inverse de sa densité; d'où il suit que l'affinité de l'oxygène pour le coke est au moins une fois plus petite que pour le charbon de bois ordinaire, quoique cependant le coke produise, en brûlant, une plus haute température.

En général, il faut de 1400 à 1600 kil. de coke pour produire 1000 kil. de fonte, et de 1000 à 1100 kil. de charbon de bois pour avoir le même résultat.

Il est donc toujours plus avantageux de faire des agglomérés de poussier de charbon de bois et de minerai calciné, même pour un fourneau au coke, quels que soient les oxydes à réduire.

On doit de préférence prendre des charbons de bois légers et poreux, à raison de leurs bas prix et de leur faible densité; mais comme ce combustible absorbe facilement l'humidité de l'air et peut contenir jusqu'à 20 p. 100 de son poids d'eau, il est nécessaire de l'employer aussi sec que possible, de le chauffer même pour lui faire perdre son eau de condensation.

A cet effet, MM. Muller et Lencachez disposent une étuve dans laquelle on place des wagonnets à parois à claire-voie, comme le sont celles des couches dont on a parlé plus haut, afin de les rendre plus perméables.

En résumant tous les faits qui viennent d'être énoncés, on remarquera :

1° Que la température, dans les étalages, est bien supérieure à celle qu'exige la réduction de l'oxyde de zinc ;

2° Que cette température se conserve jusque dans la partie inférieure de la cuve, puisque toutes les causes de refroidissement qui caractérisent la marche des hauts-fourneaux ordinaires sont évités et que les briquettes distillent dans le fourneau, comme autant de petites cornues ;

3° Que l'acide carbonique, une fois transformé en oxyde de carbone, ne peut plus être régénéré ;

4° Que la principale cause d'abaissement de température, la calcination de la castine, disparaît par l'emploi de la chaux vive ;

5° Que toutes traces de vapeur d'eau cessent d'exister dans le fourneau, puisqu'elles ont été chassées du charbon de bois et du minerai par calcination ;

6° Qu'enfin, au moyen de ces appareils, tout minerai zincifère, quel qu'il soit, peut être traité avec avantage, et produire à la fois, d'un côté, les métaux volatils et, de l'autre, les métaux fixes.

Le minerai le plus généralement exploité pour la fabrication du zinc est la calamine dont la gangue est exclusivement composée d'argile. C'est pourquoi il y aura toujours plus d'alumine qu'il n'est nécessaire pour former des laitiers fusibles.

On doit s'abstenir d'en charger dans le fourneau, et il convient de laver le minerai aussi bien que possible et de le griller ensuite dans des fours coniques analogues à ceux des fours à chaux.

Nous ne croyons pas devoir entrer dans des détails particuliers sur le traitement de la blende d'où l'on extrait aussi le zinc, parce que, après le grillage, le minerai se comporte comme la calamine. Cependant si l'on employait exclusivement de la blende, il faudrait charger le fourneau d'argile pour lui donner l'alumine nécessaire à la formation du laitier.

ANALYSE DE LA CALAMINE TRAITÉE A LA VIEILLE-MONTAGNE.

CALAMINE.		MINERAI CALCINÉ	
Minerai non grillé. — Mine blanche.		(grillé au four à chaux).	
Oxyde de zinc.....	58,3	Oxyde de zinc.....	75,71
Silice.....	9,5	Silice.....	44,50
Alumine.....	4,5	Alumine.....	6,30
Eau et acide carbonique....	22,7	Sesquioxyde ou peroxyde de	
Sesquioxyde ou peroxyde de		fer F ² O ³	6,49
fer.....	5,»		
Total.....	400,»	Total.....	400,00

Pour la mine rouge, le minerai grillé contient 26 p. 100 de peroxyde de fer donnant 48 p. 100 de fer métallique.

CALCULS RELATIFS A LA MARCHE DU FOURNEAU.

MM. Muller et Lencachez admettent que, pour 400 kil. de zinc métallique, il faut brûler 450 kil. de coke.

Comme le fourneau est calculé pour en brûler 500 kil. à l'heure, ou 12 tonnes par jour; en employant 500 litres d'air chauffé à 600°, il peut produire 8 tonnes de zinc par vingt-quatre heures :

$$450 : 400 :: 12,000 : 8000.$$

Pour produire 400 kil. de zinc métallique, on a :

Zinc	=	400 kil.
Oxygène	=	25
Silice	=	25
Alumine.....	=	42
Peroxyde de fer.....	=	44
Soit.....	=	473 kil. de minerai.

Les 450 kil. de coke donnent en cendres :

Silice.....	9,00
Alumine.....	5,00
Chaux.....	4,20

Le laitier donne :

Silice	34
Alumine.....	47
Chaux, 4 + 53 ajoutés comme castine.	

La quantité de 54 kilogr. de chaux pour une double charge correspond à 44 p. 400.

CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE.

Coke à l'heure, 500 kil.; volume d'air pour 4 kil. de coke, 3^{m.c.} 600.

La théorie indique 3^{m.c.} 528 pour le coke à 5 p. 400 d'eau, 3 p. 400 de matières volatiles et 40 p. 400 de cendres.

L'analyse suivante des cendres de coke a été déduite de celle de la houille :

Silice.....	60	Pour 400 kil. de coke on a les proportions suivantes :	Silice.....	6 ^k 000
Alumine.....	32		Alumine.....	3 200
Chaux	6		Chaux	0 600
Oxyde de fer, etc.....	2		Oxyde de fer.....	0 200
Total.....	400			

COMPOSITION DE LA BRIQUETTE OU DE L'AGGLOMÉRÉ.

Minerai calciné.....	473 kil.	63,64
Charbon de bois pulvérisé et séché....	45	46,54
Chaux vive.....	54	49,85
Total.....	272	400,000

On devra ajouter à cette composition 4 p. 400 de goudron minéral, lorsqu'on fera usage du charbon de bois.

Poids total : 1406^k66 ; soit : 500 kil. de coke et 906^k66 de briquettes ou agglomérés.

VOLUME D'UNE DOUBLE CHARGE (à l'hectolitre).

$$375 + 342 \times 4,33 = 0^{\text{m.c.}} 800.$$

Chaux.....	67 ^{lit} 50 =	54 kil.
Coke.....	375	450
Charbon de bois.....	495 65	45
Calamine.....	49 42	473
Total.....	342 57	422

28^k 3 d'oxygène enlevés au minerai exigent 22 kil de carbone ; mais comme en pratique il faut doubler le poids du charbon et quelquefois plus pour obtenir une réduction active, il est bon d'employer en moyenne 45 kil. de poussier pour 173 kil. de minerai.

Berthier dit (*Essais par la voie sèche*) « que le zinc pulvérulent qu'on recueille dans les tuyaux de condensation étant mélangé à beaucoup d'oxydes est purifié par distillation ; mais cette distillation, tout en se faisant de la même manière que celle du minerai, a lieu sans addition de charbon, parce que ce combustible réduirait l'oxyde mélangé avec une telle rapidité, que le développement de chaleur qui en serait la suite occasionnerait infailliblement la rupture ou la fusion des tuyaux de terre. »

VOLUME DU HAUT-FOURNEAU.

Volume de la cuve en fonte.....	8 ^{m.c.} 000
Id. en briques et du ventre $1,047 \times 3 (1 + 0,38 + 0,7) =$	6 ^{m.c.} 533
Volume des étalages $1,047 \times 2 (1 + 0,46 + 0,4) =$	3 ^{m.c.} 267
Id. de l'ouvrage $1,047 \times 4 (1 + 0,46 + 0,40 + 0,44) =$	0 ^{m.c.} 420
Volume. Total ¹	48 ^{m.c.} 220

1. Le volume du haut-fourneau représenté sur notre dessin, planche 16, est beaucoup plus considérable que celui calculé plus haut ; il est d'environ 35^{m.c.}. Nous n'avons pas cru devoir refaire les calculs, parce qu'en résumé les éléments restent les mêmes, et chacun peut, en suivant la marche indiquée, les modifier et les mettre en rapport avec les dimensions de l'appareil adopté.

VITESSE DE LA DESCENTE DES CHARGES.

Volume jeté dans la cuve à l'heure :

$$450 : 800 :: 500 : x; \text{ d'où } x = 2 \text{ mètres cubes } 666.$$

Durée du chemin parcouru par la charge dans l'intérieur de la cuve :

$$8^{\text{m.c.}} 000 : 2^{\text{m}} 666 = 3 \text{ heures.}$$

Le volume de la zone de réduction est de 6 mètres cubes environ; comme on brûle par heure 500 kil. de coke dont le volume est de $4^{\text{m.c.}}$, il s'ensuit que les briquettes sont exposées pendant 6 heures à la température de réduction.

$$\text{Temps pour mise hors } \frac{48^{\text{m.c.}} 220}{2^{\text{m.c.}} 666} = 7 \text{ heures.}$$

CHAUFFAGE DE LA CUVE.

Point de fusion de la fonte ordinaire correspondant à la couleur orange foncé.....	4100°
Température de réduction de l'oxyde de zinc blanc soudant.....	4300°
La température de la flamme (couleur cerise) qui chauffe la cuve est d'environ.....	850°

QUANTITÉ DE CALORIQUE ABSORBÉE EN 1 HEURE PAR LES CHARGES DANS LE FOURNEAU.

$$\text{Charge } 4400^{\text{k}} \times 850^{\circ} \times 0,48 \dots \dots \dots = 214,200 \text{ calories.}$$

$$\text{Eau (qui sera décomposée)... } 25 \times 637, = 15,925$$

$$\text{Total } \dots \dots \dots 230,125 \text{ unités calorifiques.}$$

QUANTITÉ DE GAZ POUR CHAUFFER LA CUVE.

Le mètre cube d'oxyde de carbone, en brûlant complètement, produit..... 2400 calories.

$$\text{d'où } 230125 : 2400 = 96 \text{ mètres cubes.}$$

Admettant que, dans la pratique, l'effet utile du calorique des gaz soit de 50 p. 100, on a :

$$96 \times 2 = 192 \text{ mètres cubes;}$$

$$\text{et à la seconde, } 192000 : 3600 = 53 \text{ litres.}$$

RÉFRIGÉRANT DES CHAMBRES DE CONDENSATION.

La température de la distillation du zinc étant de 4200° environ, il est indispensable d'abaisser à 800° au moins la température des chambres, afin qu'au-

cune vapeur métallique ne soit entraînée par les gaz qui, avec les produits de la distillation, passent à travers les chambres de condensation.

La quantité de gaz qui s'échappe en une seconde, ramenée à la température 0°, étant sensiblement égale à 0^{m.c.}6,

Et la capacité calorifique de 1 mètre cube de gaz (0,4 d'azote et 0,2 d'oxyde de carbone = 0,6) étant 0,3,

on a : $0,6 \times 0,3 \times 400 = 72.$

D'où il suit qu'une absorption de 72 calories à la seconde est nécessaire pour abaisser la température de 1200° à 800°, température convenable pour les gaz qui s'échappent des chambres de condensation.

On n'a pas cru devoir tenir compte du refroidissement occasionné par le rayonnement extérieur des chambres, ce refroidissement étant très-faible comparé à celui obtenu par les réfrigérants. D'un autre côté, comme les surfaces réfrigérantes peuvent être augmentées autant qu'on le juge convenable, on peut faire varier à volonté la température d'échappement des gaz.

On admet, en pratique, qu'il passe à travers une surface de 1 mètre carré de métal la quantité de calorique nécessaire pour vaporiser 15 à 25 kil. d'eau par heure. Par conséquent on est autorisé à admettre qu'il passe de 9335 à 15925 unités calorifiques à l'heure, ou 3 à 4 calories par seconde et par mètre carré de surface réfrigérante.

Or, comme les auteurs ont trouvé qu'une absorption de 72 calories était nécessaire, on a :

$$\frac{72}{3} = 24 \text{ mètres carrés de surface réfrigérante } ^1.$$

Comme on le voit, cette surface est rapportée aux dimensions des chaudières à vapeur; c'est-à-dire que les générateurs sont considérés comme étant entartrés sur leurs deux faces, chose inévitable dans la pratique.

On n'a pas tenu compte de la quantité de calorique que la vapeur de zinc cède aux parois des chambres et des réfrigérants, vu que cette quantité doit être excessivement faible, puisque la capacité du zinc est 0,0927.

OBSERVATION. — Ce nouveau système de traitement du zinc, pour lequel les inventeurs se sont fait breveter dans presque toutes les parties du continent, en Angleterre et même aux États-Unis, est en cours d'exploitation en Prusse, et ne tardera pas à être appliqué dans plusieurs autres contrées.

1. MM. Muller et Lencauchez ont cependant doublé cette surface afin d'obtenir plus assurément une condensation rapide.

CONSTRUCTION DES MACHINES

DIVERS SYSTÈMES DE BOITES

POUR

LE GRAISSAGE A L'HUILE DES ESSIEUX DE WAGONS

(PLANCHE 17)

Dans un précédent article, publié dans le xi^e volume de ce Recueil, nous avons décrit les principaux systèmes de paliers disposés pour opérer le *graissage continu* des tourillons des arbres de transmission de mouvement. Nous nous proposons maintenant de compléter cette première étude en faisant connaître les divers systèmes de boîtes à huile proposés depuis quelque temps pour le graissage des essieux de wagons.

Cette seconde application des *appareils graisseurs automates continus* offre d'assez grandes difficultés pratiques; malgré cela, nous ne pouvons en douter en voyant les efforts tentés dans cette voie par les hommes spéciaux, le moment n'est pas éloigné où leur application deviendra générale.

Les avantages qui résulteraient du graissage à l'huile substitué à la graisse sont maintenant bien reconnus de la plus grande partie des ingénieurs employés dans les chemins de fer. Ce n'est plus que sur le choix de appareils qui permettraient d'atteindre ce but, que leurs opinions sont différentes.

On sait que l'huile donne lieu à un frottement plus doux que la graisse, pénètre plus aisément entre les surfaces frottantes et remplit mieux les aspérités de ces surfaces que les enduits ou matières solides. Il en résulte naturellement une réduction notable de la résistance due aux frottements dans toutes les pièces mobiles.

Or, comme les fusées des essieux de wagons tournent dans les boîtes avec une grande vitesse et sous une charge assez considérable, la résis-

tance due aux frottements étant en raison directe de cette charge, il importe de les diminuer autant que possible.

Le développement toujours croissant du trafic sur les chemins de fer, obligeant les compagnies à élever le poids et le tonnage des véhicules, rend cette mesure de plus en plus nécessaire.

Nous croyons donc que nos lecteurs verront cette seconde étude sur les appareils graisseurs appliqués aux véhicules des chemins de fer avec d'autant plus d'intérêt qu'il existe, en dehors des nouvelles combinaisons mécaniques que présentent les divers systèmes de boîtes à huile que nous allons décrire, une question de priorité et de droits réservés par des brevets sur quelques-uns des organes constitutifs de ces nouveaux appareils. Cette question pendant quelque temps a fait hésiter les compagnies des chemins de fer français, ainsi que quelques constructeurs, à faire usage des nouveaux procédés de graissage à l'huile¹.

Pour faciliter l'étude du grand nombre de boîtes proposées jusqu'ici, et dont le principe de construction repose sur l'emploi de l'huile substituée à la graisse comme moyen de lubrification, dans le but de diminuer l'échauffement des fusées et la résistance à la traction, nous diviserons les diverses dispositions que nous allons examiner en *trois systèmes* principaux :

Dans le *premier système* le graissage a lieu en vertu du *principe de la capillarité*; ce sont des mèches qui plongent dans l'huile contenue dans un réservoir inférieur et l'élèvent jusqu'à la fusée.

Dans le *deuxième système* ce sont des *rouleaux, disques ou galets* qui,

1. M. Decoster s'est fait breveter le 23 mars 1847, pour un appareil de graissage mécanique à réservoir inférieur, dit *palier-graisseur*. Le 2 septembre suivant, il a pris un certificat d'addition pour l'application du même graissage *aux essieux de locomotives et wagons*; enfin, à la date du 26 janvier 1855, il a pris un second certificat d'addition au même brevet pour l'emploi, comme élévateur d'huile d'un disque en fer permanent, aminci vers la conférence. (On peut voir la description et le dessin de cette disposition, planche 28 et page 407 du 11^e volume.)

En 1857, M. Decoster, en vertu de ce brevet, a fait saisir, dans les ateliers de construction du chemin de fer du Nord, des appareils qu'il prétendait constituer une contrefaçon de son invention. En réponse à cette saisie, la Compagnie du Nord a formé contre M. Decoster une demande en nullité et en déchéance du brevet, fondée sur :

1^o Diverses antériorités résultant des brevets Jaccoud et Newton, et de l'emploi des boîtes à huile sur les chemins de fer ;

2^o Sur la non-exploitation, dans les deux ans de la signature, du brevet.

Le Tribunal civil de la Seine, estimant que si le défendeur n'avait pas découvert le graissage à l'huile des arbres de couche des machines et des essieux de locomotives, il avait néanmoins imaginé des appareils propres à rendre ce graissage plus praticable et plus économique, et que la déchéance prévue par l'art. 32 de la loi du 5 juillet 1844 n'était pas encourue, débouta la Compagnie du Nord de sa demande.

Ce jugement, en date du 10 juin 1858, fut confirmé par un arrêt de la Cour de Paris, le 11 janvier 1859.

M. Decoster avait également fait pratiquer des saisies dans les ateliers de construction du chemin de fer d'Orléans, et dans ceux de MM. Cail et C^e, et Hermann, constructeurs. Le 11 février 1859, la 6^e Chambre statua sur toutes ces plaintes par plusieurs jugements.

A l'égard de la Compagnie d'Orléans et de la maison Cail, le tribunal n'ayant pas reconnu

immergés dans l'huile du dessous de la boîte, l'amènent sur la fusée aussitôt que celle-ci, mise en mouvement, fait tourner le galet.

Dans le *troisième système* une portion de la *fusée baigne dans l'huile*. A cet effet, le niveau du liquide lubrifiant doit toujours être maintenu au-dessus d'un plan horizontal passant tangentiellement à la circonférence de la fusée.

Ces divers systèmes présentent chacun des avantages, et naturellement aussi, comme dans toutes les applications, des inconvénients que des dispositions plus ou moins ingénieuses ont eu pour but de faire disparaître. C'est donc, en examinant avec soin les dispositions spéciales imaginées pour perfectionner chaque système, que l'on arrivera à la réalisation du problème; nous signalerons toutefois les inconvénients principaux, plutôt pour faire reconnaître comment on est arrivé à les éviter que pour faire naître de nouvelles difficultés.

Ainsi on reproche au graisseur capillaire d'amener le liquide lubrifiant en excès, de telle sorte qu'il retombe indéfiniment dans le réservoir pour être aussi indéfiniment repris par les appareils élévateurs; il va donc s'épaississant constamment et se chargeant d'impuretés. Les graisseurs rotatifs ne laissent jamais de repos à l'huile, la font souvent mousser, et tout en l'élevant en excès vers les surfaces à graisser, ont l'inconvénient de n'introduire souvent sur ces surfaces qu'une très-faible portion de ce qui a été mis en mouvement, et qu'une matière de plus en plus impure et de moins en moins lubrifiante.

Les pertes du liquide par la partie postérieure de la boîte sont

l'identité entre les boîtes à huile employées par la Compagnie et celles brevetées au profit de Decoster, renvoya les prévenus de la plainte.

MM. le baron de Rothschild, Delebecque et consorts, membres du Conseil d'administration de la Compagnie du Nord, interjetèrent appel de la décision qui les concernait. Les sentences relatives à la Compagnie d'Orléans et à la maison Cail, furent frappées d'appel tant par M. Decoster que par les représentants de la Compagnie d'Orléans et M. Cail.

A la date du 31 décembre 1859, la Chambre correctionnelle de la Cour impériale de Paris, infirmant sur le chef de contrefaçon, a déchargé les appelants des condamnations prononcées contre eux, a fait mainlevée de la saisie pratiquée sur les paliers, a ordonné, avant d'avoir fait droit, qu'il serait procédé à une expertise par MM. Combe, Baillood et Delaunay.

Ces experts ayant déposé leur rapport, la Cour a été appelée à statuer et à rendre, en audience du 22 août 1860, les trois arrêts suivants :

L'appellation relative à la brevetabilité et à la déchéance des brevets Decoster est mise à néant, décharge la Compagnie du Nord des condamnations prononcées par le jugement du 11 février 1859, condamne Decoster à tous les dépens de première instance et d'appel.

Sur l'appel respectif de M. Decoster et de la Compagnie d'Orléans, la Cour, sans s'arrêter aux exceptions de non-brevetabilité et de déchéance abandonnées devant elle par la Compagnie d'Orléans, en ce qui touche le délit de contrefaçon de la boîte à huile brevetée par Decoster.

Quant à l'appel de M. Decoster et MM. Cail et C^e, la Cour condamne Decoster à payer à ces derniers, à titre de dommages-intérêts, la somme de 10,000 fr.; ordonne que le présent arrêt sera inséré dans six journaux aux frais de Decoster. Condamne celui-ci à tous les dépens. (Voir les considérants de la Cour que nous donnons à la fin de l'article.)

souvent fort importantes, parce que le niveau du liquide dans le réservoir doit être assez rapproché de la fusée pour obtenir un graissage continu.

Nous ne ferons que mentionner ici pour mémoire, car jusqu'ici les résultats obtenus ne nous ont pas paru bien concluants, le système de boîte tendant à diminuer la résistance à la traction, dans lesquelles le frottement de glissement de la fusée de l'essieu sur le coussinet est transformé en roulement par l'application de galets ou rouleaux.

Dans quelques-unes de ces boîtes les galets sont montés sur tourillons fixes roulant sur la fusée d'essieu. Telles sont, la boîte à trois galets de M. Vincent, de Marseille, essayée sur le chemin de Rouen en 1852 ou 1853, et celle à deux galets, de M. Pomme, essayée en 1857 sur le chemin de fer du Nord.

Dans d'autres boîtes du même système la fusée est entourée de rouleaux mobiles, obéissant parfaitement aux deux mouvements imprimés par la fusée en tournant, c'est-à-dire roulant à la fois sur eux-mêmes et autour de la fusée d'essieu. Les rouleaux sont séparés les uns des autres, de manière que les deux génératrices les plus rapprochées de deux rouleaux consécutifs ne puissent jamais se toucher. Telles sont les boîtes essayées sur le chemin de fer de Saint-Germain, il y a environ quinze ans, et celle de MM. Mathieu, Chauffour et C^e, essayée en 1856 sur un wagon de l'ancienne compagnie de l'Ouest, et dont M. J.-B. Vidard a donné un rapport fort intéressant dans l'annuaire de 1857 de la Société des anciens élèves des Écoles impériales d'arts et métiers.

PREMIER SYSTÈME DE GRAISSAGE

PAR LA CAPILLARITÉ AU MOYEN DE MÈCHES ET TAMPONS.

Le graissage à la graisse dure ne fonctionne, comme on sait, que par suite d'un léger échauffement de la fusée, c'est-à-dire quand elle a commencé à faire un mauvais service ; c'est donc un moyen de graissage très-imparfait, mais qui pourtant présente plus de sécurité que le graissage à l'huile, employé dans les conditions ordinaires, contre les échauffements extrêmes, c'est-à-dire ceux qui arrivent au point de fondre les métaux. En effet, dès que, par une cause quelconque, une fusée graissée à l'huile s'échauffe, l'huile devenant immédiatement très-liquide, ne lubrifie plus et les progrès du mal sont très-rapides ; il y a donc dans le graissage à l'huile un danger qui a longtemps empêché de l'adopter.

Faute d'avoir, dès l'origine, de bons appareils, on a renoncé, pour les boîtes de wagons au graissage à l'huile, et on ne l'a maintenu que pour

celles des machines qui doivent être visitées par le mécanicien-conducteur de locomotives.

Dans plusieurs États d'Allemagne, au contraire, on a persévéré dans son emploi, peut-être parce que les trains, dans l'origine, marchaient à petite vitesse, et qu'on a perfectionné, par une longue pratique, ce mode de graissage.

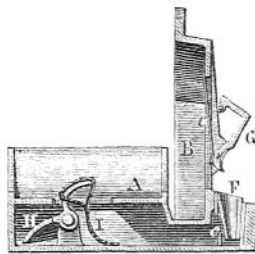
Aussi les plus anciennes applications de boîtes à huile nous viennent-elles de ces États. M. Lechatelier, dans un ouvrage sur les *Chemins de fer d'Allemagne*, imprimé en 1845, nous apprend que :

« Dans le duché de Bade on a fait usage, pour essai, d'une boîte à graisse dont la partie inférieure présente la forme d'un réservoir prismatique de 7 centimètres de profondeur au-dessous de la fusée. Ce réservoir est rempli d'huile; sur le fond est fixé un support, et, par son intermédiaire, un levier, terminé d'un côté par une pièce de fer de 85 millimètres de longueur sur 25 millimètres de largeur, enveloppé d'une large mèche de coton, dont les extrémités plongent dans l'huile, de l'autre côté par un contre-poids qui appuie la mèche imbibée d'huile sur la fusée. La boîte à graisse étant complètement fermée, il n'y a pas de perte de liquide possible. »

Par la date de cette publication on peut admettre que les expériences faites sur l'appareil décrit ci-dessus ont eu lieu en 1844. Avant cette époque, en 1843, une patente anglaise et un brevet d'importation en France furent pris par M. A.-V. Newton pour un nouveau système de boîte qui paraît présenter des dispositions analogues.

BOÎTE NEWTON (1843). La fig. A, que l'on remarque ci-dessous, montre en coupe verticale, telle qu'elle est représentée sur le dessin annexé à la demande du brevet, la disposition du réservoir d'huile et de la mèche maintenue en contact avec la fusée par un contre-poids.

Fig. A.



Le dessous de la boîte qui embrasse la moitié inférieure de la fusée d'essieu, est fondu avec une chambre à huile en communication avec un canal alimentaire F, par lequel on emplit presque entièrement ladite chambre ou réservoir. Ce canal reçoit un tuyau en deux pièces placées l'une dans l'autre, et construit de manière à permettre à l'huile versée

dans la partie supérieure de couler librement dans le réservoir, et à empêcher que l'huile ne s'élançe au dehors par suite des secousses auxquelles ce réservoir peut être soumis.

A cet effet, la pièce extérieure, qui est cylindrique, descend jusqu'au fond du réservoir, et est percée d'une ouverture en *c*, pour donner passage à l'huile. La pièce F, placée à l'intérieur, est un tube conique dont l'orifice inférieur est au-dessous de l'ouverture *c*, afin d'empêcher la communication directe du liquide, et par suite éviter les changements brusques de niveau que les mouvements de la boîte transmettent au réservoir.

Par surcroît de précaution, toutefois, et pour empêcher l'introduction d'aucune matière étrangère dans le réservoir d'huile, le couvercle G, qui tourne sur une charnière, est maintenu en place sur son siège par un ressort *e*, et de plus il est maintenu ouvert par le même ressort quand on remplit le réservoir.

Dans la paroi supérieure de celui-ci est pratiquée une ouverture, qui débouche exactement sous le milieu de la partie inférieure de la fusée, et dans cette ouverture s'élève une extrémité d'un levier à contre-poids H, qui tourne sur un pivot, supporté par deux appendices, venus de fonte avec le fond du réservoir.

L'extrémité ascendante ou extérieure dudit levier est garnie de la mèche plate en coton ou bande de tissu I, laquelle est maintenue en contact avec la fusée qu'elle alimente d'huile par l'attraction capillaire.

La pression exercée par le poids de l'extrémité intérieure qui soulève l'extrémité extérieure du levier, est, d'après l'auteur, légère et uniforme et exempte des variations que l'on reproche aux ressorts, dont la tension est souvent portée, par ceux qui sont chargés de les soigner, à un tel point qu'elle coupe la mèche ou la bande de tissu en peu de temps.

Si ce n'étaient les dispositions de M. Jaccoud, brevetées en 1829 et 1831, que nous avons décrites dans notre précédent article, et qui sont plutôt applicables aux paliers des arbres de transmission de mouvement qu'aux boîtes d'essieux, le système de M. Newton serait un des premiers appareils de graissage continu par un réservoir inférieur. En tout cas, on peut le considérer comme le premier type, susceptible d'être appliqué, du graissage à l'huile par la capillarité, au moyen de mèche.

BOÎTE DU CHEMIN DE FER SAXON-BAVAROIS (1846). — Cette boîte construite sur le même principe que celle de M. Newton, est représentée par la fig. 1 de la planche 17. Voici sa description, telle qu'elle est à peu près donnée dans un journal technique allemand, publié en 1846 ¹ :

1. *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung*. Journal du progrès en fait de chemins de fer, sous le rapport technique, publié par Edmond Hensingier de Wuldegg, à Wiesbaden, en 1846.

Sur le chemin de fer Saxon-Bavarois, il a été reconnu, après quelques essais, que le graissage à l'huile présentait de notables avantages sur l'ancien mode.

On a essayé de remplacer le balancier du système Newton par un ressort en spirale *r*, en fil de fer de 3 mill. 52, d'une exécution facile, peu coûteuse et répondant parfaitement à son but, qui est de presser doucement la mèche *m* contre la partie inférieure de la fusée F.

La partie supérieure, ou la boîte proprement dite B, est en fonte, garnie, comme d'ordinaire, de son coussinet en bronze C. Le dessous, destiné à recevoir l'huile, est fondu avec une chambre dans laquelle est introduite, par la partie ouverte en dessous, la petite boîte cylindrique *b*, en bronze, qui y est retenue par le nez de deux ressorts à manche M.

Sur le ressort en spirale *r*, contenu dans cette boîte, est soudée une capsule bombée *c*, en fer-blanc, dans laquelle sont pratiquées deux ouvertures de 24 mill. de longueur sur 5 mill. de largeur, au milieu de laquelle on fait passer la mèche *m*, de section semblable, de façon qu'elle pende à l'intérieur, de chaque côté du ressort, et se prolonge jusqu'au fond de la boîte *b*, afin de puiser au besoin jusqu'à la dernière goutte d'huile.

Pour garantir le plus possible l'entrée dans la boîte des matières étrangères, on a placé dans une cavité pratiquée à l'entrée, du côté de l'essieu, une rondelle en feutre *a*, qui a en même temps pour but d'empêcher la sortie de l'huile dans les grandes vitesses.

Cet appareil, disposé comme il est représenté fig. 1, a été appliqué à la plupart des wagons en service. Chaque wagon à six roues, garni de ces boîtes, parcourt en moyenne 300 milles d'Allemagne pour consommer 1/2 kilog. d'huile, soit par kilomètre 2 grammes 34, ou par boîte et par kilomètre 0^{gr}. 39.

On a donné à cet appareil de graissage par-dessous la préférence sur ceux à graissage par-dessus essayés sur d'autres chemins de fer, pour les raisons suivantes :

La consommation d'huile est moindre parce qu'il n'y a pas de pertes pendant le stationnement des wagons, qu'aucune saleté ne peut arriver par le haut sur la fusée, et que celle qui pourrait se former se dépose au fond du réservoir inférieur et n'interrompt pas le graissage.

Dans le cas où une partie quelconque de l'appareil viendrait à se déranger, on a pratiqué, à la partie supérieure de la boîte et à travers le coussinet C, un canal de réserve *d*, fermé par un bouchon, et par lequel on peut verser de l'huile par le haut.

Un mode de graissage, quoique différant assez sensiblement de ceux décrits ci-dessus, mais qui pourtant est également basé sur le principe de la capillarité, est employée depuis 1844, c'est-à-dire antérieurement à la boîte du chemin de fer Saxon-Bavarois (fig. 1), sur les che-

mins de fer de l'État, dans le Wurtemberg, à un wagon à voyageurs à huit roues, importé d'Amérique. Dans ces boîtes, la mèche est remplacée par des étoupes ou éponges qui garnissent complètement l'intérieur de la boîte et se trouvent ainsi en contact avec l'huile qu'elle contient et la fusée.

BOÎTE AMÉRICAINE (1844). — La fig. 2 représente cette boîte, brevetée en Amérique par J.-H. Tim, et telle qu'elle a été introduite par M. de Klein aux chemins de fer wurtembergeois.

Le corps B de la boîte est fondu d'une seule pièce avec le réservoir B', qui reçoit l'excédant d'huile fourni à la fusée F par les étoupes ou éponges *m*, bourrées autour de celle-ci. A cet effet, ces étoupes plongent en partie dans l'huile contenue dans la capacité de la boîte séparée du réservoir B' par le premier fond *b* et la cloison *b'*.

Pour empêcher les pertes d'huile et le sable d'entrer dans la boîte, on a rapporté sur l'essieu F, près de la fusée, un collier en fer *f*, muni d'une gorge dans laquelle est engagé un feutre ou un cuir *a*, maintenu en outre par les platines en fer *p*, fixées à l'arrière de la boîte. Cette disposition de boîte est connue en Angleterre sous le nom de M. Hodge, qui en a fait l'application sur un tender de la ligne du North-Western ¹.

Il y a environ sept ou huit ans, vers 1853 ², M. Friedrich Paget mit en usage, sur les chemins de fer d'Autriche, une boîte analogue à la précédente, sauf pourtant quelques modifications de détails dans sa construction. Ainsi, l'anneau en cuir *a* de la fig. 2, au lieu d'être fixé après la boîte, est embouti et disposé, comme la garniture d'une presse hydraulique et peut se déplacer dans un plan perpendiculaire à l'essieu, afin de suivre le coussinet C dans son usure.

Le fond a la forme habituelle et est muni, comme dans la fig. 2, d'un bouchon à vis *v'*. Cette ouverture sert à retirer l'huile salie par l'usage, ainsi que celle qu'on aurait introduite en trop, lors du remplissage qui a lieu par l'ouverture supérieure de la boîte fermée par le bouchon *v*.

L'étoupe, bien débarrassée de toute impureté et de tout flocon trop dur, est d'abord imbibée d'huile propre dans un vase, puis on l'exprime doucement et on la comprime dans l'intérieur de la boîte, de manière à entourer parfaitement l'essieu; on revisse ensuite le couvercle C', et on fait couler de l'huile par l'orifice supérieur, en ayant soin de laisser ouvert l'orifice inférieur jusqu'à ce que l'huile s'écoule par celui-ci; à ce moment, l'emplissage est terminé. Les ouvertures supérieure et inférieure sont hermétiquement fermées au moyen des bouchons à vis *v* et *v'*.

Pendant la marche, l'huile qui a servi et qui s'est crassée découle

1. *The Practical Mechanic's Journal*. N° de février 1853.

2. *Zeitschrift der Ingenieur Vereins*, 1858, 4^e cahier.

goutte à goutte par la partie inférieure de l'embase creuse ménagée à l'essieu et se rassemble peu à peu dans le réservoir B. On la retire en temps opportun avant toute addition ultérieure d'huile propre ; elle peut être employée de nouveau, après avoir subi une purification, ou souvent une simple décantation dans un vase contenant de l'eau.

Sur toutes les lignes du chemin de fer de l'État, en Autriche, des boîtes, du modèle Paget, adaptées aux wagons, sont remplies le 15 de chaque mois et cela suffit, paraît-il, pour maintenir les coussinets en bon état de conservation.

M. Fischer, de Rosterstamm, ingénieur en chef du chemin de fer de Carinthie, a apporté au système Hodge et Paget quelques modifications qui consistent :

1° A tasser dans le fond de la boîte à graisse un bourrage très-poreux, tel que de l'éponge, qui se presse à la fois contre la tête cannelée et la cymaise, à la naissance du tourillon, de manière à lubrifier constamment ce dernier et à empêcher ainsi son échauffement ;

2° A disposer du côté du corps de l'essieu un petit autel plus haut que dans les autres paliers, afin d'éviter l'écoulement de l'huile, qui cherche, par l'effet du mouvement, à fuir le long de l'axe par les roues.

Les baguettes ou colliers, qui font partie des améliorations apportées par M. Fischer, se forment aisément sur le corps de la fusée par l'alésage, et l'on peut réduire l'essieu à partir du moyeu de la roue et suivant le paraboloïde, surface d'égale résistance des corps, ce qui augmente la solidité de l'essieu à l'égard des chocs du palier¹.

BOÎTE D'ORLÉANS (1846). Fig. 3 et 4. — MM. André Kœchlin et C^e, constructeurs à Mulhouse, construisirent en 1846, pour la Compagnie d'Orléans, section de Tours à Nantes, dix-huit locomotives munies de boîtes à huile d'une disposition analogue à celle dont parle M. Le Châtelier dans son ouvrage : *Les chemins de fer en Allemagne*, et que nous avons mentionné plus haut.

Cette boîte, représentée en section longitudinale, faite par l'axe du collet de l'essieu, fig. 3, et en section transversale, fig. 4, est munie, comme on voit, d'un réservoir R, dont le fond est fondu avec deux petites joues verticales *j*, qui servent de supports à l'axe du levier *l*. Celui-ci est garni d'un côté d'une palette en fer enveloppée d'une longue mèche de coton *m*, et terminé de l'autre côté par un contre-poids, qui met cette mèche en contact avec le dessous de la fusée F. Les deux extrémités de la mèche descendent au fond du réservoir (voyez fig. 3), de façon à être constamment imbibée de l'huile qui y est contenue.

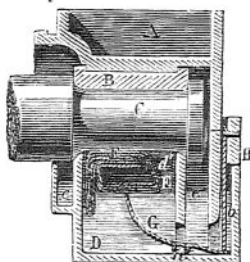
BOÎTE DECOSTER (1847). — Dans un certificat d'addition du 2 septembre 1847, M. Decoster annexa à son brevet principal du 23 mars de

1. *Zeitschrift der Osterreichischen Ingenieur Vereins*, novembre 1857.

la même année pour palier-graisseur des arbres de transmission la disposition de boîte à huile représentée ci-dessous en section verticale fig. B.

La boîte proprement dite A et son coussinet B, qui reçoit le tourillon C, ne diffèrent pas sensiblement des dispositions ordinaires employées à cette époque. Le dessous de cette boîte est une sorte de récipient en fonte D, à plusieurs compartiments. Dans le compartiment le plus large, qui se trouve justement au-dessous de la fusée, est une espèce de boîte de cuivre mince E. Une longue mèche F, faisant plusieurs tours sur elle-même, est disposée au milieu de cette boîte et mise en contact, par sa partie supérieure avec le dessous de l'essieu, tandis qu'elle plonge sa partie inférieure dans le réservoir D, qui est supposé rempli d'huile jusqu'à une hauteur déterminée.

Fig. B.



La boîte E et la mèche sont mobiles, c'est-à-dire qu'elles peuvent monter et descendre au moyen d'une pièce à bascule G, qui pivote sur une partie arrondie *a*, venue de fonte avec le fond du récipient, et retenue par deux petits goujons qui l'empêchent de s'échapper.

Une tige en fer méplat *b* descend jusque sur le bout de cette bascule pour la forcer, par l'autre extrémité, à maintenir la boîte élevée et par suite la mèche en contact avec la fusée; lorsqu'on veut baisser celle-ci pour la faire plonger dans le réservoir, on n'a qu'à remonter la tige *b* d'une certaine quantité, ce qui a lieu au moyen de la platine en fer H à laquelle elle est fixée. A cet effet, cette platine peut tourner autour d'un centre pris sur le devant de la boîte; elle est assez épaisse pour recouvrir entièrement le compartiment étroit dans lequel la tige *b* est logée, et fermer par conséquent le réservoir de ce côté pour le garantir de la poussière et empêcher que l'huile ne puisse s'échapper au dehors.

Le surplus de l'huile élevée qui se trouve entraîné par la fusée ne se perd pas, il retombe dans le réservoir de la boîte; celle qui est amenée aux extrémités, et qui tend à s'échapper par les arrêts saillants de la fusée, s'écoule dans les compartiments latéraux *e* et *e'*, d'où elle est forcée de retourner dans le réservoir commun.

Voici, d'après une note des bureaux de la traction du chemin de fer

d'Orléans, l'origine des boîtes à huile appliquées par cette compagnie à ses wagons :

« C'est après nous être rendu en Allemagne et en Prusse, où tous les wagons de chemins de fer sont graissés à l'huile depuis leur origine; c'est après avoir étudié tous les moyens divers employés et expérimentés depuis nombre d'années, que nous avons reconnu que le meilleur système et le plus adopté était celui imaginé par M. Neesen, ingénieur en chef de Cologne à Minden.

« M. Neesen étant breveté en France, nous avons traité avec lui moyennant une somme une fois payée de 40,000 francs. Nous avons fait démonter une boîte d'un des wagons du chemin de fer de Cologne à Minden: nous l'avons rapporté avec nous et nous avons fait exactement copier pour nos boîtes l'appareil graisseur, que nous avons vu très-bien fonctionner entre Cologne et Berlin.

« Le graissage à l'huile, qui présente des avantages réels, a un inconvénient grave, c'est que, dès que l'échauffement commence par une cause quelconque, il s'aggrave tellement vite, que les wagons, ne pouvant pas être surveillés en route, il y a danger très-réel d'accident pour le train.

« Le graissage à la graisse, au contraire, permet presque toujours d'aller d'une station à l'autre sans danger. Il fallait donc résoudre cette difficulté avant d'adopter le graissage à l'huile. Voici, à ce sujet, ce que nous avons fait: dans le réservoir supérieur, on met comme à l'ordinaire, de la graisse dure, seulement on bouche les lumières qui conduisent à la fusée avec du métal fusible à 400 degrés, dit métal Darcet¹. Par ce moyen, lorsque l'huile par l'échauffement commence à mal fonctionner, le métal fond, et elle est, sans que l'on s'en préoccupe, naturellement remplacée par la graisse dure; aux stations, pour savoir si l'axe ne s'échauffe pas, il suffit de voir si la graisse n'a pas été employée. »

BOÎTE NEESEN (1852). — Cette boîte, représentée en section longitudinale, fig. 5, et en section transversale, fig. 6, est celle appliquée aux wagons des chemins de fer d'Orléans; elle ne diffère pas sensiblement du modèle dont le dessin est annexé au brevet pris pour M. Neesen au nom de M. Oppeneau, le 26 novembre 1852, si ce n'est le dessus de la boîte, que la compagnie d'Orléans a modifié pour les raisons données plus haut. Dans le brevet de M. Neesen, le récipient supérieur contenait un petit vase rempli d'huile, duquel sortait une mèche qui descendait par une ouverture pratiquée au milieu du coussinet; cette mèche conduisait ainsi l'huile au-dessus de la fusée.

La boîte à huile du chemin d'Orléans est en fonte, et, comme dans la boîte à graisse ordinaire, elle reçoit le coussinet en bronze C percé de deux trous garnis de métal fusible et destinés, au besoin, à livrer passage à la graisse dure que l'on introduit dans le récipient supérieur B', par le couvercle à charnière p.

Le réservoir à huile R est ajusté sous la boîte et retenu avec celle-ci par les deux forts boulons qui la relie au ressort de suspension. Ce ré-

1. M. Polonceau a pris un brevet pour cette application à la date du 28 juin 1858.

servoir est fondu avec une cloison et un appendice saillant muni d'une ouverture pour l'introduction de l'huile, laquelle est fermée par un couvercle à ressort *p'*, semblable à ceux appliqués au récipient supérieur des boîtes à graisse ordinaire.

Au milieu du réservoir R, directement au-dessous de la fusée F, est disposée une boîte en fer-blanc *b*, percée d'orifices pour la circulation de l'huile, et destinée à maintenir le tampon-brosse *t* dans une position convenable.

Ce tampon est composé de gros filaments de coton placés debout et formant une sorte de brosse qui agit sur la fusée, ainsi que le ferait une série de pinceaux, et non, comme dans les dispositions précédemment décrites, au moyen d'une mèche présentée à plat sous la fusée. Ce tampon fait partie d'un fort tissu cloué sur une petite planchette *i*, garnie en son milieu d'un petit chevalet en bois *j* (fig. 5), qui empêche que la brosse, sous l'action des deux ressorts à boudin *r*, ne soit comprimée contre la fusée, ce qui détruirait presque complètement sa capillarité.

Pour faire monter l'huile du réservoir jusqu'au tampon-graisseur, des mèches *m* partent de ce tampon et descendent au fond du réservoir. Pour conserver leurs propriétés capillaires, et amener l'huile filtrée et épurée à la fusée, ces mèches ne sont pas tressées; les filaments sont seulement réunis de façon à leur laisser une direction parallèle et verticale.

Aux deux bouts de la planchette en bois *i*, sur laquelle le tampon est cloué, sont fixés deux petits T en fer-blanc *g*, qui, engagés dans des rainures pratiquées dans les côtés de la boîte *b*, servent de guide au tampon dans le mouvement vertical qu'il peut posséder sous la flexion des deux ressorts à boudin *r*.

Afin d'intercepter sur le derrière de la fusée le passage de la poussière, une rondelle en feutre *a* est engagée dans une gorge ou rainure, creusée mi-parti dans le collet de la boîte B et mi-parti dans un prolongement venu de fonte avec le réservoir R.

BOÎTE VITEAU (1857). Fig. 7 et 8. — Des modifications très-appreciables ont été apportées aux boîtes du système Neesen par MM. Fournier et Charlot, qui, à cet effet, se sont fait breveter le 19 août 1857.

Cette boîte, perfectionnée par M. E. Viteau, cessionnaire du brevet, est représentée en section longitudinale, fig. 7, et en section transversale, fig. 8; elle a pour but : 1° de rapprocher d'une manière constante et abondante le niveau de l'huile de la fusée; 2° de lubrifier, même au repos, les fusées, et par suite d'éviter leur échauffement au moment du départ; 3° de séparer les huiles qui se sont épaissies par le graissage de celles qui sont limpides et contenues dans le compartiment d'alimentation, afin d'éviter toute projection d'huile au dehors.

Un des caractères distinctifs de cette boîte, comme on le remarque

sur les fig. 7 et 8, c'est que le réservoir R est divisé en trois compartiments étagés.

Le premier *c*, placé directement sous le corps de la fusée F, reçoit l'huile fraîche que l'on introduit par l'ouverture fermée au moyen du couvercle *p'*; il contient en outre le tampon *t*, ou brosse en bourre de laine, monté sur une planchette *i*, et garni de deux mèches plates et de deux rondes *m*, qui amènent l'huile par capillarité à la partie inférieure de la fusée.

Ce tampon est maintenu dans une position invariable par rapport à la fusée, au moyen de deux ressorts méplats *r*, qui ont leur point d'appui au fond du premier compartiment, et au moyen d'une plaque en tôle *k*, dont les extrémités sont engagées entre des nervures venues de fonte avec les parois latérales intérieures de la boîte. La planchette du tampon est encore munie de trois croissants en cuir *j* (fig. 7) en contact avec la fusée, et qui servent à ramener l'huile sur le tampon.

Le deuxième compartiment *c'*, placé en tête de la fusée, est d'une petite dimension; il est venu de fonte avec le dessous de boîte R, et séparé d'une façon presque complète du premier compartiment par une cloison qui touche la fusée, et la communication n'a lieu que par une très-petite ouverture. Le rapide mouvement de rotation imprimé à la fusée pendant la marche du train et la forme même du collet entraînent, par la force centrifuge, de petites quantités d'huile qui sont déversées dans ce deuxième compartiment, et qui, ne pouvant s'en échapper, ne tardent pas à le remplir. Le collet de la fusée peut alors baigner constamment dans l'huile et, en tournant, en élever une partie pour lubrifier le coussinet supérieur C.

Le troisième compartiment, ou réservoir inférieur *c''*, reçoit l'huile qui a graissé la fusée et qui s'égoutte de celle-ci à la naissance du collet de l'essieu. Pour assurer cet effet, c'est-à-dire pour empêcher qu'une portion de l'huile, ne glisse en dehors le long de l'essieu, un ressort ou croissant *l*, garni de cuir à ses extrémités, entoure la demi-circonférence de l'essieu et, par son frottement, arrête l'huile et l'oblige à retomber dans le réservoir inférieur *c''*. Une rondelle en buffle *a* est ajoutée pour essuyer l'essieu à la sortie de la boîte.

Le réservoir inférieur est complètement séparé des deux autres (une petite lumière est pourtant ménagée au niveau supérieur pour permettre à l'huile limpide qui surnage de rentrer dans le récipient *c*), ce qui empêche naturellement le mélange des huiles fraîches avec les huiles épaissies. Il résulte de cette disposition un avantage marqué, c'est que les mèches, toujours en contact avec des huiles limpides, peuvent fonctionner sans interruption par l'action de la capillarité.

Par précaution, l'auteur a conservé le réservoir supérieur B' des boîtes à graisse en usage; il le remplit de graisse ou d'huile et ferme le canal d'écoulement par une vis ou bouchon *u*, qui traverse un bossage venu

de fonte avec la boîte. Ce n'est que si un accident arrivait à l'appareil de graissage inférieur, que, dégageant le bout de la vis de l'orifice ménagé au milieu du coussinet C, on laisserait fonctionner ce réservoir de secours.

BOÎTE DU NORD. Fig. 9 et 10. — Les dispositions d'ensemble des boîtes à huile adoptées par la Compagnie du Nord ont quelque analogie avec le système Neesen, puisque le graissage de la fusée est obtenu par un tampon-brosse alimenté par la capillarité de plusieurs mèches prenant l'huile dans un réservoir supérieur. Pourtant, avec les nouveaux perfectionnements apportés par M. Bricogne, inspecteur principal du matériel, on reconnaîtra qu'il existe des différences sensibles qui peuvent amener dans le fonctionnement de l'appareil des résultats différents.

Comme dans le modèle adopté par la compagnie d'Orléans, l'ingénieur a conservé au corps B de la boîte (fig. 9 et 10) son réservoir supérieur B', et, afin que les ouvriers de service n'y introduisent pas de graisse, le couvercle p, qui ferme son ouverture, est fixé par une vis q engagée dans un renflement taraudé et venu de fonte avec le corps de la boîte. Le réservoir inférieur R est relié à celui-ci au moyen d'un joint s, à emboîtement en forme de V, garni d'un cuir pour compléter l'herméticité.

Cet emboîtement existe sur le devant et sur les deux côtés longitudinaux ; du côté du collet de l'essieu est ajustée une rondelle en bronze a, qui complète la fermeture.

Dans cette boîte, l'élévateur est composé d'une carcasse en cuir i, destinée à recevoir le tampon t, qui lubrifie la fusée F, contre laquelle il est maintenu constamment appliqué par deux ressorts méplats en acier r, ayant leur point d'appui au fond du réservoir.

La carcasse en cuir, garnie d'un coussin qui reçoit la brosse en laine formant le tampon t, est reliée par de petites équerres en tôle très-mince à une plaque métallique recourbée à ses deux extrémités ; celle de l'avant est munie d'un petit bloc de bois k, engagé entre deux guides faisant partie de la boîte, et destinés à maintenir toujours bien verticalement l'ensemble de l'appareil élévateur.

L'extrémité d'arrière de cette plaque est garnie d'un petit tampon additionnel t', monté sur un cuir fixé à la plaque par deux petites lames de ressort. Ce tampon est disposé de manière à lécher constamment le collet de l'essieu, afin d'empêcher l'huile de glisser le long de celui-ci, et de la ramener au contraire dans le réservoir.

Pour assurer l'action de ce tampon additionnel, ou *tampon sec*, l'auteur a monté, sur le prolongement des deux ressorts en feuillard qui le supportent, une espèce de gargouille en tôle munie d'un petit tampon de cuir qui, en frottant sur la portée de calage de l'essieu, près de la rondelle a, fait retomber à l'intérieur de la boîte l'excès d'huile élevée au tampon capillaire par les mèches plates m, et entraînée par la fusée dans son mouvement de rotation.

L'ensemble du petit tampon sec, qui doit être constamment à une cer-

taine hauteur au-dessus du niveau de l'huile du réservoir pour qu'il se maintienne relativement sec, produit ce résultat de limiter la dépense d'huile à celle qui est consommée uniquement pour la lubrification, en l'empêchant de s'épancher au dehors.

Ce système perfectionné a été apprécié en Belgique et en Angleterre, où M. Bricogne s'est fait breveter.

DEUXIÈME SYSTÈME.

GRAISSAGE AU MOYEN DE ROULEAUX, DISQUES OU GALETS.

Une des premières applications du graissage à l'huile des fusées de wagon par le contact d'un corps flottant dans un réservoir d'huile est décrite dans une patente demandée en Angleterre par MM. Robert Mallet et John Somers-Dawson, le 31 juillet 1846. Il est dit dans le mémoire :

« Notre invention consiste en une méthode perfectionnée pour graisser ou lubrifier toutes sortes de fusées ou autres surfaces cylindriques tournantes et frottantes, et qui sont spécialement applicables aux fusées des essieux de locomotives, de wagons, de tenders, etc.

« Nous plaçons à une distance convenable, au-dessous de la fusée ou surface frottante qui doit être graissée, un réservoir contenant de l'huile ou une autre matière lubrifiante, et une ou plusieurs boules ou sphères d'une pesanteur spécifique telle qu'elles puissent flotter sur la surface de cette huile.

« Ces boules ou sphères peuvent être en liège, en bois léger, ou, si elles sont creuses, elles peuvent être en verre, en métal ou en porcelaine. Alors quand l'essieu tourne, le simple frottement et celui des corps flottants est suffisant pour les faire mouvoir. Ainsi, ils enlèvent l'huile dans laquelle ils flottent, et l'appliquent continuellement à la surface inférieure de l'essieu.

« Le surplus de l'huile ainsi communiquée à la fusée est enlevé par le coussinet supérieur en bronze dans lequel repose la moitié de cette fusée, et coule du côté vers lequel tourne l'essieu, pour de là retomber encore dans le vase inférieur. »

Dans le Journal des chemins de fer, *Eisenbahn-Zeitung*, de Stuttgart, du 14 juin 1846, se trouve, sous le titre : *Conditions pour la fourniture de wagons à voyageurs à huit roues*, la description d'une boîte d'essieu employée depuis 1844 aux voitures à voyageurs des chemins de fer de l'État de Wurtemberg.

Dans cette boîte, le graissage est obtenu par un rouleau flotteur creux, en fer-blanc, placé à l'intérieur dans une cavité cintrée, disposée pour recevoir l'huile destinée au graissage.

Le coussinet placé directement au-dessus de la fusée contient une doublure en composition de 8 parties de cuivre, 8 parties d'antimoine et 156 parties d'étain.

Une boîte à huile de M. Winans, à Baltimore (Amérique), a été publiée dans le même journal le 22 septembre 1845. On retrouve le cylindre

creux en fer-blanc qui, en contact continu avec la fusée, tourne avec elle et l'humecte d'huile. On y remarque aussi un *disque* rivé sur le collet extérieur de la fusée. Ce disque, aminci à sa circonférence par une surface conique inclinée vers le coussinet, est destiné à élever l'huile du réservoir inférieur et à l'amener sur le coussinet.

BOÎTE REIFERT (1845). — La fig. 11 de la pl. 17 représente en section verticale une boîte du chemin de fer de Cologne à Minden, construite par MM. J.-C. Reifert et C^e, de Bockenheim, près Francfort.

Cette boîte est, comme celle de Bussé¹ et des chemins de l'État du Wurtemberg, basée sur le graissage par rouleau flotteur; son dessous est fondu avec un réservoir R, qui fait saillie et renferme l'huile pour le graissage ainsi que le flotteur en liège *f*, qui monte cette huile à la fusée F.

Ce dessous de boîte se prolonge à droite et à gauche jusqu'au delà des deux collets de la fusée, de sorte que, ceux-ci étant entourés de rebords, l'huile qui en tombe est reçue dans le réservoir central, d'où elle est reprise et remontée vers les surfaces de frottement du coussinet supérieur C, fixé au-dessus de boîte B.

Une boîte du système Bussé perfectionné a été exécutée vers 1846 pour le chemin de fer de Dresde à Leipzig. Elle contient, outre le flotteur en liège, qui dans ce modèle est d'une très-petite dimension, un disque placé au milieu de la fusée, pour élever l'huile conjointement avec le flotteur, et l'application d'une fermeture hermétique au moyen d'une garniture de feutre ou de plusieurs épaisseurs de drap cousues ensemble et engagées dans une gorge ménagée au réservoir inférieur.

BOÎTE VALLOD (1852). — Parmi les personnes qui se sont le plus occupées de perfectionner le graissage à l'huile des essieux de wagon, nous pouvons citer en première ligne M. Vallod. Aussi les dispositions de ses boîtes sont-elles parfaitement étudiées dans tous leurs détails de construction.

Le principe de graissage adopté par M. Vallod repose, comme on sait, sur l'application d'un disque ou galet de faible épaisseur *g*, mobile librement sur un axe, de façon à être entraîné par le mouvement de rotation de la fusée. Pour maintenir ce disque en contact avec cette fusée F, deux moyens sont adoptés par l'auteur. Le premier, auquel il avait jusqu'ici donné la préférence, consiste dans l'emploi d'un levier à deux branches *l* (fig. 15), pouvant osciller librement sur un axe en fer, fixé à l'intérieur du dessous de boîte R, qui forme le réservoir d'huile. L'extrémité de la branche intérieure de ce levier supporte l'axe du galet, et la branche extérieure est munie d'un contre-poids *p*², dont l'action constante est de maintenir le galet en contact avec la fusée.

L'avantage de cette disposition est de faciliter la surveillance; en effet, il suffit de soulever avec la main le contre-poids, qui se trouve ainsi à

1. Voir la description de cette boîte, p. 411 du XI^e vol. de ce recueil.

l'extérieur de la boîte, pour sentir si l'articulation du galet fonctionne bien, et si, par suite, son contact a lieu avec la fusée.

Mais, comme ce contre-poids apparent nuisait un peu à la simplicité d'aspect extérieur de la boîte, les ingénieurs du chemin de fer de Lyon ont préféré à remplacer, dans quelques-unes des applications qu'ils ont faites sur cette ligne, le contre-poids par le ressort à boudin r (fig. 12 et 14), qui, ayant son point d'appui au fond d'une cavité venue de fonte avec le réservoir, tend constamment à soulever le petit châssis en fonte c , supportant l'axe du galet g , et qui est guidé par deux joues latérales e (fig. 13), fondues avec le réservoir.

Ce petit châssis, entourant complètement le galet, annule toute espèce de projection de l'huile qu'il élève, et l'empêche d'épaissir. La cuvette renfermant le ressort et faisant corps avec le dessous sert de réservoir de décantage aux particules métalliques qui, en raison de leur densité plus grande que celle de l'huile, viennent s'y précipiter.

Le galet est formé de deux disques ajustés vis-à-vis l'un de l'autre, de façon à laisser entre eux un évidement circulaire, garni de rondelles de feutre, formant une sorte de bourrelet en saillie. C'est ce bourrelet qui est en contact avec la fusée et qui, par suite, lui apporte le liquide lubrifiant que dans sa rotation il puise dans le réservoir inférieur.

Celui-ci est assemblé avec la boîte supérieure au moyen d'un joint j , placé au-dessus de la ligne horizontale passant par l'axe de l'essieu, et taillé en biseau formant un larmier triangulaire, qui force l'huile, projetée par le mouvement de rotation de la fusée contre les parois internes de la boîte, à retomber dans le réservoir.

Pour éviter son départ du côté de la portée de calage, celle-ci est entourée, près du collet, d'un collier en bois a (fig. 12 et 13). Ce collier est en deux pièces, reliées en dessus par une lame de ressort qui maintient ses deux côtés pressés légèrement autour de l'essieu, de façon à empêcher l'huile de glisser le long de celui-ci, en dehors de la boîte, et aussi tout corps étranger de pénétrer à l'intérieur.

Ainsi que l'exigent toutes les Compagnies qui font l'application du graissage à l'huile, M. Vallod a conservé à son système de boîte le réservoir supérieur B' qui peut servir, en cas d'accident ou de dérangement de l'appareil inférieur, à graisser la fusée au moyen de graisse dure.

Boîte Nozo (1855). — Dans cette boîte, perfectionnée par M. Nozo, chef des ateliers au chemin de fer du Nord, le réservoir alimentaire se trouve à la partie supérieure B' . Il est muni d'une ouverture de visite fermée par un clapet p garni de cuir et fixé par un écrou à oreilles q . Le dessous R de la boîte forme récipient pour recueillir le liquide descendu de la fusée, après avoir utilement servi au graissage.

Le liquide, qu'on peut recevoir d'abord sur une matière spongieuse opérant une épuration provisoire, traverse le premier filtre f pour se rendre dans la partie la plus profonde du récipient. Dans cette partie

se meut le disque D faisant corps avec la fusée F et tournant avec elle.

En marche normale, ce disque affleure le liquide qui tend à s'accumuler; il l'entraîne dans son mouvement jusqu'à la partie supérieure où il est ramassé par la raclette C, qui le dirige dans le deuxième filtre f', tapissant les parois du réservoir supérieur B'. Ces parois sont striées, au besoin, pour favoriser la filtration vers les orifices de graissage.

Si le départ du véhicule a lieu après un assez long repos, le liquide contenu dans la partie la plus profonde du récipient est à un niveau supérieur du niveau normal; mais aussitôt la mise en marche le disque fonctionne à plein effet, et il suffit de quelques centaines de tours de roues pour que les choses soient ramenées dans leur état voulu.

Le disque n'agit pas comme graisseur mécanique, mais comme appareil d'épuisement destiné à maintenir le récipient inférieur à peu près vide, ce qui diminue notablement les pertes d'huile par la partie postérieure de la boîte.

TROISIÈME SYSTÈME.

GRAISSAGE DE LA FUSÉE DANS UN BAIN D'HUILE.

Le caractère distinctif de ce système est l'absence complète de mèches, brosses ou galets de friction, destinés à élever l'huile jusqu'à la fusée. Comme celle-ci doit alors baigner en partie dans l'huile contenue dans le réservoir inférieur, une des grandes difficultés que présente l'application, c'est la disposition du joint, qui doit empêcher le liquide de s'échapper de la boîte et de suinter le long de l'essieu.

La première application de ce système se trouve dans le brevet de M. Normanville pris en France à la date du 23 août 1848. Le moyen employé par l'inventeur pour les paliers des arbres de transmission est décrit dans notre premier article du XI^e vol. sur les paliers graisseurs.

Pour les boîtes à graisse des wagons à marchandises, un réservoir est ménagé au-dessous de la fusée et un cuir embouti est adapté sur la portée de calage de l'essieu et serré contre la boîte. Pour les wagons à voyageurs, c'est une rondelle en caoutchouc qui est logée dans une rainure pratiquée sur la face intérieure de la boîte; cette rondelle presse une couronne en bronze qui frotte sur le moyeu de la roue et empêche ainsi l'huile de s'échapper.

BOÎTE PROUST (1853). — Nous allons classer la boîte de M. Proust, dite *du gendarme*, avec laquelle on a fait de nombreuses applications sur le chemin de fer d'Orléans, dans le système des boîtes à fusée noyée. Elle présente cependant, comme on sait, un caractère bien tranché sur les autres dispositions, en ce que, en dehors de son mode de graissage, il existe autour de la boîte une double enveloppe qui contient un certain volume d'eau destinée à refroidir la fusée beaucoup plus énergiquement qu'à l'aide d'un simple bain d'huile.

Cette boîte est représentée en section longitudinale, fig. 17, et en section transversale, fig. 18. Cette dernière est faite moitié par la ligne 1-2 et moitié par la ligne 3-4 de la fig. 17.

La boîte proprement dite B est fondue d'une seule pièce avec son enveloppe et son réservoir supérieur B, dans lequel la graisse ou l'huile est introduite comme à l'ordinaire par le clapet *p*.

La calotte en fonte R, qui forme dessous de boîte, a une contenance de 75 centilitres; elle sert de réservoir pour contenir le mélange d'eau et de graisse nageant à sa surface, et venant entourer la fusée F jusque vers le milieu de sa hauteur.

Une rondelle *a*, fixée sur la partie de l'essieu, ferme la boîte de ce côté et empêche autant que possible le départ du liquide.

La capacité qui entoure la boîte sur sa face antérieure et sur ses deux côtés latéraux a une contenance de 2 litres. L'eau est introduite par une ouverture pratiquée à un angle et fermée par le bouchon *b* (fig. 18).

La communication du réservoir d'eau avec le bassin inférieur a lieu par un siphon en cuivre *s*, dont la petite branche va plonger dans le réservoir, tandis que la plus longue s'ouvre dans le bassin.

Voici, suivant M. Delaitre, ingénieur des ponts et chaussées, d'après un rapport publié dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, le principe et le fonctionnement de cet appareil :

« Le jeu du siphon est réglé par les tensions respectives de l'air renfermé à la partie supérieure du réservoir, qui presse sur la petite branche, et de l'air contenu dans le bassin, qui presse sur la grande branche du siphon.

« Comme l'air du bassin est en communication libre avec l'atmosphère, sa tension à peu près constante est toujours représentée par la pression atmosphérique. Si donc la tension de l'air contenu dans le réservoir augmente par une cause quelconque, il en résultera l'écoulement du liquide du réservoir dans une proportion exactement nécessaire au rétablissement de l'équilibre; si, au contraire, cette tension diminue, l'équilibre se trouvera rétabli dans un sens opposé par une rentrée d'air dans le réservoir.

« Voyons maintenant comment fonctionne l'appareil de M. Proust :

« Supposons qu'au départ la boîte soit convenablement chargée, c'est-à-dire qu'il y ait de la graisse dans le réservoir supérieur B', et de l'eau dans le réservoir latéral, ainsi que dans le bassin placé sous la fusée.

« A mesure que le mouvement se produit, le frottement développe de la chaleur. La fusée, en tournant dans le bassin, se trouve constamment rafraîchie par le contact du liquide, dont la température tend à s'équilibrer avec celle de la fusée, de telle sorte qu'au bout d'un certain temps le liquide de ce bassin est graduellement amené à une douce chaleur qui se propage dans toute la boîte.

« Cette chaleur produit un double effet : elle liquéfie une faible partie de la graisse qui se répand sur le coussinet, lubrifie toutes les parties frottantes, et descend ensuite dans le bassin où elle se mélange avec l'eau; en même temps elle détermine l'augmentation de tension : le réservoir doit débiter au bassin un volume applicable au refroidissement de la fusée.

« Le refroidissement de la fusée a pour effet de déterminer celui de toute la boîte. Sous l'influence de ce refroidissement progressif, une certaine quantité d'air entre dans le réservoir et vient équilibrer la pression sur les deux branches du siphon, de telle sorte que le système se trouve prêt à fonctionner de nouveau au moindre développement du calorique.

« Comme on le voit, le siphon ne fonctionne que sous l'influence du calorique, et la quantité d'eau qu'il débite est toujours proportionnée au degré de température qui fait pression dans le réservoir; par conséquent, toute tendance d'échauffement, à mesure qu'elle se manifeste, se trouve tempérée et combattue par une action contraire et instantanée, dont l'énergie a précisément pour mesure l'échauffement qu'il s'agit de neutraliser. »

BOÎTE DELANNOY (1858). — Les dispositions de cette boîte se distinguent par l'absence des joints latéraux, qui souvent laissent échapper l'huile; elle est fondue d'une seule pièce avec son réservoir inférieur et un godet pour l'introduction de l'huile, qui, au lieu d'être placé de face, se trouve sur l'un des côtés.

Le départ de l'huile est évité, du côté de la portée du calage de l'essieu, par un presse-étoupe ou un cuir embouti.

Dans ses premières boîtes, M. Delannoy supprimait le champignon qui termine la fusée et faisait buter cette extrémité sur une plaquette en bronze. Mais pour éviter l'inconvénient de trancher les champignons dans ces nouvelles boîtes, il est conservé.

BOÎTE DIETZ (1858). — Cette boîte, en usage dans les chemins de fer français de l'Est et appliquée par la Société des chemins de fer russes, offre, paraît-il, des avantages très-appreciables quant à la dépense d'huile.

Nous tenons de l'obligeance de M. Dietz un tableau comparatif qui donne les résultats pratiques obtenus sur divers systèmes de boîtes et sur la sienne, lesquels sont considérés sous le point de vue de la quantité d'huile dépensée.

La fig. 19 représente en section longitudinale une boîte du système Dietz, telle qu'elle fonctionne appliquée à des wagons de l'Est.

La fig. 20 en est une section transversale.

La fig. 21 montre la boîte en dessous, l'essieu et le coussinet retirés. Le dessous de cette boîte forme deux réservoirs à huile R et R' qui se trouvent à deux niveaux différents.

Un barrage demi-circulaire *i* est maintenu en contact avec la fusée F par un ressort à boudin *r*, logé dans l'intérieur d'un renflement cylindrique venu de fonte avec les réservoirs.

La boîte proprement dite B, garnie de son coussinet C, est fondue avec des carneaux *b*, disposés avec des pentes convenables pour ramener l'huile élevée par la rondelle D, calée près du collet interne de la fusée, dans le réservoir supérieur R. Elle est en outre fondue avec des oreilles *b'* traversées par les boulons qui relient le fond de forme correspondante avec la partie supérieure.

Une rondelle de cuir a , engagée dans des rainures profondes ménagées du côté de l'essieu dans l'épaisseur de la boîte et de son fond, empêche les matières étrangères d'entrer dans les récipients. Le départ de l'huile de ce côté est arrêté par une collerette t , qui forme larmier, en la laissant tomber dans le réservoir inférieur R' , d'où la rondelle la remonte.

L'observation d'un grand nombre de boîtes en marche depuis trois ans, nous assure M. Dietz, montre que le barrage i fonctionne comme un obturateur parfait, et lorsque le véhicule est au repos et que la rotation de la fusée n'amène que très-peu de liquide dans le réservoir R' , le travail de lubrification se fait dans la partie antérieure de la boîte.

Considérons maintenant, avec M. Dietz, la boîte en stationnement, au démarrage et en marche rapide, en admettant même que le barrage ne fonctionne pas très-bien.

En stationnement, l'huile introduite par le clapet p' , dans le réservoir supérieur R , ne passe entre le barrage i et la fusée qu'avec une extrême lenteur pour tomber dans le réservoir inférieur R' , dont la capacité peut contenir et au delà le volume compris entre les deux niveaux x et y .

Le niveau le plus bas possible est en y , de sorte qu'au départ, en supposant ce cas limite, le graissage se fait par le champignon f ; en même temps la rondelle D , qui plonge dans l'huile du réservoir R' , entraîne cette huile jusqu'au racleur e , d'où elle prend les canaux b , qui la ramènent dans le réservoir supérieur.

A mesure que la vitesse de marche augmente, l'huile enlevée par la rondelle, obéissant à l'action centrifuge, est projetée sur les parois de la boîte, dont toutes les pentes arrivent aux canaux b , et par là elle fait retour au premier réservoir R .

Boîte JUZET (1859). — Dans cette boîte, représentée en section longitudinale, fig. 22, la fusée F baigne constamment et en grande partie dans l'huile que contient le réservoir R , rapporté sous la boîte B . Celle-ci, garnie du coussinet C , recouvre et entoure exactement la fusée; elle n'a de communication avec l'extérieur que par le canal d , servant à l'introduction de l'huile. L'entrée de ce canal est fermée par un clapet p , monté à charnière et maintenu dans sa position par un ressort à pincette r , logé dans un évidement pratiqué dans l'épaisseur de la boîte, laquelle est fondue avec un large évidement en dessus pour recevoir les lames M du ressort de suspension du wagon.

Sur la portée de calage de l'essieu E est pratiquée une gorge annulaire dans laquelle est engagée une forte rondelle de caoutchouc ou de gutta-percha a . Le bord extérieur de celle-ci est également emprisonné dans des rainures dont la boîte et son réservoir sont munis, de sorte que de ce côté, le seul d'où l'huile puisse s'échapper, il ne peut y avoir de perte de lubrifiant, et ni poussière, ni sable ou autres manières étrangères ne peuvent pénétrer dans la boîte.

GRAISSAGE HYDROSTATIQUE.

Boîte DORMOY (1857)¹. — Nous n'avons pu classer la boîte de M. Dormoy dans les trois systèmes généraux que nous venons d'examiner, parce que le procédé sur lequel le graissage de la fusée est basé est tout différent : ce n'est plus un graissage en dessous, mais bien en dessus, comme dans le graissage ordinaire à la graisse dure.

Ce procédé est basé sur le principe de l'*écoulement des liquides par un orifice en minces parois*.

Dans cette boîte, représentée en section longitudinale, fig. 23, et en section transversale, fig. 24, le réservoir supérieur B' des boîtes ordinaires B est conservé. Dans les deux trous qui conduisaient la graisse sur la fusée F sont vissés deux tubes creux en cuivre *t*, ayant une face de leur paroi verticale amincie à l'endroit où se trouve l'orifice conducteur de l'huile *o*. Ces tubes sont noyés dans la cavité de la boîte que l'on remplit d'huile au lieu de graisse, et cette huile s'écoule lentement et régulièrement sur la fusée. On modère et on règle l'écoulement de l'huile, soit en diminuant la section des orifices *o*, soit en réduisant la charge d'huile au-dessus du niveau de ces orifices.

L'huile, après avoir lubrifié la fusée, retombe par son propre poids dans le dessous de la boîte R, disposée pour former récipient. A l'arrivée de chaque train, dans les têtes de lignes, on effectue le soutirage de l'huile contenue dans le dessous de boîte ; cette opération se fait rapidement par l'ouverture O fermée par le clapet à ressort *p'*, au moyen d'une petite pompe à main.

Cette huile, ainsi recueillie par le soutirage, n'a éprouvé aucune altération, elle est seulement un peu trouble; après qu'elle a été reposée pendant huit jours, et ensuite décantée, on peut l'employer de nouveau pour le graissage. La quantité d'huile ainsi recueillie par le soutirage équivaut à peu près aux 65 centièmes de la totalité de l'huile versée dans le réservoir supérieur.

Les cahotements et les oscillations des véhicules pendant la marche des trains font rejaillir, comme on sait, l'huile dans tous les sens. Pour éviter toutes déperditions, l'ouverture par laquelle on introduit le liquide lubrifiant dans le réservoir supérieur est non-seulement fermée par un petit clapet à charnière et à ressort garni de cuir *p*, mais en outre ce clapet est monté sur un autre plus grand ne servant que pour le nettoyage, et que l'on ne peut ouvrir qu'en dévissant le boulon *q*.

Ce second clapet est fondu avec une sorte d'entonnoir *s* qui, plongeant dans le liquide, divise son volume et présente un obstacle à son soulèvement jusqu'au clapet supérieur *p*.

1. Le graissage hydrostatique est breveté aux noms de MM. Dormoy et de Saint-Christophe. Plus tard, M. Dubois a été admis en participation.

Dans le dessous de la boîte, sur une cloison horizontale qui sépare le récipient, est logé un contre-coussinet en bois *C'*, muni d'une garniture en crin maintenue constamment en contact avec la fusée par l'action du ressort à boudin *r*.

Ce coussin ou tampon a pour but d'absorber l'huile qui arriverait en excès sur la fusée, laquelle, après avoir traversé la couche de crin, tombe dans le dessous de la boîte pour être recueillie par le soutirage.

Au lieu de conserver les grandes pattes d'araignée transversales qui existent dans les coussinets de wagons à la graisse, le coussinet *C* des boîtes à huile de M. Dormoy n'est muni que d'une petite rainure longitudinale pratiquée dans le sommet et s'arrêtant à une certaine distance de chaque extrémité. Par cette disposition, l'écoulement de l'huile du réservoir supérieur est évité pendant l'arrêt ; le poids mort du wagon est suffisant pour assurer un joint parfait entre le sommet du coussinet et la fusée, et pour empêcher, par conséquent, que l'huile contenue dans la rainure s'écoule d'elle-même.

RÉSULTATS OBTENUS PAR L'APPLICATION DES BOITES A HUILE.

Les expériences faites dans le but de faire reconnaître les avantages que présente le graissage à l'huile sur celui à la graisse ont porté sur trois considérations distinctes offrant chacune un intérêt spécial :

La première, sur les dépenses d'huile des divers systèmes du même genre en présence ou comparées avec la dépense de graisse ;

La seconde, sur l'économie qui pouvait résulter par l'usure des coussinets en bronze ;

Enfin la troisième, sur l'effort de traction qui doit naturellement diminuer si les frottements sont moindres par suite d'une meilleure lubrification des coussinets.

Nous allons examiner à part chacune de ces considérations et donner les renseignements que nous avons pu recueillir à ce sujet :

ÉCONOMIE D'HUILE. — M. Viteau, dans un mémoire que nous avons sous les yeux, assure, d'après des expériences faites au chemin de fer d'Orléans, que la dépense de ses boîtes à huile est de 25 grammes par 1,000 kilomètres, soit 100 grammes pour un wagon muni de quatre boîtes.

La boîte de M. Dietz ne dépense, d'après les expériences qui nous sont rapportées par l'auteur même, que 13 grammes d'huile par 1,000 kilomètres dans les trains de 60 kilomètres à l'heure ; cette consommation, qui pourtant nous paraît déjà très-minime, peut descendre, paraît-il, à 8 grammes pour les petites vitesses.

Pour faire ressortir les différences qui existent entre cette dépense et celle de quelques autres systèmes, M. Dietz nous a communiqué un tableau comparatif publié en Allemagne dans l'*Organe des progrès des chemins de fer*, dont nous donnons l'extrait ci-après.

TABLEAU COMPARATIF

DE LA CONSOMMATION DE DIVERS SYSTÈMES DE GRAISSAGE A L'HUILE EMPLOYÉS EN PRUSSE

DÉSIGNATION des Compagnies.	CONSOMMATION par 1000 kilomètres (par voiture, 4 boîtes).	DÉSIGNATION des Compagnies.	CONSOMMATION par 1000 kilomètres (par voiture, 4 boîtes).
	kil.		kil.
Berlin-Hambourg.....	0.144	Breslau-Schweidnitz-Fribourg...	4.755
Saarbrück.....	0.444	Cologne-Rolandseck.....	4.872
Köln-Minden.....	0.414	Basse-Silésie (embranchements)..	2.259
Magdebourg-Wittemberg.....	0.899	Basse-Silésie-Marck.....	2.339
Thuringe.....	0.899	Magdebourg-Leipzig.....	2.549
Basse-Silésie... / Dans des cas	0.630	Wilhelmsbahn.....	3.045
Thuringe..... / particuliers.	0.058	Aix-la-Chapelle-Maestricht.....	3.599
Ostbahn.....	4.246	Magdebourg-Leipzig (cas parti-	
Du Rhin.....	4.350	culier).....	4.749
Berlin-Stettin.....	4.670	Boîte Dietz.....	0.013

Nous ne pouvons nous expliquer le peu d'accord qui existe entre ces consommations qu'en supposant que, dans la plus grande partie des systèmes employés sur les chemins de fer de Prusse, les dispositions adoptées pour retenir l'huile à l'intérieur des boîtes sont insuffisantes ; il ne peut y avoir, nous le croyons, que des pertes constantes du lubrifiant qui peuvent justifier une si grande consommation et des différences aussi sensibles.

Des expériences faites au chemin du Nord, avec les systèmes de boîtes à tampons capillaires employés par cette Compagnie, ont donné une dépense d'huile de 0^{gr}.0237 par kilomètre et par wagon.

Une autre expérience, faite par la même Compagnie, dans le but de constater le parcours le plus long que peuvent effectuer sans alimentation les boîtes à huile, a donné les résultats suivants :

Une voiture de 1^{re} classe, avec boîtes disposées comme celles des fig. 9 et 10 de la planche 17, sans trous de rentrée d'huile, avec touches aux corps de boîte, pattes prolongées aux coussinets et rondelles embouties à l'extérieur, a consommé, après un parcours total de 5,208 kilomètres, 120 grammes d'huile.

Soit par kilomètre de chemin parcouru :

$$\frac{120}{5208} = 0^{\text{gr}}.0249.$$

Sur cette quantité, quelques gouttes d'huile ont été trouvées dans les gorges de portée de calage.

USURE DES COUSSINETS. — Des expériences faites avec beaucoup de soin, au chemin de fer du Nord, vont nous permettre de faire remarquer la différence qui existe entre l'usure des coussinets en bronze graissés à l'huile et ceux graissés à la graisse.

TABLEAU COMPARATIF

DE L'USURE DU BRONZE DES COUSSINETS GRAISSÉS A L'HUILE ET DE CEUX GRAISSÉS A LA GRAISSE.

NOMBRE de kilomètres parcourus dans chaque expérience.	USURE KILOMÉTRIQUE par voiture (4 boîtes).		USURE PAR 100,000 KILOM. par voiture (4 boîtes).		ÉCONOMIE pour 100 de bronze produite par le graissage à l'huile.
	Huile.	Graisse.	Huile.	Graisse.	
408.244	grammes. 0.0380	grammes. 0.0692	kilogrammes. 3.806	kilogrammes. 6.928	0.45
51.479	0.0214	0.0574	2.440	5.740	0.63
45.292	0.0098	0.0424	0.998	4.246	0.97
252.434	0.0244	0.0560	2.440	5.618	0.58
53.835	0.0498	0.0582	4.980	5.820	0.66
33.572	0.0110	0.0448	1.100	4.480	0.74
Moyenne gé ⁿ l ^e .	0.0265	0.0563	2.055	5.472	0.65

Ces expériences ont été faites sur les boîtes des wagons à marchandises diversement chargés : c'est ce qui explique en partie les différences assez sensibles que l'on remarque dans la consommation. Malgré cela, dans tous les cas, le graissage à l'huile apporte une économie de bronze très-appreciable, puisque la moyenne est encore de 65 pour 100.

Ainsi, prenant la différence de l'usure moyenne pour 100,000 kilomètres, qui est de

$$5^k 472 - 2^k 055 = 3^k 417,$$

et admettant le prix du bronze à 4 fr. le kilog., l'économie en argent serait, par wagon, pour 100,000 kilomètres parcourus, de

$$3^k 417 \times 4 = 13^f 66.$$

Ces résultats sont obtenus avec les boîtes à huile à tampons capillaires du système adopté aujourd'hui au chemin du Nord.

Les systèmes à rouleaux ou galets élévateurs sont loin de présenter les mêmes avantages sous le point de vue de l'usure des coussinets; des expériences faites par les ingénieurs de la même Compagnie ont prouvé que l'usure du coussinet, en adoptant ce système de boîte, au lieu d'être moindre que celui du graissage en dessus à la graisse, est plutôt plus considérable.

RÉSISTANCE A LA TRACTION. — Des essais faits depuis deux ans sur les chemins de fer du Midi, au moyen du graissage hydrostatique de M. Dormoy, ont donné pour résultats à peu près 32 pour 100 de diminution de frottement sur le graissage ordinaire.

Cette diminution a été constatée en faisant rouler les wagons à l'huile en concurrence avec des wagons identiquement semblables graissés à la graisse : en les plaçant sur un plan incliné de 0^m,60 sur une longueur de 18 mètres, puis les abandonnant ensuite librement à l'action de la gravité, ils ont effectué des parcours dont les moyennes sont restées dans la proportion de 99 mètres à 67 mètres, soit, comme nous l'avons dit, de 32 pour 100 en faveur du graissage hydrostatique.

Des expériences faites au dynamomètre de M. Morin, il y a quelques années, sur le chemin de fer d'Orléans, sous la direction de M. Polonceau, avaient donné des résultats très-avantageux.

Le graissage à l'huile avait offert jusqu'à une différence

de 1 à 1,59, soit 59 pour 100

sur le graissage à la graisse, c'est-à-dire que l'on pouvait remorquer avec la même force motrice 159 wagons avec boîte à huile, contre 100 wagons seulement munis de boîte à graisse.

Dans le premier cas, la traction moyenne était de 3 kilog. à 3 kilog. 50 par tonne.

Dans le second cas, de 4 kilog. 75 à 5 kilog. 25.

De récentes expériences faites avec le plus grand soin au chemin de fer de Lyon, également à l'aide du dynamomètre de M. Morin, ont donné des résultats presque identiques pour le graissage à l'huile, mais bien différents pour le graissage à la graisse, puisqu'il n'a pas présenté une résistance plus considérable, et même quelquefois l'effort de traction a été trouvé un peu moindre pour les wagons graissés à la graisse.

Ainsi, en employant indifféremment les boîtes à huile et les boîtes à graisse, les résultats ont été dans les deux cas, avec une vitesse de 30 kilomètres à l'heure, sur un chemin de niveau, par un temps calme, de

3 kilog. à 3 kilog. 50 par tonne.

Sur un parcours présentant une pente de 4 millimètres par mètre, cet effort s'est élevé, également pour les deux modes de graissage, à

5 kilog. à 5 kilog. 50 par tonne.

Ces différents résultats, obtenus les uns sur la ligne d'Orléans, les autres sur la ligne de Lyon, peuvent être attribués, soit à l'état du matériel, soit au choix du système de boîte ou à la qualité des huiles et à

celle des graisses employées, soit encore à ces différentes causes réunies.

Quoi qu'il en soit, il ne faut pas s'en étonner, car chaque jour nous voyons se renouveler des faits analogues. C'est qu'en effet il est rare que des expériences sur des appareils qui ne sont pas encore bien connus puissent être parfaitement concluantes. Il suffit quelquefois de négliger certaines précautions ou d'omettre quelques détails qui paraissent peu importants, pour faire varier sensiblement les résultats.

Nous sommes pourtant bien porté à croire que le graissage à l'huile, appliqué d'une façon générale, régulière et constante, sur une grande ligne de chemin de fer, avec un service bien organisé, doit présenter des avantages sérieux, soit comme économie de lubrifiant, ou de métal des coussinets, soit comme réduction sur la traction.

Les difficultés pratiques ne résidant plus, suivant nous, que dans les dispositions à donner aux boîtes, nous serions heureux si cette étude pouvait rendre quelques services en aidant un peu à la solution de ce problème poursuivi depuis plusieurs années avec tant de persévérance.

COMPARAISON

AU POINT DE VUE DU DÉMARRAGE, ENTRE LES BOÎTES A HUILE ET CELLES A GRAISSE.

Voici quelques observations que nous recevons de M. Vallod sur le frottement et le démarrage des wagons; elles nous paraissent offrir un véritable intérêt :

Les nombreuses expériences qui ont été faites avec les divers systèmes de boîtes à l'huile, pour constater les différences de traction qui peuvent exister entre ce mode de lubrification des surfaces frottantes et celui à la graisse, ont prouvé que, dans l'état actuel du graissage par l'huile, un des points les plus importants, celui du démarrage, n'était pas suffisamment atteint.

Nous avons remarqué, dit M. Vallod, qu'un wagon graissé à la graisse, à vide ou en charge, après être resté à l'état de repos, était plus facile à démarrer en été qu'un wagon graissé à l'huile dans les mêmes conditions.

On a bien reconnu, en mécanique, que, lorsque deux corps sont en contact et depuis quelque temps à l'état de repos, la résistance au mouvement, au moment où l'on veut les faire glisser l'un sur l'autre, est plus grande que quand ils se meuvent; ce phénomène a lieu dans les deux cas, mais avec plus d'intensité pour le graissage à l'huile.

C'est donc à une autre cause qu'à celle que nous venons de signaler qu'il faut attribuer cette résistance.

Voici comment, suivant cet ingénieur, elle peut être expliquée :

Lorsqu'un tourillon graissé à la graisse se meut dans son coussinet,

cette graisse se répartit uniformément entre les surfaces en contact, remplit les cavités qui peuvent exister entre les aspérités de ces surfaces ; elle forme une nappe qui empêche leur contact à sec et vient les lubrifier immédiatement lorsque le repos cesse.

Il n'en est pas de même lorsque la matière employée est de l'huile ; celle-ci, en vertu de la fluidité, s'échappe rapidement lorsque le repos a lieu, et ne tarde pas à les abandonner complètement. Alors la résistance au mouvement que nous venons de signaler, et que nous croyons due à un effet pneumatique produit par le rapprochement intime de ces surfaces mises à sec, ne disparaît que lorsqu'une nouvelle alimentation arrive pour les mouiller.

L'emploi d'une huile trop fluide, ou renfermant un principe acide ou visqueux, peut augmenter sensiblement cette cause de résistance.

Dans le premier cas, comme nous l'avons dit, les surfaces ne conservent pas leur huile qui s'écoule trop vite ; dans le second cas, elles s'oxydent et forment un commencement de soudure humide ou se collent par la viscosité de l'huile.

Pour faire disparaître ces mouvements, nous pensons, ajoute l'auteur, qu'il faut :

1° Employer pour le graissage une huile pure, grasse, adhérent aux surfaces, même à l'état de repos, non susceptible de former du cambouis ou de s'oxygéner ;

2° Disposer les conduits dans le coussinet de manière qu'elle puisse y stationner, afin qu'elle remplisse immédiatement sa fonction dès que le mouvement a lieu ;

3° Placer dans le réservoir supérieur, qu'il est nécessaire de conserver dans les boîtes, une nappe de déchets de coton préalablement imprégnés d'huile, pour qu'elle puisse s'échapper lentement entre les surfaces en passant par les trous graisseurs dans les conduits, lorsqu'il y a repos.

On peut se trouver dans la nécessité d'être obligé d'utiliser des huiles trop fluides ; alors, en les mélangeant avec 1 1/2 pour 100 de plombagine, on peut leur donner plus de corps et retarder leur écoulement.

M. Vallod conseille la plombagine parce qu'il l'a employée avec succès ; sa propriété onctueuse facilite le glissement des surfaces en contact dans les roues ; et parce qu'étant mêlée à l'huile elle s'interpose entre elles et les empêche de se rapprocher en y adhérent.

Les déchets de coton que M. Vallod introduit dans le réservoir supérieur remplissent ici une condition essentielle : celle d'emmagasiner, lorsque le mouvement existe, une certaine quantité de la matière grasse qu'elle reçoit du galet, et de la restituer lentement au réservoir inférieur ; ce qui constitue tout à la fois un appareil graissant de bas en haut et de haut en bas par écoulement.

CONSIDÉRANTS

A L'APPUI DU JUGEMENT RENDU PAR LA COUR IMPÉRIALE DE PARIS, LE 22 AOUT 1860.

M. DECOSTER CONTRE LES COMPAGNIES DU NORD, D'ORLÉANS, ET M. CAIL.

Considérant que les experts ¹, en constatant quelques antériorités dans l'examen des deux boîtes qui étaient soumises à leur appréciation, n'ont porté aucune atteinte aux droits que Decoster tenait des décisions judiciaires précédemment rendues et résultant de ses brevets de 1847 et 1855; qu'en agissant ainsi ils n'ont pas davantage contrevenu à la mission qui leur avait été confiée par la Cour; qu'il était en effet rationnel qu'appelés à donner leur avis sur la contrefaçon reprochée à l'administration du chemin de fer du Nord, ils commençassent par établir, dans l'analyse des éléments constitutifs des deux boîtes, quels étaient ceux qui appartenaient au domaine public et ceux qui pouvaient être la propriété des parties litigieuses, afin d'en mieux comprendre l'application et d'en mieux démontrer la fonction; que cette appréciation était même commandée par les objections que soulevait Decoster dans les dires qui leur étaient présentés; que, dans tous les cas, en provoquant de leur part toutes les recherches propres à éclairer leur religion et celle de la justice, la Cour n'avait pas limité l'étendue de leurs opérations, et qu'il leur suffisait, pour remplir l'objet de leur mission, de répondre catégoriquement, comme ils l'ont fait, aux questions posées dans l'arrêt préparatoire du 31 décembre 1859;

Considérant, enfin, que ce mode de procéder répondait tout à la fois à la partie de l'arrêt de la Cour qui demandait si la boîte saisie n'était pas la contrefaçon déguisée de celle brevetée par Decoster, et rendait plus facile, par suite de cet examen de détail, la solution de la seconde question, celle de savoir si la composition de cette boîte ne constituait pas un système différent de celui de Decoster;

Considérant, en effet, qu'il résulte soit des brevets dont s'agit, soit des décisions judiciaires précédemment rendues, comme des débats eux-mêmes, que ce qui constitue l'objet de la découverte de Decoster, c'est moins l'invention d'une idée, celle par exemple du retour de l'huile, qu'une conception, une combinaison de moyens connus et d'autres nouveaux, agencés de manière à opérer ce retour d'huile dans les paliers graisseurs, afin d'obtenir un graissage plus complet et plus économique des engins auxquels cet appareil s'applique;

Considérant qu'après avoir reconnu, dans leur rapport, que la division

1. M. Combes, inspecteur général des mines; M. Bailloud, inspecteur général des ponts et chaussées; M. Delaunay, ingénieur en chef des mines.

en deux parties hermétiquement fermées et le réservoir à huile placé sous le tourillon et dépassant la longueur de la fusée, circonstances communes aux deux boîtes, ne formaient pas le droit privatif de Decoster et existaient antérieurement à son brevet, les experts signalent des différences importantes dans le mode de graissage employé par les parties, et font même remonter l'emploi des moyens dont se sert la Compagnie du Nord à une époque qui a précédé le système de Decoster ;

Que du rapprochement comparatif de ces différents organes il résulte que l'éleveur, dans la boîte du Nord, n'est pas, comme dans celle de Decoster, une simple mèche enroulée sur elle-même et ne touchant le tourillon que dans une de ses parties, mais un tampon-brosse, s'appliquant sur toute la fusée et la lubrifiant dans toute sa longueur ; que le moyen employé pour maintenir l'éleveur en contact avec la fusée n'est pas moins différent : que chez Decoster c'est un simple levier-bascule, n'agissant point par lui-même, n'opérant pas d'une manière continue et ayant besoin à certains moments de la main de l'homme pour être remis en contact immédiat avec le tourillon ; que dans la boîte du Nord, au contraire, l'éleveur est rapproché de la fusée au moyen d'une lame de ressort recourbée, ayant son point d'appui dans le fond de la boîte, et par son élasticité naturelle agissant constamment sur la fusée qu'il lubrifie dans toutes ses parties, au moyen du tampon-brosse tenu incessamment en contact avec cette dernière ;

Considérant qu'après ces différentes constatations faites, les experts abordent l'examen des dispositions intérieures des deux boîtes, là où se rencontre l'organisation des moyens employés pour opérer le RETOUR D'HUILE, ce que Decoster regarde comme *le point le plus important et qui forme la base et le principe de son invention :*

C'est-à-dire les dispositions des paliers, des chaises et des supports à réservoir inférieur fermé qui permet de recevoir le supplément ou l'excédant de l'huile qui n'est pas consommée, et de remonter sans cesse celle qui vient alimenter le tourillon et les coussinets ;

Considérant que dans cette appréciation les experts déclarent formellement que les dispositions intérieures de la boîte de la Compagnie du Nord ne présentent pas la division en trois compartiments signalés dans celle brevetée par Decoster ; que l'on n'y trouve aucune des cloisons destinées, comme chez ce dernier, à séparer les extrémités du réservoir de sa partie moyenne ; que les appendices qu'on y découvre n'ont pour objet que de guider le tampon-brosse à ressort et de le maintenir dans une position convenable avec la fusée ; qu'on ne saurait voir, selon eux, un compartiment dans la rainure destinée à recevoir une rondelle de cuir qui la remplit presque complètement ; que cette rondelle, dont le bord inférieur frotte sur l'essieu, a pour objet, comme dans la boîte du chemin de fer Saxon-Bavarois, de fermer hermétiquement les réservoirs afin d'empêcher tout à la fois l'entrée de la poussière et la sortie de l'huile ;

Considérant qu'enfin ce trou placé à la partie inférieure de la rainure, par lequel le liquide amené en excédant sur le cuir rentre dans le réservoir, ne présente pas là une disposition analogue au compartiment vide ménagé par Decoster à l'extrémité de sa boîte pour recevoir l'huile qui a coulé le long de la fusée et produire un retour régulier au réservoir ; que là encore manque le repos d'huile indiqué dans le brevet de Decoster, comme une circonstance importante de son système, repos pendant lequel l'huile se dégage de toutes les parties étrangères ramassées dans son parcours, afin de retourner pure au réservoir commun et de servir à une nouvelle et incessante lubrification ; que dans la boîte du Nord le liquide arrive immédiatement à la partie inférieure où se trouve l'agent lubrificateur, encore tourmenté et agité par les mouvements du véhicule sans avoir été soumis à aucun temps de repos ;

Considérant encore qu'il résulte du travail des experts que le graissage contenu au moyen d'une circulation incessante, sans projection au dehors de la matière lubrifiante, dont la conservation, au contraire, est complètement assurée, se rencontre dans les boîtes allemandes et dans celles du chemin de fer Saxon-Bavarois ; que ce système de graissage ne peut donc être revendiqué par Decoster comme droit privatif ; que ce droit ne peut porter que sur la combinaison particulière qu'il a imaginée pour amener ce but qui avait déjà été atteint avant lui ; que, de tout ce qui précède, il résulte que la division, la pose et l'élévation des cloisons de la boîte brevetée, la manière dont les couvertures y sont placées pour empêcher la déperdition de l'huile, le mode d'immersion de la mèche au moyen du mécanisme-bascule, les cavités ménagées des deux côtés, qui se remplissent d'huile au moment de cette immersion, pour la laisser ensuite couler peu à peu sur la mèche pendant qu'elle est levée au-dessus du niveau de l'huile du réservoir, toutes conditions constitutives de la boîte Decoster ne se trouvent pas dans celle du chemin de fer du Nord ;

Considérant que l'administration de ce chemin n'avait point à se préoccuper de la division du réservoir en compartiments séparés pour modérer le clapotement de l'huile par suite des secousses de la voiture et des mouvements de lacet, ce clapotement ne pouvant, d'une part, amener aucune déperdition du liquide, parce que la garniture de cuir adaptée à l'ouverture par laquelle l'essieu pénètre dans la boîte s'y oppose complètement, et que, d'une autre part, il contribue, avec la capillarité, à maintenir constamment imbibé le tampon-brosse qui reste toujours au-dessus du niveau de l'huile dans le réservoir ;

Que de toutes ces constatations il faut conclure, avec le rapport des experts, que la Compagnie du chemin de fer du Nord n'a pas contrefait la boîte à huile de Decoster, objet des brevets et certificats de 1847 et 1855, et que le système de la boîte saisie constitue un système différent de celui breveté ;

Sur l'appel respectif de l'appel de M. Decoster et de la Compagnie

d'Orléans, la Cour, sans s'arrêter aux exceptions de non-brevetabilité et de déchéance abandonnées devant elle par la Compagnie d'Orléans, en ce qui touche le délit de contrefaçon de la boîte à huile brevetée par M. Decoster, par les motifs donnés en l'arrêt précédent ;

Et considérant en outre que dans la boîte d'Orléans le leveur capillaire est maintenu en contact avec la fusée par le moyen de deux ressorts à boudin ayant leur point d'appui au fond d'une boîte en fer-blanc à jour, installé de manière à agir constamment sur la fusée, qu'il lubrifie dans toutes ses parties à l'aide du tampon-brosse tenu incessamment en contact avec cette dernière ; que les experts déclarent formellement que la division en trois compartiments de la partie inférieure de la boîte de Decoster ne se retrouve pas dans celle qui a été saisie dans les ateliers du chemin de fer d'Orléans ; que l'on ne saurait voir cette division tripartite dans l'installation de la petite boîte de fer-blanc placée au milieu du réservoir de la boîte d'Orléans ; que d'une part les bords de cette petite boîte de fer-blanc restent au-dessous de la fusée, tandis que les cloisons pratiquées dans la boîte, objet des brevets de Decoster, s'élèvent évidemment avec intention jusqu'à raser la fusée ; que d'autre part la boîte de fer-blanc n'a pas d'autre but que de maintenir le tampon-brosse en position convenable au-dessous du tourillon, et d'empêcher son dérangement par suite des mouvements de lacet de la voiture ; que l'on ne rencontre pas davantage dans la distribution de la boîte saisie ce que Decoster appelle le repos d'huile, et auquel il attache une grande importance ; adoptant au surplus les motifs des premiers juges, en ce qui touche les dommages-intérêts réclamés par la Compagnie d'Orléans ;

A confirmé purement et simplement la sentence attaquée ;

Après avoir constaté la différence essentielle du mode de graissage et de l'agent lubrificateur existant dans les deux paliers soumis à leur examen, différence déjà reconnue par le jugement dont est appel, signale plusieurs éléments constitutifs du palier Decoster, comme appartenant les uns au domaine public et les autres présentant un caractère et une destination qu'ils n'ont pas dans l'appareil saisie chez Cail et C^e ;

Que d'une part, en effet, le réservoir d'huile placé sous le tourillon à graisser faisant corps avec le palier, et le support du tourillon installé à l'intérieur de ce réservoir et comme suspendu à une certaine distance de son fond, ne sont pas de l'invention de Decoster ; que cette disposition se trouve dans le moulin à vent de M. Amédée Durand, décrit dans le Bulletin de la Société d'encouragement de l'année 1830 ; que, d'autre part, le couvercle contenant la coquille supérieure du coussinet ne peut davantage être considéré comme une imitation du palier Decoster ; qu'il ne présente aucune différence avec les paliers ordinaires à chapeau ; que, quant à la fermeture hermétique du réservoir d'huile par le couvercle dont Decoster réclame la propriété, les experts constatent et démontrent qu'elle n'existe pas plus dans le palier saisi ; que s'il en est question dans

son brevet, rien dans son texte ni ses dessins n'indique aucun mode de fermeture s'appliquant soit aux ouvertures circulaires par lesquelles l'arbre pénètre de part et d'autre dans le réservoir d'huile, soit aux deux autres côtés latéraux sur lesquels vient reposer le chapeau ou couvercle;

Considérant encore que les embases placées à l'extrémité du tourillon que Decoster présente comme n'étant autre chose que son disque élevant n'ont pas, quoique plongeant dans l'huile, pour objet de l'élever du réservoir par le graissage du tourillon; qu'elles ne sont destinées qu'à empêcher le glissement longitudinal de l'arbre dans ces supports; que le tourillon n'avait pas besoin de ce mode de graissage, puisque, dans la boîte de Cail, il est lubrifié d'une manière suffisante par son immersion dans l'huile du réservoir au moyen de la fente longitudinale pratiquée dans la coquille inférieure du coussinet, et qui permet au tourillon d'être constamment en contact avec l'huile et dans toute sa longueur;

Considérant enfin que le retour d'huile, dont Decoster fait la base principale et essentielle de son système, ne se rencontre pas dans la boîte de Cail; que le tourillon, en effet, n'y prend que l'huile strictement nécessaire à son graissage, et n'emporte avec lui qu'une couche mince adhérente à sa surface; que s'il arrive qu'une faible partie de cette huile, entraînée par le tourillon ou soulevée par les embases, retombe dans le réservoir inférieur vers les deux bouts du palier, ce n'est là qu'une conséquence nécessaire de l'installation de l'arbre au milieu du réservoir d'huile, circonstance qui se présentait déjà dans le palier du moulin de M. Amédée Durand, et qui, dans tous les cas, ne peut être considérée comme le retour d'huile par Decoster; que, dans le palier saisi, ce n'est qu'une chose accidentelle et qui ne fait pas partie du mode de graissage, au lieu que chez Decoster le retour d'huile est une partie intégrante du mouvement de circulation donné à l'huile pour graisser le tourillon.

MOTEURS A AIR

MACHINE A AIR DILATÉ

PAR LA COMBUSTION DES GAZ

De M. LENOIR, ingénieur

ET CONSTRUITE

Par M. MARINONI, mécanicien à Paris

(PLANCHE 18)

Il est remarquable de voir combien l'on s'occupe, depuis quelque temps, de projets relatifs à des moteurs nouveaux pour détrôner, s'il est possible, la machine à vapeur. Il semble que ce système, qui, après plus d'un siècle de travail et de progrès successifs, est parvenu à un si haut degré de perfection, et qui ne laisse, pour ainsi dire, plus rien à désirer, est sur le point d'être abandonné, comme s'il n'avait pas rendu les plus grands services à l'industrie et à la civilisation.

Au moment où l'on est arrivé à faire des machines qui ne consomment pas 1 kil. 1/2 de charbon par heure et par cheval, et en même temps à réduire le prix de revient, au point de les livrer en fabrication à moins de 75 à 80 centimes le kilogramme, toutes les idées se portent vers des systèmes inconnus qui, quoique encore à l'état d'enfance, présentent cependant de grandes espérances.

Nous sommes véritablement dans un siècle extraordinaire; il faut absolument que notre époque engendre des merveilles: les esprits travaillent dans tous les genres, en physique comme en chimie, comme en mécanique. Ce n'est pas seulement en France que nous constatons ce fait, mais aussi en Angleterre, aux États-Unis et ailleurs.

Depuis M. Séguin, qui est convaincu que l'on doit utiliser la régénération de la vapeur¹; depuis M. Franchot, qui veut que l'air soit désor-

1. Nous avons publié, dans le 6^e volume du *Génie industriel*, l'appareil imaginé par M. Séguin pour employer la force régénératrice de la vapeur, et réaliser par suite une

mais l'agent moteur de nos usines, combien n'a-t-on pas vu d'inventeurs s'attacher à ces grandes questions qu'ils considèrent comme devant régénérer le monde?

On se rappelle qu'en 1853 nous avons décrit les premières dispositions imaginées par M. Franchot, de Paris, par M. Ericsson, des États-Unis, et par quelques autres ingénieurs, pour employer l'air chaud comme force motrice. Depuis lors, le problème a fait réellement de notables progrès, à ce point que, pour plusieurs personnes, il est bien près d'être résolu.

Il serait certes trop long, et peut-être fastidieux pour nos lecteurs, de passer en revue tous les brevets qui ont été pris à ce sujet dans les divers pays, d'autant plus qu'un grand nombre d'entre eux n'ont pas même été essayés, et ne présentent véritablement aucun intérêt; mais nous devons parler au moins de ceux qui sont en exécution et qui donnent des résultats.

Disons d'abord que, pour cet emploi de l'air dilaté, deux modes distincts sont en présence :

L'un consiste à faire chauffer l'air par un foyer adhérent à la machine, et à profiter de la force expansive de cet air pour faire marcher un piston qui transmet sa puissance à l'arbre moteur.

Tel est le système, aujourd'hui en vogue en Amérique, propagé par l'habile ingénieur M. Ericsson, qui s'y est constamment appliqué depuis des années. Introduit en France sous le simple nom de *machine calorique*, un spécimen de ce système, exécuté par M. Kurtz, à Paris, fait aujourd'hui l'objet d'une suite d'expériences au Conservatoire impérial des arts et métiers, sous la direction de MM. Thirion et de Mastaing, ingénieurs, chargés d'en étudier les améliorations. Nous ne tarderons pas à publier cette machine avec tous les détails qu'elle mérite, en faisant connaître les résultats pratiques dont elle est capable; nous ferons remarquer surtout les parties ingénieuses qu'elle renferme et les avantages qu'elle peut réunir dans ses applications.

Dans le même ordre d'idées, plusieurs constructeurs poursuivent aussi l'exécution des machines à air chaud, qui commencent également à faire sensation. Ainsi nous mentionnerons l'appareil de M. Million et le système Pascal, dont on a beaucoup parlé depuis 1855, et qui a reçu successivement des modifications importantes, d'abord par MM. Thomas et Laurens, puis par d'autres ingénieurs; nous devons citer de même la machine récemment apportée de Lyon au Garde-Meuble, à Paris, sous la direction de M. Belou. Nous publierons également tous les documents que nous recueillerons sur ces diverses machines dont nous nous réservons de faire un article spécial.

Le second type de moteur à gaz ou à air dilaté qui fait l'objet du

grande économie dans la consommation du combustible. Plusieurs inventeurs, et en particulier M. A. Prouvost, habile filateur de Lille, s'occupent de cette même question avec une véritable ardeur.

présent mémoire diffère essentiellement, selon nous, de la machine calorifique, en ce qu'au lieu de chauffer l'air atmosphérique avec de la houille ou du coke, on le chauffe avec un gaz que l'on enflamme par un courant électrique. — Telle est la machine Lenoir, qui fait depuis plusieurs mois le sujet de toutes les conversations industrielles, et dont l'attention publique a été tellement frappée dès son apparition, que l'établissement où elle se trouvait était encombré de visiteurs, et qu'aujourd'hui les ateliers du constructeur, M. Marinoni, deviennent insuffisants pour permettre d'exécuter toutes les demandes dans le temps moralement nécessaire.

Il faut dire aussi que cette curieuse machine s'est fait remarquer non-seulement par son originalité, mais encore et surtout par son bon fonctionnement; il est si rare, en effet, de voir marcher convenablement un appareil nouveau, qui, comme celui-ci, n'avait pas encore de similaire, et qui, par suite, devait nécessairement offrir des difficultés, des inconvénients imprévus.

M. Lenoir, plus heureux en cela que beaucoup de ses prédécesseurs, a eu, pour ainsi dire, un succès immédiat. Compris par des hommes bien placés, qui n'ont pas tardé à reconnaître combien son système présentait d'avenir, il a pu aller de l'avant et donner à son invention toute l'extension désirable.

En se proposant de faire un moteur à air dilaté par la combustion des gaz, il a voulu tout d'abord éviter les explosions, les détonations plus ou moins fortes qui résultent du mélange de deux gaz que l'on enflamme; et en cela déjà, nous devons le dire, il diffère essentiellement de ses devanciers. En effet, il n'emploie de gaz que la quantité nécessaire pour l'inflammation, et il a imaginé des agents distributeurs, rationnels et tout particuliers, qui répartissent régulièrement les jets d'air et de gaz, en empêchant le mélange intime de toute la masse. De plus, pour augmenter la force d'expansion de l'air atmosphérique et des gaz produits de la combustion, il introduit dans le cylindre moteur une certaine quantité d'eau qui se réduit instantanément en vapeur, chaque fois que le piston fait le vide derrière lui.

PRINCIPE GÉNÉRAL. — On sait que l'idée de mélanger un certain volume d'air avec un autre volume de gaz, et d'enflammer le mélange par une étincelle électrique, n'est pas une idée nouvelle. Depuis fort longtemps, en effet, on démontre en physique que lorsqu'on introduit dans un vase ou tube en verre très-épais¹ de l'oxygène et de l'hydrogène, par exemple, et que l'on fait passer à l'intérieur de ce vase une étincelle électrique, il y a immédiatement combustion des deux gaz, et la quantité de chaleur qui se dégage est telle qu'il se produit une dilatation considérable; aussi le mélange gazeux ne doit remplir l'eudiomètre qu'à moitié, autrement une partie du gaz serait infailliblement projetée au dehors du tube. Au

1. L'appareil qui sert à cette expérience est connu sous le nom d'eudiomètre.

moment de l'explosion, il y a augmentation de force élastique dans l'appareil. Aussitôt que la chaleur s'est dissipée, ce qui arrive au bout d'un instant très-court, l'eau formée se condense en gouttelettes liquides sur les parois du vase.

On a constaté, dans les expériences de laboratoire, que le volume du liquide ainsi obtenu est 2,000 fois plus petit que celui des gaz qui lui ont donné naissance; par conséquent, la tension devient plus faible.

Quand les gaz ont été introduits dans une proportion convenable pour former de l'eau, le volume gazeux disparaît entièrement; c'est ce qui arrive lorsqu'on introduit exactement 1 volume d'oxygène avec 2 volumes d'hydrogène¹. Mais si l'un des deux gaz est en excès, il en reste, après la combustion, une quantité justement égale à l'excédant de la proportion.

On a constaté d'un côté que, lorsque la quantité de gaz est très-considérable, la température obtenue est telle que le métal rougit, et qu'il ne tarderait pas même à fondre en continuant l'expérience, et d'un autre côté, pour que le gaz puisse s'enflammer et dégager par suite une certaine quantité de calorique suffisante pour augmenter notablement la température du milieu, qu'il fallait dépenser au moins 5 0/0 de gaz contre 95 0/0 d'air.

1. Il est facile de déduire, de la combinaison de 2 volumes d'hydrogène et de 1 volume d'oxygène, la composition de l'eau en poids.

En effet, 1 volume d'air pesant 1,000,

1 volume d'oxygène pèse.....	1,1056,
2 volumes d'hydrogène = 2 × 0,692 =	0,1384,
d'où l'eau produite pèse.....	1,2440.

Par conséquent, pour avoir les quantités d'hydrogène et d'oxygène qui forment 1 kilogramme d'eau, on posera les proportions suivantes :

$$1,2440 : 1,1056 :: 1,000 : x,$$

$$\text{d'où } x = 888,7;$$

$$\text{et } 1,2440 : 0,1384 :: 1,000 : y,$$

$$\text{d'où } y = 111,3.$$

Donc 1,000 parties d'eau renferment..... 111,3 d'hydrogène
et..... 888,7 d'oxygène.

Lorsque 2 volumes d'hydrogène se combinent avec 1 volume d'oxygène, quel est le volume de la vapeur d'eau résultant de la combinaison ?

Si les 2 volumes d'hydrogène, en se combinant avec 1 volume d'oxygène, ne formaient qu'un seul volume de vapeur d'eau, la densité de cette vapeur serait 1,244. Mais l'expérience directe a donné pour cette densité une valeur moitié moindre, c'est-à-dire 0,622; donc 2 volumes d'hydrogène, en se combinant avec 1 volume d'oxygène, ont produit, non pas 1 volume, mais 2 volumes de vapeur d'eau. (*Chimie* de M. Regnault.)

L'étude de ces combinaisons a fait découvrir, par M. Gay-Lussac, cette loi de la nature :

Lorsque deux gaz élémentaires se combinent, leurs volumes ont entre eux des rapports numériques très-simples, et le volume du composé qui en résulte, considéré à l'état de gaz, présente aussi un rapport très-simple avec la somme des volumes des gaz qui sont entrés dans la combinaison.

D'autres gaz que l'hydrogène sont également aptes à donner lieu au même phénomène. Ainsi, 1 volume de gaz hydrogène bicarboné (gaz d'éclairage) et 3 volumes d'oxygène se combinent complètement sous l'action de la chaleur ou de l'étincelle électrique, et produisent à la fois de l'eau et de l'acide carbonique.

Par suite, 1 volume de gaz d'éclairage et environ 15 volumes d'air atmosphérique donnent un résultat analogue ¹.

Plusieurs inventeurs ont donc cherché à établir, sur cette propriété des gaz inflammables, des moteurs à air dilaté dont ils indiquent des applications, soit pour élever l'eau, soit pour actionner des machines quelconques; nous devons citer plus particulièrement, à ce sujet : M. Degrand, qui s'est fait breveter le 1^{er} juin 1858 sous le titre de *Machines motrices*; et M. Hugon, dont le brevet date du 11 septembre de la même année, et a pour titre : *Application directe aux machines à vapeur en général de la force explosible et du vide résultant de la combinaison du mélange d'air et de gaz dans des proportions variables*.

D'après les expériences indiquées par M. Degrand dans le mémoire descriptif qui accompagne son addition de mai 1859, en faisant dans une éprouvette le mélange de 1 volume de gaz d'éclairage, qu'il considère comme de qualité médiocre, avec 5 volumes d'air atmosphérique, l'auteur trouve que le volume des gaz augmente brusquement dans le rapport de 1 à 6 environ, c'est-à-dire que les 6 volumes introduits se dilatent jusqu'à produire 36 volumes, puis se contractent de nouveau, de manière à revenir aux $\frac{2}{3}$ seulement du volume primitif, ou 4 volumes.

Il en résulte que si la détonation a lieu en vase clos, la pression qui tend à se produire est égale à 6 atmosphères. Si avant la détonation on comprimait artificiellement les gaz mélangés, de manière à réduire leur volume primitif à $\frac{1}{2}$, à $\frac{1}{3}$, à $\frac{1}{4}$ de celui qu'ils auraient à la pression atmosphérique, la force produite au moment de l'explosion serait de 12, 18 à 24 atmosphères.

Si au contraire on dilate le mélange avant de le faire détoner, ou si on mélange l'hydrogène bicarboné avec une plus grande quantité d'air que celle nécessaire pour brûler tout l'hydrogène et le carbone, par exemple, avec 8 ou 10 volumes d'air, les pressions seraient moins grandes dans les mêmes proportions.

On voit, en définitive, que par les combinaisons d'air et de gaz inflammable il y a combustion instantanée, mais en même temps il se forme des explosions qui sont d'autant plus considérables que les volumes du mélange sont eux-mêmes plus grands; de là, les objections sérieuses relatives aux craintes d'accidents qui, disait-on, peuvent se produire

1. On sait que l'air atmosphérique contient environ $\frac{1}{5}$ d'oxygène et $\frac{4}{5}$ d'azote, soit exactement $\frac{21}{100}$ d'oxygène et $\frac{79}{100}$ d'azote.

souvent, et qui, par suite, ont dû faire abandonner, dès l'origine, par plusieurs inventeurs, cette application comme force motrice.

M. Lenoir, qui s'est tout d'abord préoccupé de ce grave inconvénient, s'est particulièrement attaché, comme nous l'avons dit, à l'éviter entièrement, et, il faut le reconnaître à sa louange, il est en effet arrivé à faire un moteur inexplosible, ou du moins sans explosion apparente; car les détonations, s'il y en a réellement, comme le prétend le plus grand nombre, sont tellement faibles qu'il est impossible de les entendre pendant la marche de l'appareil. Il a résolu le problème par une disposition bien ingénieuse, qui, selon nous, fait le principal mérite et peut-être tout le succès de son système.

En effet, observons, d'une part, qu'il n'admet dans le cylindre qu'une faible quantité de gaz, comparativement au volume d'air, soit 5 à 6 0/0 par exemple, c'est-à-dire seulement la quantité voulue pour déterminer la combustion, et par suite produire le calorique nécessaire pour chauffer l'air à une température telle que la pression devienne trois ou quatre fois plus grande; et d'autre part, par sa combinaison de tiroirs à orifices multipliés et prolongés jusque dans l'intérieur du cylindre moteur, il est parvenu à distribuer à la fois l'air et le gaz dans les proportions rigoureusement déterminées à l'avance, et de telle sorte que le mélange ne peut se faire que par couches ou par veines nombreuses. Il en résulte qu'au moment où l'étincelle électrique se présente, ce qui a lieu seulement lorsque le piston est vers le milieu de sa course, ce n'est pas, à proprement parler, le volume entier des deux gaz qui se trouve subitement enflammé, ce sont ces veines successives qui s'enflamment de proche en proche, et avec une très-grande rapidité, absolument comme une trainée de poudre plus ou moins étendue, à l'une des extrémités de laquelle on met le feu, et qui produit une suite de petites détonations insignifiantes, au lieu de la redoutable explosion que l'on aurait évidemment par la masse réunie. Tout le volume d'air introduit reçoit ainsi une dilatation régulière et une pression égale qui opère sur toute la surface du piston.

Quelque rapide que soit d'ailleurs l'inflammation, on comprend sans peine qu'une telle disposition, qui est exécutée véritablement avec une précision mathématique, ne peut pas causer d'accidents, surtout si l'on remarque que, comme il ne s'agit dans ce genre de moteur que de produire une température limitée, la quantité d'hydrogène introduite, nous le répétons toujours, est très-faible, comparativement à la quantité d'air atmosphérique, et que par conséquent la combinaison qui a lieu par la combustion ne se produit que sur une très-petite partie du volume total.

Nous croyons utile, avant de donner les calculs théoriques relatifs à cette ingénieuse machine de M. Lenoir, de la décrire entièrement afin de montrer tous les détails intéressants qu'elle renferme, et les particularités qu'elle présente sur toutes celles qui l'ont précédé.

DESCRIPTION DE LA MACHINE MOTRICE A AIR DILATÉ,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. DE LA PLANCHE 18.

La fig. 1 est une vue extérieure, en élévation longitudinale, de la machine toute montée, et de son appareil distributeur des étincelles aux inflammateurs.

La fig. 2 en est un plan horizontal, le cylindre moteur vu en coupe.

La fig. 3 est une section verticale passant par le milieu du cylindre suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 4 montre en détails, à une échelle double des figures précédentes, les deux capacités dans lesquelles arrivent le gaz, le tiroir de distribution et les lumières d'introduction du gaz et de l'air dans le cylindre.

La fig. 5 représente le tiroir de distribution en projection verticale.

La fig. 6 est une section transversale passant par l'axe des orifices du tiroir qui laissent entrer l'air et le gaz dans l'intérieur du cylindre.

La fig. 7 indique en section le peigne-séparateur du gaz et de l'air, qui est placé dans les lumières d'introduction.

La fig. 8 est un détail, moitié grandeur d'exécution d'une portion du tiroir de distribution.

La fig. 9 fait voir en section un des inflammateurs.

La fig. 10 représente, à l'échelle de 1/5 d'exécution, le petit appareil composé de deux robinets à soupapes, destiné à envoyer à l'intérieur du cylindre de la vapeur d'eau pour additionner son action d'expansion à celle de l'air dilaté.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU MOTEUR. — Comme on le remarque à l'inspection de ces figures, les dispositions d'ensemble de cette machine ne diffèrent pas sensiblement du type des machines à vapeur horizontales à bielles articulées. Le cylindre moteur A est fondu avec son enveloppe qui porte, sur ses faces diamétralement opposées, des bossages *a*, destinés à recevoir les réservoirs à gaz et les tuyaux de sortie des produits de la combustion.

Près de ces bossages sont ménagées des surfaces planes parfaitement dressées, contre lesquelles sont ajustés les tiroirs de distribution T et T', qui, dans leur mouvement rectiligne de va-et-vient, permettent l'entrée du gaz et de l'air et la sortie des produits de la combustion.

Le cylindre est en outre fondu avec un double empattement au moyen duquel il est solidement fixé sur le bâti en fonte B, par les boulons *b*. Ce bâti est creux, à parois planes, et disposé pour recevoir les organes nécessaires à la transmission de mouvement.

Ceux-ci sont établis exactement comme dans les machines à vapeur ; l'arbre coudé C, supporté par les quatre paliers C', est relié par la bielle à fourche D à la crosse de la tige *p* du piston P. Le mouvement recti-

ligne de va-et-vient de cette tige est assuré par le guide *d*, qui fait partie de la petite colonne en fonte D', boulonnée sur la tablette du bâti.

Une poulie-volant V est appliquée à chaque extrémité de cet arbre, et deux excentriques E et E' sont calés de chaque côté de la manivelle pour faire mouvoir, par l'intermédiaire des barres F et F', les tiroirs de distribution T et T'.

Le piston P est fondu d'une seule pièce avec des évidements intérieurs, et deux petites cavités circulaires sont ménagées dans son épaisseur pour laisser pénétrer le bout des inflammateurs, qui saillent un peu des couvercles afin de diriger l'étincelle vis-à-vis les canaux d'introduction du gaz. La garniture du piston est composée de deux anneaux en bronze engagés dans des cavités rectangulaires ménagées à la circonférence du plateau.

ARRIVÉE ET DISTRIBUTION DU GAZ ET DE L'AIR DANS LE CYLINDRE. — Le robinet R (fig. 1) étant ouvert, le gaz arrive par le tuyau à deux branches G' dans les deux capacités ou réservoirs G, fondus d'une seule pièce et rattachés au cylindre par les boulons *v*, vissés dans les bossages *a*, fondus avec l'enveloppe (fig. 2 et 4).

Ces réservoirs, constamment alimentés de gaz, le laissent échapper par les orifices rectangulaires *h* (fig. 2 et 4), alternativement ouverts et fermés par le tiroir de distribution T, lequel glisse entre les surfaces dressées, ménagées à l'enveloppe du cylindre et des tablettes *g*, également dressées, fondues avec les réservoirs G.

Le tiroir T, convenablement évidé pour éviter les bossages *a*, est fondu en bronze d'une seule pièce, et ses deux extrémités présentent, sur toute leur hauteur, des évidements rectangulaires qui forment deux canaux ouverts *c* et *c'*, par lesquels entre librement l'air atmosphérique.

Cet air est distribué à l'intérieur du cylindre, alternativement à droite et à gauche du piston, par une série d'orifices rectangulaires *e* (fig. 5, 6 et 8), ménagés dans l'épaisseur de la plaque du tiroir, et dont la division est obtenue naturellement par l'ajustement des petits tubes *f*, qui donnent accès à l'entrée du gaz dans le cylindre.

Ces tubes, qui n'ont que 2 millimètres de diamètre, font partie du tiroir et, à cet effet, sont fondus d'une seule pièce avec une règle en bronze vissée sur sa face externe, du côté des réservoirs à gaz.

Par cette combinaison les orifices du tiroir donnent accès au gaz dans l'intérieur du cylindre par le conduit *f'*, où ce gaz traverse l'épaisseur du tiroir sans que le mélange soit possible par les tubes *f*, tandis que l'air circule tout autour en pénétrant dans le cylindre moteur par les ouvertures *é* (fig. 5), qui ont 12 millimètres de hauteur et 6,5 millimètres de largeur.

Afin que toutes les veines alternées de gaz carboné et d'air puissent entrer, sans mélange et sans altération d'épaisseur relative, jusque dans l'intérieur même du cylindre, les deux conduits *f'* sont divisés en petites

cases par le peigne I, vu de face et en section verticale, fig. 6 et 7.

Ce peigne est formé d'une plaque en bronze sur laquelle sont rapportées de petites cloisons formant autant de capacités ou corridors distincts; les plus étroits *i* sont placés vis-à-vis des tubes *f*, qui amènent le gaz, tandis que les plus larges *i'*, formant le prolongement des orifices *e*, donnent issue à l'air atmosphérique.

Il résulte de ces dispositions que toutes les couches alternées de gaz et d'air conservent forcément à chaque aspiration du piston, jusque dans le cylindre moteur, leur ordre de superposition. Dès que le jeu du tiroir a déterminé la fermeture de la lumière d'admission, l'étincelle électrique, produite à ce moment précis, enflamme les filets gazeux qui brûlent aux dépens de l'oxygène emprisonné, en transmettant au fluide environnant la chaleur développée par la combustion interne.

Sous l'action expansive, soit des gaz chauds produits par la combustion, soit de l'air non brûlé, mais échauffé par elle, la course du piston s'achève pendant que le tiroir d'émission laisse échapper dans l'air les gaz plus ou moins détendus, et à une température encore très-élevée, qui ont rempli déjà le cylindre dans la capacité correspondante à la face d'arrière du piston; les mêmes phénomènes et les mêmes circonstances de progression variée, se reproduisant ensuite, mais en sens inverse, on obtient ainsi le mouvement rectiligne alternatif de la tige *p* et de la crosse *d*, sur laquelle est ajusté l'axe d'articulation de la bielle D, qui actionne la manivelle de l'arbre muni des volants-poulies.

ÉCHAPPEMENT DES PRODUITS DE LA COMBUSTION. — Après chaque cylindrée, quand le piston est arrivé à l'extrémité de sa course, les produits de la combustion s'échappent par les orifices rectangulaires *j* (fig. 2) ménagés aux extrémités du cylindre, vis-à-vis les orifices d'introduction. A cet effet, le tiroir *T'*, commandé par l'excentrique *E'*, démasque l'orifice d'échappement *j* et laisse passer ces produits, qui traversent alors l'un ou l'autre des conduits *j'*, ménagés à l'intérieur des boîtes en fonte J, pour se rendre dans les tubes d'émission *J'*; ceux-ci se réunissent en un seul conduit *J²*, lequel, prolongé en dehors de la salle dans laquelle la machine fonctionne, fait l'office de cheminée d'appel.

Le tiroir d'échappement *T'* est construit et fonctionne comme celui d'introduction *T*, si ce n'est pourtant que les orifices d'échappement du premier ne présentent chacun qu'une ouverture rectangulaire, tandis que dans le second les orifices d'introduction sont divisés, comme nous l'avons vu, pour éviter le mélange du gaz et de l'air.

Les boîtes cylindriques en fonte J, qui renferment les conduits d'échappement *j'*, ont pour but d'établir une symétrie d'aspect avec les réservoirs à gaz G, et de permettre de rafraîchir les parois de ce canal en établissant autour une circulation d'eau.

SYSTÈME RAFRAÎCHISSEUR DES PAROIS DU CYLINDRE MOTEUR. — Par le fait des combustions successives et énergiques qui ont lieu dans le cylindre, il se

produit des dégagements de chaleur et des productions de température très-élevée, qui, transmises à des parois métalliques, conduiraient rapidement le cylindre, le piston et les tiroirs de distribution à une détérioration rapide. Pour éviter cet inconvénient, une circulation d'eau continue, établie dans l'enveloppe du cylindre, refroidit ses parois et celles des conduits d'émission. Voici comment cette circulation est organisée.

L'eau est amenée par un tuyau k (fig. 2) dans l'une des boîtes J, qui entourent les conduits d'émission. Une communication est établie entre ces deux boîtes par un tuyau horizontal k' (fig. 3). De la seconde boîte I, l'eau pénètre par le tuyau K dans l'enveloppe du cylindre pour s'échapper ensuite par le tuyau K' (fig. 1), qui la déverse dans un vaste réservoir disposé *ad hoc*. De ce réservoir elle est ramenée suffisamment refroidie par le tuyau k mis en communication constante avec lui. On remarque donc que c'est toujours la même eau qui sert, et que la circulation est établie, comme dans les appareils de chauffage à l'eau chaude, par les changements de température du liquide.

Les couvercles A' du cylindre sont également creux, et la même eau qui arrive dans l'enveloppe peut y circuler; à cet effet, la communication de l'enveloppe avec les couvercles est établie par des ouvertures pratiquées dans les bossages a' (fig. 3), dans lesquels sont taraudés les boulons qui retiennent les couvercles.

Avant de décrire le mode de construction du distributeur de l'électricité aux inflammateurs, nous allons examiner, pour les personnes qui ne connaissent pas parfaitement le fonctionnement de la bobine d'induction de Ruhmkorff, les dispositions particulières de cet appareil.

APPAREIL DE RUHKORFF.

La construction de cet appareil repose, comme on sait, sur l'emploi de l'électricité voltaïque transformée, grâce à ces réactions par induction, en électricité statique. Il se compose d'une forte bobine L, montée horizontalement sur une tablette en bois que nous avons supposée placée sur une petite colonne M, près de la machine, mais qui pourrait, ainsi que le couple de piles de Bunsen L', être placée à une distance plus ou moins grande ou renfermée dans le socle du bâti B, qui est creux, et que l'on peut disposer alors pour recevoir l'ensemble de l'appareil.

La bobine L est en carton mince avec rebords en gutta-percha; deux hélices parfaitement isolées s'y enroulent, l'une formée de gros fil m (fig. 11), de deux millimètres de diamètre, faisant d'un à deux cents tours, l'autre d'un fil fin m' , de 1 millimètre de diamètre seulement, enroulé sur le premier et faisant huit mille tours environ. Ces fils sont non-seulement recouverts de soie, mais chaque spire est isolée de la suivante par une couche de vernis à la gomme laque.

C'est le gros fil qui est le fil inducteur. A cet effet, le courant du couple

de Bunsen L' qui le parcourt est distribué de la manière suivante : le pôle positif de la pile étant en communication avec le fil r' , le courant se rend par la borne l dans le gros fil de la bobine ; l'autre bout de ce fil, allant aboutir à la borne l' , qui porte le marteau oscillant n (fig. 11), tantôt est en contact avec le conducteur n' , et tantôt en est éloigné.

Ce mouvement de va-et-vient du marteau est produit par un cylindre en fer doux u , placé dans l'axe de la bobine. Lorsque le courant passe dans le gros fil de celle-ci, ce fer s'aimante et attire de bas en haut le marteau métallique n' .

Le courant se trouve ainsi interrompu, puisqu'il ne peut passer dans le conducteur q , qui communique par le ressort q' et la règle métallique q^2 (fig. 2 et 11) avec le pôle négatif de la pile. Le cylindre en fer doux u perd alors son aimantation, et le marteau retombe. A cet instant, le courant recommence, le marteau n' est soulevé de nouveau, et ainsi de suite. A mesure que le courant de la pile passe ainsi par intermittences dans le gros fil de la bobine, à chaque interruption, un courant d'induction successivement direct et inverse se produit dans le fil fin m' , relié aux deux petites bornes q , auxquelles sont attachés les fils r et o , qui communiquent avec le distributeur de l'électricité aux inflammateurs.

DISTRIBUTEURS DE L'ÉLECTRICITÉ. — Sur la plaque du bâti du moteur est fixé un petit support en fonte O , auquel est attaché le fil o , correspondant au pôle négatif, ou non en tension, de la bobine d'induction. Or, comme ce support n'est pas isolé du bâti qui reçoit toutes les pièces métalliques du moteur, dans celui-ci, par conséquent, circule le courant que représente ce pôle.

Le fil du pôle positif r est attaché à une barrette en métal s , fixée sur le support O , mais par l'intermédiaire d'une plaque isolante en caoutchouc x , qui reçoit également les deux barrettes supérieures s' et s^2 (fig. 1 et 2). Les bouts extrêmes de ces dernières sont reliés aux inflammateurs Y et Y' , par les fils t et t' .

Un curseur métallique R , formant ressort, fixé à la crosse de la tige du piston, parcourt toute la longueur en fermant le circuit, tantôt avec la barrette s' , tantôt avec la barrette s^2 .

L'écartement qui existe entre ces deux barrettes suffit pour détruire un instant le courant qui se forme de nouveau à chaque passage du curseur, de l'une à l'autre barrette. Les étincelles qui déterminent l'inflammation du gaz sont alors produites tantôt par l'inflammateur Y , tantôt par celui Y' .

INFLAMMATEURS. — Ainsi qu'on peut le reconnaître par la fig. 9, le corps de l'inflammateur n'est autre qu'un boulon métallique taraudé Y , traversé par un petit cylindre de porcelaine w , qui reçoit les fils t et t^2 .

Le fil recourbé t^2 , en contact avec le boulon, est naturellement un signe négatif ou non électrisant, puisque tout l'ensemble du bâti et du cylindre est de ce signe ; tandis que le second fil isolé t présente le pôle contraire,

puisqu'il est relié à l'une des barrettes s' et s^2 . On comprend alors que, quand le curseur R ferme le circuit, par son contact avec les barrettes, les étincelles se produisent entre les deux pointes des fils t et t^2 , et que par suite il y ait inflammation des veines du gaz.

MISE EN MARCHE.

Pour mettre le moteur en activité, il suffit d'actionner le volant, afin de tourner l'arbre moteur de façon à faire avancer le piston qui produit le vide derrière lui.

Le tiroir T distribue ensuite l'air et le gaz en couches alternées qui se rangent derrière le piston P; le circuit est fermé en ce moment par le distributeur d'électricité, l'étincelle est produite et l'inflammation a lieu; l'air et les gaz se dilatant poussent le piston jusqu'à la fin de sa course.

Les volants triomphent du point mort et ramènent le piston dans le sens inverse. Dans ce mouvement, il opère naturellement le vide derrière lui, et une nouvelle quantité de gaz et d'air est amenée, puis enflammée et dilatée.

On peut régler au besoin l'admission du gaz dans les réservoirs G, en disposant sur le tuyau d'arrivée G' une vannette mise en mouvement par un régulateur quelconque, et on peut, si cela est nécessaire, interrompre, à l'aide d'un commutateur, le circuit électrique qui produit l'inflammation.

EMPLOI DE LA VAPEUR D'EAU.

Indépendamment de l'air atmosphérique et du gaz comme agents moteurs, M. Lenoir a eu l'idée d'employer la vapeur d'eau à l'état plus ou moins humide, pour additionner son action d'expansion à celle des agents précités.

Pour arriver à ce résultat, il fait usage de robinets à soupapes, tels que ceux représentés en détail par la fig. 10.

La vapeur est prise dans un petit réservoir disposé au-dessus de l'enveloppe du cylindre avec laquelle il est en communication. L'eau de l'enveloppe, suffisamment échauffée, monte jusqu'à un certain point dans le réservoir, et la vapeur qui se forme peut occuper la partie supérieure reliée au tube U, lequel est divisé en deux branches, pour communiquer avec les deux robinets U'.

Ceux-ci sont montés sur l'enveloppe, de manière que, lorsque le piston occupe le milieu du cylindre, l'un soit devant et l'autre derrière, afin de pouvoir fonctionner alternativement des deux côtés du piston.

Une petite soupape x ferme l'orifice de la partie inférieure de chaque robinet, au moyen d'un ressort à boudin x' . Ces dispositions entendues, voici comment a lieu l'introduction de la vapeur dans le cylindre :

Chaque fois que le piston forme le vide derrière lui, c'est-à-dire quand la machine respire, en quelque sorte, la petite soupape α s'ouvre en laissant passer une certaine quantité de vapeur, quantité qui peut être rendue variable, soit par la position donnée aux robinets U' , soit par le degré d'ouverture de ces robinets.

Le piston étant arrivé au milieu de sa course, le contact a lieu par l'inflammeur; l'étincelle produite en ce moment enflamme les veines de gaz, surchauffe la vapeur en même temps que l'air atmosphérique, de telle sorte que la dilatation instantanée des veines d'air et la tension de la vapeur accumulent leur force pour actionner le piston.

Les deux appareils semblables U' étant disposés aux deux côtés du piston, quand celui-ci occupe le milieu de sa course, fonctionnent alternativement et régulièrement aux instants voulus, lorsque le piston fait le vide et que la machine aspire.

M. Lenoir se propose d'employer l'eau en brouillard à la place de la vapeur; dans ce cas, rien n'est à changer, et les soupapes des robinets fonctionnent comme précédemment. On peut aussi introduire indifféremment la vapeur ou l'eau en brouillard, par un ajustage de forme quelconque, et qui déboucherait dans la prise d'air même. Dans ce dernier cas, les robinets seraient déplacés et le fonctionnement resterait le même.

On doit voir, par tout ce qui précède sur la marche de cette machine, que, comme caractère distinctif de fonctionnement, *elle respire ou aspire tous ses éléments producteurs de force*, et que cette action se produit mécaniquement, à peu près de la même manière qu'elle se détermine physiquement chez les êtres organisés.

PRIX COMPARATIF

DES MACHINES LENOIR ET DES MOTEURS A VAPEUR.

La Société Lenoir et C^e, en formant, avec le concours de M. Marinoni, des ateliers spéciaux pour la construction de ses moteurs à air dilaté par la combustion des gaz, est déjà en mesure, comme nous l'avons dit, de recevoir et d'exécuter toutes les commandes qui lui sont adressées. Et à cet effet elle a dressé et publié un tableau de prix de ses machines, depuis la force d'un demi-cheval, jusqu'à celle de 20 chevaux, soit pour Paris, soit pour la province ou l'étranger.

Il nous a paru intéressant pour nos lecteurs de reproduire ce tableau de prix, et d'y ajouter parallèlement celui des moteurs à vapeur de puissance correspondante. Il est vrai que pour ces derniers, il y a de grandes variations, suivant le genre de machines et même aussi selon les constructeurs.

Ainsi une machine à détente et à condensation revient nécessairement

plus cher qu'une machine de même force qui serait établie dans les conditions les plus simples. Le système horizontal que l'on applique généralement aujourd'hui, et qu'un grand nombre de mécaniciens exécutent à des prix très-réduits, est évidemment d'un coût moins élevé que le système à balancier qui n'est plus guère employé que pour les grandes puissances et lorsqu'on exige beaucoup de régularité.

Nous sommes donc dans l'obligation, pour établir la comparaison, de donner des prix moyens qui diffèrent entre eux dans une certaine limite, et en y ajoutant naturellement le générateur et les frais nécessaires pour le montage, la maçonnerie, le fourneau, la cheminée, ce qui, comme on sait, augmente notablement le prix de revient de la machine elle-même.

On verra, par ce parallèle, que l'appareil Lenoir, quoique tout récent encore et par conséquent susceptible de recevoir des améliorations, se livre cependant déjà, à des prix moindres que le moteur à vapeur le plus simple qui a subi, surtout depuis quelques années, des réductions très-considérables.

TABLEAU

DES PRIX DES MOTEURS A AIR DILATÉ ET DES MOTEURS A VAPEUR.

FORCE du moteur en chevaux.	MACHINES LENOIR livrées et posées		MACHINES A VAPEUR avec chaudières et fourneaux.		OBSERVATIONS.
	à Paris.	en province.	minimum.	maximum.	
0,5	francs. 900	francs. 1100	francs. 1300	francs. 1500	Les machines à vapeur de petite force se font généralement sans condensation, mais avec détente; les plus faibles sont solitaires avec leurs générateurs. Les machines de grande puissance ont leurs chaudières à part, avec les fourneaux et cheminées en briques, et elles exigent en outre des massifs en maçonnerie pour les fondations.
1	1350	1350	1600	2000	
2	1910	2110	2500	3000	
3	2470	2670	3500	4200	
4	3030	3230	4500	5800	
6	4200	4500	6500	7500	
8	5370	5720	8500	9600	
10	6540	6940	10500	12000	
12	7760	8110	12000	13500	
15	9490	9990	14000	16000	
20	11950	12650	17000	20000	

Les machines Lenoir sont livrées par le constructeur, garanties pour la force, le bon fonctionnement et la bonne exécution.

AVANTAGES DES MACHINES LENOIR.

Ce système de moteur à air dilaté est moins cher à établir, comme on vient de le voir par le tableau ci-dessus, que le moteur à vapeur de même puissance; mais ce n'est pas seulement sous le rapport du coût

ou de la dépense première qu'il est apprécié aujourd'hui, c'est encore et plus même par les conditions spéciales qu'il permet de remplir et qui le rendent aisément applicable. Il présente, en effet, des avantages qu'il n'est pas possible de contester, et qui, l'ont fait estimer tout d'abord.

Ainsi, il supprime entièrement la chaudière avec son fourneau ou cheminée et tous les accessoires ; et il n'exige pas de mise en train, de chauffage préalable. Il suffit d'ouvrir le robinet de gaz pour le mettre en activité, ce qui a lieu au moment voulu, à une heure quelconque de la journée, tandis que pour la machine à vapeur, qui ne travaille que pendant le jour, il faut tous les matins allumer le foyer, chauffer le générateur une heure ou deux à l'avance pour se mettre en vapeur : si donc la journée commence à six heures, le chauffeur est obligé d'être à son fourneau avant cinq heures ; et lorsque c'est le lendemain d'un jour férié, il faut qu'il y soit encore plus tôt. Pendant les heures de repos, il doit avoir le soin de couvrir son feu de manière à ne pas trop élever la tension de la vapeur, et en l'alimentant néanmoins de façon à se trouver à la pression nécessaire au moment de remettre en marche. Ce sont des exigences qui ne sont pas toujours bien remplies, et qui occasionnent des accidents ou des pertes de temps.

Avec la machine Lenoir, la question de la fumée est tout à fait résolue puisqu'on n'en produit pas ; or, on sait combien, dans les grandes villes, les générateurs à vapeur rencontrent, maintenant, de difficultés, justement à cause de l'énorme quantité de fumée qu'ils dégagent, et que l'on n'a pu éviter jusqu'ici, malgré les différents systèmes plus ou moins ingénieux qui ont été proposés pour la brûler.

Cette machine, qui occupe si peu de place, et dont le volume est toujours très-réduit comparativement à celui des machines à vapeur, a le mérite de se poser partout, sans gêne, sans embarras, aussi bien au troisième ou au quatrième étage qu'au rez-de-chaussée sur un sol quelconque, lorsqu'elle n'est pas d'une grande puissance. De là cet extrême avantage de servir à une foule d'industriels qui travaillent en chambre ou dans de petits ateliers, et qui étaient obligés pour faire marcher leurs outils, leurs métiers ou leurs appareils, d'employer des hommes de peine, ne pouvant appliquer d'autre force motrice.

Pour ces fabricants, c'est un véritable service rendu que de leur fournir un tel moteur qui ne demande aucun soin, aucun travail particulier, ni allumage, ni entretien de foyer, que l'on met en train et que l'on arrête instantanément à volonté. Aussi, considéré sous ce point de vue, nous croyons que ceux qui le possèdent en apprécient les bons résultats, et seraient bien fâchés aujourd'hui d'en être privés.

Actuellement on produit du gaz d'éclairage dans toutes les villes, et même dans les bourgs et dans quelques villages, par conséquent la machine à air dilaté par la combustion de ce gaz peut s'établir déjà dans un bien grand nombre de localités. Et si, comme il y a lieu de l'espérer, on

arrive à fabriquer le gaz avec plus de facilité et d'économie, on pourra alors mettre de ces moteurs partout.

Remarquons qu'il n'est pas nécessaire de prendre du gaz éclairant, l'hydrogène serait parfaitement suffisant, et même préférable. Or on peut produire ce gaz avec de l'eau, ou avec une foule d'autres matières que l'on rencontre en tout lieu, seulement le problème à résoudre est de le fabriquer économiquement.

FRAIS D'ENTRETIEN COMPARATIFS DES MACHINES LENOIR ET DES MACHINES A VAPEUR.

En comptant le gaz au prix actuel de 0,30 c. le mètre cube, que l'on paye à Paris, nous allons voir que le moteur Lenoir est, dans certains cas, pour des petites forces, d'un emploi plus économique que le moteur à vapeur.

Considérons, en effet, une machine de la force nominale de 1 cheval, équivalent à 75 kilogrammètres ou à 75 kilog. élevés à 1 mètre de hauteur dans une seconde. Le fabricant qui voudrait avoir un appareil à vapeur de cette force, devra dépenser pour son acquisition et son installation une somme de 1,800 fr.

Soit, au taux de 10 p. 0/0, pour l'intérêt et l'amortissement, par année..... 180 fr.

Or une telle machine, étant seulement à détente sans condensation, ne brûle pas moins de 5 kilog. de charbon à l'heure, ce qui, pour une journée de 12 heures (dont 10 heures effectives), avec l'allumage et les repos, porte la consommation journalière à 60 kilog. par jour,

Soit pour 300 jours de travail par année, 18,000 kilog., à 40 fr. les 1,000 kilog., ci..... 720 fr.

S'il ne faut pas, pour conduire une faible machine, un chauffeur spécial, comme pour des machines puissantes, il n'est pas moins nécessaire de déranger un ouvrier de temps à autre pour alimenter le foyer, pour la surveiller, en graisser les différentes parties, pour vider la chaudière, la nettoyer, la remettre en état, tous les huit ou quinze jours, pour renouveler les garnitures, et enfin entretenir toutes les parties de façon qu'elles fonctionnent convenablement, sans quoi, elle ne tarderait pas à consommer une plus grande quantité de charbon; aussi si on ajoute à cette main-d'œuvre les dépenses d'huile, de graisse, d'étoupes, de chiffons, nous croyons que ce n'est pas trop de porter à ce sujet une somme annuelle de..... 1,000 fr.

Par conséquent, on trouve que les frais d'entretien de la machine à vapeur d'un cheval s'élèvent annuellement à..... 1,900 fr.

La machine Lenoir, de même force, est livrée, comme nous l'avons vu plus haut, au prix de 1,350 fr. à Paris; supposons qu'avec l'installation elle revienne à 1,500 fr.;

C'est par année, au taux de 10 0/0, une dépense de.....	150 fr.
La consommation de gaz étant comptée à 1 mètre cube par heure, ou 10 mètres cubes par journée effective de 10 heures, c'est 3,000 mètres cubes par année, à 0 fr. 30, prix actuel à Paris.....	900 fr.
L'appareil n'exigeant pas de chauffeur, de nettoyage, de chaudière, ne doit pas coûter pour son entretien, le graissage, l'électricité, etc., plus de 1 fr. par jour, soit annuellement . .	300 fr.
Par suite, les frais de la machine pour l'année s'élèvent à .	<u>1,450 fr.</u>

Ainsi le moteur à air dilaté, de 1 cheval, présente sur la machine à vapeur de même force, une économie annuelle de 450 francs.

La différence serait comparativement plus grande pour des machines de plus faible puissance.

Il est vrai que pour des puissances de 15 à 18 chevaux, et au-dessus, les conditions changent, la machine à vapeur devient alors plus économique, surtout lorsqu'elle est bien établie, avec une bonne détente et avec la condensation; cependant la différence n'est pas tellement considérable, qu'elle ne puisse encore, dans certains cas, surtout jusqu'à 8 à 10 chevaux, faire donner la préférence au moteur Lenoir. Ainsi, approximativement, voici les résultats comparatifs que l'on peut établir pour une puissance de 10 chevaux.

	Machine à air dilaté par le gaz.	Machine à vapeur à haute pression.	Machine à vapeur à condensation.
Intérêt et amortissement annuel.	700 fr.	1,050 fr.	1,200 fr.
Dépenses de combustible.....	9,000	5,760	4,000
Frais d'entretien, chauffage, etc.	1,000	3,000	3,000
Totaux.....	<u>10,700 fr.</u>	<u>9,810 fr.</u>	<u>8,200 fr.</u>

La différence, comme frais annuels, est donc de 1,000 à 1,200 fr. environ, en faveur de la machine à haute pression, et de 2,500 fr., pour la machine à condensation. Mais si l'on observe que ces machines exigent un emplacement de 15 à 20 mètres carrés, tandis que la machine Lenoir en occupe à peine la cinquième partie, qu'elles demandent de plus un local spécial, un bâtiment, une construction particulière pour les recevoir, et dont l'intérêt doit nécessairement ajouter aux frais d'entretien, on trouve en définitive que la différence n'est pas aussi considérable.

Disons encore que la machine à condensation, qui présente certainement le plus d'économie sous le rapport du combustible, ne peut être

applicable dans toutes les localités, à cause de la grande quantité d'eau qu'elle exige, et de plus elle demande plus de soin et d'attention pour la conduire et la maintenir en parfait état d'entretien et de bon fonctionnement. Elle ne peut d'ailleurs, en cas de besoin, se déplacer sans occasionner des frais considérables.

Tandis que, comme nous l'avons dit, le moteur Lenoir peut se placer indifféremment partout, sans difficulté et se déplacer de même, qu'il n'exige pas de chauffeur, que la surveillance et l'entretien en sont très-faciles, etc.

OBSERVATION. — Il ne nous a pas été donné jusqu'ici de déterminer directement par expérience la quantité de gaz dépensé par la machine, et nous avons dû tout naturellement nous en rapporter à la déclaration même de l'honorable constructeur ; c'est pourquoi dans l'estimation de la dépense calculée plus haut, nous avons porté la consommation du gaz à 1 mètre cube par cheval et par heure. M. Marinoni nous a déclaré que cette dépense ne devait pas dépasser 8 à 900 litres dans le même temps et pour la même force.

Nous croyons, du reste, que l'on arrivera certainement à réaliser de ce côté de larges économies. Déjà en comparant la consommation actuelle à celle des premières petites machines qui ont été établies comme essais, on reconnaît sans peine qu'il y a une amélioration sensible. Or, si l'on remarque que ce système n'est encore qu'à son début, qu'il reçoit tous les jours des perfectionnements utiles, on doit compter qu'avant peu on en obtiendra de grands résultats.

Nous croyons, en résumé, que la machine à air dilaté est appelée à se répandre dans un grand nombre d'industries, que déjà dans l'état où elle se trouve elle est parfaitement applicable comme moteur de faible puissance, et que dans un avenir plus ou moins rapproché, elle pourra, dans bien des cas, remplacer la machine à vapeur d'eau. On doit surtout l'espérer en voyant les progrès que l'on a obtenus dans la fabrication du gaz, qui, avant peu, subira certainement des réductions notables et permettra par suite de l'employer avec plus d'avantage.

M. Lenoir, qui est un véritable inventeur, a pris successivement plusieurs brevets depuis 1858, en France et à l'étranger, pour son système de moteur. Il s'occupe maintenant avec activité de cette question importante de la production du gaz, et nous espérons bien que, par de nouvelles découvertes, il complétera son invention, ce qui permettra d'en étendre encore les applications.

NOTA. En publiant les *Machines calorifiques*, nous donnerons la nomenclature de tous les brevets qui ont été demandés pour les divers genres de moteurs à air.

CALCUL DU TRAVAIL MAXIMUM

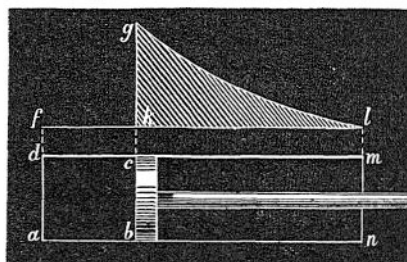
DANS LES MACHINES A AIR DILATÉ

Par MM. THIRION et de MASTAING, ingénieurs à Paris.

MM. Ch. Thirion et de Mastaing s'occupent, depuis quelque temps déjà, de l'étude des machines à air, qui, comme nous l'avons dit, ont été le sujet, surtout dans ces dernières années, d'un grand nombre de demandes de brevets d'invention, soit en France, soit ailleurs, aussi bien pour les moteurs à air dilaté par la combustion des gaz que pour les moteurs à air chauffé directement par des foyers.

Comme jusqu'ici il n'a pas été fait d'expériences directes assez suivies concernant l'effet utile et la quantité de combustible consommé par ces moteurs nouveaux, MM. Thirion et de Mastaing ont voulu s'en rendre compte théoriquement, et, à cet effet, ils se sont proposé de rechercher par le calcul le travail que pourraient produire sur le piston d'une machine comme celle de M. Lenoir la pression et la détente des produits de la combustion du gaz mélangé à l'air introduit dans le cylindre.

Fig. A.



Pour déterminer ce travail, ils supposent un cylindre d'une capacité suffisante pour recevoir un volume $abcd$ (fig. A), composé, par exemple, de :

- 20 mètres cubes d'air atmosphérique,
- et 1 mètre cube de gaz d'éclairage,

à la pression $df = 1$ atmosphère et à la température 0° .

L'inflammation ayant lieu subitement dans le cylindre, comme on l'a vu précédemment, au moment où le piston est arrivé à une certaine position bc de sa course, la pression s'élève immédiatement et devient, par exemple, égale à cg . Le piston, poussé alors vers l'extrémité de sa

course, parcourt l'espace bn , et la pression qui diminue successivement redevient

$$ml = df = 1 \text{ atmosphère.}$$

La courbe dégradée gl représente, comme on sait, les valeurs successives de la pression, et la surface teintée kgl exprime le travail total que pourrait fournir la détente du gaz ¹.

Le volume $abcd$ se composant, par hypothèse, comme nous venons de le dire, de 1 mètre cube de gaz et de 20 mètres cubes d'air, à la température de 0°, et à la pression de 0^m 76 de mercure = 1 atmosphère, on trouve que le poids total de ces 21 mètres est de 26^k 700.

En effet, on a, d'un côté, pour les 20 mètres cubes d'air,

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oxygène.....} = 5^k 980 \\ \text{Azote.....} = 20\ 020 \end{array} \right\} = 26^k 000.$$

Et pour 1 mètre cube de gaz d'éclairage dont la composition moyenne, d'après M. Payen, est la suivante :

	En volume.	En poids.
C ⁴ H ⁴ — hydrogène bicarboné.....	= 0 ^{m.c.} 090	0 ^k 1145
C ² H ² — hydrogène protocarboné....	= 0 570	0 4142
H — hydrogène pur.....	= 0 220	0 0198
CO — oxyde de carbone.....	= 0 075	0 0945
Az — azote.....	= 0 045	0 0570
Total.....	= 1 ^{m.c.} 000	0 ^k 7000

D'un autre côté, les éléments simples qui entrent dans la composition des gaz de ce mélange, s'y trouvent dans la proportion suivante :

$$\left. \begin{array}{l} \text{H — hydrogène...} = 0^k 1397 \\ \text{C — carbone.....} = 0 4494 \\ \text{O — oxygène....} = 0 0539 \\ \text{Az — azote.....} = 0 0570 \end{array} \right\} = 0^k 7000.$$

Il en résulte que, après la combustion, le produit gazeux a la composition suivante en poids :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Eau.....} = 4^k 2572 \\ \text{Acide carbonique.....} = 1 6478 \\ \text{Oxygène.....} = 3 7180 \\ \text{Azote.....} = 20 0770 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{total égal au poids: } 26^k 7000 \\ \text{avant la combustion.} \end{array}$$

1. On peut voir, dans notre *Traité théorique et pratique des moteurs à vapeur*, les règles et les tracés que nous avons donnés pour déterminer la courbe gl , et par suite la surface de travail kgl , dans les machines à vapeur à détente, marchant avec ou sans condensation.

Or, d'après Dulong, la quantité de chaleur développée par les différents agents indiqués ci-dessus étant, pour 1 kilogramme, de :

Hydrogène bicarboné	=	12032	calories.
Id. protocarboné	=	13205	»
Hydrogène pur	=	34700	»
Oxyde de carbone	=	2488	»

On a évidemment pour les poids indiqués :

$C^1 H^4$	=	$0,1145 \times 12032$	=	1377,6	calories.
$C^2 H^4$	=	$0,4140 \times 13205$	=	5466,8	»
H	=	$0,0198 \times 34700$	=	694,0	»
CO	=	$0,0945 \times 2488$	=	235,6	»
Total	=			7774,0	calories.

Mais, comme la formation de l'eau à l'état de vapeur absorbe, d'après les expériences de M. Regnault ¹, 606,5 calories par kilogramme à 0°, on doit déduire de cette quantité, pour la chaleur latente :

$$1^k 2572 \times 606,5 = \underline{758 \text{ calories.}}$$

Par conséquent, il reste réellement = 7016 calories à reporter entre les différents produits, suivant leur capacité calorifique et leur poids, lesquels sont :

Vapeur non saturée	=	$1^k 2572 \times 0,840$	=	1° 056
Acide carbonique	=	$1 \ 6478 \times 0,202$	=	0 \ 333
Oxygène	=	$3 \ 7180 \times 0,217$	=	0 \ 807
Azote	=	$20 \ 0770 \times 0,244$	=	4 \ 899

D'où il suit que, pour échauffer la masse de 1°, il faut = $\underline{7^{\circ} 095}$

L'élévation de la température, au moment de la combustion, serait donc de :

$$\frac{7016}{7^{\circ} 095} = 1000 \text{ degrés environ,}$$

si la pression reste égale à celle de l'atmosphère, car les capacités calorifiques indiquées dans l'évaluation précédente conviennent aux gaz chauffés à pression constante. Cette température sera donc celle que posséderont les gaz quand le piston sera venu en *mn*. En ce moment, le gaz

1. Nous avons reproduit dans notre *Traité des moteurs à vapeur* la table résumant le beau travail de M. Regnault, sur les quantités de chaleur latente de vaporisation pour des vapeurs qui se forment de 0° à 230 degrés.

dilaté par cette température de 1000° occupera un volume $admn$ tel, qu'on aura :

$$admn : 21^{\text{m.c.}00} :: (1 + 1000^{\circ} \times 0,00367) : 1^{\text{.}}$$

D'où	$admn = 21^{\text{m.c.}00} \times (1 + 3,67)$
comme	$\frac{abcd}{abcd} = \frac{21^{\text{m.c.}00} \times 1}{21^{\text{m.c.}00} \times 1}$
il reste	$\frac{bcmn}{bcmn} = \frac{21^{\text{m.c.}00} \times 3,67}{21^{\text{m.c.}00} \times 3,67} = 77^{\text{m.c.}07}$

pour l'accroissement de volume du gaz après détente.

En réalité, l'échauffement du gaz a eu lieu dans la valeur $abcd$ instantanément, et on sait que la quantité de chaleur qui élève de 1° la température d'un gaz libre de se dilater, élève aussi sa température de $1^{\circ}42$ quand il n'est pas libre de se dilater; par conséquent, sa température, qui eût été de 1000° à pression constante, sera de :

$$1000 \times 1^{\circ}42 = 1420^{\circ}$$

à valeur constante.

Mais alors c'est la pression qui change dans le rapport des coefficients de dilatation. On aura donc :

$$cg : 1 \text{ atmosphère} :: (1 + 1420 \alpha) : 1.$$

D'où	$cg = 6^{\text{atm.}211}$
moins	$\frac{ck}{ck} = \frac{1^{\text{atm.}00}}{1^{\text{atm.}00}}$
d'où	$\frac{kg}{kg} = \frac{5^{\text{atm.}211}}{5^{\text{atm.}211}}$

Si donc on admet que le piston ait 1 mètre carré de surface, 1° la pression exercée sur ce piston sera :

$$1^{\text{m.q.}00} \times 10330^{\text{k}} \times 5,211 = 53830^{\text{k}};$$

2° la course kl de ce piston devant engendrer un accroissement de volume de $77^{\text{m.c.}070}$ sera de $77^{\text{m}07}$, et la surface kgk , qui exprime le travail effectué sur le piston, sera environ :

$$0,45 \times 53830^{\text{k}} \times 77^{\text{m}07} = 1,866,905 \text{ kilogrammètres,}$$

soit, en nombre rond, 1,900,000.

Tel est en définitive, au maximum, le développement du travail total effectué sur le piston par la combustion de 1 mètre cube de gaz dans 20 mètres cubes d'air.

1. Lois de physique générale : Un volume de gaz v étant à une température t , si on le chauffe à t' , il devient v' , et l'on a $v' : v :: 1 + \alpha t' : 1 + \alpha t$. α , coefficient de dilatation des gaz = 0,00367. Ici, par hypothèse, $t = 0$.

De même, pour les pressions :

$$p' : p :: (1 + \alpha t') : (1 + \alpha t).$$

Si ce travail était dépensé en 1 heure, on voit qu'il correspondrait à la puissance effective de

$$\frac{1,900,000}{60 \times 60 \times 75} = 7 \text{ chevaux-vapeur de } 75 \text{ kilogrammètres.}$$

Or, la chaleur fournie par la combustion de 1 kilogramme de houille peut produire 11*50 de vapeur d'eau à la pression de 6^{at}. 21 ; si cette vapeur est employée dans une machine sans condensation, en la faisant détendre jusqu'à la pression atmosphérique (par conséquent de 6,21 fois son volume primitif), on a comme travail maximum théorique sur le piston

$$444,000 \text{ kilogrammètres ;}$$

soit 1,64 chevaux-vapeur.

Et si la même quantité de vapeur est utilisée dans une machine à condensation, où l'on peut faire le vide jusqu'à 1/10^e d'atmosphère, et où par suite on peut prolonger la détente à cette dernière limite, le travail théorique maximum sur le piston s'élève à

$$990,000 \text{ kilogrammètres, ou } 3,67 \text{ chevaux.}$$

Ainsi, en comparant le travail obtenu par 1 kilogramme de charbon, employé à engendrer de la vapeur d'eau à 6 atmosphères, avec la combustion de 1 mètre cube de gaz dans 20 mètres cubes d'air, on remarque que la puissance théorique fournie par ce gaz dans la machine à air dilaté serait environ 2 fois celle obtenue par la vapeur dans la machine à condensation, avec la plus grande détente possible, et plus de 4 fois celle fournie par la même quantité de vapeur dans la machine à haute pression, sans condensation, détendant jusqu'à 1 atmosphère.

Mais il est utile de comparer ce travail pour la dépense en argent :

Or, dans l'état actuel, on sait que le kilogramme de houille revient à environ 4 centimes à Paris, tandis que le mètre cube de gaz d'éclairage coûte 30 centimes.

Par conséquent on peut dire que le cheval théorique de 75 kilogrammètres revient :

$$\text{dans la machine à air dilaté à..... } \frac{30}{7} = 4^{\text{cent.}} 28 ;$$

$$\text{dans la machine à vapeur à haute pression à.. } \frac{4}{1,64} = 2, \quad 43 ;$$

$$\text{et dans la machine à condensation..... } \frac{4}{3,67} = 1, \quad 09.$$

En pratique, nous ne sommes pas encore arrivés à ces résultats, malgré les progrès considérables qui se sont successivement opérés dans les

constructions mécaniques depuis plus d'un demi-siècle. Cependant, il faut bien le reconnaître, la machine à vapeur est arrivée aujourd'hui à un degré de perfection tel, qu'elle ne laisse à peu près rien à désirer.

Ainsi, théoriquement, au prix actuel du gaz light, la machine à air dilaté par la combustion de ce gaz consomme, en argent, toutes choses égales d'ailleurs, presque deux fois autant que la machine à haute pression, à détente, et quatre fois plus que la meilleure machine à condensation.

Lorsque le prix du gaz sera réduit à 7 ou 8 centimes le mètre cube (et tout fait espérer qu'on doit y arriver), si la machine à air atteint en rendement, la perfection des bonnes machines à vapeur marchant à grande détente et à condensation, elle deviendra alors aussi économique que ces dernières.

Nous devons observer que l'on n'est pas obligé d'employer pour ce genre de machine du gaz light, on peut simplement faire usage de gaz non éclairant, et plutôt de l'hydrogène pur, qui, fabriqué exprès pour produire la force motrice, devra certainement revenir à des prix notablement moins élevés.

MM. Thirion et de Mastaing ont cherché aussi à déterminer le maximum du travail que l'on peut obtenir par la dilatation de l'air atmosphérique directement chauffé à l'aide d'un foyer adhérent à la machine, comme dans les moteurs dits caloriques d'Éricsson.

Ils ont trouvé que 1 kilogramme de houille développe autant de chaleur par sa combustion que 1 mètre cube de gaz d'éclairage, d'où il résulte que la limite du travail possible, à dépense égale, dans une machine où l'air serait dilaté par la combustion de la houille, est aussi représenté par

1,900,000 kilogrammètres,
soit, 7 chevaux-vapeur.

Par conséquent, si on arrivait à faire de telles machines utilisant complètement la chaleur dégagée par la combustion de la houille, on aurait évidemment le moteur le plus économique et le plus avantageux.

Nous reviendrons prochainement sur ce sujet qui intéresse au plus haut degré toutes les branches industrielles et agricoles.

IMPRESSION DES TISSUS

MACHINE A IMPRIMER A QUATRE COULEURS

POUR MOUCHOIRS ET INDIENNES

CONSTRUITE

Par M. TULPIN AINÉ, mécanicien à Rouen

Pour MM. GARELINE JACOB, manufacturiers à Yvanova (Russie)

(PLANCHES 19, 20 ET 21)

L'impression au rouleau ne remonte pas bien loin. C'est seulement au commencement de ce siècle qu'elle prit naissance en Angleterre.

Le célèbre Oberkampf est le premier qui se servit en France des machines anglaises. Mais les rivalités qui existaient à cette époque entre les deux nations ayant rompu toutes relations, nous ne pouvions profiter des améliorations que nos voisins introduisaient chaque jour, quand un ouvrier français, Lefèvre, inventa la machine qui porte son nom et dont l'influence sur toute l'industrie fut si considérable. En effet, la filature et le tissage, les arts chimiques, comme la gravure, ne durent leur extension qu'à la découverte de Lefèvre ; car c'est seulement à dater de cette époque que les étoffes imprimées se répandirent dans toutes les classes de la société, et l'immense extension de cette fabrication non-seulement devint une source féconde de richesse pour la nation, mais encore vulgarisa le sentiment du goût et du beau partout où pénétrèrent ses produits.

Une industrie si importante, alimentée par tant d'autres, et dont les résultats furent si grands, doit occuper sérieusement l'attention de tout le monde, et l'on doit aussi rechercher avec soin toutes les causes qui influent sur sa prospérité.

Or, si nous examinons ce qui se passe en France, nous reconnaissons que pour les impressions fines et de fantaisie nous sommes au-dessus de nos puissants voisins et que nous l'emportons de beaucoup sur eux tant

par le fini de l'exécution que par la beauté du dessin et des couleurs. Ce genre de fabrication, qui s'effectue au moyen de planches plates, exige une main-d'œuvre assez considérable. L'élévation toujours croissante du prix du travail manuel a déjà causé de grandes modifications dans l'établissement des usines, et il est probable que dans un temps peu éloigné l'impression à la main ne pourra plus subsister dans nos grands centres manufacturiers. Cependant, malgré ces mauvaises conditions, il est probable que nous conserverons longtemps encore notre supériorité pour l'impression de certains tissus.

Mais, d'un autre côté, il faut bien reconnaître que nous ne pouvons lutter avantageusement avec les Anglais pour tout ce qui concerne les qualités ordinaires. Il n'y a chez nous ni la même activité commerciale, ni les mêmes moyens de production. La principale cause de cette infériorité tient surtout à la différence du prix des matières premières. En effet, on peut affirmer, sans être taxé d'exagération, que les manufacturiers anglais ont jusqu'ici payé les tissus, les agents chimiques comme les machines, 15 à 20 0/0 meilleur marché que nous. Avec de pareilles conditions la lutte était impossible. Dans les impressions fines, où la question des matières premières est moindre comparativement aux prix de vente, nous l'emportons souvent, parce que la différence de prix est largement compensée par la netteté des dessins et le brillant, comme par l'heureuse disposition des couleurs.

Mais ce n'est pas ce genre de fabrication qui peut donner à nos manufactures l'activité que l'on remarque dans les établissements anglais, puisque la production des étoffes riches est faible en comparaison de celle des étoffes communes; ce sont surtout ces dernières qu'il faut produire et vendre avec profit, non-seulement chez nous, où un droit protecteur peut toujours nous mettre à l'abri d'une concurrence défavorable, mais encore sur les marchés étrangers; car c'est seulement ainsi qu'une industrie peut prospérer et devenir une source de richesse pour un pays.

Bien que nous n'ayons pas encore tous les éléments de succès, il faut cependant convenir que nous approchons du jour où nous pourrions soutenir avantageusement la lutte. Le prix des matières premières tend chaque jour à diminuer. Mais ce n'est pas tout, il est encore indispensable de perfectionner les machines, de leur faire rendre davantage et de diminuer la main-d'œuvre. Cette question marche également à une solution prochaine, et il n'est pas d'année où l'on n'ait à enregistrer d'heureuses modifications qui leur donnent, soit plus de simplicité dans la construction, soit plus de régularité dans la marche.

Nous croyons donc intéresser nos lecteurs en rappelant brièvement les tentatives qui ont été faites depuis l'origine de cette industrie dans la construction des machines à imprimer en taille-douce. Nous ne citerons que les principales, celles qui méritent d'être signalées, tant par la nouveauté de la conception que par l'originalité de l'idée.

MACHINE A IMPRIMER EN CREUX A LA PLANCHE PLATE.

Nous avons exposé dans le VIII^e volume de ce recueil les différentes méthodes employées pour l'impression des tissus en relief. Nous n'avons donc pas à y revenir. Nous allons maintenant, comme nous l'avons fait dans le premier article, entrer dans quelques considérations générales sur l'impression en taille-douce, au moyen des planches plates qui ont précédé les rouleaux dont on se sert aujourd'hui. Cette étude sera d'autant plus intéressante, que l'impression par les planches plates n'est pas complètement abandonnée, et qu'elle est encore employée toutes les fois que les dessins doivent être représentés avec la plus grande perfection possible.

Nous empruntons les détails qui suivent à l'excellent ouvrage de M. Persoz, intitulé : *Traité théorique et pratique de l'impression des tissus*.

Lorsqu'on a gravé en creux sur une surface plane ou convexe le sujet qu'il s'agit d'imprimer, on recouvre cette surface d'une couche uniforme de couleur qu'on fait pénétrer dans la cavité de la gravure, et qu'on enlève, au contraire des parties pleines, aussi nettement que possible, par différents moyens; puis on force le tissu à imprimer, en l'appliquant sur la surface gravée avec la pression convenable, à pénétrer dans les cavités remplies de couleur, et à recevoir ainsi l'empreinte du dessin.

Un Écossais du nom de Bell est, dit-on, le premier qui ait imprimé à la planche plate vers 1770.

Dans le principe, la machine à planche plate n'était autre que la pierre de l'imprimeur en taille-douce : aussi les rapports étant extrêmement difficiles, parce qu'ils devaient se faire à l'œil, le fabricant était obligé de ne graver que de grands sujets détachés qui se trouvaient en entier sur une planche.

La manœuvre de ces premières machines se faisait à la main, et outre que la grandeur des planches la rendait très-pénible, elle était d'une lenteur extrême.

Bientôt l'on chercha et l'on trouva les moyens d'obtenir des rapports exacts, puis de rendre la marche de l'impression tout à la fois moins difficile et plus rapide en faisant mouvoir les planches mécaniquement. Par suite, les dimensions des planches furent considérablement réduites : au lieu d'avoir, comme celles qu'on employait dans le principe, 4 mètres et plus de longueur, elles n'eurent pas plus de 15 à 20 centimètres, selon le sujet; et cependant, tels sont les perfectionnements apportés à ce genre d'impression, qu'on fait aujourd'hui beaucoup plus de besogne avec ces planches réduites qu'avec les anciennes.

La machine à imprimer à la planche plate se compose :

1^o De deux rouleaux, faisant office de laminoirs, placés sur un bâti en fonte, et destinés à presser l'étoffe. Le rouleau supérieur est fixe et garni de plusieurs doubles de toile bien collée; le rouleau inférieur, aplati sur un des points de sa surface, est mobile, et peut être rapproché à volonté du rouleau supérieur; il porte d'ailleurs un rochet qui arrête la planche lorsqu'elle a glissé entre les deux rouleaux, et qu'elle doit rebrousser chemin. Ces rouleaux reçoivent le mouvement d'un moteur à l'aide d'une roue intermédiaire;

2° D'une plaque en cuivre gravée, portée sur un châssis en fonte, qui, en roulant sur de petites roues, conduit la plaque entre les rouleaux;

3° D'un réservoir à couleur, d'une racle, dite *docteur*, ou lame d'acier, qu'on peut à volonté élever ou abaisser, et qui, durant le mouvement de la planche pour arriver en présence du rouleau, enlève, en l'essuyant avec la plus grande rapidité, l'excès de la couleur qui ne trouve pas à se loger dans le creux de la gravure;

4° D'un drap sans fin tendu aux extrémités du bâti en bois, où les pièces et ce drap lui-même se dessèchent en passant sur un tuyau chauffé.

Pour peu qu'on se pénètre bien du rôle que doit jouer ce drap dans ce genre d'impression, on conçoit qu'il doit être aussi fin, aussi uni et aussi élastique que possible; car sa fonction est de refouler le tissu dans les cavités de la gravure et de le forcer à se charger de la couleur qui y a été déposée.

Or, ce refoulement ne pourrait s'effectuer si le drap, au lieu d'être élastique, était résistant comme une lame métallique, ou s'il renfermait des parties plus fortes et plus dures les unes que les autres.

La machine une fois établie, l'opération en elle-même ne présente aucune difficulté. Après avoir été uniformément chargée de couleur, la planche, poussée par l'ouvrier, glisse rapidement sous la racle, qui enlève l'excès de couleur, puis entre les deux cylindres, pendant que le cylindre inférieur offre sa surface pleine au cylindre supérieur, jusqu'au point qui détermine la roue à rochet. Alors le cylindre inférieur, en tournant sur lui-même, la saisit, en lui imprimant un mouvement opposé au premier, le presse contre le rouleau supérieur où elle est mise en contact avec le tissu et le drap sans fin.

Lorsqu'elle sort d'entre les deux cylindres, l'ouvrier la ramène à lui, la charge de nouveau de couleur, et ainsi de suite.

Par ce procédé, on réalise des impressions d'une délicatesse et d'un fini qu'aucun autre n'a pu donner jusqu'ici. Cet avantage est dû :

1° A ce qu'il permet de faire usage de couleurs plus épaisses et par conséquent moins sujettes à couler;

2° A ce que la couleur est raclée avec beaucoup de promptitude, et qu'il est démontré que la planche se nettoie d'autant mieux que la racle passe dessus avec plus de rapidité;

3° A ce que les planches passent entre les rouleaux avec la vitesse et la pression qui conviennent le mieux à la gravure; et surtout,

4° A ce que le tissu qui a été engagé dans la cavité de cette gravure en est relevé graduellement et sous un certain angle; car cette dernière circonstance, en apparence insignifiante, a beaucoup plus d'importance qu'on ne le croit généralement, puisqu'il ne faut qu'imprimer avec une planche, et relever l'étoffe plus ou moins brusquement sous tel ou tel angle, pour obtenir des résultats diamétralement opposés; ce qui s'explique, si l'on veut faire attention qu'en définitive ce sont deux corps qui se disputent un troisième auquel ils adhèrent.

DE L'IMPRESSION EN CREUX AUX ROULEAUX.

La découverte des machines à imprimer en creux a exercé une si grande influence sur les destinées de l'industrie, que l'Angleterre et la France se disputent l'honneur d'avoir donné naissance à l'inventeur de la première machine.

Quelle que soit l'indécision qui règne à cet égard, dit M. Persoz, il est parfaitement établi qu'en 1785, la maison Livessy, Hurgrave, Hall et C^e, de Manchester, imprimait avec succès au rouleau gravé en creux, et il n'est pas moins certain que c'est à l'Écossais Bell qu'il faut en attribuer la découverte; ce n'est donc que quinze ans plus tard qu'il a été importé en France.

Il nous a paru intéressant de rechercher à ce sujet les divers systèmes qui ont été proposés pour les machines à imprimer au rouleau.

Voici le résultat de nos investigations à cet égard :

A l'aide des premières machines qui furent inventées, on n'imprimait qu'une seule couleur à la fois.

Quoiqu'au fond elles soient toutes construites sur le même principe, elles présentent cependant dans leurs détails quelques différences qui, jointes à leur origine, les ont fait désigner par des noms spéciaux : on a les *machines Lefèvre*, ainsi nommées du nom du mécanicien qui, le premier les a construites en France, et les *Machines anglaises* ou de système anglais, qui rappellent leur origine ou les particularités qui les distinguent des précédentes.

Remarquons que dans les unes comme dans les autres, on trouve :

- 1° Un rouleau gravé;
- 2° Un rouleau dit presseur, parce que c'est en passant entre lui et le cylindre gravé que la toile est refoulée dans la gravure;
- 3° Un système de leviers, simple dans les machines de Lefèvre, composé dans les machines anglaises, et qui presse les deux cylindres l'un contre l'autre;
- 4° Un baquet ou réservoir à couleur, qui fournit directement ou indirectement la couleur au rouleau gravé;
- 5° Une racle, qui a pour objet d'enlever l'excédant de couleur et de nettoyer la surface du rouleau;
- 6° Un drap sans fin, recouvert ou non d'un doublier, et dont le principal rôle est de faire pénétrer, par son élasticité le tissu dans la gravure ¹.

Examinons d'abord les principaux caractères de la machine Lefèvre, qui est la première en date.

Le système des leviers est simple, de telle sorte que la pression à produire étant considérable, il faut pour l'obtenir une grande quantité de poids. C'est assurément gênant, quelquefois même dangereux. Mais l'inconvénient qui en résulte est compensé par un avantage, en ce sens qu'il ne se produit aucune vibration qui altère la netteté de l'impression.

Le cylindre gravé est placé entre le point d'appui de la racle et la racle elle-même. Quand même le cylindre ne tournerait pas bien rond, il est toujours bien nettoyé, et sa surface ne s'endommage pas pour cela, car la racle suit très-facilement toutes les oscillations du cylindre.

Lefèvre ne mettait pas de rouleau fournisseur, parce qu'alors presque tous les épaississants se faisaient au moyen de la gomme. Il n'y avait pas non plus de contre-racle, elle était remplacée par une brosse.

La machine de M. Rissler, employée pour la première fois à Wesserling, était

1. La description de ces machines se trouve dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. III, p. 249 à 274, et dans le *Traité de l'impression des tissus*, par M. Persoz, t. II, p. 353 et suivantes.

munie d'un système de leviers complexe qui n'exigeait qu'un faible poids pour exercer une pression considérable, mais qui, aussi, occasionnait des défauts chaque fois que vibraient ces leviers.

La disposition de la racle, qui pivote sur elle-même, nécessite un réglage parfait de la machine; car sans cette condition, elle est exposée à quitter le cylindre, et celui-ci ne serait pas bien nettoyé ou quelquefois même pourrait être endommagé. Une contre-racle et un rouleau fournisseur, auquel est joint encore un rouleau intermédiaire, se retrouvent toujours dans ce système.

Ces deux machines sont les plus célèbres comme machines à une seule couleur; mais dans celles qui impriment à plusieurs couleurs, nous trouverons une plus grande variété de combinaisons.

MACHINES A PLUSIEURS COULEURS. — C'est, paraît-il, à M. Adam Varkinson, de Manchester, qu'on doit la première machine à deux couleurs.

En suivant l'ordre chronologique, nous remarquons d'abord la machine de M. Hertzik, à Paris (brevetée en France le 30 décembre 1814), au moyen de laquelle, dit l'inventeur, on peut imprimer un nombre presque indéterminé de couleurs. Pour arriver à ce résultat, l'auget est formé d'autant de compartiments qu'il y a de couleurs; elle est en outre munie d'une disposition particulière qui permet d'imprimer en zigzag bien que les rouleaux portent des dessins droits. Cette disposition consiste dans un excentrique relié directement à l'étoffe, qui est tirée au moment de l'impression, tantôt à droite, tantôt à gauche.

Quelques années après (16 avril 1827), MM. Dollfus, Mieg et C^e prirent un brevet d'invention pour une machine qui imprimait également à plusieurs couleurs au moyen d'augets à compartiments.

Une autre machine, qui mérite d'être citée, est celle de M. Perrot, à Rouen (brevetée le 25 août 1830). Elle possède des moyens de réglage fort bien entendus, surtout pour ce qui concerne les raccords du dessin obtenu par une légère variation dans la situation respective des surfaces des rouleaux. On sait que le célèbre auteur de la *Perrotine* s'est fait breveter plus tard pour sa belle et ingénieuse machine à planches plates.

La machine de MM. A. Kœchlin et C^e, de Mulhouse, décrite dans le *Portefeuille du Conservatoire des arts et métiers*, est celle qui a la plus grande analogie avec la machine de M. Tulpin, dont nous allons donner la description.

Elle en diffère cependant par les points principaux suivants :

- 1° La hauteur du bâti était plus grande d'environ 0^m08, ce qui rendait plus difficile la pose des rouleaux gravés supérieurs;
- 2° Le bâti n'était pas aussi évidé, ce qui ne laissait pas toujours voir suffisamment bien tous les organes importants des rouleaux gravés inférieurs;
- 3° Le point d'attache des grands leviers horizontaux était placé dans le même axe vertical que les points d'attache des petits leviers, ce qui obligeait d'ovaliser le trou du petit bras du levier pour permettre le mouvement;
- 4° La vis de bâtis des 4^{es} et 4^e rouleaux était montée directement sur les leviers qui les portent, en sorte que l'inclinaison des leviers modifiait la pression exercée par la vis.

Malgré ces inconvénients, la machine de M. Kœchlin n'en était pas moins un grand perfectionnement, et elle mérite d'être signalée à plus d'un titre.

M. Ch. Dollfus de Mulhouse prit, le 30 juin 1836, un brevet pour supprimer le drap sans fin et le remplacer par une garniture sur le rouleau presseur.

2° Mobilité de la vis à élargir, ce qui permet de la rapprocher plus ou moins du cylindre gravé, selon son diamètre;

Cette modification qui n'est pas adoptée aujourd'hui, serait très-avantageuse si elle était réellement pratique. En effet, on sait que l'impression est d'autant plus belle que le drap est plus fin. Comme il doit être très-long et très-épais, il coûte fort cher, ce qui devient un véritable inconvénient pour les impressions communes. Pour remplacer ce drap, M. Dollfus proposait de garnir le rouleau presseur d'un tissu très-fin, ce qui pouvait se faire sans grands frais, et permettait, suivant lui, d'obtenir les dessins d'autant plus nets.

En adoptant cette disposition, il était indispensable de placer un rouleau sur le presseur pour enlever après l'impression, toute la couleur en excès.

M. John Buchanan, de Ramboston (breveté le 15 mars 1836), propose de faire passer l'étoffe imprimée autour d'un cylindre chauffé à la vapeur; puis un appareil oscillatoire la prend et la dépose en la pliant sur le plancher.

Ainsi que M. Ch. Dollfus, de Mulhouse, il supprime le drap sans fin et le remplace par une garniture de presseur. Il évite les rouleaux qui nettoient les garnitures, en employant un calicot gris que l'on place derrière l'étoffe et qui reçoit toute la couleur en excès. Quand on imprime des étoffes communes, on remplace ce calicot gris par deux bandes disposées sur les bords de l'étoffe, et qui suffisent dans ce cas pour garantir le presseur.

MM. Huguenin, Ducommun et Dubied ont pris, le 12 septembre 1840, un brevet pour une machine à imprimer en creux ou en relief avec des cylindres ou des portions de cylindre, laquelle se distingue par un petit appareil d'encliquetage, qui se règle très-facilement suivant les différents cas, produit un mouvement de recul de l'étoffe et raccorde les dessins.

Dans la même machine, on peut combiner des portions de cylindre en creux et en relief. Enfin, des dispositions particulières ont été prises pour imprimer à volonté, et sans grand changement, avec des cylindres ou des portions de cylindre.

Dans un brevet pris le 23 septembre 1840 par M. Béard Richard, nous avons trouvé plusieurs dispositions ingénieuses applicables aux machines à imprimer en général.

Ainsi, nous citerons un appareil destiné à porter diverses couleurs sur la surface d'un cylindre gravé en creux, sans qu'elles se confondent. L'auge est formé d'un tuyau muni d'une embouchure qui s'applique exactement contre le cylindre gravé et traversé par un axe qui peut tourner autour de ce même cylindre. Il est divisé en un nombre de récipients égal à celui des couleurs à appliquer dans la largeur de l'étoffe. En lui imprimant un mouvement de va-et-vient par un mécanisme quelconque pendant que le cylindre tourne, les dessins se forment en zigzag. En même temps la racloire ramassera la couleur sur la partie non gravée.

Un autre moyen, qui permet d'arriver au même résultat, consiste dans l'emploi d'un cylindre fournisseur formé de surfaces de feutre sur lesquelles se dépose la couleur au moyen de toiles sans fin. Il peut prendre un mouvement de va-et-vient le long du cylindre, et l'excès de couleur étant enlevé convenablement par une racloire, les dessins qui se forment ont également une direction en zigzag.

Dans le brevet du 7 novembre 1843, pris M. Tulpin aîné, de Rouen, se trouve la description d'une machine pouvant imprimer à 1, 2, 3 et 4 couleurs.

Les principales modifications nouvelles sont les suivantes :

1° Possibilité de faire varier le diamètre du cylindre gravé de 0^m 11 à 0^m 28 ;

3° Une disposition particulière de la commande et une certaine mobilité des arbres, afin de pouvoir les ajuster parfaitement pour tous les diamètres des rouleaux gravés.

Une autre machine, qui mérite d'être mentionnée, est celle de M. Troublé, de Puteaux, brevetée le 27 septembre 1845. Elle se compose de cylindres gravés en creux ou en relief, qui roulent sur un plan horizontal, et qui peuvent imprimer une ou plusieurs couleurs. Des aiguilles indiquent la place où l'on doit engrener chaque fois, soit pour continuer, soit pour rentrer des couleurs.

Dans l'énumération suivante, que nous faisons des principaux essais tentés pour perfectionner les machines à imprimer au rouleau et en taille-douce, nous ne pouvons passer sous silence la modification de MM. Huguenin, Ducommun et Dubied, brevetée le 22 février 1849, pour transmettre la pression aux cylindres gravés.

On sait que cette pression est généralement produite par des combinaisons de leviers qui multiplient l'action exercée par des poids qu'on place à leur extrémité. On avait essayé de la transmettre au moyen de vis; mais il y avait un grand inconvénient : c'était de rendre invariable la distance entre le cylindre gravé et le rouleau presseur. Il en résultait nécessairement des inégalités de pression, et, par suite, des dessins irréguliers, parce qu'il est à peu près impossible d'obtenir des cylindres qui tournent parfaitement rond. C'est alors que l'on a employé les combinaisons de leviers ou même des leviers simples, comme dans la machine Lefèvre, bien qu'ils causent un grand embarras.

MM. Huguenin, et C^e songèrent à revenir aux vis, mais en les douant des mêmes avantages que les leviers. Ils placèrent derrière l'écrou du caoutchouc vulcanisé, qui, sous une faible masse, a la propriété de résister à de grands efforts de compression. Cet écrou est claveté; mais il peut néanmoins se mouvoir suivant l'axe de la vis, en sorte que si on vient à tourner celle-ci dans un certain sens, on oblige l'écrou à reculer et à appuyer fortement contre la rondelle de caoutchouc, tandis qu'elle-même exerce une pression égale sur le cylindre gravé. Si maintenant un obstacle quelconque se présente, l'écrou cède, grâce à l'élasticité de la rondelle, et le rouleau gravé s'écartant un peu du presseur, livre passage à l'obstacle. On peut voir le dessin de ce système de pression dans le *Génie industriel*, vol. XI, année 1856. On doit encore aux mêmes constructeurs l'idée de transmettre directement le mouvement à la machine à imprimer par un moteur à vapeur adhérent.

La plupart des tentatives faites jusqu'à présent n'ont pas modifié sensiblement la machine à imprimer. Elles ont apporté des perfectionnements de détail justement appréciés; mais qui n'ont changé en rien les principes sur lesquels reposent les anciennes machines.

A la dernière exposition, à Paris (1855) on remarqua celles de M. A. Chesneau, de Rouen, et de M. A. Kœchlin, de Mulhouse. Elles se distinguaient par un grand fini d'exécution.

Les différents constructeurs se sont surtout appliqués à rendre le jeu comode et la marche régulière; et bien que les machines employées aujourd'hui n'accusent pas sur les anciennes de grandes réformes quant aux principes sur lesquels repose leur construction, on ne peut cependant nier que les perfectionnements apportés récemment, ont exercé dans cette fabrication une salutaire influence, et que c'est en grande partie aux progrès de la mécanique que sont

du l'extension considérable de l'industrie des étoffes imprimées et le bon marché fabuleux auxquels sont parvenus ses produits, maintenant répandus dans toutes les classes de la société.

Voici à ce sujet un fait cité par M. Dollfus au Conseil supérieur de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, assemblé en 1860 pour discuter les intérêts du traité avec l'Angleterre : « J'ai vu à Glasgow, il y a quelques jours, une chose qui m'a beaucoup étonné, quoique j'en eusse déjà entendu parler; j'ai vu fonctionner une machine imprimant douze couleurs à la fois¹. Cette machine, mue par deux ouvriers, fabrique par jour la même quantité de pièces que, chez nous, mille imprimeurs travaillant à la main. Mille imprimeurs à 4 francs par jour, exigeraient un salaire de 4,000 francs. »

Évidemment, comme le dit M. Dollfus, les produits ainsi obtenus sont un peu pacotille, mais ils s'adressent au grand nombre, aux consommateurs qui veulent du bon marché. C'est une marchandise qui chez nous vaudrait 2 fr. 50 c. le mètre imprimée à la main, tandis qu'elle coûte 4 fr. imprimée à la machine. Cette machine n'est pas un modèle de perfection, mais il n'en est pas moins vrai qu'elle atteste un progrès réel vers la production à bon marché.

Quoique nous estimions bien ces grandes machines, nous ne pouvons pourtant ne pas laisser voir la préférence que nous accordons aux appareils qui produisent un travail plus parfait. Il est facile d'apprécier les difficultés que présentent les machines à un grand nombre de couleurs, puisque déjà les machines à une couleur réclament, pour accomplir leurs fonctions, l'attention la plus scrupuleuse de la part de l'ouvrier.

Or, comme dans la machine à deux couleurs, et à plus forte raison dans celle à trois, quatre, cinq et plus, le nombre des éléments croît avec celui des couleurs, puisque chaque cylindre est muni de son baquet, de son rouleau fournisseur, de sa racle, de sa contre-racle, et des accessoires qui en dépendent, il est évident que les difficultés ne font qu'augmenter.

On n'a plus, en effet, seulement à régler la marche de chacune des pièces qui concourent à l'impression d'une seule couleur, il faut encore coordonner les diverses parties du système, pour que, dans l'impression, les rapports soient observés, pour que les couleurs s'encadrent exactement les unes dans les autres, et plusieurs causes, qui peuvent être négligées dans l'impression d'une seule couleur, contribuent à rendre ici le résultat difficile à obtenir.

Ainsi, par exemple, la toile s'allonge en passant entre les cylindres et s'allonge plus entre les premiers qu'entre les seconds et les troisièmes; d'un autre côté, le drap sans fin est sujet à dévier vers l'une des extrémités du cylindre, tantôt à droite, tantôt à gauche, et à entraîner par cela même, dans son mouvement désordonné, le doublier et l'étoffe qui doit recevoir l'impression; enfin, les cylindres gravés n'ayant pas tous rigoureusement le même diamètre, ne peuvent être mus avec la même vitesse, et, par suite, il y a des dispositions à prendre pour régler le mouvement de chacun d'eux.

1. On peut voir dans le *Génie industriel*, vol. iv (1852), une machine anglaise disposée pour imprimer 16 couleurs en même temps.

EXAMEN DES ORGANES QUI COMPOSENT LES MACHINES A ROULEAUX.

Les machines à plusieurs couleurs n'étant, comme nous venons de le voir, qu'une machine à une seule couleur, dont les éléments sont répétés un certain nombre de fois, nous n'avons pas à répéter les organes essentiels qui les composent. Mais avant de passer à la description de l'agencement de ces divers organes, les uns par rapport aux autres, nous allons examiner quelles sont les conditions indispensables de construction qu'ils doivent remplir pour donner de bons résultats.

ROULEAU GRAVÉ. — On le construit en cuivre rouge, en laiton ou bronze. Quelquefois ils sont massifs, d'autres fois creux. La maison Thiébaud, à Paris, s'est fait une spécialité très-importante dans la fabrication des rouleaux d'impression, et y a acquis depuis longtemps une réputation justement méritée.

Les rouleaux en cuivre rouge pleins, sont obtenus de la manière suivante :

On les coule dans un moule avec une forte masselotte; puis, afin de comprimer la masse et la rendre aussi homogène que possible, on procède à l'écrouissage. Après cette opération, il reste encore à visser des tourillons et à le tourner.

Pour fabriquer les cylindres creux, on les étire dans une filière munie d'un mandrin en fer, ou bien encore on les coule dans un moule au centre duquel se trouve un noyau conique, puis on les écrouit intérieurement en forçant le cône à pénétrer dans l'intérieur du métal, jusqu'à ce que l'on ait obtenu un diamètre égal à celui de l'axe qui doit le traverser. L'écrouissage extérieur se fait à l'aide de petits marteaux-pilons qui tombent successivement sur le cylindre au fur et à mesure qu'il tourne sur lui-même.

On préfère généralement aujourd'hui les cylindres creux qui sont moins chers et qui ont encore l'avantage de pouvoir être tournés plus facilement que les cylindres pleins. De plus, les tourillons de ceux-ci étant simplement vissés, ne résistent pas toujours à la pression considérable à laquelle ils sont soumis, et le moindre dérangement peut amener de grandes perturbations dans l'impression.

On remplace quelquefois le cuivre rouge des rouleaux gravés par du laiton et même par du bronze. Ces deux alliages, quoique moins chers¹, ne sont pas d'un emploi aussi avantageux. En effet, la gravure sur le laiton ne se conserve jamais bien longtemps sans être repassée, et sur le bronze, qui est très-dur, surtout si la quantité d'étain est notable, elle ne s'exécute que très-difficilement et à grands frais. Aussi emploie-t-on le plus fréquemment des rouleaux en cuivre rouge qui peuvent imprimer un plus grand nombre d'étoffes, et qui donnent néanmoins des dessins parfaitement nets.

1. L'une des plus grandes dépenses dans les manufactures d'impression est sans contredit l'achat des rouleaux. Ainsi on n'en consomme pas moins, en France, de 2000 par années.

En admettant qu'ils pèsent 60 kilog. chacun, ils nécessitent une dépense annuelle de :

$$2000 \times 60 \times 4^f75 \text{ ou } 570,000 \text{ fr.,}$$

en admettant qu'ils reviennent à 4^f 75, fabriqués en France. Si on les tire d'Angleterre, cette dépense se réduit à :

$$2,000 \times 60 \times 3^f90 \text{ ou } 468,000 \text{ fr., au maximum.}$$

La différence est donc de 100,000 fr. environ, et cette économie est réelle; car aujourd'hui on peut les faire venir d'Angleterre, tandis qu'avant le traité de commerce, comme ils supportaient un droit prohibitif, on les fabriquait tous en France.

ROULEAU PRESSEUR. — Celui-ci doit avoir un diamètre suffisamment grand pour ne pas couper le drap; il faut cependant ne pas l'exagérer, car on s'exposerait à déformer le cylindre gravé. Quand, malgré les précautions prises, ceux-ci sont devenus légèrement concaves, il ne faut pas les mettre hors de service, surtout si la concavité n'est pas très-grande. Le meilleur moyen de remédier à cet inconvénient est d'enrouler autour du rouleau presseur des bandes d'étoffe, et qui ne peuvent s'étendre malgré la grande tension à laquelle on les soumet. Il faut faire en sorte que cette surface convexe, ainsi formée, remplisse très-exactement la concavité du rouleau gravé.

DRAP ET DOUBLIER. — Nous avons vu le rôle rempli par le drap dans l'impression, c'est de refouler le tissu dans le creux de la gravure. Sa fonction étant très-importante, il est indispensable d'apporter les plus grands soins dans sa fabrication. Ainsi, il doit être élastique, bien homogène, ne présenter aucune aspérité qui se reproduirait sur le dessin. Comme ces draps, qui ont une assez forte épaisseur (7 millimètres environ), coûtent fort cher, il faut les ménager, et pour cela on les protège par un autre tissu moins épais (2 millimètres) appelé *doublier*, qui, se plaçant entre le cylindre presseur et le drap, empêche la couleur en excès de se déposer sur celui-ci. Le doublier doit avoir les mêmes qualités d'élasticité et d'homogénéité qui sont nécessaires pour obtenir des dessins bien nets.

ROULEAUX FOURNISSEURS. — Ceux-ci sont en bois, recouverts d'une chemise de feutre, dont la fonction est de déposer sur le rouleau gravé la couleur puisée dans l'auget. Lorsqu'il est neuf, le feutre ne peut être employé sans une préparation préliminaire, car sans cela, au lieu de céder la couleur, il la retiendrait. On le sature donc préalablement en le recouvrant de couleur que l'on enlève de temps en temps pour la remplacer aussitôt.

RACLES. — Elles sont en acier, d'une faible épaisseur, toutes les fois que la couleur n'est pas trop acide. Dans ce cas, elles seraient attaquées assez vivement si on ne remplaçait pas l'acier par un alliage composé de cuivre, d'étain et de zinc en proportions convenables, qui a encore l'avantage de ne modifier en rien la nuance du bain quand même il se dissoudrait en partie dans la masse. Quant à la position de la racle par rapport au rouleau, elle n'est pas arbitraire. Ainsi, une inclinaison qui se rapprocherait beaucoup de la normale, serait très-défectueuse sous le rapport de la conservation du rouleau. Si la racle était presque tangente, elle ne nettoierait plus bien la surface gravée, et c'est un autre inconvénient encore très-grave. Après de nombreux essais, on a reconnu que la position moyenne entre la normale et la tangente était celle qui satisfaisait le mieux à ces deux conditions, et c'est aussi celle que l'on adopte généralement.

Cette observation s'applique également aux contre-racles, dont la construction est identique.

On comprendra mieux la construction et le fonctionnement des principaux organes que nous venons d'énumérer, en examinant les dessins de l'appareil représenté pl. 19 à 21, avec la description détaillée que nous allons en donner.

On reconnaîtra en même temps que cette machine est exécutée dans les meilleures conditions, et qu'elle fait honneur à son habile constructeur, qui, du reste, est aujourd'hui bien connu dans le monde industriel.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A IMPRIMER A QUATRE COULEURS

DE M. TULPIN AINÉ

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 10 DES PL. 19, 20 ET 21.

La fig. 1, pl. 19, représente cette machine en élévation latérale vue du côté opposé à la commande.

La fig. 2 est une section transversale faite par le milieu de la longueur des rouleaux.

La fig. 3, pl. 20, fait voir cette même machine, avec sa commande, dans le sens longitudinal.

La fig. 4 représente une vue de côté de cette commande, séparée de la machine et regardée du côté de sa réunion avec les rouleaux.

La fig. 5, pl. 21, est une coupe longitudinale faite par l'axe du presseur et de l'arbre principal du mécanisme de la transmission de mouvement.

La fig. 6 indique, en élévation, la disposition des engrenages de la commande, vue du côté opposé à sa réunion avec la machine à imprimer.

Toutes ces figures sont dessinées à 1/15^e de l'exécution.

Les fig. 7, 8, 9 et 10 de la pl. 20 sont des détails dessinés à l'échelle de 1/10^e de l'exécution.

DU BÂTI. — Le bâti principal est (fig. 1, 2, 3) composé de deux flasques en fonte A, complètement semblables, qui sont réunis par deux entretoises *a* disposées à fleur du sol (fig. 2), et par un arbre A', qui sert en même temps de centre de mouvement aux leviers des deuxième et troisième rouleaux, et enfin par les arbres en fer *a'* et *a''* reliant le sommet des flasques. L'ensemble de ce bâti est boulonné solidement sur un massif en maçonnerie, afin d'assurer une grande stabilité à la machine.

Avec les deux flasques ou montants extrêmes sont fondus deux chapes A², destinées à recevoir les leviers des 2^e et 3^e rouleaux. Un peu plus haut, sur les mêmes montants, se trouvent de forts renflements *a*³ (fig. 3) dans lesquels passent les boulon d'articulation des leviers des 1^{er} et 4^e rouleaux. Pour recevoir les coussinets de l'arbre du cylindre presseur et leur permettre de se déplacer verticalement, des ouvertures oblongues sont ménagées vers la partie supérieure des deux montants. Au-dessous de ces ouvertures sont ménagées à la fonte de fortes nervures *b* (voyez fig. 5), qui consolident cette partie laissée, avec intention, très-étroite, afin de bien dégager les deux rouleaux inférieurs.

Ce que l'on doit remarquer dans la disposition de ce bâti, c'est que, sans compromettre la grande solidité qu'il a fallu lui donner, le constructeur a su lui ménager des ouvertures assez grandes pour permettre d'approcher de tous les organes essentiels des rouleaux. Ceux-ci devant être

réglés avec une précision pour ainsi dire mathématique, il importait beaucoup de pouvoir visiter facilement toutes les pièces qui concourent à leurs fonctions.

DU CYLINDRE PRESSEUR. — Ce cylindre C, comme on le remarque (fig. 5, pl. 24), est fondu creux avec deux plateaux en fonte, pleins à ses extrémités, et son milieu est renforcé par une nervure intérieure c , qui lui donne une grande rigidité et permet par suite de lui laisser, à résistance égale, une moins forte épaisseur ; ses fonds sont munis de douilles percées d'une ouverture qui livre passage à l'axe en fer sur lequel il est claveté. On tourne ce cylindre seulement quand il est définitivement monté sur son axe C'.

Son poids assez considérable imprimerait dans sa rotation des vibrations à la machine, si l'on ne prenait des précautions pour les éviter. Ainsi les coussinets B, qui reçoivent les axes, sont ajustés avec une grande précision.

Pour éviter tout dérangement dans le sens de la longueur, les douilles du cylindre presseur appuient exactement contre les coussinets et une plaque en bronze, fixée au moyen de trois vis sur chacun d'eux, les maintient d'une manière invariable.

Comme le cylindre a souvent besoin d'être soulevé dans un plan vertical, soit pour changer les rouleaux, soit pour régler la position des leviers ou pour toute autre cause, le constructeur a disposé dans ce but, à chaque extrémité de l'arbre a^2 , des leviers B' qui portent, par l'intermédiaire de petits leviers et de doubles bielles b' (fig. 2 et 3), deux colliers b^2 , qui entourent les deux douilles extrêmes fondues avec le cylindre presseur.

Pour soulever ce cylindre, il suffit, après avoir enlevé les cales en fonte c (fig. 5), munies de poignées, d'appuyer sur les leviers B'. Deux hommes agissant à l'extrémité de ces leviers soulèvent le cylindre avec la plus grande facilité.

Pour le ramener dans sa position normale, il suffit, après que l'on s'est assuré que son axe est bien horizontal, de replacer les cales c et la vis C², qui ont pour objet d'empêcher le soulèvement du cylindre constamment pressé de bas en haut par les rouleaux gravés. La manivelle B', montée à l'une des extrémités de son arbre C', ne sert que pour la mise en train quand il est nécessaire de le faire tourner à la main d'une petite quantité.

DES ROULEAUX GRAVÉS. — Nous appelons *premier rouleau*, celui qui reçoit le premier l'étoffe à son entrée dans la machine. En continuant à suivre la marche de l'étoffe jusqu'à sa sortie, les *deuxième, troisième et quatrième rouleaux* sont ceux qui viennent immédiatement après.

Nous commençons par décrire le *second rouleau*, parce qu'il règle la position du premier.

Ce deuxième rouleau D' (fig. 1 et 2) est supporté par un système de leviers horizontaux E et E', réunis par un tirant extensible e , qui, à cet

effet, est formé d'un manchon mobile en fonte relié à deux tiges en fer, terminées chacune par un anneau plat qui s'engage exactement dans une mortaise pratiquée dans la tête du levier correspondant. Au moyen d'un boulon qui traverse cet anneau et la tête du levier, on obtient des articulations très-solides. Inutile de dire que toutes les articulations de ce système sont faites avec le plus grand soin; car la moindre vacillation entraînerait le dérangement des rouleaux qui reposent directement sur ces leviers. La tige de l'anneau assemblé avec la tête du levier inférieur E' est filetée, de sorte que pour allonger ou diminuer la distance qui sépare les deux articulations, il suffit de faire tourner dans un sens ou dans l'autre le manchon fileté e, dont l'assemblage lui permet de se mouvoir autour de la tige de l'anneau supérieur.

Ce mouvement s'exécute au moyen d'une tige en fer que l'on introduit alternativement dans l'un ou l'autre des quatre trous pratiqués sur la circonférence. Les mêmes dispositions et les mêmes moyens de réglage sont appliqués aux doubles leviers qui supportent les deux extrémités des rouleaux.

Les deux leviers horizontaux et parallèles E' des deux systèmes opposés sont réunis par une tablette en bois E², sur laquelle on pose le nombre de poids que l'on juge nécessaire pour exercer la pression. Il est évident que si ce plateau est réglé pour être horizontal dans une position quelconque, il conservera son horizontalité pour tous les déplacements du levier et en vertu du parallélisme parfait de ceux-ci. De même, le rouleau D', fixé sur le levier supérieur E, étant horizontal pour une position quelconque, le sera également dans toutes les autres; c'est encore une conséquence de la solidarité des leviers parallèles et opposés.

Expliquons maintenant la disposition employée pour fixer le rouleau D' sur le levier E. La condition indispensable à remplir, c'est de pouvoir déplacer ce rouleau à volonté et dans tous les sens, c'est-à-dire suivant l'axe, autour de l'axe, et enfin perpendiculairement à cet axe, soit horizontalement, soit verticalement.

Le rouleau D', qui est creux, est traversé par un arbre en fer forgé, dont les deux extrémités reposent sur les leviers parallèles et opposés E, ces rouleaux, ainsi que les trois autres disposés autour du presseur, sont construits comme nous l'avons indiqué précédemment en traitant de rouleaux gravés en général.

Le levier E, dont on voit le détail fig. 9, est muni d'une boîte en bronze e', qui reçoit elle-même un coussinet e² muni d'un renflement s'ajustant exactement dans un vide correspondant de la boîte e'. Ce renflement permet en outre, au moyen d'une vis c², engagée extérieurement dans les joues du levier (voyez fig. 1), de déplacer le coussinet et par suite de déplacer le rouleau suivant son axe.

Nous verrons plus loin, au paragraphe qui décrit la *commande* de tout l'appareil, la disposition adoptée pour faire tourner chacun des rou-

leaux sans entraîner les autres, ce qui est indispensable toutes les fois que l'on veut régler la position relative du dessin.

Le troisième rouleau D^3 est d'une construction analogue au précédent, et il est disposé sur un système de double levier absolument semblable à celui décrit. Aussi nous avons, afin d'éviter les répétitions, indiqué les mêmes pièces par les mêmes lettres.

Le centre d'oscillation des deux leviers E, des deuxième et troisième rouleaux, est pris sur l'arbre A' , qui relie en même temps les deux flasques du bâti. Le deuxième rouleau peut être parfaitement réglé par les moyens que nous avons indiqués, parce que c'est lui qui attaque, mais pour les autres, il faut en outre régler leur position par rapport à ce deuxième rouleau. A cet effet, la boîte en bronze du troisième rouleau D^3 peut se déplacer avec son coussinet sur les leviers E.

En se reportant au détail fig. 9, pl. 20, qui représente le coussinet du troisième rouleau, on voit que cette mobilité est obtenue au moyen d'une vis d , terminée par une tête carrée sur laquelle on emmanche la longue clef à béquille F. En agissant sur la poignée de cette clef, on déplace d'une aussi petite quantité qu'on le désire l'extrémité de l'axe du troisième rouleau. La même disposition existant aux deux extrémités, cet axe peut être établi non-seulement parallèlement à celui du cylindre presseur, mais encore sa distance par rapport au deuxième rouleau peut être réglée mathématiquement.

PREMIER ROULEAU. — Les coussinets de celui-ci reposent directement sur le bâti, et les leviers E et E' n'interviennent que pour transmettre la pression.

Le support de ce rouleau D, quoique différent de construction des deuxième et troisième rouleaux, est muni des mêmes pièces de réglage; il est représenté en détail fig. 8. La boîte e' est reçue dans un support en fonte F' , évidée intérieurement et reposant sur une tablette f fixée elle-même au bâti. Cette tablette porte une fente longitudinale dans laquelle passent deux boulons d' , qui ne doivent jamais être trop serrés afin de pouvoir faire glisser au besoin le support sans trop de difficulté.

Ce déplacement, qui permet d'éloigner ou de rapprocher le cylindre gravé du presseur, s'effectue au moyen de la vis d^2 engagée dans un écrou fixe et tournant sur son axe, sans avancer, ce qui oblige par conséquent le support à se déplacer.

Pour régler la position exacte de ce premier rouleau par rapport au second, la vis d fait monter ou descendre la boîte en bronze e , qui porte le coussinet e^2 , également en bronze. Celui-ci est assemblé dans la boîte avec beaucoup de soin, et un renflement qui s'adapte dans un vide parfaitement égal, le rend solidaire de cette même boîte. C'est du reste la même disposition que nous avons déjà décrite à propos des deuxième et troisième rouleaux. Comme dans celle-ci, une troisième vis e^2 , fig. 4, agissant latéralement sur les coussinets, permet de régler la position du rouleau D suivant son axe.

Toutes les dispositions ainsi prises pour régler le premier rouleau D dans tous les sens, voyons celles adoptées pour lui appliquer la pression convenable. Un levier G (fig. 1, 3 et 5), tournant autour d'un boulon fixe g , fixé au bâti, se relève à angle droit à partir de ce point, et s'articule au moyen de deux branches avec une bielle horizontale G', ce levier porte à son autre extrémité une tige g' à laquelle sont suspendus des contre-poids. La bielle G' est également articulée à un autre levier G², mobile sur un boulon g^2 , engagé dans un renflement fondu avec le bâti principal.

Sur ce même boulon, à l'intérieur du bâti, est calé le petit bras qui porte l'écrou de la vis de réglage d^3 . Il est facile de voir que les poids tendent à presser le rouleau D contre le cylindre. La même action se reproduisant de l'autre côté dans des conditions identiques, il en résulte que les extrémités du rouleau D agissent avec une égale intensité et bien parallèlement contre le cylindre presseur.

QUATRIÈME ROULEAU. — La description précédente s'applique tout aussi bien au quatrième rouleau qu'au premier. Nous n'y reviendrons donc pas. Il est facile de reconnaître les pièces identiques qui sont marquées des mêmes lettres.

Afin de faciliter le réglage de la machine, et pour ne pas obliger l'ouvrier à se déranger trop souvent, le constructeur a placé près de la petite clef à béquille f^2 , au moyen de laquelle on règle la position du quatrième rouleau, la longue clef F², servant à régler, par l'intermédiaire des roues coniques f^2 , la position de la boîte e' munie du coussinet e^2 , qui porte l'axe du premier rouleau.

Dans les moments d'arrêt, il est inutile de maintenir l'énorme pression du rouleau gravé contre le gros cylindre, comme aussi il est indispensable de la supprimer pour changer les rouleaux. On y parvient à l'aide d'un petit appareil fixé au niveau du sol sur les traverses a .

Cet appareil est composé simplement d'un levier à manette H, mobile autour d'un point fixe et munie d'un galet h . En soulevant ce levier, on oblige le galet à s'engager sous la traverse E² garnie des contre-poids; on l'arrête dans la position verticale (ainsi que l'indique le tracé ponctué fig. 3), quand le galet vient buter sur l'équerre h' . Dans cette position, les leviers du deuxième rouleau sont maintenus soulevés, et les rouleaux n'appuient plus sur le presseur; l'équilibre est alors parfaitement stable.

Un autre levier analogue H' est également disposé pour soulever la pression du troisième rouleau D². Seulement, dans ce cas, le galet h du levier H' est plus près du point d'articulation, parce que le système du levier appartenant au deuxième rouleau se trouve plus rapproché du sol.

Pour soulever les leviers de pression des premier et quatrième rouleaux, on a disposé des leviers ou béquilles H² (fig. 1), articulés sur un boulon h^2 fixé aux leviers L. En soulevant les leviers par la poignée qui les termine et redressant les béquilles de manière à fixer sur le sol l'extré-

mité opposée à l'articulation, on dégage les rouleaux des pressions qui se reportent sur ces mêmes béquilles.

DES RACLES ET CONTRE-RACLES. — Nous avons déjà dit qu'avant d'être mis en contact avec l'étoffe, la surface des rouleaux devait être débarassée de toute la couleur, de façon à ne laisser que celle qui se trouve dans les tailles, et qu'on parvenait à ce résultat en faisant usage de lames métalliques nommées *racles*. Nous avons en même temps fait connaître leur construction. Il nous reste à expliquer leur agencement sur la machine et les moyens employés pour les régler.

Si l'on se reporte aux fig. de détail 7 et 8, on remarque un petit support *i* fixé sur la même pièce de fonte que le coussinet ; c'est sur ce support qu'est placée la racle I du premier rouleau. Une petite vis de réglage *i'* permet de la rapprocher plus ou moins du même rouleau. Un simple contact ne suffit pas pour nettoyer celui-ci de toute la couleur en excès. Il faut donc appliquer une force qui, pressant les deux surfaces les unes contre les autres, ne laisse aucun passage à la couleur. Pour atteindre ce but, deux leviers J (fig. 2), munis à leur extrémité d'un contre-poids, sont montés aux deux bouts extrêmes de la racle.

Il est encore indispensable d'ajouter une autre racle qui agit sur le rouleau après son contact avec l'étoffe ; elle prend le nom de *contre-racle*. Bien qu'il n'y ait plus de couleurs sur le rouleau, la contre-racle est cependant nécessaire ; car la grande pression de celui-ci sur l'étoffe détache des nœuds, des fils, et tout ce qui peut adhérer à la surface. Si, pendant l'encrage, ces petits corps étrangers pénétraient dans les tailles, ils s'interposeraient entre l'étoffe et la couleur. En admettant même que la racle les enlevât, il n'en resterait pas moins des points privés de couleur, et l'impression serait défectueuse.

Les contre-racles *l'* sont identiques aux racles quant à leur construction. Elles sont montées dans de petits supports *i* (voyez les détails fig. 9, pl. 20), également munies de vis de réglage. La pression suffisante pour les faire appuyer fortement contre les rouleaux, est obtenue par un contre-poids qui agit à l'extrémité des leviers *J'*.

Avant de passer au second rouleau, achevons de dire tout ce qui se rapporte à l'*encrage*, c'est-à-dire à cette opération qui a pour but de répartir convenablement la couleur sur le cylindre gravé.

La couleur, contenue dans un auget *J²* (indiqué en lignes ponctuées pour le premier rouleau, mais bien visible, fig. 2, pour les autres rouleaux), est transmise au cylindre gravé par le *rouleau fournisseur j*. Celui-ci, comme nous l'avons dit, est recouvert d'un feutre et tourne en sens contraire du rouleau.

Pour effectuer certaines impressions, ou lorsqu'on se sert de couleurs plus épaisses, on remplace, comme l'indique la fig. 2, l'auget et le rouleau fournisseur du premier cylindre gravé, par une sorte de racle *l²* qui reçoit la couleur.

Au second rouleau, nous trouvons la racle I et la contre-racle I', munies chacune de leurs vis de réglage et de leur levier de pression J et J'. Les contre-poids attachés à l'extrémité de chacun de ces leviers sont, quand cela ne gêne pas les autres organes de la machine, accrochés directement ou par des cordes plus ou moins longues.

Pour celui qui maintient en pression la racle du deuxième rouleau, les dispositions des pièces environnantes ont obligé le constructeur à l'attacher à l'extrémité d'une corde qui passe sur la poulie j^2 (fig. 1 et 2), dont l'axe est fixé sur l'annexe du bâti qui porte les ensouples et les guides du tissu à imprimer du doublier et du drap.

Les augets J^2 des deuxième et troisième rouleaux sont supportés sur des planchettes en bois (fig. 2), aux extrémités desquelles sont fixées des équerres j' qui servent à les réunir aux leviers K. Ceux-ci font partie des leviers E, et, à cet effet, ont une de leurs extrémités recourbée et articulée sur le levier E, tandis que l'autre extrémité est reliée à une tige filetée j^2 , qui traverse un renflement ménagé à chacun de ces mêmes leviers. On fait monter ou descendre cette tige à l'aide de l'écrou qui appuie sur le renflement du levier, et, par suite, on fait plonger plus ou moins le rouleau fournisseur dans l'auget J^2 .

Le troisième rouleau D^2 étant disposé absolument comme le précédent, les pièces semblables sont indiquées par les mêmes lettres, ainsi que le quatrième rouleau D^3 , dont la disposition ressemble beaucoup à celle du premier.

Les quatre racles qui correspondent aux quatre rouleaux doivent avoir, avons-nous dit, tous leurs points sur une même génératrice quand la machine est au repos. On arrive facilement à ce résultat au moyen de vis qu'elles portent à chaque extrémité, et qui permettent de dégauchir la lame dans le cas où elle ne serait pas très-droite. Mais pendant la rotation du rouleau, la racle étant fixe, il peut arriver qu'un point de celle-ci, pour une raison quelconque, trace sur la circonférence du rouleau des rayures qui, au bout d'un certain nombre de tours, seraient assez marquées pour mettre le rouleau hors d'usage. Pour éviter cet inconvénient, on a imaginé de transmettre aux racles un mouvement de va-et-vient dans le sens de leur longueur, auquel participent les leviers et les poids.

Ce mouvement est produit par une sorte de came ou manchon K' (fig. 1 et 5), à rainure hélicoïdale fixée au bout de l'entretoise a' , filetée sur toute sa longueur entre les deux flasques du bâti, afin de présenter une sorte de vis divergente, destinée à dresser le tissu et à le diriger suivant une surface bien plane à l'action des rouleaux imprimeurs.

La rainure de ce manchon K' est ondulée, de sorte que le mouvement rectiligne alternatif des racles est *saccadé*.

La communication de mouvement est obtenue par l'intermédiaire de la tringle verticale K^2 , munie à sa partie supérieure d'un arc de cercle percé de plusieurs ouvertures dans l'une desquelles on fixe un galet. On

fait varier la position du galet en le fixant dans l'une ou l'autre de ces ouvertures, et par suite on modifie la course des racles. Par son autre extrémité, cette tringle K^2 est reliée à un petit arbre k , qui lui communique un mouvement circulaire alternatif. A cet arbre, qui tourne dans deux petits supports en fer fixés au bâti, sont assemblées les quatre tiges k' , articulées au moyen de petites bielles en fer méplat avec les quatre racles correspondantes I; elles communiquent à celles-ci le mouvement rectiligne alternatif saccadé transmis par le manchon à rainure cannelée K' .

DE L'ÉTOFFE ET DU DOUBLIER. — Le mécanisme employé pour donner de la tension à l'étoffe et au doublier est fort simple. Il consiste en une série de traverses en bois dites d'*embarrages*, qui agissent comme un frein. Le frottement à vaincre, qui est assez considérable étant constant, la tension de l'étoffe qui doit surmonter ce frottement est par ce moyen, ainsi que cela est nécessaire, également constante.

Aux flasques A des bâtis (fig. 1 et 2) sont adaptées deux potences en fonte L, disposées pour recevoir les deux ensouples L' , les deux petits tambours en bois L^2 et la série de barres de forme variable l et l' . Le tissu est enroulé sur l'ensouple inférieur formé d'un cylindre en bois traversé par un axe en fer carré. Une corde, tendue par un poids, fait office de frein sur une poulie l^2 , fixée à l'extrémité de cet axe, afin d'empêcher le déroulement trop rapide de l'étoffe.

La même disposition se reproduit pour l'ensouple supérieur, qui reçoit le doublier. Les deux tambours L^2 ont pour but de guider et d'augmenter encore la tension du tissu à imprimer, du doublier et du drap sans fin. La tension de celui-ci est plus particulièrement réglée par le rouleau supérieur, dont l'axe peut se déplacer dans un plan vertical au moyen de la vis l^3 , muni d'un volant à manette.

Les barres l sont en bois, les unes fixes, les autres mobiles. Les barres fixes l' sont en fonte. On peut suivre aisément la marche du drap sans fin, du doublier et de l'étoffe à imprimer, au moyen des flèches indiquées fig. 1 et 2, et des traits différents pour chacun d'eux. On règle la tension de l'étoffe et du doublier à l'aide des deux paires de barres mobiles l ; il suffit pour cela de faire varier l'inclinaison de ces barres. A cet effet, l'axe de la chape de la double barre supérieure est muni d'une roue dentée hélicoïde k^2 , commandée par une vis sans fin.

Cette vis est fixée à l'extrémité d'une longue tige M' , terminée par un petit volant à main placé à la portée de l'ouvrier, et au moyen duquel il fait tourner la roue, ce qui lui permet par suite de modifier la position de la double barre supérieure, de façon à augmenter ou à diminuer la tension du doublier.

Pour changer la tension du tissu à imprimer, la disposition est exactement la même, et c'est en agissant sur le volant fixé à la tige M' qu'il fait changer de position la double barre inférieure. Enfin pour éviter que des plis ne se forment dans le sens de la largeur de l'étoffe, on la fait passer

sur la vis divergente a' (fig. 2 et 3) animée d'un mouvement circulaire continu.

DESCRIPTION DE LA COMMANDE.

La commande est tout à fait indépendante de la machine à imprimer. Elle est montée sur des bâtis à part qui n'ont absolument à supporter que les organes de transmission de mouvement. Nous l'avons indiquée par les fig. 3, 4, 5 et 6, qui la représentent dans tous ses détails.

BATI. — Il est composé de deux flasques N, en fonte, reliés par quatre boulons d'écartement en fer N' et par les différents arbres de la transmission de mouvement. Ces flasques reçoivent tous les paliers de ces arbres, et leur forme est bien appropriée pour permettre d'arriver facilement à chacun d'eux lorsque l'on a besoin de les graisser.

Avant de décrire les détails de construction de cette commande, il est bon de rappeler quels sont les organes de la machine qu'il faut faire mouvoir.

Le cylindre presseur ne doit pas tourner pendant l'impression, il est entraîné par les rouleaux gravés; néanmoins il est nécessaire de pouvoir lui donner à volonté un mouvement de rotation qui est utilisé toutes les fois que l'on fait sécher des étoffes récemment imprimées. Dans ce cas, l'étoffe fait toile sans fin, et, le cylindre presseur étant soulevé, elle passe tout autour et se rend dans le séchoir. On fait subir alors au tissu autant de révolutions qu'il est nécessaire pour obtenir un séchage complet.

Quant aux rouleaux gravés, ils sont animés, ainsi que nous l'avons vu, d'un mouvement circulaire continu. La machine que nous décrivons permet de leur donner trois vitesses différentes, selon leur diamètre ou la nature du dessin à produire. Les rouleaux fournisseurs doivent également avoir un mouvement de rotation, mais qui est en sens contraire de celui des rouleaux gravés.

Il est encore une condition essentielle à remplir, c'est de pouvoir régler les différents rouleaux selon la position angulaire qu'ils doivent avoir les uns par rapport aux autres. Ainsi, si les quatre rouleaux concourent tous à la production exacte d'un dessin, il faut que toutes les parties isolées viennent se juxtaposer parfaitement, de manière que leur ensemble produise le dessin très-exact. Or, on n'arrive à ce résultat qu'en réglant les rouleaux les uns indépendamment des autres, c'est-à-dire en les faisant tourner isolément sans que le mouvement se transmette à aucun d'eux. Nous allons faire voir comment toutes ces conditions de marche se trouvent réalisées.

Sur l'arbre principal N², sont ajustés trois pignons n , n' et n^2 , de diamètres inégaux, pour transmettre trois vitesses différentes. Ces pignons correspondent à trois roues O, O' et O², de diamètres également variables, et calées toutes trois sur l'arbre P.

Au milieu des deux pignons n et n' , est claveté un manchon à griffes m , disposé pour s'engager, soit dans le moyeu du pignon de droite, soit dans celui de gauche, tous deux ayant leurs moyeux fondus avec des entailles correspondantes aux griffes du manchon. Pour opérer ces désembrayages, un levier M^2 , mobile autour d'un axe fixé sur la traverse en fonte m' (fig. 3), est mis à la portée du mécanicien qui peut l'arrêter dans trois positions différentes, au moyen des chevilles m^2 , implantées dans une traverse arquée en fonte S , fixée au bâti.

Quand le manchon est placé dans la position indiquée fig. 3 et 5, c'est-à-dire quand ses griffes ne sont engagées ni dans les entailles du moyeu du pignon n , ni dans celles du pignon n' , aucun mouvement n'est communiqué aux organes de la transmission.

Pour obtenir la plus grande vitesse, par exemple, il suffit d'embrayer le manchon avec le pignon n , et, pour cela, on repousse le levier M^3 vers la gauche. Pour obtenir la vitesse moyenne, on fait le contraire : on embraye le manchon avec le pignon n' .

Pour obtenir la plus faible vitesse, on laisse le manchon engagé dans le moyeu du pignon n' , et on fait glisser les roues O' et O^2 sur l'axe P , de façon à dégager les dents de la roue O' de celles du pignon n' , et, contrairement, à faire engrener la roue O^2 avec le pignon n^2 .

On peut se rendre compte des différences qui existent entre les vitesses de rotation que peut prendre l'arbre P , par les relations suivantes :

La vitesse de l'arbre moteur étant de 150 tours par minute :

$$1^{\circ} \text{ Grande vitesse... } 150 \times \frac{\text{Pignon } n}{\text{Roue } O} = 150 \times \frac{35}{55} = 95 \text{ tours;}$$

$$2^{\circ} \text{ Moyenne vitesse. } 150 \times \frac{\text{Pignon } n'}{\text{Roue } O'} = 150 \times \frac{30}{60} = 75 \text{ tours;}$$

$$3^{\circ} \text{ Petite vitesse... } 150 \times \frac{\text{Pignon } n^2}{\text{Roue } O^2} = 150 \times \frac{25}{65} = 57^{\circ}7.$$

Nous allons décrire le mode de transmission appliqué à chaque organe de la machine, et nous adopterons, dans les calculs des rapports de vitesse des autres organes, que le manchon est embrayé avec le pignon n' , et que celui-ci engrène avec la roue O' , c'est-à-dire que la machine marche à la vitesse moyenne de l'arbre P , qui est, ainsi que l'on vient de le voir, de 75 révolutions par minute.

ROULEAU PRESSEUR. — Celui-ci ne doit tourner qu'à des moments donnés et indépendamment de tous les organes. Il doit, de plus, pouvoir être soulevé de 150 à 200 millimètres, afin que l'étoffe à sécher puisse passer librement tout autour sans craindre de rencontrer un obstacle. Nous avons dit comment on soulevait le rouleau, en agissant aux extrémités des leviers B' . Une fois qu'il est à la hauteur voulue, on embraye les deux

parties d'un manchon d'embrayage dont l'une, o , se trouve fixée sur l'axe C' du rouleau presseur, et l'autre (fig. 5) est fondue avec le moyeu de la petite roue o' . Cette roue est montée folle sur un axe en fer fixé sur un petit bâti en fonte o^2 , boulonné sur le bâti principal de la commande. Le mouvement lui est communiqué par le pignon p , calé sur un petit arbre muni à son extrémité de la roue P' , qui engrène avec le pignon p' , claveté sur l'arbre P , qui lui transmet le mouvement.

La vitesse de rotation transmise par cette série d'engrenages au cylindre presseur est exprimée par la relation suivante :

$$75^t \times \frac{\text{Pignon } p' \times \text{pignon } p}{\text{Roue } P' \times \text{pignon } o'} = 75^t \times \frac{15 \times 20}{65 \times 25} = 14 \text{ tours.}$$

ROULEAUX GRAVÉS. — Ces rouleaux sont commandés par la roue P^2 , de 51 dents, fixée à l'extrémité de l'arbre P , en dehors du bâti de la commande; elle engrène à la fois avec les quatre roues R , de 42 dents, calées chacune respectivement sur un arbre r , disposé vis-à-vis de l'arbre du rouleau gravé correspondant, avec lequel il est relié par un manchon qui s'assemble sur les deux carrés ménagés au bout des deux arbres.

La vitesse dont ils sont animés est donnée par la relation suivante :

$$75^t \times \frac{\text{Roue } P^2}{\text{Roue } R} = 75 \times \frac{51}{42} = 91 \text{ tours.}$$

Afin de régler avec une grande exactitude la position circonférentielle des premier, troisième et quatrième rouleaux gravés par rapport au deuxième D' , qui sert de point de départ ou d'attaque aux trois autres, pour la rectitude du dessin, de manière qu'ils touchent le cylindre presseur en un point déterminé de leur circonférence, le constructeur applique aux roues R , qui commandent les premier, troisième et quatrième rouleaux, la disposition représentée fig. 10. Elle consiste à ajuster ces roues à frottement doux sur le moyeu d'une roue R' , d'un plus petit diamètre, et calée sur l'arbre de transmission r . Cette roue a sa circonférence creuse dentée en hélice afin d'engrener avec une vis r' , qui peut tourner librement dans deux petits supports boulonnés sur la roue R . Il résulte de cette disposition que le mouvement de l'arbre r ne peut être transmis à cette dernière roue que par le contact des dents de la roue R' avec la vis r' qui, par ses supports, entraîne la roue R .

On comprend alors que si, au moyen d'une clef, on fait tourner la vis r , on peut changer la position respective des deux roues R et R' , ou, si l'on veut, l'angle de calage de la roue R , et par suite on peut régler avec la plus grande exactitude la position du rouleau gravé autour de son axe.

Pour effectuer ce réglage, on est obligé naturellement de dégager les dents de la roue R de celles de la roue de commande P^2 , ce qui se fait

assez rapidement en faisant glisser le moyeu de la roue R' au bout de l'axe r prolongé à cet effet. Puis, une fois la position bien établie, on rétablit la jonction des deux roues R et P².

Pour changer les dessins des rouleaux gravés, on est obligé, comme on sait, de les tourner à nouveau, ce qui naturellement diminue leur diamètre; leur axe se trouve, par ce fait, de plus en plus rapproché du cylindre presseur, et comme il est de toute nécessité que les arbres r , qui leur transmettent le mouvement, se trouvent exactement vis-à-vis les extrémités de ces axes, du côté des manchons d'accouplement, les arbres r peuvent prendre une certaine inclinaison dans le plan vertical. A cet effet, les coussinets de leur palier q (fig. 5 et 6) sont arrondis pour leur laisser le jeu nécessaire, et les petits supports q' (fig. 4), qui les soutiennent près de leur réunion avec les axes des rouleaux, peuvent glisser sur la tablette du bâti.

ROULEAUX FOURNISSEURS. — Les fournisseurs j des deuxième et troisième couleurs sont commandés par l'intermédiaire de petits arbres en fer R² qui, reliés par des manchons avec les arbres des rouleaux, peuvent prendre diverses inclinaisons dans le plan vertical pour correspondre aux positions des rouleaux gravés. A cet effet, ces deux arbres sont supportés, du côté de la machine, par des supports à coulisses q^2 (fig. 4). Ils sont munis, au bout opposé, de deux petites roues r^2 , de 25 dents, qui, engrenant avec des roues p^2 , de 30 dents, fixées sur les arbres r , commandent les rouleaux gravés.

La vitesse de rotation des rouleaux fournisseurs, par suite des rapports qui existent entre ces engrenages, est alors de :

$$91^t \times \frac{\text{Roue } p^2}{\text{Roue } r^2} = 91 \times \frac{30}{25} \times 109 \text{ tours.}$$

On voit donc, comme nous l'avons dit, que la vitesse du cylindre fournisseur est plus grande que celle des rouleaux gravés, afin de broyer tous les petits corps divisés imparfaitement, et de faire mieux pénétrer la couleur dans la taille.

Quant aux rouleaux de première et quatrième couleurs, ils sont commandés d'une manière analogue par les roues s , de 40 dents, et celle s' de 25 dents, ce qui donne, pour le nombre de tours par minute :

$$91^t \times \frac{40}{25} = 145^t6.$$

VIS DIVERGENTE. — Cette vis a est commandée par le pignon t , calé sur l'arbre P. Ce pignon commande la roue T, fixée sur l'axe prolongé de la vis divergente a' , au moyen des deux intermédiaires t' et t^2 . Les axes des pignons t' de la roue T et la petite roue intermédiaire t^2 sont montés sur le support en fonte o^2 , fixé sur le flasque du bâti de la commande, du côté de la machine à imprimer (fig. 3, 4 et 5).

La vitesse de rotation par minute dont cette vis est animée devient, par suite du rapport qui existe entre les roues d'engrenage, de :

$$75^t \times \frac{\text{Pignon } t}{\text{Roue } T} = 75 \times \frac{45}{57} = 58^t 8.$$

PRIX DE FAÇON DE L'IMPRESSION AUX ROULEAUX.

En terminant la description de cette intéressante machine à imprimer, qui a été construite par M. Tulpin avec le plus grand soin, comme nous l'avons fait remarquer, nous croyons que l'on ne verra pas sans intérêt les renseignements qui suivent sur les prix moyens de façon des toiles imprimées aux rouleaux.

Ces renseignements ont été fournis par MM. Aimé Gros, Roman, Franck, Louis Huguenin, Cronier et Delamarre, à la Commission d'enquête du traité de commerce avec l'Angleterre.

Dans la communication faite au Conseil supérieur de cette Commission, les honorables fabricants que nous venons de citer, après avoir annoncé qu'ils imprimaient par an 4,647,000 mètres de coton, pour une somme de 6.254,700 fr., et 640,000 mètres de tissus de laine et de soie, pour une somme de 4,662,000 fr., ajoutent :

« Il est difficile d'établir les prix de façon; ils varient suivant les genres et suivant l'établissement. En ce qui nous concerne, nous comptons :

« De 35 à 40 centimes, pour la façon des genres au rouleau de 4 à 5 couleurs;

« 80 centimes pour la façon des toiles de 6 couleurs et au-dessus;

« De 80 centimes à 4 franc pour la façon des mousselines riches de 6 à 24 mains.

« A ces prix, il faut ajouter le prix des tissus écrus français, que nous employons. Voici la moyenne d'après le cours des six derniers mois avant le traité de commerce (1). »

La première rangée de chiffres du tableau reporté en tête de la page suivante donne le *prix des tissus écrus*, et la deuxième rangée, le *prix des mêmes tissus imprimés* aux rouleaux simples de 4 à 5 couleurs.

(1) Une Commission nommée par les imprimeurs d'Alsace a établi la classification suivante des produits imprimés, en prenant leur poids pour base :

1° Calicots imprimés à moins de 6 couleurs, ayant au plus 45 fils en chaîne et trame réunies, au quart de pouce français (soit 64 fils au centimètre carré, ou 40 fils au quart de pouce anglais), et ne pesant pas moins de 80 kilog. le mètre carré.

2° Percales imprimées, ayant 46 fils et plus au quart de pouce français, chaîne et trame réunies, et ne pesant pas moins de 75 grammes le mètre carré.

3° Jaconas imprimés, lissés et façonnés, ayant au moins 36 fils en chaîne et trame réunies, au quart de pouce français, et pesant au delà de 38 grammes le mètre carré.

4° Organdis unis et façonnés, mousselines et gazes imprimées, ayant 30 fils et au delà au quart de pouce, chaîne et trame réunies, et pesant moins de 38 grammes au mètre carré.

5° Tissus façonnés divers, brillantés piqués, etc., pesant au delà de 70 grammes le mètre carré.

Tous les articles énumérés ci-dessus avec 6 couleurs et au delà.

Toile, 60 portées, 40 fils au quart de pouce français, chaîne et trame réunies.....	0 ^f 42	0 ^f 79,5
Toile, 70 portées, 44 fils au quart de pouce français, chaîne et trame réunies.....	0 46	0 88,0
Percale, 54 id.....	0 52	0 94,5
Id. 58 id.....	0 58	1 00,0
Jaconas 1 ^{re} qualité, 54 id.....	0 67	1 09,5
Id. 2 ^e id. 44 id.....	0 43	0 80,5
Mousseline unie, 43 id.....	0 69	1 11,5
Mousseline façonnée, id.....	0 80	1 22,5
Brillanté ordinaire, id.....	0 61	0 98,5
Brillanté commun, id.....	0 50	0 87,5
Brillanté fin, id.....	0 75	1 12,5
Piqué, id.....	1 30	1 72,5
Genres riches sur toile de 6 à 12 couleurs.....		1 28,5
Mousseline unie de 6 à 24 mains, de.....	4 fr. 50 à 4 fr. 70	
Id. façonnée, de.....	4 fr. 60 à 4 fr. 85	

En conséquence, la valeur ajoutée à la toile, par l'impression, serait par kilogramme, pour les genres simples au rouleau, la pièce pesant 8^k50 par mètres, 4 fr. 40 c.

Pour la toile riche, 9 fr. 40 c.

Pour le jaconas simple au rouleau de 4 à 5 couleurs, la pièce pesant 3^k60, 9 fr. 70 c.

Pour la mousseline simple au rouleau de 4 à 5 couleurs, 16 fr.

Pour la mousseline riche de 12 à 25 mains, la pièce pesant 2^k50 par 100 mètres, 36 fr.

À la suite de considérations ayant pour but de faire ressortir les avantages que présente sur les fabriques françaises l'organisation des manufactures anglaises, qui ont la houille, les produits chimiques, etc., à un prix moins élevé, M. Roman ajoute : « Il est bien difficile d'établir, par des chiffres, des comparaisons entre les prix de revient de la marchandise dans les deux pays; on peut dire seulement que les imprimeries anglaises, dont, en général, les fortunes sont considérables, impriment des rouleaux à une couleur à 15 centimes de façon, tandis qu'il nous faut au moins 30 centimes. Leur façon, pour les rouleaux à 3 et 4 couleurs, est de 20 centimes; elle est, pour nous, de 35 à 40 centimes. Ils font, à 25 centimes de façon, des impressions à 8 couleurs qui pourraient faire grande concurrence à nos genres imprimés à la main.

« D'après ces considérations, nous n'hésitons pas à dire que la protection de 30 pour 100 pendant les premières années, et de 25 pour 100 pendant les dernières, serait tout à fait indispensable à cette industrie. »

L'appréciation de la Commission, ou bien les exigences des rapports commerciaux ou des mutuelles concessions à faire pour mener à bonne fin le traité de commerce avec l'Angleterre, n'ont pas permis, comme on sait, de faire complètement droit à cette demande des principaux manufacturiers entendus dans cette importante industrie, et le nouveau tarif fixe, comme on sait, *les droits d'entrée à 15 pour 100 de la valeur.*

CUISSINE A COULEURS PERFECTIONNÉE

Par M. TULPIN aîné

(PLANCHE 21)

Avant de faire connaître les particularités qui distinguent la construction de l'appareil perfectionné de M. Tulpin, connu sous le nom de *cuisine à couleurs*, nous croyons utile de rappeler les soins qu'il est indispensable d'apporter dans la préparation des couleurs qui doivent servir à l'impression des tissus.

PRÉPARATION DES COULEURS. — C'est toujours une opération délicate et qui demande une certaine habileté. Il ne suffit pas, comme dans la teinture, d'imprégner complètement l'étoffe d'une matière colorante dissoute dans un véhicule quelconque, il faut appliquer la couleur en des points marqués d'avance, de manière à former des dessins dont les contours soient bien nets. Employée liquide, la couleur ne peut évidemment remplir ces conditions, car, une fois déposée sur une partie de l'étoffe seulement, elle s'infiltré dans les fibres du tissu, et forme des zones concentriques dont l'aspect terne et changeant est du plus mauvais effet.

Il est nécessaire, pour parer à ces inconvénients, de donner une certaine viscosité à la matière colorante, qui devient alors trop épaisse pour pénétrer dans l'intérieur des filaments, et la nuance ne s'étend pas au delà des points où elle a été appliquée.

Ce n'est pas toujours chose facile de choisir l'épaississement convenable. Il faut avoir égard à de nombreuses considérations, et, bien que le nombre des mucilages soit assez grand, il arrive cependant des cas où il n'y en a pas un seul qui puisse être employé avec un grand avantage, et sans amener avec lui quelques petites difficultés qui nécessitent certaines précautions pour les surmonter.

On comprend quelle importance cette question peut avoir dans l'impression, et combien il importe d'avoir des données bien sûres. Nous ne pouvons que rappeler sommairement les considérations qui doivent guider le fabricant dans la plupart des cas. Auparavant nous énumérerons les substances employées le plus généralement; ce sont : l'amidon, les féculés et les farineux, la fécule torrifiée, la dextrine, le léiocombe, la gomme adragante, la gomme line et les dérivés des substances amylacées, la terre de pipe, la gélatine, le sucrate de chaux, et quelques autres encore dont l'usage est moins fréquent.

Quel que soit l'épaississant que l'on aura choisi, il devra avant tout ne point disputer au tissu le pouvoir de s'unir à la couleur, sans quoi celle-ci disparaîtrait avec lui.

Il faut éviter aussi d'employer des épaississants qui peuvent être attaqués par la matière colorante. Ainsi, en présence d'une liqueur fortement acide, la farine,

la fécule et l'amidon ne pourront subsister, et par conséquent on ne devra pas les employer. Si elle est alcaline, ces mêmes substances, facilement coagulables, seront également rejetées.

Le fabricant devra encore avoir égard à la couleur de l'épaississant qui quelquefois peut modifier la nuance de l'impression à son degré de consistance, puisque la plus ou moins grande rapidité avec laquelle l'étoffe sèche a souvent une grande influence sur l'intensité de la couleur.

Il arrive fréquemment que plusieurs couleurs doivent être superposées; il faut alors éviter l'emploi d'épaississants qui puissent réagir les uns sur les autres ou sur les couleurs avec lesquelles ils sont en contact. Indépendamment de ces conditions à remplir, il en est encore beaucoup d'autres qui varient avec les cas particuliers et sur lesquels nous ne pouvons nous étendre sans aller au delà de notre but. Nous avons voulu seulement faire comprendre à nos lecteurs combien cette question, si simple au premier abord, est entourée d'écueils qu'on doit éviter avec soin si on ne veut pas compromettre la réussite d'une fabrication.

Mais, quel que soit le mucilage choisi, il est des précautions à prendre pour le préparer. Nous devons encore ici ne traiter cette question que dans sa plus grande généralité, et comme, dans toutes les circonstances, on soumet à un chauffage plus ou moins fort, nous citerons la *cuisine à couleur* de M. Tulpin, qui a des avantages incontestables que l'on comprendra facilement en étudiant les dispositions de l'appareil que nous allons décrire.

La première condition à remplir est de pouvoir porter la couleur à des températures extrêmement variables, mais comprises cependant entre certaines limites, et de disposer de moyens commodes pour la transvaser rapidement; car il arrive quelquefois qu'elle n'est soumise que pendant quelques minutes à l'action de la chaleur; le refroidissement s'effectue tantôt lentement, tantôt brusquement.

DESCRIPTION DE LA CUISINE A COULEURS

REPRÉSENTÉE PAR LES FIGURES 11 ET 12 DE LA PLANCHE 21.

La fig. 11 est une élévation longitudinale d'une cuisine à quatre couleurs; deux des chaudières sont vues en section, et les deux autres extérieurement.

La fig. 12 est une vue de côté du même modèle.

Nous avons relevé le dessin de la cuisine à couleurs que nous allons décrire, sur un appareil composé de six chaudières en cuivre rouge, exécuté par M. Tulpin pour l'établissement de M. Goldsmidt, de Berlin.

Dans cet appareil, les deux premières chaudières étaient semblables à celles A et A', d'une contenance chacune de 120 litres; les deux autres, de 80 litres, avaient les dimensions de la chaudière A²; et enfin, les deux dernières étaient disposées comme celle A³, pour contenir 40 litres.

Cette série de chaudières sont munies de tourillons creux en bronze a, qui leur permettent de tourner librement dans des colliers rapportés sur les supports en fonte B. Les tourillons a reçoivent, dans des presse-étoupes, les tuyaux en cuivre b, destinés à introduire dans le faux fond c de

chaque chaudière, soit la vapeur, soit l'eau pour amener le prompt refroidissement des couleurs. Chacun de ces tuyaux est réuni à un robinet à trois eaux *d*, qui établit une communication, soit avec le tube *e* pour l'admission de la vapeur arrivant du générateur par le tuyau E, soit avec le tube *f* amenant l'eau froide d'un réservoir supérieur par le tuyau F. Ce tuyau est en outre muni d'une longue branche horizontale articulée *g*, terminée par un robinet à col de cygne G, disposé pour alimenter d'eau deux chaudières, en portant sa branche *g* à droite ou à gauche au-dessus de chacune d'elles.

Des poignées *p* sont appliquées verticalement sur chaque chaudière pour servir à les renverser en les faisant tourner sur leurs tourillons *a*, afin de vider aisément la couleur, aussi vite qu'on le veut, dans des baquets placés au-dessous.

Quand elles sont redressées, on les maintient dans la position verticale au moyen des leviers à manette L, qui sont engagés sur les tourillons *a* aplatis à cet effet pour présenter un arrêt.

Dans chaque chaudière, la capacité ouverte sert à contenir la couleur et les substances qui doivent être mélangées avec elle. Dans le faux fond *c*, ou compartiment du milieu, on fait arriver tantôt de la vapeur à trois ou quatre atmosphères pour chauffer les couleurs, tantôt de l'eau pour les refroidir.

Enfin, on remplit de sciure la capacité comprise entre le faux fond et l'enveloppe extérieure, afin d'éviter autant que possible les déperditions de la chaleur, qui amèneraient la condensation de la vapeur sur les parois extérieures.

Des robinets de purge *r* sont appliqués au faux fond afin de faire écouler l'eau de condensation, qui peut être reçue dans une rigole H (fig. 12) ménagée au-dessous d'un plancher mobile. Cette eau, se trouvant naturellement distillée sans aucun frais, peut servir dans plusieurs préparations où elle est indispensable.

Lorsque l'on veut refroidir la substance colorante contenue dans la chaudière, il suffit, après avoir vidé l'eau de condensation, de faire arriver l'eau froide dans le compartiment *c*, par les tuyaux F, *f* et *b*, d'où elle s'échappe par les robinets de purge *r*. Cette disposition fort simple a, sur le chauffage à feu, outre un avantage d'une grande économie, celui de pouvoir régler la température avec une grande précision; on n'a pas à craindre les coups de feu qui compromettent si souvent la réussite d'une couleur. Le nettoyage, comme la manœuvre de ces chaudières, se fait avec la plus grande facilité.



FILATURE DU COTON

ROTA-FROTTEUR A BOBINES

PERFECTIONNÉ

Par M. DANGUY jeune, mécanicien à Rouen

(PLANCHES 22 ET 23)

Les diverses opérations que l'on fait subir au coton, avant de l'amener à l'état de fil, sont très-nombreuses. On ne peut arriver que graduellement à lui donner sa finesse et sa torsion définitives. Les machines qui concourent à ce travail sont classées suivant un certain ordre, et sont toutes comprises sous le nom général de *machines de préparation*. Celles-ci peuvent encore être divisées en deux classes bien définies. Ainsi on peut distinguer les machines qui ont pour but de nettoyer le coton et de redresser les fibres, et celles qui ont pour objet de former des rubans plus ou moins fins, selon le degré de l'opération, mais toujours bien homogènes dans toutes leurs parties. C'est l'une de ces dernières que nous allons décrire. Elle termine la série des machines de préparation, et précède immédiatement dans la classification le métier à filer.

Le but spécial de cette machine, appelée *rota-frotteur*, est de continuer à étirer la mèche de coton et de lui donner une faible torsion, pour qu'elle puisse se soutenir d'elle-même à la sortie du cylindre. Cette torsion doit être aussi faible que possible, car si les filaments étaient trop profondément engagés les uns dans les autres, ils ne pourraient pas glisser librement, et il en résulterait des inégalités de grosseur, souvent même des coupures.

Outre les rota-frotteurs, on emploie encore les *bancs à broches* pour arriver à ce résultat. Ces deux sortes de machines sont basées sur des principes tout à fait différents, et que nous allons exposer brièvement.

Le but final est de donner à la mèche, après un étirage convenable, la torsion nécessaire pour qu'elle puisse se prêter à toutes les manipulations qu'on est obligé de lui faire subir, avant de la livrer aux machines sui-

vantes. Or, cette torsion peut s'obtenir de deux manières, soit en imprimant au fil un mouvement circulaire autour de son axe, soit en le roulant entre deux surfaces frottantes. Dans le premier cas, les fibres se disposent en hélice parfaite; dans le second, au contraire, elles ne peuvent se ranger avec la même régularité, et la mèche acquiert sa cohésion et sa rondeur, non-seulement par l'enchevêtrement des filaments, mais encore par la pression qu'exercent les deux surfaces frottantes.

Les filateurs français ne sont pas d'accord sur la préférence à donner à l'un ou à l'autre système. Ainsi, en Normandie, le rota-frotteur est employé presque généralement, tandis qu'il est en grand discrédit en Alsace. On lui reproche d'enlever aux fibres une partie de la résistance, et de diminuer par conséquent la ténuité du fil.

Les filateurs qui emploient le rota-frotteur reprochent au banc à broches de trop engager les filaments les uns dans les autres.

Cette question, qui n'est pas encore résolue, ne le sera probablement jamais, parce qu'il y a un si grand nombre de circonstances qui influent sur la qualité du produit, et dont il faudrait tenir compte dans des expériences comparatives, qu'il est presque impossible de se prononcer d'une manière catégorique.

Nous ferons seulement remarquer que les bons filateurs obtiennent de beaux filés avec l'une ou l'autre machine pour les numéros ordinaires; et que l'emploi du banc à broches pour les numéros fins était presque exclusif avant les perfectionnements de M. Danguy; car quoique le rota-frotteur ait été imaginé depuis longtemps, on ne l'employait que rarement, et seulement pour de gros numéros.

Jusqu'alors, en effet, on ne recevait la mèche que dans des boîtes, et il était impossible, lorsque le fil arrivait à un certain degré de finesse, d'employer ce même moyen. C'est alors que M. Danguy imagina une disposition fort ingénieuse qui permet de faire des bobines absolument comme avec le banc à broches. Grâce à ce perfectionnement, il en est résulté que la mèche devenait moins duveteuse dans les divers déplacements qu'on lui faisait subir, que sa rondeur restait toujours bien égale, et enfin que les déchets étaient moins considérables et la production plus grande.

Cette machine, justement remarquée à la dernière exposition de Rouen, fonctionne dans un grand nombre d'établissements de la Normandie. Les bobines, qui pèsent jusqu'à 90 grammes, le fût déduit, peuvent durer quatre jours derrière le métier à filer.

Il existe trois séries de ces machines par lesquelles passe successivement le coton qui a subi les premières préparations. Elles sont désignées par la dénomination de *rota en gros*, *rota intermédiaire* et *rota en fin*.

Les deux premières ne diffèrent de la troisième que par les guide-fils de devant et de derrière, qui sont d'une grosseur variable, par une dis-

position particulière de rouleaux d'appel, et par l'emploi de chariots au lieu de bobines qui sont réservées au rota en fin. Quant aux appareils frotteurs, ils sont absolument semblables, et le mouvement dont ils sont animés est produit de la même manière.

Derrière le rota en gros, on place les boîtes qui contiennent le coton sortant du dernier banc d'étirage. Reçue également dans des boîtes, la mèche obtenue alimente le rota intermédiaire, et le coton passe ainsi par le rota en fin dont nous allons nous occuper.

Nous nous sommes attaché à décrire particulièrement ce métier comme étant le plus complet et plus fini que les deux précédents, qu'il est d'ailleurs très-facile de comprendre, puisque tout le mécanisme, comme nous venons de le dire, est tout à fait semblable.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU MÉTIER

REPRÉSENTÉ SUR LES PL. 22 ET 23.

La fig. 1 de la pl. 22 représente une élévation longitudinale de la machine vue de derrière.

La fig. 2 en est une coupe transversale faite suivant la ligne brisée 1-2-3-4.

La fig. 3 est une section horizontale suivant 5-6 de la fig. 2.

Les fig. 10 à 16 sont des détails de plusieurs parties importantes du métier.

Les fig. 4 et 5 de la pl. 23 sont deux élévations latérales ou vues opposées des deux extrémités de la machine;

Les fig. 6 et 7 sont des projections horizontales correspondantes, qu'il suffirait d'ajouter bout à bout pour avoir le plan complet du mécanisme.

Nous avons supprimé les poulies motrices sur la fig. 5, afin de laisser voir les organes importants qu'elles auraient cachés.

Nous allons décrire successivement les divers mécanismes qui déterminent la marche des principaux organes du métier, puis nous en ferons voir le travail général, et, après avoir calculé les vitesses relatives de chacun d'eux, nous terminerons par la quantité de produits de chaque broche et celle de la machine entière.

Nous commencerons d'abord par le mouvement principal, puis nous montrerons celui des cylindres cannelés, des frotteurs, des broches et du chariot.

MOUVEMENT PRINCIPAL. — Disons d'abord que la machine est supportée sur deux bâtis extrêmes A, et sur un troisième A', en forme de croix de Saint-André, qui s'oppose au déversement dans le sens longitudinal. La traverse en fonte A² relie ces différentes pièces et les rend solidaires les unes des autres.

Le mouvement principal est transmis par les deux poulies P et P' (fig. 1 et 7), dont l'une P est calée sur l'arbre moteur a , et dont l'autre P', folle sur le même arbre, permet d'arrêter la machine à volonté. Il suffit pour cela de faire glisser dans ses supports, ou *chandeliers* a' , la tringle B qui, à l'aide d'une fourchette a^2 , fait passer la courroie de la poulie P sur la poulie folle A', ou *vice versa*.

La course de cette tringle, dite *tringle de détente*, est limitée par la bague b , qui vient buter contre le chandelier a' .

Pour exécuter ces manœuvres avec facilité, un grand levier B', à deux manettes, est fixé à cette même tringle, et permet à l'ouvrière d'arrêter, soit qu'elle se trouve devant, soit qu'elle se trouve derrière la machine.

MOUVEMENT DES CYLINDRES CANNELÉS. — Sur l'arbre moteur a (fig. 1, 5 et 7) est calée une roue b' , qui engrène avec une autre roue b^2 fixée sur l'axe du premier cylindre cannelé c , lequel par ce moyen reçoit un mouvement de rotation continu. Quant aux deux autres cylindres c' et c^2 , ils sont commandés à l'autre extrémité de la machine. A cet effet, près du volant régulateur V, est fixé, sur le même axe a , le pignon C (fig. 1 et 4) qui, par l'intermédiaire C', commande une roue C², calée sur un petit bout d'arbre, sur lequel sont montés le pignon d , et la petite roue à large denture D. Le pignon d engrène avec la roue d' , fixée sur le deuxième rang des cylindres cannelés c' , et lui communique le mouvement.

Celui-ci le transmet au troisième cannelé c^2 au moyen du pignon d^2 (fig. 1, 4 et 6), qui engrène avec l'intermédiaire D, commandant la roue D', calée sur l'axe prolongé du troisième cylindre cannelé situé dans le second plan. On a le soin de toujours donner à l'intermédiaire D, appelé *marlborough*, une largeur un peu plus grande que la somme des deux largeurs des roues d^2 et D'.

La mèche de coton, en sortant des boîtes, est obligée, avant de se rendre entre les cylindres cannelés c , c' et c^2 , qui effectuent l'étirage, de passer sur une tringle D², et dans de petits trous coniques bien polis, formant des espèces d'entonnoirs, qui sont pratiqués dans l'épaisseur d'une lame en fer E, appelée *guide-mèche*. Cette lame est animée d'un mouvement rectiligne alternatif, afin de forcer les mèches à se déplacer constamment suivant l'axe des cylindres, lesquels, sans cette précaution, seraient promptement endommagés par le passage continu du coton sur une même circonférence.

Le mouvement de va-et-vient est obtenu au moyen de la petite roue e (fig. 6), commandée par une vis sans fin filetée sur le bout de l'axe du troisième cannelé c^2 . Cette roue porte un bouton de manivelle qui, par une petite bielle, est reliée à la lame *guide-mèche* E. Il résulte naturellement de cette combinaison que la vis sans fin, en faisant tourner la roue e , communique le mouvement de va-et-vient nécessaire au bon fonctionnement de la lame E.

Les cannelés, animés de vitesses différentes, par suite des rapports qui

existent entre la série des petites roues et pignons d'engrenage que nous venons de décrire, sont recouverts de cylindres de pression garnis de peau. Ces cylindres c' (fig. 2 et 10), comme on sait, doivent être moins longs que les cannelés, afin qu'il n'y ait aucun contact à l'endroit des arêtes que présente l'extrémité des cannelures, sans quoi la peau serait bien vite endommagée. La pression leur est transmise par les contre-poids E et E', suspendus par les tiges e^2 aux sellettes en bronze f et f' , qui embrassent une portion de la circonférence des axes des cylindres (fig. 10).

Le contre-poids E répartit également son action sur les deux cannelés c' et c^2 , tandis que celui E' n'agit que sur le cannelé de devant c , qui, marchant beaucoup plus vite que les autres, doit être aussi soumis à une pression plus grande. Tous ces différents organes sont soutenus par les supports F, fixés au moyen de boulons à la tablette en fonte ou *porte-système* B² (fig. 2), qui est lui-même boulonné aux flasques qui forment le bâti de toute la machine.

Il est souvent nécessaire d'enlever les cylindres de pression, et par conséquent les poids, toutes les fois que l'on nettoie la machine. C'est une opération qui pourrait être assez longue si l'on ne disposait de moyens commodes qui abrègent le travail.

M. Danguy emploie à cet effet un petit appareil très-simple (voy. fig. 10, 11 et 12), qui est composé d'un levier F', articulé sur une petite fourche en fonte F², et munie d'une cheville f^2 , à l'aide de laquelle on enlève les poids avec la plus grande facilité. On engage cette cheville soit au-dessous du crochet dont est garni la sellette f' (fig. 10), soit dans l'ouverture pratiquée dans la tête de la sellette f .

Nous avons indiqué en traits ponctués (fig. 11) la position du levier F' disposé pour soulever le contre-poids suspendu à l'une des tringles e^2 . Cette opération se fait d'ailleurs assez rarement; car les cannelés se nettoient d'eux-mêmes pendant la marche même de la machine. La disposition employée est absolument la même que celle que nous avons indiquée (pl. 15) dans le réunisseur de cardes du même constructeur.

Nous rappelons brièvement qu'elle consiste en deux boîtes, dont l'une G, appelée *chapeau*, nettoie les cylindres de pression, tandis que l'autre g, appelée *brosse à bascule*, enlève les filaments qui s'attachent aux cannelés. Elle est maintenue en contact contre ceux-ci au moyen de leviers (fig. 2) terminés par les contre-poids G'. Dans l'intérieur de ces deux boîtes se trouvent deux tringles autour desquelles s'enroule le drap sans fin qui retient le duvet à son passage.

MOUVEMENT DES FROTTEURS. — Ils sont composés de trois cylindres. Le gros cylindre supérieur H est creux, en fonte, et recouvert de cuir; son axe, en fer, est supporté d'un côté par une colonnette en fonte h (fig. 4), terminée par une tête méplate qui présente une rainure dans laquelle est logé le coussinet de l'arbre du cylindre, dont on peut régler exacte-

ment la hauteur au moyen de vis de rappel que l'on manœuvre à l'aide des écrous à oreilles h' . Du côté opposé, la disposition est semblable, si ce n'est que la colonnette est remplacée par un support en fonte h^2 (fig. 5) servant à supporter les arbres de la commande.

Les deux autres cylindres H' sont en bois; ils sont entourés par un tablier en cuir, et les axes en fer qui les traversent sont fixés sur une même platine en fer H^2 .

M. Danguy a imaginé un nouveau mode de conduire ces cylindres frotteurs qui sont doués d'une très-grande douceur. Il consiste dans l'emploi d'un excentrique circulaire g' (fig. 13), ajusté dans un collier de forme carrée extérieurement. Ce collier est lui-même renfermé dans une sorte de boîte de même forme G^2 , munie de branches qui servent à la réunir aux arbres des cylindres frotteurs, et donnent passage à des tiges rondes fixes qui assurent leur marche rectiligne.

Au moyen de deux boîtes semblables G^2 et G^3 (fig. 5 et 7), marchant en sens inverse, on obtient le mouvement de deux surfaces frottantes, formées par la circonférence du gros rouleau H , et du tablier sans fin enroulant les deux cylindres H' (fig. 2).

Il est nécessaire, comme on sait, que le tablier et le cylindre supérieur marchent constamment en sens contraire pour qu'il y ait roulement de la mèche. Il est facile de régler les deux mouvements en calant convenablement les deux excentriques g' sur leur arbre commun g^2 .

Cet arbre est commandé par la roue d'angle I , qui engrène avec le pignon i fixé sur l'arbre moteur a (fig. 7). L'arbre du frotteur supérieur est fixé à la longue douille i' , et glisse dans celle i^2 ; toutes deux, ainsi qu'une troisième i^3 , laquelle traverse un boulon-guide fixé au bâti, font partie de la boîte G^2 .

La boîte G^3 , qui transmet le mouvement de va-et-vient au tablier, n'a que deux branches; l'une i^2 est traversée par un boulon-guide fixé au support h^2 ; l'autre, i' , de forme carrée et recourbée (fig. 7), est boulonnée sur la platine H^2 , qui porte les deux rouleaux H' . Cette platine est reliée avec celle qui se trouve à l'autre extrémité par deux boulons en fer j (fig. 2); l'un d'eux est prolongé et traverse un guide j' (fig. 4, 5).

Le tablier devant entraîner la mèche vers les broches, on lui donne un mouvement de translation continu en imprimant à l'un des rouleaux un mouvement circulaire; la tension horizontale du tablier entraîne naturellement l'autre. A cet effet, sur le premier rang des cannelés c (cylindre de devant) est fixé un petit pignon k (fig. 5 et 7), qui engrène avec l'intermédiaire k' , commandant la roue l' , fixée sur l'arbre du rouleau de devant H' . Le pignon k' , monté sur un petit bout d'arbre, doit avoir une largeur assez grande de denture, afin d'engrener constamment avec la roue l' malgré le mouvement qui leur est communiqué dans le sens de son axe.

La tension horizontale du tablier est réglée par les écrous à oreilles l^2

(fig. 4, 5 et 7) qui permettent d'écarter plus ou moins les deux rouleaux frotteurs inférieurs.

MOUVEMENT DES BROCHES. — A la sortie des frotteurs, la mèche passe sur des tringles, puis s'enroule autour de fuseaux de $0^m,030$ de diamètre environ. Ce diamètre reste constant pendant la formation de la première couche; mais, celle-ci une fois terminée, le coton doit s'enrouler autour de ce même diamètre, augmenté de deux fois l'épaisseur du fil. Il convient donc de diminuer la vitesse de la bobine après chaque couche, puisque la quantité de mèche fournie par les cannelés est constante. On voit de suite que cette vitesse est inversement proportionnelle au diamètre, ce que rend d'ailleurs très-bien l'équation suivante, dont les deux membres expriment la longueur du fil enroulé dans l'unité de temps.

$$2\pi dn = 2\pi (d + 2e) n'.$$

Dans cette formule, d représente le diamètre du fuseau = $0^m,030$;

n le nombre de tours correspondant à la première couche ;

$d + 2e$ le diamètre de la bobine à la seconde couche ;

e l'épaisseur de la mèche ;

n' le nombre de tours correspondant au diamètre $d + 2e$.

On peut mettre cette équation sous la forme :

$$\frac{d}{d + 2e} = \frac{n'}{n}$$

qui démontre que la vitesse de la bobine doit varier en raison inverse du diamètre.

Les bobines doivent avoir en outre un mouvement de translation alternatif dont la vitesse dépend de la grosseur du coton à enrouler. Il faut également que cette vitesse diminue lorsque le diamètre de la bobine augmente, afin que les anneaux de coton se placent toujours bien à côté les uns des autres. Le temps nécessaire à la formation d'un anneau doit aller en décroissant à chaque nouvelle couche, c'est-à-dire que le chariot doit se mouvoir de plus en plus lentement pour que les hélices se forment avec la même régularité dans un moment comme dans l'autre.

Voyons maintenant comment sont obtenus ces différents mouvements, et commençons par celui de rotation variable communiqué aux bobines.

Celles-ci sont formées de tubes en bois J (fig. 3) enfilés deux à deux sur des broches en fer J', qui sont montés dans des petits paliers fixés sur les traverses en fonte d'un chariot J². Ce dernier est muni de quatre galets j², qui peuvent rouler librement sur deux tablettes étroites K, supportées d'un bout par une équerre fixée à la traverse A² du bâti, et du bout opposé par une colonne en fonte K'.

Chaque broche J' est munie d'un petit pignon conique k² (fig. 2 et 3), qui engrène avec un pignon semblable fixé sur un arbre horizontal K²,

dont la longueur égale celle du chariot. Il y a donc deux roues pour chacune des broches, qui sont au nombre de 48, soit 96 bobines.

L'arbre K^2 reçoit son mouvement de la première broche, du côté des poulies de transmission; cette broche est munie d'une petite roue l , vue en ponctués, fig. 5, et commandée par une roue plus grande l' , engrenant avec le long pignon L .

Les deux roues l et l' font partie du chariot, et le pignon L doit être assez long pour que la roue l' engrène constamment pendant toute la course des broches. Ce pignon est fixé sur l'axe horizontal d'un plateau L' (fig. 1, 5 et 16) commandé par un galet de friction L^2 , fixé sur un axe vertical. Le plateau est en fonte, et le galet est composé de deux disques de même métal qui enserrant une garniture de cuir sur sa circonférence. Ce galet est animé d'un double mouvement, d'abord d'un mouvement de rotation continu, transmis par les deux roues coniques l^2 , l'une étant fixée sur son axe et l'autre sur l'arbre moteur a (fig. 1 et 7); puis d'un mouvement de translation vertical suivant le diamètre du plateau L' .

Les vitesses du galet de friction et du plateau étant en raison inverse de leurs diamètres, on comprend que si l'on déplace le galet de manière à faire varier le rapport de ces diamètres, la vitesse du plateau change, celle du galet étant constante.

On verra en effet qu'au commencement de la levée le galet est sensiblement au centre du plateau, tandis qu'à la fin, c'est-à-dire lorsque la bobine a atteint sa grosseur définitive, elle touche presque à la circonférence. Cette vitesse variable est transmise aux broches l' par la série des roues et pignons L , l' , l^2 et k^2 que nous avons énumérés.

Voici la disposition imaginée par M. Danguy, pour déplacer le galet L^2 verticalement suivant son axe, à des moments déterminés, et pendant qu'il est animé d'un mouvement circulaire continu.

Le plateau inférieur du galet de friction est fondu avec une douille munie de deux tourillons m , embrassés par la fourchette d'un levier M (fig. 8 et 14), qui a son centre d'oscillation sur un arbre m' , ajusté dans une boîte faisant partie du coffre ou cage en fonte M' , fixée à la table B^2 du bâti.

Les tourillons m sont engagés dans une coulisse pratiquée aux parois de la cage M' . Cette coulisse guide l'arbre muni du galet, et le force à se déplacer suivant la verticale passant par le rayon du plateau.

Au même levier à fourche M est fixé un prisonnier m^2 (fig. 5 et 8), qui repose sur une came en forme de virgule M^2 , montée sur le même axe qu'une roue à rochet N (fig. 1 et 14), qui lui donne le mouvement, et dont le nombre de dents varie suivant le numéro du fil que l'on veut obtenir. Ce rochet est mis en mouvement par un ergot situé à l'extrémité d'un arbre horizontal n , commandé par une série de roues et de pignons qui communiquent à cet arbre un mouvement très-lent. A cet effet, sur l'arbre moteur est calé le petit pignon n' , qui engrène avec une petite

roue n^2 avec laquelle est fondu un pignon n^3 , engrenant avec une grande roue N' ; celle-ci est montée sur un petit axe fixé à la plaque verticale en fonte N^2 , rapportée sur la flasque du bâti opposé aux poulies de commande.

Ce même axe est muni d'un pignon n^4 , engrenant avec la roue O , qui commande le pignon o ; l'axe sur lequel celui-ci est calé est prolongé à l'intérieur du bâti, et reçoit un pignon plus grand o' , qui engrène avec la roue O' , fixée à l'extrémité de l'arbre n de la roue à rochet (fig. 1, 4 et 5).

Il résulte de cette transmission, qu'à chaque changement de marche du chariot l'arbre n fait un tour et le rochet avance d'une dent. La came M^2 (que l'auteur appelle *vignot* à cause de sa forme) tourne d'une petite quantité, de manière à obliger le prisonnier m^2 à monter un peu dans la coulisse. Les tourillons m , engagés dans la fourchette du levier M , montent en même temps et déplacent le galet de friction L^2 , d'une quantité proportionnelle au rapport de la distance qui existe entre les centres des tourillons m , du prisonnier m^2 et du centre d'oscillation m du levier M .

Pour faciliter le déplacement vertical du galet L^2 sur son axe, sans que celui-ci participe à ce mouvement rectiligne, les deux tourillons qui font partie de la douille sont munis de tringles méplates o^2 , reliées à leur partie inférieure à un levier à trois branches O^2 , articulé sur un boulon fixé au bâti par une patte en fer (fig. 1 et 14). La branche du milieu de ce levier est terminée, d'un côté de son centre d'oscillation, par une manette, et elle est garnie, de l'autre, d'un contre-poids P^2 qui, en équilibrant le poids du galet de friction, facilite son déplacement.

Au commencement de la levée, la position de la came ou vignot M^2 (fig. 8) laisse échapper le prisonnier m ; il est alors en x , et le galet de friction est dans ce cas rapproché du centre du plateau. A la fin de la levée, il se trouve en haut vers la circonférence, comme l'indique la fig. 8. Lorsque la dernière couche est terminée, et qu'un déclanchement, que nous décrirons plus loin, a arrêté la machine, il faut faire descendre la poulie de friction à sa position initiale près le centre du plateau.

Pour effectuer cette manœuvre, on agit sur un levier à manette p (fig. 14), muni du cliquet p' , que l'on fait pénétrer dans les dents de la roue à rochet N pour la faire tourner en sens inverse. Pendant la marche de la machine, ce levier repose sur l'axe d'oscillation m' du levier à fourche M , prolongé à cet effet.

D'après ce qui précède, on voit que ce sont les broches J' qui sont commandées par les différents organes que nous avons énumérés. Les bobines J , qui sont formées, comme nous l'avons dit, d'un fuseau en bois sur lequel est enroulée une quantité plus ou moins considérable de coton, doivent tourner avec les broches et participer en outre avec celles-ci

au mouvement de translation. Il faut donc établir entre elles une certaine liaison qui les rende solidaires les unes des autres.

Si l'on se reporte aux dessins, on remarque que les bobines sont montées par paires sur chaque broche, de telle sorte qu'il n'y a que 24 broches et 48 bobines. Tous les fuseaux de devant portent une encoche dans laquelle on engage une espèce de clavette vers l'embase de la broche. Chacun d'eux est découpé à l'autre extrémité et assemblé, ainsi qu'une boîte à jonction, avec le fuseau correspondant qui porte de semblables découpures.

Les mèches, à la sortie des frotteurs, passent chacune séparément, afin de mieux isoler les fils, dans de petits anneaux en cuivre, adaptés à deux petites tringles en fer p^2 , supportées par deux colonnettes Q fixées à chacune des extrémités de la machine. Chaque fil, ainsi séparé, est ensuite dirigé sur des règles en fonte q en forme de T, dont le dessus est arrondi. Ces règles sont munies de tiges rondes q' , autour desquelles le fil fait un tour et demi environ, et enfin pénètre dans une rainure pratiquée aux palettes qui terminent ces tiges. De ces palettes, qui leur servent de guides et qui restent constamment fixes pendant le mouvement de translation de la bobine, les fils s'enroulent autour des fuseaux.

Lorsqu'une levée est finie, il faut enlever les bobines et remettre des fûts vides pour la levée suivante. Chaque palette doit être nécessairement soulevée, sans quoi elle retomberait sur la broche qui ne pourrait plus entrer dans le fuseau. Cette opération, si elle se faisait à la main, prendrait beaucoup de temps et diminuerait proportionnellement la production de la machine. Il a donc fallu disposer des organes particuliers qui soulèvent mécaniquement et rapidement toutes ces palettes.

Cette disposition particulière est représentée en détail fig. 15. Elle forme, dans son ensemble, une espèce d'*échelle mobile*, composée d'une tringle en métal q^2 munie d'autant de saillies ou d'*échelons* z qu'il y a de palettes. Lorsque l'on veut retirer les bobines, on voit qu'il suffit de pousser cette tringle par la poignée q^3 qui la termine. Toutes les palettes se soulèvent d'un seul coup et restent dans cette position jusqu'à ce que l'on ait ramené en arrière cette tringle q^2 . Alors les échelons viennent se placer entre les palettes, et celles-ci abandonnées à elles-mêmes retombent sur les fûts vides sous l'action de leur propre poids.

MOUVEMENT DU CHARIOT. — Nous avons vu que ce mouvement, qui est rectiligne alternatif, ne peut pas être constant, et qu'il doit aller en décroissant à mesure que la bobine grossit, puisque le nombre d'anneaux est le même sur deux longueurs égales de la bobine; et comme il faut plus de temps pour former un anneau à la fin de la levée qu'au commencement, il est nécessaire que la vitesse du chariot soit uniformément retardée à chaque nouvelle couche.

Il semblerait que le moyen le plus simple pour arriver à ce résultat serait de prendre le mouvement sur le plateau de friction dont la vitesse

décroit suivant la même loi. C'est ce qui a été fait tout d'abord par M. Danguy; mais il en résultait une complication qui introduisait un assez grand nombre d'organes dans la machine et, par suite, en rendait la conduite un peu plus difficile. Aussi M. Danguy a modifié sa première combinaison, et il a adopté une disposition beaucoup plus simple qui satisfait toujours à cette condition essentielle, de diminuer d'une certaine quantité la vitesse du chariot à chaque nouvelle couche.

Le mouvement est communiqué de l'arbre moteur par le pignon n (fig. 1) qui, au moyen d'une série d'engrenages, provoque, comme nous l'avons vu, le déplacement du galet de friction sur la surface du plateau. C'est à l'extrémité de l'arbre de la grande roue O que l'on fixe l'excentrique en cœur Q' , au moyen duquel est obtenue la course variable du chariot.

A cet effet sur cet excentrique repose un galet r (fig. 1, 2, 3 et 9), fixé à une pièce en fer qui fait partie d'un levier Q^2 , mobile sur un axe en fer r' , adapté au bras en fer R boulonné au support N^2 .

Dans une coulisse pratiquée dans l'épaisseur de ce levier Q^2 est ajustée, de façon à se mouvoir, une crémaillère qui engrène avec un pignon r^2 , calé sur l'axe d'une roue à rochet R' (fig. 1, 2 et 3). La même crémaillère porte un heurtoir s , relié avec un coulisseau s' , engagé dans la coulisse d'un second levier R^2 , terminé par une partie arrondie en col de cygne. Ce second levier est fixé au bout d'un axe S , qui règne sur la longueur de la machine, et est muni à ses extrémités de deux leviers verticaux S' , reliés à deux tiges horizontales boulonnées à la traverse d'arrière du chariot J^2 . De l'autre côté de ce chariot se trouve une traverse semblable; elles supportent toutes deux, comme nous l'avons vu, les broches qui tournent d'un côté dans des collets en bronze, et de l'autre dans de petits supports à fourche j^3 (fig. 3), qui peuvent osciller sur la traverse, de façon à permettre de retirer aisément les bobines pleines de dessus les broches et les replacer rapidement.

Ces dispositions générales comprises, voyons maintenant le jeu de chacun de ces organes et les fonctions qu'ils remplissent les uns par rapport aux autres.

MARCHE DE L'APPAREIL. — Le mouvement de rotation continu communiqué à l'excentrique en cœur Q' est transformé en mouvement circulaire alternatif au galet r , celui-ci faisant partie du levier Q^2 , qui tourne autour du point r' . Toutes les autres pièces reliées à ce levier participent naturellement au même mouvement, c'est-à-dire que la crémaillère et son pignon r^2 , la roue à rochet R' avec son cliquet r^3 , et enfin le coulisseau s' sont tous animés simultanément d'un mouvement circulaire alternatif autour du point r' .

Mais le coulisseau s' , maintenu dans la coulisse du levier R^2 , fait tourner celui-ci autour de son centre d'articulation S , et lui fait décrire un arc de cercle pendant tout le temps que le galet r glisse dans la coulisse.

On peut se rendre bien compte de ce mouvement en s'aidant du tracé géométrique (fig. 16, pl. 22). Dans ce tracé, s' est le centre du coulisseau correspondant à la position respective des leviers sur la fig. 2. Quand le levier Q^2 conduit par l'excentrique en cœur Q' s'élève, en décrivant un arc de cercle autour de son centre r' jusqu'au point s^2 , le point s' , fixé invariablement à ce levier, reste toujours à la même distance du centre d'oscillation et vient également en s^2 . Pendant ce temps, le second levier R^2 , qui occupait d'abord la position $s'S$, vient se placer en Ss^2 , et le coulisseau que représente ce point s^2 glisse dans la coulisse de la quantité $s^2S - s'S$.

Quant au bras vertical S' (fig. 2), il s'incline et prend la position extrême S^2 indiquée sur la fig. 16. Comme il est relié au chariot, il lui communique naturellement un mouvement vers la droite. Ce mouvement étant circulaire, il a fallu ménager au bras S' une coulisse afin que l'extrémité de la tige attachée au chariot puisse glisser et rester horizontale sans risquer de se fausser.

Si au lieu de supposer que l'excentrique en cœur fasse monter le galet r , nous admettons qu'il le fasse descendre, le même mouvement se produira absolument de la même manière, mais en sens contraire, c'est-à-dire qu'il fera avancer le chariot vers la gauche.

D'après la forme que l'on donne à la bobine, il est indispensable de faire diminuer, à chaque nouvelle couche, la course du chariot d'une épaisseur de fil. Voici la combinaison appliquée pour arriver à ce résultat :

Le pignon r^2 , qui engrène avec la crémaillère, faisant partie du levier Q^2 , n'a pas une position invariable. Il peut glisser avec cette crémaillère dans la coulisse ménagée dans l'épaisseur du levier Q^2 , de manière à faire varier l'angle décrit par le levier R^2 , et par conséquent la course du chariot.

On comprendra facilement ce mouvement, si on examine les positions relatives des leviers dans la fig. 16.

On remarquera que, quelle que soit la position du point s' sur le levier Q^2 , celui-ci s'élève et s'abaisse toujours de la même quantité par rapport à l'horizontale, de sorte que les deux lignes r', R^2 , indiquent les positions extrêmes de ce levier pour tous les cas.

Supposons maintenant que l'excentrique en cœur fasse monter les leviers, le point s' décrira un arc de cercle et viendra en s^2 . En joignant s^2 et S , on a la position correspondante du levier R^2 , et le bras perpendiculaire S' vient en $S S^2$.

Lorsque la pointe du cœur est en bas, toutes ces positions de lignes et de points se reproduisent symétriquement par rapport à l'horizontale $r' S$, et le bras $S S'$ a décrit, pendant le trajet, l'arc $S^2 S^2$.

Si l'amplitude de cet arc correspond à la plus grande longueur de course du chariot, c'est-à-dire à 23 centimètres, il est clair que, pour la

couche de fil suivante, il faut la faire diminuer pour obtenir une course moins longue. Ce qui a lieu en déplaçant le point d'articulation s' , et en l'éloignant du point d'oscillation S du levier R^2 ; il est évident que le coulisseau s' devant décrire un arc de cercle autour de r' , à mesure qu'on le rapproche de ce point, l'arc devient moins grand, et par suite le levier R^2 s'éloigne de moins en moins de l'horizontale.

Le tracé de la fig. 16 permet d'apprécier les deux positions de ces différents organes lorsque le coulisseau d'articulation se trouve en s' et lorsqu'il se trouve en s^2 . Les deux arcs décrits dans les deux cas par le bras s' sont s^2 d'une part, et s^3 d'autre part. Comme ils ont une amplitude différente, ils produisent évidemment une course inégale du chariot.

Voici comment le point s' se déplace par intermittence et à chaque changement de marche du chariot sur le levier Q^2 . Il fait partie de la crémaillère (fig. 2 et 3), commandée par le pignon r^2 , qui lui-même est monté sur l'axe de la roue à rochet R' . Celle-ci est constamment sollicitée par un poids T, attaché, par l'intermédiaire d'une chaîne de Galle, à la crémaillère qui, d'un autre côté, est retenue par le cliquet r^3 , engagé dans les dents de la roue à rochet R' . Le levier Q^2 , en s'élevant au-dessus de l'horizontale, entraîne avec lui la crémaillère (lorsque la pointe de l'excentrique en cœur se trouve en haut et que le galet r est en x' , position ponctuée fig. 9) ainsi que le pignon; alors la roue à rochet, venant buter contre une lame de ressort t fixée à la tablette ou porte cylindre B^2 (fig. 1 et 2), avance d'une dent, et par conséquent déplace le coulisseau s' vers la gauche, mouvement qui, ainsi que nous nous l'avons vu, produit une diminution de la course du chariot.

Le pignon r^2 , qui engrène avec la crémaillère, a quatre dents de superprimées, de sorte que pendant sa rotation complète l'espace vide se présente et laisse la crémaillère libre de se mouvoir, sollicitée qu'elle est par le poids T. Elle revient alors brusquement vers la droite, et le heurtoir s , qu'elle porte à son extrémité, vient buter contre un crochet T' , qui retient dans la position indiquée, fig. 1, les extrémités du levier à trois branches T^2 . Ce levier, n'étant plus retenu par le crochet, s'incline en tournant sur son centre de mouvement t , sous l'action du poids U suspendu à l'extrémité de son bras horizontal du côté opposé au crochet T' , et par son bras vertical vient buter contre un arrêt t' (fig. 1), fixé par une vis sur la tringle de détente B.

Par ce mouvement, il entraîne la tringle, qui fait alors passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle. La machine s'arrête donc d'elle-même, et elle est réglée de façon que le vide laissé dans la denture du pignon ne laisse la crémaillère libre qu'à la fin de la levée.

Nous avons encore à expliquer comment la vitesse du chariot se ralentit à chaque nouvelle couche de fil sur la bobine.

On a vu que l'excentrique en cœur était animé d'un mouvement circu-

laire uniforme; par conséquent, chaque couche contient la même quantité de coton, et comme le nombre des anneaux diminue d'une couche à l'autre, il en résulte que la vitesse du chariot doit aller progressivement en décroissant, puisque vers la fin de la levée un nombre bien moindre d'anneaux nécessitent le même temps pour ne former qu'un nombre plus considérable au commencement.

Il faut que cette vitesse soit constante pendant une même couche. On parvient à obtenir ce résultat par la forme de l'excentrique en cœur. Supposons, en effet, le galet r (fig. 1, 2, 3 et 9) sur la pointe ou sur la base de l'excentrique, en x' (fig. 9), celui-ci, en tournant, fait mouvoir le levier Q^2 avec une vitesse plus grande que lorsque le galet se trouve sur la partie moyenne qui correspond à une position horizontale des leviers. Mais, d'un autre côté, il est facile de voir que le coulisseau glisse d'autant moins dans sa coulisse que les leviers se rapprochent de l'horizontalité, et comme la vitesse angulaire du levier R^2 diminue lorsque le glissement du galet augmente, toutes choses égales d'ailleurs, il en résulte que, pour obtenir une vitesse de chariot constante, il a suffi de corriger l'irrégularité produite par cette combinaison de levier. C'est justement au moyen de l'excentrique en cœur que l'on y arrive, et l'on remarque qu'en effet celui-ci fait marcher le levier Q^2 d'autant plus vite qu'il approche des positions extrêmes, tandis qu'il ralentit sa vitesse lorsqu'il revient vers l'horizontale.

Au moyen de cette disposition on donne facilement au chariot une vitesse constante, de manière que les anneaux de coton soient également espacés sur la bobine.

MISE EN TRAIN ET RÉGLAGE DE LA MACHINE. — Pour achever la description de ce rota-frotteur, il est nécessaire d'indiquer quelles sont les précautions indispensables à prendre pour le réglage des principaux organes et la mise en train de la machine.

On commence par s'assurer que l'appel se fait convenablement. Si les mèches semblent trop tendues, au moyen de deux boulons à écrous u , qui se trouvent sur la cage M' (fig. 1 et 14), on éloigne de quelques millimètres le galet de friction de la surface du plateau L ; dès qu'on voit les fils vibrer légèrement, il faut arrêter, on est sûr qu'il n'y a pas de tirage.

Lorsque l'on veut changer le numéro de la mèche, il faut remplacer les rochets. Pour de la mèche n° 3, par exemple, qui correspond au n° 30 filé, il faut un rochet de 32 dents sur la crémaillère, et un de 64 sur l'arbre de la camme (ces deux engrenages étant toujours dans le rapport de 1 à 2).

Chaque demi-numéro en plus ou en moins correspond à 2 dents également en plus ou en moins du rochet R' conduisant la crémaillère, et à 4 dents de la camme.

TABLEAU

INDIQUANT LES RECHANGES A REMPLACER POUR LES NUMÉROS FILÉS DE 16 A 50.

NUMÉRO de la mèche.	POIDS de 40 mètres en grammes.	DÉSIGNATION de la mèche.	NOMBRE DE DENTS		NOMBRE DE DENTS	
			du rochet R'.	du rochet N.	du pignon o.	du pignon n'.
2, »	2650	Gros pour n° 16.	28	56	20	32
2,50	2 »	»	30	60	20	28
3, »	4 67	»	32	64	20	22
3,50	4 40	Moyen pour nos 30 à 34.	34	68	20	24
4, »	4 25	»	36	72	20	18
4,50	4 10	»	38	76	48	48
5, »	4 »	Fin pour n° 50.	40	80	48	46

En même temps, il faut faire varier l'étirage entre les cylindre cannelés et la vitesse de l'excentrique en cœur qui commande le chariot, car l'étirage est d'autant plus fort que le numéro augmente, et le chariot doit aller proportionnellement moins vite, puisque les anneaux étant plus fins se rapprochent davantage les uns des autres.

On règle la position du galet de friction pour commencer les bobines, en faisant tourner, à l'aide du levier à manette p (fig. 14) le rochet p' , jusqu'à ce que la pointe de la camme ou vignot M^2 soit au point le plus élevé, ainsi que l'indique la figure 8. Ensuite on met tout l'appareil en mouvement, en faisant passer la courroie de la poulie folle P' sur la poulie fixe P , afin de faire avancer la pointe de l'excentrique en cœur Q' dans la position ponctuée (fig. 9); le galet r est alors en x' , et enfin la dent du rochet r^3 , engagé dans la crémaillère, fait avancer celle-ci de telle sorte que le heurtoir s , rencontrant la queue du crochet T' , le dégage du levier T^2 ; ce dernier, ainsi que nous l'avons démontré, amène l'arrêt de la machine en faisant glisser la tringle de débrayage B .

Si la crémaillère n'était pas partie, il faudrait faire tourner doucement le rochet R' jusqu'à ce que le mouvement de la détente se soit produit. A ce moment, on fait cliqueter la dernière dent du rochet N de la camme M^2 , puis on ramène le prisonnier au point m^2 (fig. 8). On peut alors commencer la levée.

On examine bien si le changement de marche du chariot se fait juste au moment voulu. A cet effet, on règle le mouvement de l'excentrique en cœur, et pour cela on désengrène le pignon o , et l'on fait avancer ou reculer de quelques dents la grande roue O , sur l'axe de laquelle l'excentrique en cœur est calé, selon que le changement de marche s'est fait trop tard ou trop tôt.

Lorsqu'on change quelques organes, et principalement les rochets, il faut éviter de faire heurter deux dents à la fois, ce qui produirait un très-

mauvais effet. L'ergot qui fait partie de l'axe n et actionne la came ne doit agir que quelques secondes après que le rochet R' de la crémaillère a cliqueté.

Si l'ergot de la came prenait deux dents, on s'en apercevrait de suite, car il ferait tomber la mèche.

Quand la levée est finie et que le cœur se trouve à sa pointe, la petite crémaillère, appelée par son poids, heurte la détente qui arrête le métier. A ce moment, la dernière dent du rochet N de la came M^2 n'a pas encore agi. C'est l'ouvrière qui la fait agir et qui soulève la bascule pour faire descendre le galet de friction à sa place; elle s'assure bien si le prisonnier m^2 est au fond de la came, et c'est alors qu'elle peut commencer une nouvelle levée.

CALCULS

RELATIFS AUX ORGANES DE TRANSMISSION DU ROTA-FROTTEUR.

Les différents organes qui composent cette machine ne peuvent pas être impunément soumis à des vitesses arbitraires. Il est des rapports que l'on doit observer pour chacun d'eux, si l'on veut arriver à obtenir un bon produit.

En règle générale, on peut dire que dans toutes les machines de filature la vitesse à leur donner est celle qui permet d'obtenir le plus, sans augmenter la quantité relative des déchets et sans rien sacrifier à la qualité du produit.

Une expérience de plusieurs années a démontré que, pour arriver à ce résultat avec le rota-frotteur de M. Danguy, il fallait, pour les numéros ordinaires, se rapprocher autant que possible des nombres obtenus au moyen des calculs qui vont suivre. Nous supposons donc que l'on file des numéros 27/29 chaîne. La mèche qui sort du rota-frotteur a le numéro 3, et les calculs sont faits d'après cette hypothèse.

CYLINDRES CANNELÉS. — L'arbre moteur a est animé d'une vitesse de 200 tours environ par minute. Le premier *cylindre cannelé* c reçoit une vitesse de rotation égale à celle de cet arbre, puisqu'elle est donnée par la relation suivante des roues droites b' et b^2 :

$$200 \times \frac{\text{roue } b'}{\text{roue } b^2} = 200 \times \frac{90}{90} = 200 \text{ tours.}$$

La vitesse à la circonférence de ce premier cylindre cannelé est alors, son diamètre étant de $0^m 028$, de :

$$200 \times 3,1416 \times 0^m 028 = 17^m 60.$$

Le nombre de tours par minute du deuxième *cylindre cannelé* c' est de :

$$200 \times \frac{\text{pignon } C \times \text{pignon } d}{\text{roue } C^2 \times \text{roue } d'} = 200 \frac{38 \times 44}{90 \times 70} = 52^m 6.$$

Sa vitesse à la circonférence, son diamètre étant de $0^m 025$, est de :

$$52,6 \times 3,1416 \times 0,025 = 4^m 34.$$

Il résulte de la différence de vitesse de ces deux cylindres un étrépage entre le 1^{er} et le 2^e cannelé, qui est de

$$\frac{17,593}{4,34} = 4,05.$$

Le nombre de tours du troisième *cylindre cannelé* est de :

$$52,6 \times \frac{\text{roue } D'}{\text{roue } d^2} = 52,6 \times \frac{30}{32} = 48^t 9.$$

Sa vitesse à la circonférence est de :

$$48^t 9 \times 3,1416 \times 0,025 = 4^m 03.$$

Ce qui donne un étrépage entre le 2^e et le 3^e cylindre cannelé de :

$$\frac{4,34}{4,03} = 1,07.$$

Par suite, l'étrépage total produit par les trois paires de cannelés est de :

$$4,05 \times 1,07 = 4,33.$$

BROCHES. — Le nombre de tours à donner aux broches doit être calculé de manière que la vitesse à la circonférence des bobines soit égale à celle du premier cylindre cannelé. Or, nous avons vu que celui-ci avait une vitesse de $17^m 60$. On a donc pour la première couche :

$$200 \times \frac{\text{roue } l^2}{\text{roue } L^3} \times \frac{112}{x} \times \frac{\text{pign. } L}{\text{roue } l'} \times \frac{\text{pign. } k^2}{\text{pign. } k^2} \times 3,1416 \times 0,028 = 17^m 60.$$

Dans cette formule, 112 mill. est le diamètre de la poulie de friction, et x = le diamètre du plateau de friction pendant la première couche.

En remplaçant le rapport des roues par le nombre de dents, et en résolvant l'équation, on trouve :

$$200 \times \frac{30}{44} \times \frac{112}{x} \times \frac{36}{34} \times \frac{25}{25} \times 3,1416 \times 0,028 = 17^m 60,$$

$$x = 0^m 080,$$

c'est-à-dire que la poulie de friction sera à $0^m 040$ du centre du plateau pendant la première couche.

La vitesse de rotation des broches est alors donnée par l'expression suivante :

$$200 \times \frac{36}{44} \times \frac{0,112}{0,040} \times \frac{36}{34} = 200 \text{ tours.}$$

Si nous supposons que la mèche s'enroule sur la dernière couche, et que le diamètre de la bobine soit 0^m 08, on trouve aisément : d'abord la distance de la poulie au centre du plateau de friction, puis la vitesse des broches.

En effet, le diamètre du plateau doit toujours varier en raison directe de celui des bobines. Si nous le désignons par x pendant la dernière couche, nous pouvons établir le rapport suivant :

$$\frac{x}{0,08} = \frac{0,08}{0,028}, \quad \text{d'où } x = 0^m 228;$$

c'est-à-dire que la poulie se trouvera à 0^m 114 du centre du plateau à la dernière couche.

La vitesse des bobines correspondante peut être également obtenue au moyen de la proportion :

$$\frac{x}{200} = \frac{0,028}{0,08}, \quad \text{d'où } x = 70 \text{ tours.}$$

De même pour toutes les autres couches. Les différentes vitesses des bobines, comme les distances successives de la poulie au centre du plateau des frictions s'obtiennent d'une manière analogue.

FROTTEURS. — Nous avons à calculer : 1° le nombre de va-et-vient des frotteurs par minute; 2° la vitesse de translation du tablier.

1° Il suffit de chercher le nombre de tours de l'arbre g^2 , sur lequel est calé l'excentrique g' (fig. 5 et 13); autant de tours de cet arbre, autant de va-et-vient des frotteurs.

$$200 \times \frac{\text{pignon } i}{\text{roue I}} = 200 \times \frac{44}{54} = 173 \text{ tours,}$$

c'est-à-dire qu'il y aura 173 mouvements de va-et-vient par minute, communiqué au tablier qui entoure les deux rouleaux inférieurs H', et au rouleau supérieur H;

2° La vitesse de rotation du premier rouleau H' est donnée par l'expression :

$$200 \times \frac{\text{pignon } k}{\text{roue I}'} = 200 \times \frac{17}{62} = 54^t 8,$$

ce qui donne pour la vitesse de translation du tablier, le diamètre du rouleau étant de 0^m 102,

$$54,8 \times 3,1416 \times 102 = 17^m 60 \text{ par minute,}$$

vitesse égale à celle du premier cylindre cannelé. Ce qui doit être en effet, puisqu'il faut que le tablier livre aux broches par minute la même

longueur de fil que celle qu'il reçoit des cylindres pour qu'il n'y ait pas d'étirage.

CHARIOT. — Nous avons vu que la vitesse de cet organe était constante pendant une même couche, mais qu'elle variait d'une couche à l'autre. Elle est toujours telle dans cette machine, que la même quantité de fil est déroulée sur les bobines à chaque couche. Elle dépend donc de la hauteur de la bobine à tous les instants, et varie en raison inverse de cette hauteur.

Quant à l'excentrique en cœur, il a une vitesse de rotation donnée par l'expression suivante :

$$200 \times \frac{\text{pignon } n'}{\text{roue } n^2} \times \frac{\text{pignon } n^3}{\text{roue } N'} \times \frac{\text{pignon } n^4}{\text{roue } O}$$

$$= 200 \times \frac{20}{90} \times \frac{25}{192} \times \frac{22}{172} = 0^t 740.$$

Ainsi, pour 0^t 740 de l'excentrique Q', il y a 17^m 60 de coton livrés par les cylindres cannelés et enroulés par les bobines; pour 1 tour, il y a :

$$\frac{17^m 60}{0^t 740} = 23^m 78,$$

ce qui correspond à deux couches de fils enroulés sur les bobines.

En résumé, nous trouvons que sur chaque couche il s'enroule

$$\frac{23,78}{2} = 11^m 89 \text{ de coton.}$$

Le temps nécessaire pour former une couche est :

$$\frac{1}{0,740 \times 2} = \frac{1' 35}{2} = 0' 675.$$

C'est pendant ce temps, de deux tiers de minute environ, que le chariot parcourt la longueur des bobines.

PRODUIT DE LA MACHINE.

Nous avons vu que chaque broche peut produire par minute 17^m 60 en 12 heures, ou $12 \times 60 = 720$ minutes, les 48 broches donneraient

$$720 \times 48 \times 17,60 = 608,256 \text{ mètres.}$$

Mais il faut bien retrancher 1/8^e de cette production pour le temps employé à faire la levée, à changer les fuseaux, etc., ce qui donne un produit effectif de

$$608256 - \frac{608256}{8} = 532,224 \text{ mètres}$$

par journée de 12 heures de travail.

100 mètres de mèche n° 3 pèsent 0^k 165; par conséquent les 532,224 mètres pèseront :

$$\frac{0,166 \times 532224}{1000} = 88^k 349.$$

Ainsi, le produit du rota-frotteur est en résumé,

88 kilogrammes de coton en 12 heures de travail.

INSTALLATION D'UNE FILATURE DE PRÉPARATION

DU SYSTÈME DE M. DANGUY.

Si nous prenons pour exemple une filature opérant sur 500 kilogrammes de coton par jour, et filant des n°s ordinaires 27/29 chaîne et 36/38 trame, voici un devis exact des machines de préparation qu'elle pourra employer, et qui comprennent la série complète pour la préparation, sauf l'ouvreur et les batteurs.

28	cartes à chapeaux, à 1000 fr. chaque.....	28,000 fr.
2	réunisseurs avec basculeurs, à 600 fr. avec leurs couloirs également à 600 fr.....	2,400
3	bancs d'étirage, 2 de 10 sorties à couloirs, et le 3 ^e , dit <i>comprimeur</i> , de 14 sorties, avec son système pour pots tournants.....	8,000
2	rotas-frotteurs en gros de 36 broches.....	2,700
3	— intermédiaires de 48 broches.....	4,050
6	— en fin de 48 broches.....	12,000
	Total.....	57,150 fr.

Toutes ces machines, construites par M. Danguy, fonctionnent dans un grand nombre de filatures de Normandie.

Nous citerons particulièrement l'établissement de M. Lecomte, à Rouilly, dans la vallée d'Andelle, dont les produits sont très-estimés.

Les deux filatures de MM. Liégant frères : l'une à Saint-Paer, dans la vallée de Saint-Austabert, près Rouen; l'autre à Monville; toutes deux fonctionnent complètement à l'aide de quatre sortes de machines de M. Danguy : réunisseurs de cartes, banc d'étirage, rotas-frotteurs en gros, en moyen et en fin.

M. Danguy construit aussi un modèle de carte en fonte qui, sans être pourvue de nouvelles combinaisons, présente dans son ensemble une grande solidité et une bonne distribution des organes, qui en rend la conduite facile et l'entretien peu coûteux, et lui fait effectuer un très-bon travail.

CONSTRUCTION DES MACHINES

ÉTUDE ET PROPORTIONS DES VOLANTS RÉGULATEURS

APPLIQUÉS AUX MACHINES MOTRICES ET AUX OUTILS.

PAR M. ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR A PARIS

(PLANCHES 24 ET 25)

En mécanique, un *volant* est une roue plus ou moins pesante, montée sur un axe tournant qui transmet la puissance, dans le but d'en régulariser la vitesse de rotation. C'est en effet, le plus souvent, une véritable roue composée d'une jante circulaire réunie à un moyeu central par un certain nombre de bras; cependant chaque pièce d'une machine qui est suffisamment pesante, montée sur son centre de gravité, et animée d'un mouvement régulier, continu ou périodique, peut former volant: ainsi une locomotive lancée à certaine vitesse constitue un véritable volant par rapport aux pièces qui composent tout son mécanisme.

L'une des applications les plus importantes du volant régulateur est celle des machines à vapeur, qui fut proposée, en 1757, par Keane Fitzgerald, ingénieur, et membre de la Société royale de Londres. Nous nous proposons d'étudier les conditions d'établissement de cet organe, non pas pour en refaire la théorie à nouveau, mais pour donner sur cette théorie des éclaircissements pratiques qui permettent aux mécaniciens les moins théoriciens de se rendre un compte exact des formules qui en ont été déduites elles-mêmes, et qui ont pour objet de calculer *le poids* des volants d'après les conditions spéciales des machines auxquelles on les applique.

Cette étude est suivie d'un examen des principaux modes usités aujourd'hui pour leur construction et leur assemblage, et des formes diverses données à la section des jantes et des bras.

Il est remarquable que la plupart des constructeurs déterminent le

pois des volants *à priori*, ou suivant des règles qui diffèrent sensiblement entre elles. Ces différences sont attribuables à deux causes : d'abord les recherches théoriques sont pénibles, et peuvent conduire à de graves erreurs, faute d'être bien interprétées; en second lieu, il semble que le poids d'un volant puisse varier dans de larges limites, ce qui ne peut être admis qu'avec des restrictions sérieuses.

Il est vrai que plus un volant est lourd, pour une vitesse déterminée, et mieux il règle la machine à laquelle il est appliqué. Mais un excès de poids peut donner lieu à une perte excessive de travail par le frottement des tourillons sur les coussinets, il peut surtout être susceptible, dans un cas donné, de produire des ruptures et des accidents plus graves.

On doit donc connaître avec une exactitude suffisante les limites qui ne doivent pas être dépassées. Mais, pour cela, il faut faire usage de notions théoriques que nous nous proposons de rendre aussi simples que possible et d'une traduction facile, qui puisse être faite par tout le monde et dans le peu de temps laissé aux constructeurs par les exigences de la pratique.

PRINCIPES DES FONCTIONS D'UN VOLANT.

Avant d'expliquer les conditions pratiques que doit remplir un volant, il est indispensable d'énumérer les circonstances qui rendent son application nécessaire, et qui se produisent de deux façons différentes :

1° Par l'inégalité de résistance que présente un même travail dans les temps successifs de sa production ;

2° Par l'inégalité des efforts que transmet l'arbre par le moteur, soit directement de la part de la force motrice, suivant son mode d'emploi, soit à cause de l'inégale répartition due au mode de transmission entre le récepteur direct et les organes commandés.

Comme exemple du premier cas, supposons un laminoir commandé par un moteur hydraulique, ce qui présente en effet la réunion d'une résistance variable et d'une puissance sensiblement uniforme, telle que celle produite par une roue hydraulique qui reçoit l'eau d'une manière continue et en égale quantité.

Lorsqu'on soumet une barre de métal aux cylindres d'un laminoir, qui est comparativement une résistance très-faible quand il marche à vide, il reçoit immédiatement son maximum de résistance; or, si la commande était directe et sans masses mobiles intermédiaires, il est évident que le moteur, dont l'effort est supposé constant, passerait d'une vitesse considérable à l'état de repos, puisque la résistance viendrait tout à coup dépasser l'effort en vertu duquel le moteur et les pièces de la transmission avaient pris leur vitesse de régime. Pour que le mouvement pût reprendre, il faudrait qu'il s'écoulât le temps nécessaire pour que la roue se chargeât d'une quantité d'eau, non-seulement capable de faire équilibre à la nouvelle résistance, mais encore de celle nécessaire pour

vaincre l'inertie et faire acquérir au laminoir la vitesse à laquelle il doit fonctionner. Généralement le moteur, incapable de contenir le volume d'eau suffisant, s'arrêterait d'une manière complète.

Mais si l'un des arbres intermédiaires est muni d'un volant assez pesant, les choses se passent d'une façon différente. En mettant le mécanisme en train, à vide, la roue motrice dépense un excès de force correspondant à celui exigé par la masse du volant pour vaincre son inertie, et le faire tourner à une certaine vitesse. Si l'on vient alors à engager une pièce de métal entre les cylindres du laminoir, le mécanisme subit bien un ralentissement, mais beaucoup moins considérable que la première fois, attendu que le volant oppose à la diminution de vitesse une résistance correspondante à l'excès de puissance que le moteur a dépensé pour lui donner l'excès de vitesse qu'il a acquis lorsque le laminoir marchait sans charge. En d'autres termes, le volant emmagasine l'excès de puissance développé par le moteur, quand le laminoir marche à vide, et restitue cet excès lorsque le laminoir commence à travailler, ce qui, en résumé, *resserre*, dans une certaine limite, *les écarts de vitesse* que le mécanisme est susceptible de présenter par suite des inégalités alternatives entre la puissance et la résistance.

Pour exemple du deuxième cas, nous prendrons une machine à vapeur commandant un outil dont nous supposerons la résistance parfaitement fixe. Les variations à observer proviennent alors exclusivement du moteur.

Dans une machine à vapeur composée d'un cylindre dont le piston actionne un axe tournant par une bielle et une manivelle, l'irrégularité de la puissance transmise est très-remarquable. On sait qu'aux *points morts*, quand la bielle et la manivelle sont en ligne droite, l'effort du piston est de nul effet, quant à la direction circulaire de la manivelle, puisque cet effort s'exerce uniquement suivant la ligne des centres. Au contraire, lorsque le piston est au milieu de sa course, ce qui correspond à la position où la bielle et la manivelle sont près d'être perpendiculaires l'une à l'autre, la pression sur le piston est communiquée presque intégralement au bouton de la manivelle.

Par conséquent, celui-ci est poussé par une force qui varie périodiquement, c'est-à-dire par une force qui, nulle aux deux points extrêmes de la course, atteint son maximum aux deux positions moyennes; la résistance étant supposée constante, l'arbre moteur, s'il ne portait point de volant, tournerait alors avec une vitesse très-variable, susceptible de passer de zéro à son maximum, et de son maximum à zéro, suivant que la manivelle passe elle-même de l'un des points extrêmes à l'une des positions moyennes, *et vice versa*.

Comme dans l'exemple précédent, l'application d'un volant empêche cette vitesse d'être nulle aux deux points morts, et ne lui permet pas d'atteindre le maximum aux positions moyennes; l'excès de puissance, à ces

deux positions, est absorbé par le volant, qui s'accélère un peu, et restitue cet excès aux points morts, en perdant ce qu'il avait gagné en vitesse.

Ces circonstances, qui se produisent dans l'hypothèse de la pression fixe sur le piston de la machine, se renouvellent, à plus forte raison, lorsqu'on marche à *détente*; dans ce mode d'emploi de la vapeur, la pression, très-inégale aux différents points de la course du piston, vient s'ajouter aux positions variables de la bielle et de la manivelle pour troubler l'égalité entre le travail et la résistance moyenne.

Un volant n'est donc point une puissance, mais *un réservoir de force*, qui, interposé entre le travail et le moteur, égaux comme somme, mais inégaux sous le rapport de la répartition des efforts, absorbe les excès momentanés de part et d'autre et les nivelle à peu près. Il ne peut pas rétablir une égalité absolue qui donne lieu à l'uniformité de vitesse parfaite, car une masse déterminée ne peut acquérir ni perdre de la force vive sans changement dans ses conditions de vitesse; mais pour une même quantité de force vive à gagner ou à perdre la variation de vitesse peut être aussi faible qu'on le voudra, suivant que son rapport avec la masse en mouvement sera plus considérable, principe de mécanique dont nous essayons plus loin de rappeler les éléments.

Ce qui pouvait produire une illusion, quant à la puissance propre d'un volant, c'est que tel travail à accomplir, à l'aide d'un même moteur donné, était insurmontable sans volant et devenait au contraire possible par l'addition de cet organe. Cela ne signifiait pas que le moteur fût trop faible, mais que, par l'inégale répartition des efforts, il faisait un excès de dépense non restitué, pour entretenir la vitesse dans les moments de retard.

Supposons comme exemple, à l'appui de ce fait, une pompe élévatrice aspirante, dont l'unique résistance se manifeste lorsqu'on élève le piston, et qui soit commandée par un homme à l'aide d'une manivelle. Si l'arbre de la manivelle ne porte pas de volant, et que le travail total à produire, d'après le poids et la hauteur de colonne d'eau à soulever, atteigne la puissance maximum que l'homme peut développer, il est certain que ce dernier ne pourra pas faire mouvoir la pompe : car la résistance ne se manifestant que pendant la moitié de la durée du travail, *sera double* de ce qu'elle serait si elle était continue et régulière; l'homme semblera trop faible.

Mais s'il existe un volant, le travail développé en excès par l'homme pendant la descente du piston sera absorbé par le volant, qui le restituera pour élever le piston à sa prochaine ascension; l'équilibre sera rétabli, et l'homme devient assez puissant, par le seul fait *d'une plus égale répartition* des efforts moteurs et résistants.

Après cet exposé, qui nous semblait nécessaire pour faire connaissance avec l'organe que nous voulons étudier, nous allons rappeler quelques principes de mécanique indispensables pour en établir la théorie.

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES SUR LE PRINCIPE DE LA FORCE VIVE.

Lorsqu'un corps soumis à l'action d'une force peut céder, n'étant pas retenu par des liens invincibles, il commence à se mouvoir, suivant un mouvement qui s'accélère peu à peu, et acquiert, au bout d'un certain temps, une vitesse dont l'intensité dépend du rapport entre la force et sa masse.

Pour établir la mesure des forces et de leur effet, on a pris celle de l'attraction terrestre. Dans cette circonstance, le poids du corps mis en mouvement est la mesure de la force qui le déplace et lui communique, au bout d'un temps donné, une certaine vitesse. Réciproquement, une force quelconque pouvant être mesurée par un poids, on en calcule les effets en les assimilant à ceux de l'attraction terrestre sur les masses qu'elle met en mouvement.

L'observation de la chute d'un corps, sous l'action de la pesanteur, fait connaître que les accroissements de la vitesse du corps en mouvement suivent une loi régulière que l'on énonce ainsi :

La vitesse acquise, à un moment quelconque, par un corps qui tombe librement sous l'action de la pesanteur, EST PROPORTIONNELLE AU TEMPS qui s'est écoulé depuis le commencement du mouvement.

Cette loi, qui est celle que l'on désigne en mécanique sous le nom de : *mouvement uniformément accéléré*, se traduit sous la forme suivante :

$$V = v t$$

dans laquelle V représente la vitesse acquise après un certain temps t de l'action, et v la vitesse possédée au bout de l'unité de temps.

Si l'on examine la valeur du chemin effectué par le corps soumis à ce mouvement, on reconnaît bientôt, qu'à un moment donné, ce corps, parti du repos avec une vitesse régulièrement croissante, a parcouru un espace *moitié* de celui qu'il aurait engendré, s'il avait possédé constamment la vitesse finale correspondant au moment d'observation. Par conséquent, appelant h l'espace parcouru par le corps dans un temps t , avec un mouvement uniformément accéléré, et qui possède la vitesse V au bout du même temps, cet espace total parcouru aura pour expression :

$$h = \frac{1}{2} V t.$$

Dans cette expression, t peut être remplacé par sa valeur $\frac{V}{v}$, que l'on tire de l'équation ci-dessus, ce qui fournit :

$$h = \frac{1}{2} V \frac{V}{v} = \frac{V^2}{2v}.$$

Maintenant, pour appliquer à cette dernière formule les résultats fournis par l'observation de la chute des corps, il reste à fixer la valeur de v , c'est-à-dire la vitesse acquise au bout de l'unité de temps qui permet de déterminer toutes les valeurs contenues dans la formule.

Prenant la seconde pour unité de temps, l'observation démontre qu'un corps qui tombe librement sous l'action de la pesanteur, dans le vide, et sous la latitude de Paris, acquiert, après une seconde de chute, une vitesse de 9^m 8088

par 4", c'est-à-dire celle avec laquelle il continuerait à se mouvoir si le mouvement cessait de s'accélérer après une seconde. Cette vitesse se désigne universellement par la lettre g ; c'est la valeur de v , dans les formules précédentes, qui doit être alors remplacée par g .

Elles prennent, d'après cela, les formes suivantes :

$$V = g t \quad \text{et} \quad h = \frac{V^2}{2g}.$$

Cette vitesse sert de mesure aux effets de la pesanteur sur les corps pesants, qui sont d'ailleurs la mesure de son intensité : le poids d'un corps n'est autre chose, en effet, que l'effort qu'il faut exercer pour le soutenir et l'empêcher de céder à l'action terrestre. Il est vrai que tous les corps, quels qu'en soient le poids absolu et le volume, tombent, DANS LE VIDE, et dans un même lieu, avec une égale vitesse : mais cela signifie simplement que l'action de la pesanteur agit également sur toutes les molécules qui les composent, quel que soit leur nombre.

Enfin, la pesanteur est une force dont la mesure est le poids de chacun des corps qu'elle met en mouvement, et qui leur communique, après un temps déterminé, une vitesse connue. En comparant ses effets à ceux de toute autre force, on reconnaît qu'une force quelconque, égale à la pesanteur terrestre, produirait des effets identiques.

Il est important de faire remarquer que l'intensité de la pesanteur change aux divers points du globe terrestre, en raison de plusieurs causes que nous n'avons pas à examiner. Ainsi, un même corps transporté d'un lieu à un autre ne donne pas les mêmes résultats de vitesse acquise après un même temps de chute : g prend une autre valeur g' . Mais ce corps, qui est resté le même, et dont le poids évalué, par exemple, à l'aide de la flexion d'un ressort, égalait P , égale dans cet autre lieu P' .

Si l'on compare alors les poids et les vitesses acquises correspondantes dans le même élément de temps t , on trouve la proportionnalité suivante :

$$P : P' :: g t : g' t; \text{ d'où } \frac{P}{P'} = \frac{g t}{g' t}.$$

Cela revient à dire que les vitesses communiquées, ou acquises dans le même temps, sont proportionnelles à l'intensité de l'action ou de la force dont les poids P et P' sont la mesure pour chaque endroit observé.

Mais par la similitude entre le mode d'action de la pesanteur et celui des autres forces, cette loi se généralise, et si l'on appelle :

- P le poids d'un corps ou l'action que la pesanteur exerce sur lui, en un certain lieu ;
- g la vitesse que la pesanteur ferait acquérir à ce même corps au bout d'une seconde de chute ;
- F une autre force, exprimée en kilogrammes, et agissant sur le même corps pendant un temps t ;
- V la vitesse qu'elle lui ferait acquérir après une seconde d'action, s'il est complètement libre d'y céder,

on trouve encore :

$$P : F :: g t : V; \text{ ou bien } \frac{P}{F} = \frac{g t}{V}; \text{ d'où } \frac{P}{g} = \frac{F t}{V}.$$

Dans cette dernière relation, le quotient $\frac{P}{g}$ du poids d'un corps par la gravité s'appelle *la masse du corps*, et se désigne ordinairement par M , expression qui a surtout pour objet de fixer cette forme de calcul dans l'esprit.

On a par conséquent :

$$M = \frac{P}{g}; \text{ et : } M = \frac{Ft}{V}; \text{ d'où } Ft = MV.$$

Cette dernière expression, MV , s'appelle *quantité de mouvement*; elle désigne le produit de la masse d'un corps par la vitesse actuelle qu'il possède au moment où on le considère. C'est une valeur égale au produit Ft de la force qui lui a communiqué cette vitesse, en agissant sur lui pendant un temps t . Mais c'est, en même temps, la mesure de la résistance développée en sens contraire par l'inertie que le corps oppose à cette force en cédant à son action.

Ces définitions de la mécanique sont admirables, mais néanmoins toujours difficiles à saisir, même avec les développements présentés par les ouvrages spéciaux et que nous ne pouvons reproduire ici, n'ayant pour but que d'en rappeler les principes.

Cependant, pour aider à l'intelligence de ce que l'on désigne par *quantité de mouvement*, nous supposerons l'exemple d'un fait dont la valeur algébrique de cette expression peut fournir les termes de comparaison.

Tout le monde a pu se rendre compte des circonstances qui se produisent dans l'entraînement d'une charge, suivant que la mise en train est *brusque*, ou *douce* et *progressive*. Soit, par exemple, un convoi de chemin de fer dont les chaînes d'attelage possèdent toute la résistance nécessaire à la traction pour faire équilibre à celle opposée par le frottement du train sur la voie. Si, ce train étant au repos, on lançait la locomotive par une brusque ouverture de son régulateur, les mêmes chaînes qui suffisent pour entraîner le convoi, n'importe à quelle vitesse, se rompraient infailliblement; tandis qu'en opérant doucement leur tension, et communiquant au train son mouvement d'une manière graduelle, on arrive à lui faire acquérir, sans accident pour les attaches, les plus grandes vitesses.

Or, la rupture des chaînes, dans la première hypothèse, signifie que la résistance opposée par l'inertie du train a dépassé celle maximum de traction des chaînes, et que cet excès provient directement du rapport $\frac{V}{t}$ qui s'est trouvé trop considérable.

Autrement dit, *la quantité de mouvement* communiqué par la machine, et la résistance égale et de sens contraire développée par *l'inertie* du train, sont exprimées par un effort F , en kilogrammes, celui auquel les chaînes n'ont pu résister. Cet effort est évidemment variable suivant le rapport de la vitesse V communiquée dans le temps t , et se détermine par la formule précédente ainsi disposée :

$$F = \frac{MV}{t}.$$

En résumé, ce qui précède nous a conduit à une première définition du mode d'action d'une force sur un corps pesant ou sur une résistance à vaincre. Voyons quelles sont les autres conséquences que l'on peut tirer de l'observation de la chute des corps.

Nous avons trouvé ci-dessus pour la relation entre la hauteur de la chute et la vitesse acquise à la fin :

$$h = \frac{V^2}{2v}.$$

Mais nous avons trouvé également que la vitesse v acquise au bout d'une seconde, prise pour unité de temps, égale 9^m8088 , et est désignée par g , ce qui revient à :

$$h = \frac{V^2}{2g}.$$

Il a été établi ci-dessus que le chemin h , parcouru par le corps avec une vitesse variant de 0 à V , est la moitié de ce qu'il serait si la vitesse V eût existé tout le temps de la chute; cela revient à dire qu'on pourrait considérer ce corps comme ayant parcouru le même chemin h avec une vitesse uniforme et égale à $1/2 V$. Dans ce cas la quantité de travail dépensée par la pesanteur pour abaisser le corps d'une hauteur h devient facilement exprimable, suivant le principe général de la mécanique; et si le poids de ce corps est P , le travail T dépensé pendant la chute a pour expression :

$$T = Ph.$$

La valeur de h trouvée ci-dessus et substituée dans cette relation donne alors la suivante :

$$T = \frac{PV^2}{2g}.$$

Cette dernière forme donnée à l'expression de la même quantité de travail dépensée donne lieu à une observation très-intéressante sur les conditions d'un corps en mouvement. Elle apprend à évaluer :

La quantité de travail qui a dû être dépensée pour communiquer à un corps, pris au repos, une vitesse déterminée, et cela, indépendamment du temps employé, puisque le temps ou la durée de la chute n'entre pas dans les termes du problème.

Et réciproquement :

La quantité de travail qu'il faudrait dépenser pour suspendre le mouvement du corps et le ramener de la vitesse V à zéro.

Ou encore :

La quantité de travail que le mobile P développerait, si on lui opposait une résistance à vaincre, en passant de l'état de mouvement V à zéro.

Cette expression deviendra l'un des points fondamentaux du sujet que nous nous sommes proposé de traiter, aussi doit-il être complètement développé.

Déjà on doit remarquer que cette formule peut s'écrire ainsi :

$$T = \frac{1}{2} \frac{PV^2}{g}, \text{ ou : } T = \frac{1}{2} \frac{P}{g} V^2.$$

Or, nous avons dit que $\frac{P}{g}$ est aussi désigné par M ; on peut donc écrire :

$$T = \frac{1}{2} MV^2.$$

On a de même appliqué une expression conventionnelle à ce produit MV^2 de la masse d'un corps par le carré de sa vitesse actuelle, en la nommant *la force vive du corps*, dans cet état de mouvement.

Alors, reprenant l'une des remarques précédentes en lui appliquant cette expression particulière, commode pour aider à fixer les idées, nous disons : *La quantité de travail dépensée pour amener un corps du repos à l'état de mouvement, ET RÉCIPROQUEMENT, est égale à LA MOITIÉ DE LA FORCE VIVE qu'il possède au moment où on le considère.*

Mais cette admirable loi ne se borne pas à ce cas spécial. Il n'est point nécessaire, pour trouver son application, de prendre un corps du repos à l'état de mouvement, *et vice versa*; elle est tout aussi rigoureuse à l'égard d'un corps dont la vitesse s'accroît seulement ou se ralentit : et c'est là un point sur lequel il faut insister ici, car c'est le cas présenté par les volants.

Supposons une masse pesante M , animée d'un mouvement régulier dont la vitesse V est uniforme, sa force vive correspondante sera MV^2 . Si une force quelconque vient agir sur le mobile de façon qu'au bout d'un certain temps sa vitesse uniforme ait augmenté et soit devenue V_1 , sa force vive sera alors MV_1^2 . Or, la quantité de travail T dépensée pour faire passer ce corps d'une vitesse à l'autre est égale à *la moitié de la différence des deux forces vives.*

$$\text{Soit : } T = \frac{1}{2} (MV_1^2 - MV^2); \text{ ou } T = \frac{1}{2} M(V_1^2 - V^2).$$

S'il y avait eu retard, au contraire, que la force eût agit comme résistance pour diminuer la vitesse du mobile, V_1 serait plus petit que V , et on écrirait :

$$T = \frac{1}{2} M(V^2 - V_1^2).$$

Dans les deux cas, la quantité de travail serait la même, mais elle aurait agi comme force accélératrice dans l'un et comme retardatrice dans l'autre.

En général cette loi s'exprime ainsi :

Le travail d'une force, qui accélère ou retarde le mouvement d'un corps qui se meut dans sa direction propre, est égal à la moitié de la force vive qu'elle a communiquée ou enlevée à ce corps.

Le principe de la force vive est donc essentiellement applicable au calcul des volants régulateurs qui fonctionnent à l'état de corps en mouvement, soumis à l'action d'une force dont la variation en modifie la vitesse et par conséquent la force vive.

Mais déjà, si l'on examine l'équation de la force vive, on reconnaît que, pour une même quantité de travail en excès, positive ou négative, la variation de vitesse du corps en mouvement peut être très-différente, et qu'elle dépend de l'intensité de sa masse.

En effet, l'équation précédente pouvant prendre la disposition :

$$V_1^2 - V^2 = \frac{2T}{M},$$

dans laquelle $V_1^2 - V^2$ exprime la variation de vitesse pour un excès de travail $2T$, il est évident que la valeur de cette variation est en raison inverse de la masse M du corps en mouvement, c'est-à-dire d'autant plus faible que cette

masse est plus grande, *et vice versa*. Par conséquent, plus un volant sera *lourd* pour une même vitesse initiale et un même excès de travail variable, et plus la variation de sa vitesse sera faible. Ceci est le principal indice du service que le volant est appelé à rendre.

D'autre part, comme la force vive du volant est le produit de la masse par le carré de sa vitesse, et que les deux facteurs du même produit peuvent varier inversement, il s'ensuit que sa masse peut être diminuée, pourvu que le carré de sa vitesse soit augmenté dans le même rapport inverse.

Mais comme la vitesse du volant, prise sur le centre de gravité de la jante, c'est-à-dire près de sa circonférence moyenne, dépend de la vitesse angulaire de l'axe et du diamètre de cette jante, il en advient, en résumé, que la réduction de la masse par l'augmentation de la vitesse peut être obtenue, soit par l'accélération du mouvement rotatif, soit par l'augmentation du diamètre. Ces divers points recevront plus loin tous les éclaircissements nécessaires.

Terminons cet exposé de principes fondamentaux par un exemple qui aide à fixer les idées sur l'emploi de la formule des forces vives.

EXEMPLE. — Un volant est formé d'une jante circulaire dont le poids est de 2000 kilogrammes (on néglige celui des bras en considérant l'action unique de la jante) et la vitesse égale à 8 mètres par seconde : quelle diminution subira cette vitesse par l'action momentanée d'une résistance qui a développé, en sens contraire de la force motrice, un travail négatif égal à 400 kilogrammètres ?

On a :

- P = 2,000 kilogrammes;
- V = 8 mètres;
- T = 400 kilogrammètres;
- V₁ = la vitesse cherchée et acquise après la réduction;
- M = P divisé par g qui est égal à 9,8088.

Ordonnant la formule ci-dessus par rapport à V₁, on trouve :

$$V^2 - V_1^2 = \frac{2T}{M}; \text{ d'où : } -V_1^2 = -V^2 + \frac{2T}{M}, = -V^2 + \frac{2gT}{P}.$$

Changeant tous les signes, et introduisant les données numériques, il vient :

$$V_1 = \sqrt{64 - \frac{49,62 \times 400}{2000}} = 7^m 939.$$

Par conséquent la vitesse serait réduite de 64 millimètres seulement par 4", soit environ 1/120 de celle primitive.

Si le poids du volant n'était que de 1000 kilogrammes, on trouverait :

$$V_1 = \sqrt{64 - \frac{49,62 \times 400}{1000}} = 7^m 877.$$

La diminution de vitesse eût alors été de 423 millimètres par 4"; soit environ 1/65 de celle primitive.

DÉTERMINATION DE LA FORMULE DU POIDS DES VOLANTS.

Une masse destinée à former le volant régulateur de vitesse doit être évidemment montée sur son centre de gravité, et d'une forme symétrique autour de ce centre, afin que la pièce soit parfaitement équilibrée dans toutes les positions qu'elle occupe en se mouvant sur son point de suspension. Comme nous l'avons dit, un volant *ne produit pas de force*, mais n'en absorbe aussi que pour vaincre son inertie au moment de la mise en train, après quoi le moteur auquel il est appliqué ne dépense de force que pour vaincre le frottement sur ses supports, celle de l'air, etc., enfin toutes les résistances passives qui s'opposent à la perpétuité du mouvement de la part d'un corps qui, autrement, serait libre d'y persister; tel, par exemple, *le pendule*, qui est en quelque sorte *le volant d'une horloge*¹.

Le système de volant que l'on applique aux machines à vapeur et aux outils, dont il s'agit de régulariser la marche, consiste en un anneau de fonte réuni par des bras au moyen duquel il est fixé sur l'axe de rotation. D'après les considérations précédentes, il doit former un cercle parfait, rigoureusement centré et exempt de *gauche*, condition qui est cependant rarement remplie, en pratique, peut-être à cause de sa difficulté même. Un volant doit être aussi composé de façon à ce que sa jante et ses bras présentent à l'air le minimum de surface résistante.

Bien que le poids total de l'anneau et des bras agisse comme masse régulatrice, on néglige celui des bras pour ne tenir compte que de l'anneau. On fait alors les bras aussi légers que possible pour concentrer la plus grande partie de la matière pesante dans l'anneau dont la situation correspond à la force vive maximum pour un même poids de métal. Nous avons fait remarquer qu'en effet la force vive augmente proportionnellement au carré de la vitesse et en raison simple de la masse; par conséquent la jante du volant qui possède la plus grande vitesse linéaire, pour une même vitesse angulaire de l'ensemble, est nécessairement celle où la masse pesante a le plus d'action. Si l'on voulait généraliser ce principe, on dirait que, toutes choses égales d'ailleurs, on obtiendrait le maximum d'énergie, pour un même poids total de fonte, si celui des bras et du moyeu était *nul*.

Nous avons également démontré que la régularité se rapproche d'autant plus d'être parfaite que l'énergie du volant est plus considérable pour un même excès de travail variable; et comme il est également vrai de dire que le volant n'exige théoriquement pour lui-même aucune force

1. Toutes les conditions à remplir pour trouver le *mouvement perpétuel*, et les services qu'il rendrait si on était assez heureux pour le trouver, sont renfermées dans cet exposé : *Mouvement impossible à réaliser*, par l'obstacle invincible des résistances passives, et *mouvement sans aucun usage* s'il pouvait exister, puisque les résistances passives, seules, suffisent comme résistances à vaincre, pour empêcher sa réalisation.

motrice pour l'entretien de son mouvement, on pourrait être conduit à adopter des volants d'une énergie infinie. Mais le volant absorbe réellement de la force motrice par le frottement qui résulte de son poids sur les supports de l'axe qui le porte, ce qui peut être déjà un motif de ne pas exagérer ses proportions. D'autre part, un volant dont l'énergie surpasserait de beaucoup la puissance de la machine motrice et la résistance relative des organes de transmission pourrait, par suite d'un arrêt brusque, développer un effort réactif (en rapport avec la puissance absorbée lors de sa mise en train) capable de les rompre et de causer les accidents les plus graves.

Il convient donc de régler assez exactement l'énergie d'un volant par rapport à la puissance des organes avec lesquels il se trouve en rapport, bien que cette réglementation subisse des écarts dans les applications.

Puisque, à poids égal, on augmente considérablement l'énergie en augmentant la vitesse, il y a avantage à adopter de grands diamètres ou à placer le volant sur un axe animé de la plus grande vitesse de rotation. Mais, sous cet autre point de vue, il faut tenir compte de la force centrifuge qui tend à séparer les parties qui composent le volant, et serait capable, dans ce cas, de produire des effets analogues aux projectiles lancés par des pièces d'artillerie.

Ces préliminaires nous ont semblé indispensables pour engager le lecteur à bien prendre en considération les données suivantes, assez minutieuses d'ailleurs, de la détermination du poids des volants. Nous basons ce travail sur les développements exposés par M. le général Morin dans ses leçons de mécanique pratique.

Sans entrer dans les considérations particulières relatives aux conditions de l'inertie d'un corps animé d'un mouvement de rotation, on regarde l'anneau du volant, à l'état de mouvement circulaire uniforme, comme une masse M animée d'une vitesse V prise à sa circonférence moyenne, et calculée à l'unité de temps qui est la seconde.

Conformément à tout ce qui précède, on dit que la quantité de travail T , qui a été dépensée pour lui communiquer cette vitesse, est égale :

A la moitié de la force vive qu'il possède à l'instant où on le considère.

On a donc, comme nous l'avons montré plus haut :

$$T = \frac{1}{2} M V^2; \text{ ou } T = \frac{P V^2}{2g},$$

dans laquelle :

- T représente cette quantité de travail initial en kilogrammètres;
- P » le poids de l'anneau en kilogrammes;
- V » la vitesse en mètres, par 1'', à sa circonférence moyenne.

Cette quantité de travail T , prise pour celle qui occasionne l'état de

mouvement actuel, *varie*, et constitue cette action d'une intensité inégale que le volant est appelé à régulariser.

Par conséquent, si sous cette variation de travail le volant que nous considérons, au lieu de conserver cette vitesse moyenne V , qui résulterait d'une action invariable, est susceptible d'atteindre des vitesses différentes maximum v_1 et minimum v , il est évident que, dans chacune de ces circonstances différentes, sa force vive aura pour valeurs correspondantes :

$$\frac{P v_1^2}{g} \text{ et } \frac{P v^2}{g}.$$

La force vive gagnée ou perdue d'une phase à l'autre sera donc :

$$\frac{P v_1^2}{g} - \frac{P v^2}{g}; \text{ ou } \frac{P}{g} (v_1^2 - v^2).$$

Ainsi, la quantité de travail ayant occasionné cette différence, par son excès en plus ou en moins, aura pour valeur :

$$2 T = \frac{P}{g} (v_1^2 - v^2),$$

en vertu du principe énoncé précédemment (p. 310).

Pour introduire dans cette relation l'expression de la vitesse moyenne V , et la limite en dehors de laquelle le volant ne doit pas s'écarter, on a recours à une transformation que nous allons indiquer.

On remarquera que le facteur complexe $v_1^2 - v^2$ de la dernière équation peut être décomposé lui-même ainsi :

$$v_1^2 - v^2 = (v_1 + v) (v_1 - v),$$

En vertu de ce théorème d'algèbre : *Le produit de la somme de deux nombres par leur différence est égal à la différence de leurs carrés.*

D'autre part, v_1 et v étant les vitesses extrêmes, et V la vitesse moyenne, on peut écrire, sans erreur sensible :

$$\frac{v_1 + v}{2} = V; \text{ d'où : } v_1 + v = 2V.$$

C'est-à-dire que V peut être considéré comme la moyenne arithmétique entre les vitesses extrêmes.

Par conséquent, revenant à l'équation précédente, et en profitant de l'égalité $v_1 + v = 2V$, on a :

$$v_1^2 - v^2 = 2V(v_1 - v).$$

Enfin, introduisant dans l'équation des forces vives différentielles le deuxième membre de cette égalité, on obtient :

$$2T = \frac{P}{g} 2V(v_1 - v); \text{ d'où } T = \frac{P}{g} V(v_1 - v),$$

qui peut encore s'écrire ainsi :

$$(v_1 - v) = \frac{gT}{PV}.$$

Pour établir maintenant la limite de variation entre les vitesses extrêmes que le volant est susceptible d'atteindre sous l'influence du travail excédant, on se donne cette limite de telle sorte qu'elle ne dépasse pas une certaine fraction $\frac{1}{n}$ de la vitesse moyenne V , de façon que l'on ait :

$$v_1 - v = \frac{V}{n}.$$

Remplaçant alors, dans la dernière équation, $v_1 - v$ par la nouvelle expression qui vient de lui être donnée, on trouve :

$$\frac{V}{n} = \frac{gT}{PV}; \text{ d'où } PV^2 = n g T.$$

Enfin, cette dernière fournit directement pour le poids P cherché :

$$P = \frac{n g T}{V^2}.$$

Cette formule définitive est donc l'expression fondamentale du poids des volants; mais il reste à déterminer la valeur de T , pour chaque cas particulier, c'est-à-dire l'excès de travail qui cause l'irrégularité, suivant la disposition ou la nature de la machine ou des opérations à effectuer, et celle du coefficient n , qui indique le degré de régularité que l'on désire atteindre.

A l'égard de ce coefficient, lorsqu'on applique la formule pour en tirer la valeur aux volants exécutés par Watt, et qu'il appliquait à ses machines à balancier et à basse pression, on lui trouve pour n à peu près 32, ce qui signifie que la vitesse de rotation de la machine ne devait pas varier, du plus au moins, de $1/32$ de la vitesse moyenne, calculée sur le nombre de tours total dans une minute auquel la machine est réglée. Mais nous verrons plus loin que, dans bien des circonstances, pour commander des filatures, par exemple, une régularité plus grande est indispensable, et que le coefficient n s'élève de 32 à 50 et plus.

Nous allons maintenant chercher la valeur du travail variable T , dans les machines à vapeur, par le fait de la transformation du mouvement et suivant le mode d'emploi de la vapeur à pleine pression ou à détente. Dans cet examen nous devons supposer la résistance constante, car la combinaison des effets qui seraient dus aux inégalités de la part du mo-

teur et des machines qu'il actionne rendrait toute hypothèse impossible, l'inégalité de résistance due à un travail ne pouvant être assimilée *à priori* à aucune règle fixe.

D'ailleurs, la variété des efforts qui peut se produire entre une machine motrice et l'ensemble des appareils qui composent une usine suit un tout autre mode; elle dépend des outils que l'on embraye et que l'on débraye successivement, ce qui n'a aucun motif d'être régulier. En admettant que de cette façon la résistance moyenne ne soit pas constante, la machine possède alors un régulateur qui agit sur la valve d'introduction de la vapeur pour changer complètement son état de marche.

Pour qu'un volant rende l'effet que l'on en attend, il faut que les variations de résistance soient périodiques, et qu'après un certain temps d'action la somme des efforts moteurs soit égale à celle des résistances, sans quoi la moyenne serait impossible à établir, et il ne pourrait exister aucun motif pour que le volant prit une vitesse régulière.

A ce titre nous pourrions examiner, dans les applications, les conditions que doivent remplir les volants adaptés spécialement à certains outils isolés, tels que des pompes, des laminoirs, des martinets, etc., qui présentent dans leur action des périodes de maximum et de minimum relativement régulières.

RECHERCHES DES IRRÉGULARITÉS DE TRAVAIL

TRANSMIS DU PISTON A LA MANIVELLE DANS LES MACHINES A VAPEUR.

Dans tous les systèmes de machines à vapeur en usage aujourd'hui, et dont l'effet est recueilli sur un axe tournant, la puissance développée directement sur le piston par la vapeur est transmise à l'arbre moteur par un mécanisme qui transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en un mouvement circulaire continu, qui est alors celui de l'arbre moteur; quel que soit le système particulier de la machine, à directrices, à balancier, ou oscillant, ce mécanisme comprend *une bielle* qui actionne *une manivelle* fixée sur l'axe tournant.

La pression exercée sur le piston se transmet intégralement par sa tige à la bielle, et de celle-ci au *bouton* de la manivelle. Mais en admettant même que cet effort soit constant, c'est-à-dire que la vapeur presse le piston également pendant toute sa course, l'effort transmis à l'arbre par la manivelle est essentiellement différent pour toutes les positions qu'elle occupe en se déplaçant sur le cercle; car sans même se livrer à un examen approfondi de la question, on reconnaît qu'il faudrait que cet effort transmis au bouton eût une direction constamment tangentielle pour toujours égaliser celui qui détermine le mouvement circulaire, tandis que sa direction diffère peu d'être parallèle à l'axe général du mouvement, passant par le centre de l'axe tournant.

En effet, si la bielle était *infinie*, autrement dit que par le rapport entre sa longueur et le rayon de la manivelle, on pût considérer comme nul l'angle maximum qu'elle forme avec l'axe, lorsque la manivelle est perpendiculaire à ce dernier, on considérerait la bielle comme restant constamment parallèle à elle-même et à l'axe du mouvement pendant une révolution complète de la manivelle; d'où l'effort exercé par la vapeur sur le piston serait transmis, avec cette direction constante, au bouton de la manivelle.

Mais, en pratique, une bielle n'a pas une longueur infinie; elle atteint, au maximum, 7 à 8 fois le rayon de la manivelle, ce qui fait que, près des positions médium, elle forme un angle très-sensible avec l'axe du mouvement.

Néanmoins, comme cette irrégularité n'est pas de nature à modifier le principe des conséquences principales qu'il s'agit de tirer actuellement du caractère propre à ce mode de transformation de mouvement, nous allons en exposer l'étude, en considérant d'abord la bielle comme *infinie*, c'est-à-dire agissant sur le bouton de la manivelle, en restant *constamment parallèle à elle-même*.

Nous admettrons aussi, en première hypothèse, que la pression sur le piston soit *constante pendant toute sa course*, correspondant à un demi-tour de manivelle. Ensuite les mêmes moyens d'investigation pourront être facilement appliqués dans le cas où cette pression est variable, c'est-à-dire dans les machines à détente.

LOI SUIVIE PAR LES EFFORTS TRANSMIS A L'ARBRE MOTEUR. — Soit, fig. A, page 318, le cercle engendré par la manivelle d'une machine à vapeur, o étant le centre de l'arbre moteur, et oa' l'axe général du mouvement, et, par conséquent, du cylindre.

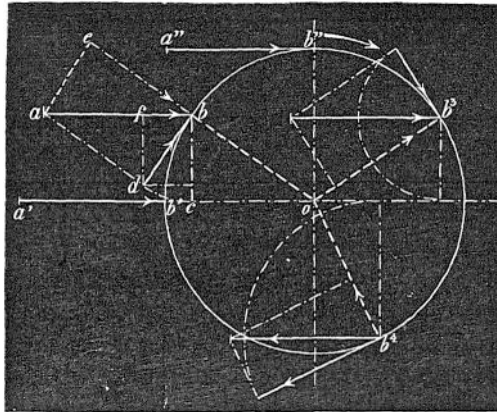
La bielle étant supposée infinie, et alors toujours parallèle à elle-même dans toutes ses positions relatives à celles angulaires de la manivelle, l'effort que cette bielle transmet aura constamment la même direction parallèle à l'axe oa' , et l'angle qu'elle forme avec la manivelle variera à chaque instant comme cette dernière.

D'autre part, cet effort est supposé constant, comme il se rapproche en effet de l'être, lorsque la machine marche sans détente. Si nous représentons alors cet effort par une grandeur linéaire fixe, ainsi qu'on le fait en étudiant la composition des forces, nous découvrirons aisément les variations qui se produisent dans la transmission, par suite du mouvement circulaire de la manivelle.

Prenons la manivelle dans une des positions ob qu'elle occupe entre l'un des points morts ob' , où elle correspond à l'axe du mouvement, et le milieu de sa course, pour un demi-tour de l'arbre. Si dans cette position ob on mène par b , le centre du bouton, une droite parallèle à l'axe du mouvement, elle indiquera la direction de l'effort constant qui pousse le bouton et qui peut être représenté par une grandeur arbitraire ab . Mais comme, sous l'influence de cet effort, la manivelle ne peut se déplacer *que circulairement*, il s'ensuit que l'effort total ab se trouve décomposé en deux forces, dont l'une est *tangentielle* et à laquelle est

due exclusivement *le mouvement circulaire*, tandis que l'autre est dirigée suivant le rayon de la manivelle et ne produit qu'une pression sur l'axe, sans effet actif quant au mouvement.

Fig. A.



Ces deux composantes résultent directement du rectangle $aebd$, dont les côtés db et ae sont menés perpendiculairement au rayon ob de la manivelle; db représente alors la valeur proportionnelle du véritable effort sous l'influence duquel la manivelle cède en se déplaçant circulairement et celui qu'elle transmet intégralement à l'arbre dans cette position. Autrement dit, l'effort constant P développé par le piston agit, quant au mouvement circulaire, avec une intensité p égale à :

$$p = P \times \frac{db}{ab}$$

A l'égard de la composante eb , qui représente l'effort dans le sens du rayon, nous n'avons pas à nous en occuper.

Si maintenant on abaisse du point b une perpendiculaire bc à l'axe du mouvement, on reconnaît bientôt que les triangles abd et obc sont semblables, car étant rectangles tous deux, leurs angles aigus sont aussi égaux : on a, en effet, l'angle boc égal à eba , comme compris entre parallèles, et eba égal à bad , comme alternes-internes, d'où $bad = boc$.

De la similitude de ces deux triangles, on déduit l'égalité suivante :

$$\frac{db}{ab} = \frac{cb}{ob}$$

Or, le premier de ces deux rapports est celui ci-dessus de l'effort tangentiel à l'effort constant P exercé par la bielle, et le second exprime la valeur du sinus bc de l'angle aigu boc , formé par la manivelle avec l'axe du mouvement, ou la direction de l'effort constant. On déduit alors de cette remarque la loi suivante :

La pression constante P , exercée par le piston, agit sur le bouton de la manivelle, dans le sens du mouvement circulaire, avec une intensité variable,

PROPORTIONNELLE AU SINUS DE L'ANGLE AIGU FORMÉ PAR CETTE MANIVELLE AVEC LA DIRECTION ABSOLUE DE LA PRESSION, *la bielle supposée infinie*.

Il est facile de se rendre compte que cette propriété est générale et exacte pour tous les points de la circonférence décrite par la manivelle. Ainsi, la fig. A indique la même opération pour deux autres points b^3 et b^4 , et il est aisé de voir que la composante tangentielle est toujours égale au sinus de l'angle aigu formé par la manivelle avec l'axe général $a'o$ du mouvement du piston.

Cette proposition, qu'il fallait démontrer pour un point quelconque du mouvement, est évidente pour les points morts et pour le milieu de la course circulaire; aux points morts la composante active est nulle en effet comme l'angle formé par la manivelle avec l'axe, et cette composante est égale à la pression même lorsque la manivelle est en ob'' à 90° sur l'axe, pour lequel angle on sait que le sinus est égal au rayon.

ÉGALITÉ ENTRE LE TRAVAIL DÉVELOPPÉ ET LE TRAVAIL TRANSMIS. — De ce que l'on voit les efforts transmis par la manivelle différer continuellement, excepté en un point, de celui que la vapeur développe constamment sur le piston dans une course simple, on doit être porté à rechercher si, en résumé, la totalité du travail, ainsi développé directement, est *intégralement transmise à l'arbre moteur*, et si la transformation du mouvement n'en prend pas THÉORIQUEMENT une partie quelconque pour elle-même, abstraction faite des résistances passives auxquelles elle donne lieu.

Sans invoquer même les lois générales de la mécanique qui démontreraient qu'il n'existe pas de perte de travail dans cette circonstance, cette égalité, entre le travail développé directement sur le piston et celui transmis à l'arbre moteur par la manivelle, peut être rendue sensible par la méthode suivante, qui va nous fournir en même temps l'un des éléments essentiels pour la détermination du poids des volants, ce qui constitue notre objet actuel.

On sait qu'une quantité de travail donnée peut être représentée géométriquement par l'aire d'une figure plane dont les dimensions servant de termes à son évaluation représenteraient respectivement, à une certaine échelle, les efforts exercés et les chemins parcourus.

Ainsi, supposons une pression fixe, celle développée sur le piston à vapeur qui s'avance et décrit un certain chemin dans la direction même de l'effort : le travail développé dans ces conditions aurait pour mesure la superficie d'un rectangle dont l'un des côtés serait équivalent, en unités linéaires, à la pression fixe exprimée en kilogrammes, et l'autre côté le chemin parcouru par le piston, exprimé en mètres; le produit serait des kilogrammètres.

Si la pression ou l'effort était variable, comme dans une machine à détente, par exemple, au lieu d'obtenir un rectangle comme indice graphique du travail engendré, on aurait une figure ayant pour base une ligne droite qui représente toujours le chemin parcouru, et qui serait limitée, du côté opposé, par une courbe déterminée par une suite d'ordonnées de longueurs différentes et proportionnelles aux pressions successives variables.

Par conséquent, appelons :

2^o la course simple du piston d'une machine à vapeur sans détente,

et représentons graphiquement, par une longueur r , la pression fixe qui pousse le piston, celle qui était désignée ci-dessus par P.

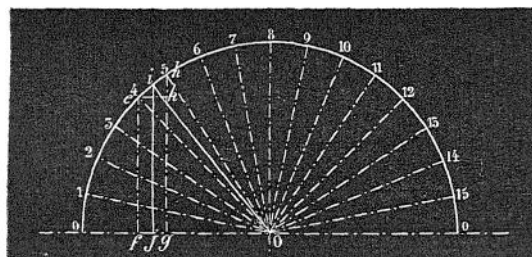
$2r$ étant alors le chemin parcouru par un effort constant représenté par r , il s'ensuit que le travail développé par le piston, pour un coup simple, a pour mesure la superficie d'un rectangle ayant $2r$ pour grand côté (ou ligne des abscisses), et r pour petit côté (ou ordonnée fixe).

La superficie de ce rectangle et le travail développé auront donc pour commune mesure le produit :

$$2r \times r = 2r^2.$$

En vertu du même principe, la quantité de travail transmise directement au bouton de la manivelle, pendant un coup simple, ou un demi-tour de l'arbre, peut être représentée par l'aire d'une figure ayant pour base, ou ligne des abscisses, le chemin parcouru par le bouton, et pour limite de hauteur une courbe déterminée par des ordonnées proportionnelles aux efforts variables qui s'exercent contre ce bouton.

Fig. B.



Soit, fig. B, la moitié du cercle décrit du centre O par la manivelle dont le rayon est r ; ce cercle étant divisé en un certain nombre de parties égales qui représentent des positions successives de la manivelle, il est clair que le chemin parcouru, c'est le développement de la demi-circonférence, et l'effort variable, les valeurs successives des sinus des angles correspondant aux points de division, comme on l'a vu plus haut.

Par conséquent, prenant ce développement que l'on reporte en AB, fig. C, et divisant cette longueur en autant de parties que la demi-circonférence, on élève par les points de division des perpendiculaires que l'on fait respectivement égales aux sinus des angles correspondants sur le cercle fig. B. L'extrémité de ces perpendiculaires forme la courbe ACB qui limite la figure dont la superficie est la mesure de la quantité de travail transmise au bouton de la manivelle.

Pour évaluer cette superficie, on remarquera qu'elle est formée de la somme de tous les trapèzes élémentaires comme celui $efgh$, dont les côtés peuvent être assez rapprochés pour que la partie de la courbe correspondante se confonde avec une ligne droite, et qui a pour mesure le produit de sa base eh par la demi-somme des hauteurs ef et gh , ou par la hauteur moyenne ij , c'est-à-dire :

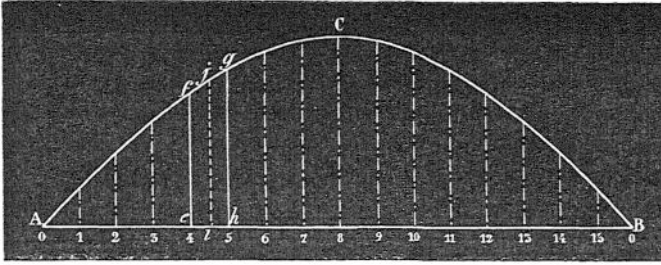
$$eh \times ij.$$

Si l'on considère le même élément du travail sur la fig. B, on voit que les facteurs de ce produit sont l'arc eh rectifié et la demi-somme des sinus ef et gh

ou celui ij ; mais en traçant la perpendiculaire ek et en menant le rayon iO , on détermine deux triangles ekh et ijO qui sont semblables : ils permettent donc d'établir les rapports égaux ci-dessous :

$$\frac{eh}{ek} = \frac{iO}{ij}; \quad \text{d'où : } eh \times ij = iO \times ek.$$

Fig. C.



Or, $eh \times ij$ étant la valeur de la surface du trapèze $efgh$, cette dernière relation démontre que la même superficie est aussi égale au produit du rayon iO , ou r , par la projection ek ou fg de l'arc eh sur le diamètre; par conséquent, la superficie totale de tous les trapèzes sera le produit du rayon, facteur commun, par la projection de la demi-circonférence, c'est-à-dire le diamètre, ou $2r$: soit :

$$r \times 2r = 2r^2,$$

même valeur que celle de l'aire du rectangle supposé ci-dessus, et qui exprime la quantité de travail développée directement sur le piston à vapeur.

Mais la superficie de tous les trapèzes est celle même de la figure ACB qui mesure le travail transmis au bouton de la manivelle.

Donc les deux superficies étant égales, les quantités de travail développées et transmises qu'elles représentent sont aussi égales, d'où :

LA TRANSFORMATION DE MOUVEMENT N'EN ABSORBE AUCUNE PARTIE POUR ELLE-MÊME.

De cette égalité du travail dans les deux cas on peut déduire la valeur de l'effort moyen, c'est-à-dire la résultante moyenne de tous les efforts différents transmis par la manivelle à l'arbre moteur, ou la valeur de la résistance fixe ou constante qu'elle surmonte, sur un cercle d'un même rayon, et qui doit faire équilibre au travail total développé.

Le problème, considéré dans son ensemble, indique du reste que, pour une même quantité de travail transmise, l'effort moyen, mesuré à la circonférence du cercle engendré par la manivelle, doit être inférieur à celui exercé constamment sur le piston, puisque ces deux organes engendrent simultanément la demi-circonférence et le diamètre d'un même cercle.

Par conséquent, si nous désignons encore par P la pression constante sur le piston, et par E l'effort moyen correspondant transmis par le bouton de la manivelle (qui engendre la demi-circonférence du diamètre $2r$), on aura l'égalité suivante :

$$P \times 2r = E \times \frac{2\pi r}{2}; \quad \text{d'où : } \frac{E}{P} = \frac{2}{\pi}.$$

Soit, par exemple, une machine dont le piston est poussé par une pression constante de 1000 kilogrammes; l'effort moyen transmis au bouton de la manivelle ou la résistance constante qu'il a directement à surmonter aura pour valeur :

$$\frac{E}{1000} = \frac{2}{3,1416}; \text{ d'où } E = \frac{2000}{3,1416} = 636^{\frac{1}{2}} 6.$$

Ainsi, tandis que la manivelle transmet un effort variable qui, de 0 à l'un des points morts, atteint l'unité au milieu de la course pour redescendre à 0 au prochain point mort, elle surmonte une résistance invariable (ou supposée telle si le travail à effectuer est constant) dont le rapport à l'effort variable égale :

$$4 : \frac{2}{\pi} \text{ ou } 4 : 0,6366.$$

Il en résulte que le travail moteur l'emporte sur le travail résistant pendant une partie du mouvement circulaire, et en est surpassé pendant l'autre partie; un travail présente périodiquement un excès sur l'autre, ce qui produirait les écarts de vitesse que le volant est appelé à restreindre dans une certaine limite.

C'est précisément cet excès de travail qui a été désigné par T dans la formule du poids, et dont il s'agit maintenant de déterminer la valeur.

Faisons observer, toutefois, qu'à l'égard d'une machine à vapeur à double effet, les périodes d'inégalités se reproduisent symétriquement pour chaque demi-tour de manivelle ou pour chaque coup de piston simple, ce qui fait que l'excès de travail T à déterminer est rapporté à cette demi-révolution de l'arbre moteur.

DÉTERMINATION DES EXCÈS DE TRAVAIL MOTEUR ET RÉSISTANT.

Puisque chaque ordonnée de la courbe, fig. 6, prise en un point quelconque du chemin parcouru AC, indique la valeur de l'effort correspondant, on peut de même représenter la valeur de l'effort résistant invariable, dont nous avons appris à connaître l'intensité. C'est ce que la fig. 7 permet d'expliquer.

Cet effort résistant parcourant, en sens contraire, le même chemin AC, et ayant une valeur constante, le travail qu'il engendre sera représenté par l'aire d'un rectangle dont la base (ou ligne des abscisses) est AC, et la hauteur (l'ordonnée constante) est une grandeur proportionnelle à cet effort même. Or, on vient de voir que l'effort moyen résistant a pour valeur 0,6366, l'effort moteur variable ayant l'unité pour maximum; et comme BD, fig. 7, représente cet effort moteur maximum, l'effort constant E sera représenté par une ordonnée ayant pour hauteur :

$$BD \times 0,6366.$$

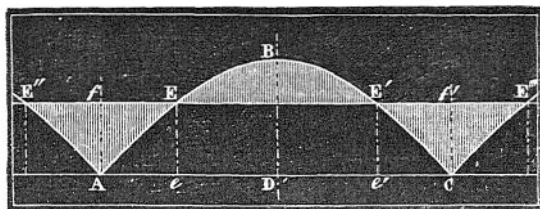
Menant alors une droite E''E''' parallèle à AC, et à une distance :

$$Af = BD \times 0,6366,$$

Af est l'effort invariable résistant, et l'aire du rectangle $Aff'C$ la quantité de travail qu'il engendre, lequel est égal au travail du moteur, d'où la superficie de ce rectangle est égale à celle de la figure curviligne ABC .

Fig. D.

MACHINE SIMPLE A PLEINE PRESSION. BIELLE INFINIE.



L'examen de ce tracé où le travail moteur et celui résistant sont ainsi superposés, avec les valeurs relatives de leurs efforts correspondants, rend sensible un fait qu'il était facile de prévoir. C'est que l'effort moteur étant tantôt plus faible et tantôt plus fort que celui résistant, qui est fixe, il arrive un moment où *les deux efforts sont égaux*. Le tracé montre que ce fait a lieu aux intersections E et E' de la courbe ABC , et de la droite ff' , où les ordonnées Ee , $E'e'$, sont égales.

Ces moments d'égalité entre les efforts moteurs et résistants sont aussi les moments de minimum et de maximum de la vitesse de rotation, car si le mouvement est dirigé, par exemple, de A vers C , il est évident que de A à E la résistance surpassant constamment la puissance, la vitesse ne peut que se ralentir jusqu'au point E , où l'égalité étant rétablie, la diminution de vitesse doit aussi cesser. A partir de ce même point E jusqu'à celui E' , l'effort moteur prédomine constamment, d'où la vitesse s'accélère de E en E' , et atteint son maximum en ce dernier point où les efforts sont redevenus égaux. De ce même point E' la vitesse décroît pour atteindre, de nouveau, son minimum symétrique avec celui ci-dessus E , etc.

Il résulte de cette observation que l'axe de la machine, s'il est muni d'un volant qui permette la continuité de son mouvement de rotation, possède néanmoins *deux maxima* et *deux minima* de vitesse, symétriquement placés par rapport à l'axe du piston, dans l'hypothèse d'une bielle infinie, et qui ne concordent pas avec ce que l'on est convenu d'appeler les points morts et les points actifs; on dirait plus exactement que les points morts occupent le milieu des deux phases *décroissantes* de la vitesse, et que les points actifs sont situés au milieu de chacune des deux périodes de la vitesse croissante.

Quoi qu'il en soit, ces points de maximum et de minimum de vitesse

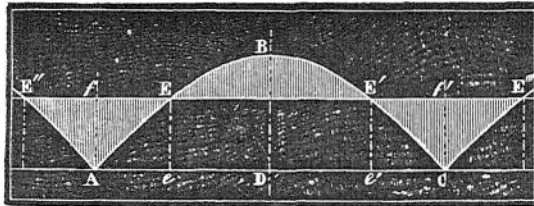
sont ceux qui étaient désignés ci-dessus par v' et v dans la formule du poids des volants, et T est la quantité de travail en excès qui donne lieu à cet écart de vitesse. Le tracé, fig. D, que nous venons d'étudier, permet d'en apprécier la valeur, en raisonnant de la façon suivante :

De f à E et de E' à f' le travail résistant *surpasse* le travail moteur, et l'excès T a pour mesure l'aire de la figure $A f E$ ou $C f' E'$, comprise entre la courbe et la ligne de l'effort constant ;

De E à E' , le travail résistant *est surpassé* par le travail moteur, et l'excès T a pour mesure l'aire de la figure $E B E'$, comprise entre la ligne des efforts constants et la courbe.

Fig. D.

MACHINE SIMPLE A PLEINE PRESSION, BIELLE INFINIE.



Afin d'éviter la confusion, faisons tout de suite remarquer que, pour bien établir la coïncidence entre le tracé et les phases successives et périodiques de la manivelle, il faut considérer, pour le moment de résistance en excès, celui compris entre les deux courbes semblables à $A B C$, qui représenteraient un tour complet de la manivelle, et dont la valeur est l'aire de la figure $E' C E'''$, qui n'est, du reste, que la somme de celles $A f E$ et $C f' E'$ que nous venons d'indiquer.

En résumé, un tour de manivelle est divisé en quatre phases, dont deux présentent le travail moteur en excès sur celui résistant, et les deux autres le travail résistant en excès sur le travail moteur ; la vitesse de rotation s'accélère donc dans les deux premières et se retarde dans les deux autres.

En considérant la succession de l'excès de travail alternativement positif et négatif, pendant un tour complet de manivelle, on doit rechercher le plus grand de tous pour celui à introduire dans la formule du poids des volants. Suivant l'hypothèse actuelle d'une bielle infinie, ces excès sont tous égaux, et auront uniformément pour mesure l'aire du segment $E B E'$, qui est égale à celle de la figure $C E' E'''$, par suite de la symétrie des deux parties de la courbe $A B C$.

Pour comprendre que ces excès positifs et négatifs sont bien réellement égaux, il suffit de se rappeler d'abord que le rectangle $A f f' C$ a la même

superficie que la figure curviligne ABC ; par conséquent, si nous considérons le segment AEE'C, qui est commun aux deux figures, il est clair que leurs excédants seront égaux, c'est-à-dire que la somme des deux parties AfE et Cf'E' sera égale au segment EBE'.

Cela est vrai chaque fois que la bielle est supposée infinie, que la machine marche avec ou sans détente.

Ayant alors construit la figure curviligne ABC pour correspondre à une manivelle de 100 unités de longueur, et admettant que 100 unités semblables représentent la pression maximum P sur le piston, la superficie $2r^2$ de cette figure égale (voir ci-dessus) :

$$2 \times 100^2 = 20000.$$

La hauteur de l'abscisse Ee égale :

$$P \text{ ou } r \times \frac{9}{16}; \quad \text{soit : } 100 \times 0,6366 = 63,66.$$

Enfin la superficie du segment EBE', mesurée avec soin par la méthode des quadratures de Simpson, produit 4200.

Par conséquent, le rapport entre les aires de ce segment et de la figure entière égale :

$$\frac{4200}{20000} = 0,21.$$

Ce qui revient à dire :

L'excès de travail T, positif ou négatif, qui se manifeste par périodes successives et symétriques pendant la durée d'un tour de manivelle est égal aux : 21/100 DE LA QUANTITÉ DE TRAVAIL TOTALE développée PAR UN COUP DE PISTON SIMPLE, la bielle supposée infinie, et la machine marchant à pleine pression.

Pour bien comprendre l'application de ce résultat à la formule du poids des volants, il est indispensable d'insister sur la nature de l'excès de travail considéré.

La valeur de l'excès de travail est celle qui correspond à une période positive ou négative, quel que soit le nombre de ces dernières, pendant un tour entier de la manivelle. Et comme elle est absolue, pour le même cas considéré, il ne s'agit, pour l'introduire dans la formule du poids, avec sa désignation T, que de trouver sa relation avec la quantité qui représente la force de la machine dans cette formule.

Cette remarque servira plus loin en étudiant les systèmes de machines dans lesquelles les périodes de variation de vitesse ne suivent pas la loi simple ci-dessus, relative à une machine à double effet et à une seule manivelle.

APPLICATION DE LA VALEUR DE L'EXCÈS DE TRAVAIL
A LA FORMULE DU POIDS DES VOLANTS.

On vient de voir que $T = 0,21$ du travail développé par coup de piston simple, c'est-à-dire le $1/5$ environ d'une quantité dont il nous reste maintenant à donner l'expression.

Le travail d'une machine à vapeur à double effet est désigné par le double du travail développé à chaque coup simple de piston, multiplié par le nombre de coups doubles par minute, et divisé par 60, la puissance étant ramenée à la seconde pour unité de temps.

Désignant alors par :

N la force nominale de la machine exprimée en chevaux-vapeur;

m le nombre de coups doubles par minute;

t le travail développé par coup simple, en kilogrammètres,

la puissance nominale, en chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres, a pour expression :

$$N = \frac{2 \times t \times m}{75 \times 60}; \text{ d'où l'on tire : } t = \frac{75 \times 60 N}{2 m} = 2250 \frac{N}{m}.$$

Cette dernière étant la valeur représentative d'un coup de piston simple, celle de T devient :

$$T = 0,21 \times 2250 \times \frac{N}{m} = 472,5 \frac{N}{m}.$$

Par conséquent, en introduisant cette expression dans la formule du poids, en prenant pour valeur approchée $g = 9,81$, nous obtenons :

$$P = \frac{n \times 9,81 \times 472,5 \frac{N}{m}}{V^2},$$

formule qui se réduit, en effectuant le calcul, à :

$$P = 4635 \frac{n N}{m V^2}.$$

Comme première application de la remarque que nous avons faite, on voit que la quantité de travail en excès T qui figure dans cette formule exprime bien d'une façon *absolue* une fraction de la puissance totale de la machine.

Supposons, par exemple, une machine de 10 chevaux, ou 750 kilogrammètres, et faisant 40 tours par minute, la quantité de travail en

excès étant les 0,21 du travail moteur développé dans un coup de piston sera par conséquent :

$$T = 0,21 \times \frac{750 \times 60}{40 \times 2} = 118 \text{ kilogrammètres.}$$

Or, la valeur attribuée ci-dessus à T dans la formule du poids est :

$$T = 472,5 \frac{N}{m},$$

qui, pour l'exemple proposé, fournit également :

$$= \frac{472,5 \times 10}{40} = 118.$$

Cet exemple donne la preuve des opérations, et peut aider à l'intelligence de la formule.

Telle est, en définitive, la formule générale, et de principe, qui permet de déterminer le poids de l'anneau d'un volant, d'après les conditions du travail qu'il est appelé à régulariser, et sans dépasser les limites convenables pour éviter les pertes excessives de force par les frottements, et les accidents qui peuvent résulter de l'application d'un volant d'une énergie exagérée.

On comprend que la composition de cette formule peut être conservée dans toutes les applications, en recherchant néanmoins les valeurs qui conviennent, pour chacune d'elles, au coefficient numérique, et à celui n relatif au degré de régularité requis.

Ce coefficient numérique, même dans l'application qui vient d'être prise pour exemple, change un peu de valeur, pour deux motifs que nous allons indiquer.

D'abord, si au lieu d'un tracé graphique on emploie le calcul, suivant la méthode indiquée par MM. Poncelet et Morin, dans leurs savantes leçons, le rapport de 0,21 se trouve être 0,2105, d'où le coefficient 4635 s'élève à 4647, ce qui n'aurait pas réellement d'influence en pratique.

Mais si, au lieu de supposer la bielle infinie, on opère d'une façon ou de l'autre, en tenant compte de sa longueur, qui est évidemment finie, l'excès de travail est plus grand et ce coefficient augmente, d'autant plus, d'ailleurs, que le rapport entre la longueur et celle de la manivelle est plus petit.

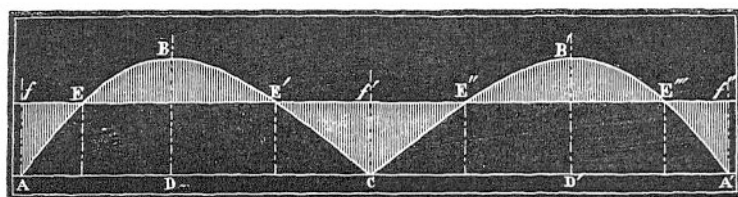
Pour donner une idée de la façon de procéder dans cette recherche, en tenant compte de l'obliquité de la bielle, nous allons donner les éléments d'un semblable tracé appliqué à une machine à pleine pression, sans balancier, avec ou sans condensation, et en admettant que la bielle soit égale à 5 fois la manivelle.

En déterminant les deux courbes ABC et $C'B'A'$, fig. 12, pour un coup double de piston, comme on l'a fait pour un coup simple, fig. 10, au lieu de prendre pour les hauteurs d'ordonnées les sinus des angles de position de la manivelle, on cherche pour chacune d'elles la composante tangentielle de l'effort fixe d'après celle qui résulte de l'obliquité de la bielle. Les courbes ne sont plus symétriques par rapport à la verticale BD ou $B'D'$; l'ordonnée BD , qui correspond à l'effort maximum, ne tombe pas au milieu de AC , et, en rapprochant les deux courbes qui correspondent à deux coups simples successifs, on trouve un moment d'excès de travail négatif plus grand que l'autre, et nécessairement supérieur à la valeur qu'il possède lorsque tous les excès sont égaux.

Fig. 12.

MACHINE SIMPLE A PLEINE PRESSION.

Avec bielle égale à 5 fois la manivelle.



Ainsi, d'après la disposition de la fig. 12, la courbe ABC correspond à ce que l'on désigne par *le coup montant*, pour une machine verticale dont l'axe est placé au-dessus du cylindre, et $C'B'A'$ au *coup descendant*; l'excès de travail négatif mesuré par l'aire de la figure $E'CE''$ est le plus grand de tous, et doit être pris pour la valeur proportionnelle de T à introduire dans la formule du poids du volant.

En faisant ce tracé d'après la même base que ci-dessus, c'est-à-dire 20000 unités pour la quadrature de la figure entière pour un coup simple, et avec le rapport 5 entre la longueur de la bielle et le rayon de la manivelle, on trouve que l'aire de la figure $E'CE''$ est environ de 5100 unités.

Établissant son rapport avec le travail d'un coup simple, on trouve :

$$\frac{5100}{20000} = 0,255.$$

Opérant, comme ci-dessus, pour son application à la formule du poids, on a :

$$T = 0,255 \times 2250 \times \frac{N}{m} = 574 \frac{N}{m}.$$

Enfin, substituant dans la formule générale, il vient :

$$P V^2 = n \times 9,81 \times 574 \frac{N}{m}; \text{ d'où : } P = 5630 \frac{n N}{m V^2}.$$

Le coefficient 4647 s'est donc élevé à 5630, par l'observation de l'obliquité de la bielle, ce qui augmente le poids du volant dans le rapport des deux nombres, toutes choses égales d'ailleurs.

Cette différence, qui n'est pas considérable pour le cas actuel, devient, au contraire, très-grande dans d'autres circonstances que nous indiquerons, et pour lesquelles la condition d'obliquité de la bielle est d'une extrême importance.

Il reste encore une observation à faire relativement à l'application de la formule ci-dessus. Le tracé, fig. D , qui nous a conduit à la détermination du travail en excès, lequel est la base du coefficient numérique, indique une comparaison faite entre le travail moteur et le travail résistant qui sont égaux, en considérant l'état de marche normale de la machine. Mais on sait que l'effort transmis au bouton de la manivelle n'est qu'une fraction plus ou moins grande de celui développé sur le piston, et surtout de l'effort théorique qui serait déterminé en prenant pour point de départ la pression relative de la vapeur et la superficie du piston. Or, si l'on exécute le tracé en adoptant cette puissance théorique, tout en lui égalant le travail résistant, on trouvera bien la valeur relative pour le travail en excès; mais, soit que l'on conserve dans la formule du poids la valeur théorique de la puissance, soit qu'on y introduise la puissance nominale de la machine, on n'en fera pas moins une erreur dont le résultat est de donner au volant un trop grand poids.

Il faut, en conservant la valeur du coefficient trouvé, suivant le genre de machine, prendre pour la puissance N celle qui résulte de la pression réellement transmise au bouton de la manivelle, autrement dit, la puissance effective mesurée bien exactement sur l'axe qui porte le volant.

Mais s'il s'agit d'exécuter un tracé dans le but de déterminer la valeur du coefficient, c'est-à-dire de l'excès T , pour un mode particulier de machine, cette considération devient sans objet, attendu que cette valeur est un rapport qui résulte de deux figures que l'on fait égales comme les deux modes de travail que l'on compare, et qui n'ont aucune valeur absolue.

Il nous reste donc à chercher les diverses valeurs du coefficient que nous désignerons par K , ce qui donne à la formule cette expression générale :

$$P = K \frac{n N}{m V^2}.$$

Mais avant de faire cette recherche, nous croyons utile de donner un exemple de l'application de la formule.

EXEMPLE DE LA DÉTERMINATION DU POIDS D'UN VOLANT.

PREMIER CAS. — Une machine à vapeur sans balancier, marchant sans détente et sans condensation, avec une bielle de cinq fois la manivelle, est dans des conditions de marche telles que sa puissance *théorique*, calculée par la pression effective de la vapeur, correspond à une puissance de 30 chevaux-vapeur, en donnant 60 coups simples de piston par minute. Mais sachant, par expérience, que l'état de sa construction permet d'obtenir sur son arbre moteur les $\frac{2}{3}$ de cette force théorique, la puissance utile, nominale, est réellement :

$$30 \times 0,667 = 20 \text{ chevaux-vapeur.}$$

Cherchons les dimensions qui conviennent à son volant, en admettant que le degré de régularité soit évalué par

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{40},$$

c'est-à-dire que la vitesse angulaire de son arbre moteur ne s'écarte pas davantage, du plus au moins, de la vitesse moyenne donnée.

Les conditions locales permettant d'adopter pour le volant un diamètre $D = 4$ mètres, à la circonférence moyenne de l'anneau, et ce volant étant placé directement sur l'arbre moteur qui fait $m = 30$ tours par minute, la vitesse moyenne V par 1'' de cet anneau devient :

$$V = \frac{60}{\pi D m} = \frac{3,1416 \times 4^m \times 30}{60} = 6^m 28.$$

Le poids de l'anneau est donc :

$$P = K \frac{nN}{mV^2} = 5630 \times \frac{40 \times 20}{30 \times (6,28)^2} = 3806 \text{ kilogrammes.}$$

Si, toutes choses égales d'ailleurs, on ne tenait pas compte de l'obliquité de la bielle, le poids serait :

$$3806 \times \frac{4647}{5630} = 3147 \text{ kilogrammes.}$$

Ainsi, dans ce cas, le volant n'aurait que les $\frac{4}{5}$ ^{es} environ du poids qu'il doit réellement posséder.

Maintenant pour trouver la section de la jante, sachant que la fonte de fer pèse, en moyenne, 7200 kil. le mètre cube, on pose :

$$\frac{3806^k}{7200^k \times 3,1416 \times 4^m} = 0^m. 0421;$$

Soit 421 centimètres carrés.

Comme on cherche à diminuer autant que possible la dimension transversale de l'anneau, et de le rendre plus *mince* que large, afin de réduire la résistance de l'air, on donne à la section une forme allongée que nous supposons, pour la facilité du calcul, un rectangle dont le petit côté soit le tiers du grand. Appelant l ce petit côté, on trouve :

$$\times \frac{l}{3} = 421^{\text{e}} \text{ c.}; \text{ d'où : } l = \sqrt{421 \times 3} = 35^{\text{e}} 6.$$

La largeur de l'anneau, dans le sens du rayon, sera donc 356 millim., et son épaisseur, le tiers de cette largeur, ou 118 mill. $\frac{2}{3}$.

DEUXIÈME CAS. — Si les dispositions et l'emplacement permettaient de donner au volant 5 mètres de diamètre au lieu de 4 mètres, tout en conservant la vitesse de 30 tours à la minute, qu'arriverait-il ?

Comme les vitesses circonférentielles sont proportionnelles aux diamètres, et que, d'après la formule même, le poids de la jante est en rapport inverse avec le carré de la vitesse, on aurait alors :

$$3806 \times \left(\frac{4}{5}\right)^2 = 2436 \text{ kilogrammes.}$$

Ainsi, dans ce cas, pour 1 mètre de diamètre en plus, on gagne sur le poids de la jante 1370 kilogrammes, ce qui constitue une économie directe de matière, et de plus une économie de puissance motrice par la réduction du frottement de l'axe tournant. C'est un principe qui reste vrai tant qu'on peut l'étendre, en se gardant bien toutefois d'approcher trop près de la vitesse circonférentielle pour laquelle la force centrifuge acquiert une énergie capable de dépasser la résistance du métal et d'occasionner par suite la rupture de la pièce. En pratique, la vitesse circonférentielle des volants dépasse rarement 10 mètres par 1''.

TROISIÈME CAS. — En conformité de ce principe général, nous pouvons admettre le volant de 4 mètres, monté sur un arbre voisin, recevant son mouvement de celui de la machine à l'aide d'engrenages, avec une vitesse de 45 tours à la minute, au lieu de 30 tours donnés à la manivelle.

A diamètre égal, la vitesse circonférentielle du volant est proportionnelle à sa vitesse de rotation, tandis que son poids est inversement proportionnel au nombre de tours; on trouve alors que sa jante doit peser :

$$3806 \times \frac{30}{45} \times \left(\frac{30}{45}\right)^2; \text{ d'où : } 3806 \times \left(\frac{30}{45}\right)^3 = 1129 \text{ kilog.}$$

Ainsi, le poids de l'anneau serait réduit de plus des deux tiers. Cet exemple est exagéré, car la vitesse circonférentielle atteindrait 9^m 42 par seconde. Il serait préférable de diminuer un peu le diamètre du volant; mais nous avons voulu montrer qu'il peut être avantageux en pratique de monter, lorsqu'il est possible, le volant sur un second arbre marchant plus vite que l'axe de la machine, à la condition qu'il sera commandé *directement* par celui-ci.

RECHERCHE DE LA VALEUR DE L'EXCÈS DE TRAVAIL

DANS DIVERS CAS PARTICULIERS.

MACHINES A DÉTENTE. — Suivant le mode d'admission de la vapeur, avec détente pendant une partie plus ou moins grande de la course du piston, la pression, d'abord constante, diminue ensuite jusqu'à être réduite parfois à $1/10^e$ et moins de sa pression initiale. Par conséquent, si l'on exécute un tracé analogue aux précédents, en tenant compte de cette pression décroissante à partir d'un point donné de la course, on ne tarde pas à reconnaître que les excès de travail, positifs et négatifs, sont plus grands qu'avec la pression constante, ce qui donne lieu nécessairement à une augmentation du poids du volant, par suite de celle du coefficient de la formule.

Mais l'inégalité dans les pressions successives de la vapeur donne lieu également à la prise en considération d'un fait qui ne devait pas figurer avec la pression constante : c'est la contre-pression due à l'atmosphère, ou au défaut de vide dans le condenseur, si la machine est à condensation.

On conçoit, en effet, que lorsque la pression de la vapeur est constante, si l'effort résistant l'est également, il en résulte une pression effective *constante*, quel que soit d'ailleurs le rapport de ces deux pressions, ce qui n'amène aucune modification à la méthode exposée. Mais quand on marche à détente, la pression est variable, tandis que la contre-pression reste constante, et par suite la pression effective ne conserve pas une valeur proportionnelle à celle directe de la vapeur ; le rapport entre les deux pressions est naturellement plus faible à la fin de la course du piston qu'au commencement. Le degré de la pression initiale, avec l'emploi de la détente, doit entrer en ligne de compte dans l'évaluation de l'excès de travail, attendu que le rapport variable entre la pression décroissante de la vapeur et la contre-pression constante est généralement d'autant plus élevé que la première est plus forte, et *vice versa*.

Supposons, pour fixer les idées, une machine marchant sans condensation, avec de la vapeur à 5 atmosphères et une détente pendant les $3/4$ de la course du piston ; le rapport des deux pressions sera :

au commencement de la course, 5 : 1,

et, à la fin, 5 : 4 : 1 ; soit 1,25 : 1.

S'il existe au contraire un condenseur qui donne lieu à $1/10$ d'atmosphère de contre-pression, le rapport des pressions variera :

de 5 : 0,1 à 5 : 4 : 0,1 ; soit 4,25 : 0,1.

Enfin, si, conservant les autres conditions, la vapeur était introduite à 6 atmosphères, on aurait, comme rapports :

$$6 : 1 \text{ et } 6 : 4 : 0,4, \text{ ou } 1,5 : 0,4.$$

En résumé, la contre-pression constante, agissant en même temps que la pression variable de la vapeur, a pour effet d'augmenter les excès entre le travail moteur et celui résistant, et dans une proportion d'autant plus sensible que cette contre-pression est plus considérable par rapport à la pression initiale de la vapeur.

La valeur de l'excédant de travail serait donc à son minimum, et la même pour toutes les pressions et pour un même degré de détente, si la contre-pression était nulle. C'est dans cette hypothèse que nous allons examiner les tracés relatifs à l'emploi de la détente, nous réservant d'indiquer plus loin les modifications à apporter aux résultats dans la considération d'une contre-pression donnée, par rapport à la pression initiale, et en tenant compte de l'obliquité de la bielle.

Pour exécuter le tracé relatif au travail variable d'une machine à détente, suivant les efforts inégaux transmis par la manivelle, on procède comme ci-dessus (fig. D), en traçant d'abord la courbe que l'on obtiendrait si la pression de la vapeur conservait pendant toute la course du piston sa valeur initiale.

Soit, fig. F, page 334, la courbe ABC, déterminée comme précédemment, en prenant pour pression constante, pendant la course entière du piston, celle qui ne règne au contraire que pendant une fraction plus ou moins grande de cette course lorsqu'on emploie la détente. Du point D, comme centre, on décrit un demi-cercle, ayant DB pour rayon, qui est celui de la manivelle, et qui représente, en même temps, à une échelle déterminée, la pression initiale de la vapeur. D'après le diamètre ab , on trace un rectangle $abcd'$, à l'aide duquel on construit, comme nous allons le rappeler, la courbe des pressions décroissantes dans le cylindre.

En effet, la pression de la vapeur étant représentée par ac (que l'on peut faire égale à DB, pour faciliter les opérations), au commencement de la course du piston, elle est maintenue à cette valeur jusqu'en un point e de la course où doit cesser l'admission à pleine vapeur. A partir de ce point, la pression de la vapeur décroît en raison inverse de son accroissement de volume, et devient successivement gg' , hh' , ii' , jj' ; c'est-à-dire qu'en ces différents points, qui marquent des parties égales de la course, afin de rendre les opérations plus faciles, cette pression, au lieu d'être ac , a pour valeurs décroissantes :

$$\frac{ac}{gg'}, \quad \frac{ac}{hh'}, \quad \frac{ac}{ii'} \quad \text{et} \quad \frac{ac}{jj'}.$$

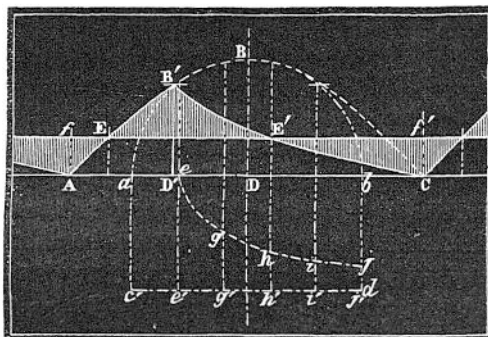
(On sait que ces différents points étant réunis donnent une courbe $eghij$,

qui permet de calculer le travail dû à la détente par l'aire de la figure curviligne $ee'j'j'$ qu'elle détermine.)

On projette alors ces lignes de division sur le cercle aBb , et les points qui résultent de leurs intersections avec la circonférence sont ensuite projetés, parallèlement à AC, sur la courbe ABC, par lesquels points on abaisse des perpendiculaires sur la base AC. Ces dernières indiquent alors, par rapport à la courbe ABC, les positions successives de la manivelle correspondant aux points de la course pour lesquels la décroissance de la pression vient d'être calculée, la bielle toujours supposée infinie.

Fig. 7.

MACHINE SIMPLE A DÉTENTE, BIELLE INFINIE.



On a vu que chaque ordonnée de la courbe ABC représente, comme sinus de l'angle aigu formé par la manivelle avec la direction de l'effort par la bielle, la pression effective correspondante transmise par le bouton de la manivelle, lorsque la pression sur le piston est constante et égale à BD : or, ici, la pression, au lieu d'être constante, a pour valeurs successives les rapports indiqués, et précisément à chacun des moments respectifs représentés par les ordonnées qui viennent d'être tracées.

Par conséquent, on partage *chacune* de ces ordonnées, leurs longueurs prises entre la courbe ABC et la base AC, en deux parties proportionnelles à celles déterminées par la courbe de détente ej , sur les divisions correspondantes du rectangle $abcd$; par les points qui résultent de ce partage on trace une courbe $B'E'C'$, laquelle détermine la figure $AB'C'$, qui est l'aire représentative du travail de la détente en fonction des efforts transmis par la manivelle, la contre-pression supposée nulle et la bielle infinie.

En examinant cette figure, on remarque qu'une partie AEB' de la première courbe est conservée : ce qui doit être, en effet, puisque la pression reste constante pendant une partie de la course. L'ordonnée $B'D'$ marque alors le point de départ de la détente.

Résumant ces diverses opérations, qui devaient exiger un certain développement, nous disons que la courbe B'E'C est obtenue en réduisant les ordonnées de la courbe ABC dans le même rapport de la pression de la vapeur, en tenant bien compte du point de la course qu'elles représentent respectivement.

Cette courbe ainsi tracée, il est facile d'en déduire l'excès de travail applicable à la détermination du poids du volant.

Si l'on calcule l'aire de la figure AB'C, et que l'on divise cette superficie par la base AC, le quotient est, comme on l'a vu pour le travail à pleine pression, la valeur de l'effort résistant invariable, laquelle étant représentée par Af, suivant l'échelle de la figure, permet de déterminer le rectangle Aff'C, figurant le travail résistant égal au travail moteur. Les intersections E et E' indiquent alors les moments d'égalité entre les efforts moteurs et résistants, et les segments EB'E', AfE et C'E', indiquent les excès d'un travail sur l'autre.

Par la supposition de la bielle infinie, ces différents excès, dont les sommes sont égales, sont aussi également répartis, et la valeur de T à introduire dans la formule du poids des volants n'est autre que le rapport de l'aire du segment EB'E' à celle de la figure entière AB'E'C.

Deux opérations semblables faites pour deux degrés de détente différents : 4/5^e et 9/10^e, ont donné les résultats que nous allons faire connaître.

DÉTENTE PENDANT 4/5^{es} DE LA COURSE DU PISTON. — L'aire totale de la courbe primitive étant encore égale à 20000 unités, l'aire de la figure AB'E'C, en raison de la détente, égale 10430 qui exprime alors la valeur proportionnelle du travail résultant de l'emploi de la vapeur détendue à cinq fois son volume primitif.

La base invariable AC étant, comme ci-dessus, égale à 314,16, l'effort résistant constant, que Af représente, égale 33,2 unités.

L'excès de travail, représenté par l'aire du segment EB'E', a pour valeur 3081 unités. Par conséquent, sa valeur proportionnelle devient (voir p. 325 et 326) :

$$T = \frac{3081}{10430} \times 2250 \frac{N}{m} = 0,3 \times 2250 \frac{N}{m} = 675 \frac{N}{m}$$

Introduisant cette valeur dans la formule du poids, comme on l'a fait précédemment, on trouve :

$$P = \frac{n \times 9,81 \times 675 \frac{N}{m}}{V^2}; \text{ d'où : } P = 6621,75 \frac{nN}{mV^2}.$$

Le coefficient K a donc pour valeur 6621,75 au lieu de 4635.

Maintenant, si l'on tient compte d'une contre-pression par le condenseur et de l'obliquité de la bielle, dont la longueur soit cinq fois la mani-

velle, la machine sans balancier, mais les autres conditions restant les mêmes, c'est-à-dire la détente commençant au $1/5^e$ de la course et la pression initiale étant 5 atmosphères, le coefficient K a pour valeur 7619,3, soit :

$$P = 7619,3 \frac{nN}{mV^2}.$$

Toutes choses égales d'ailleurs, le poids du volant serait donc élevé d'environ $1/6^e$.

Si l'on suppose ensuite que l'échappement s'effectue à l'air libre, ce qui crée une contre-pression plus prédominante, le coefficient atteint environ 10000 ; soit :

$$P = 10000 \frac{nN}{mV^2}.$$

Ainsi, l'absence de condensation, pour une machine à détente, élève considérablement le poids du volant.

DÉTENTE PENDANT $9/10^{es}$ DE LA COURSE DU PISTON. — Nous avons exécuté le même tracé pour ce degré de détente très-prolongé qui se rencontre beaucoup maintenant, et pour lequel il existe nécessairement un condenseur, avec une contre-pression très-faible, mais dont nous avons néanmoins tenu compte avec exactitude, ainsi que de l'obliquité de la bielle, supposée 5 fois la manivelle.

Le résultat de cette opération fournit pour le coefficient K la valeur approximative 9000 ; par conséquent, la formule applicable au poids des volants, pour la détente pendant $9/10^{es}$ de la course, dans une machine simple à condensation, est la suivante :

$$P = 9000 \frac{nN}{mV^2}.$$

Aujourd'hui, la plupart des machines à détente sont disposées de façon à pouvoir en varier le degré à volonté. Dans cette circonstance, il convient de calculer le volant dans les conditions de marche qui lui donnent la plus grande force vive, autrement dit, dans celles qui correspondent au coefficient K le plus élevé.

MACHINES ACCOUPLÉES MARCHANT SANS DÉTENTE. — Lorsque deux ou plusieurs machines à vapeur actionnent simultanément un même arbre, avec leurs manivelles respectives disposées de façon à ce que les coups de piston soient croisés, les moments symétriques de la puissance et de la résistance étant répétés un plus grand nombre de fois, pour un tour complet, qu'avec une seule machine, les inégalités entre le travail moteur et le travail résistant sont beaucoup moins sensibles et le volant n'exige qu'une force vive relativement faible.

Premier cas : deux machines. — Le cas qui se rencontre le plus fréquemment est celui de deux machines à double effet parfaitement sem-

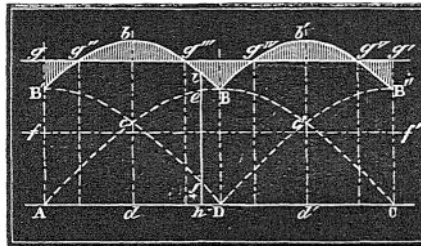
blables, et actionnant ensemble un même arbre, au moyen de leurs manivelles disposées perpendiculairement l'une à l'autre : telles sont les locomotives, les machines de navigation, qui ont pour volant la masse même qu'elles font mouvoir et avec laquelle elles se transportent. Il y a aussi des machines fixes, et particulièrement des machines à balancier, que l'on accouple précisément pour obtenir une régularité plus grande, indépendamment du volant qui leur est appliqué.

Pour trouver le moment d'inertie d'un volant monté sur un axe moteur ainsi commandé, on peut faire usage du même tracé que précédemment, mais en ayant le soin d'y faire figurer le travail simultané des deux machines, et en observant la répartition des efforts.

Ainsi, le travail d'une seule machine, *marchant sans détente*, étant représenté fig. 6, par la courbe ABC, les fonctions de la deuxième machine, qui agit à un quart de cercle de distance de la première, seront représentées par les deux parties de courbe DB' et DB'' exactement semblables aux deux moitiés de la première courbe ABC; mais comme il y a là *superposition* du travail de chaque machine, on obtient la figure représentative réelle de la variation des efforts *en ajoutant les ordonnées*, qui se confondent actuellement.

Fig. 6.

MACHINE A PLEINE PRESSION, BIELLE INFINIE.



Prenons, par exemple, l'ordonnée cd , au point où deux courbes se croisent, et nous verrons qu'en ce point chacune des deux machines exerce ce même effort, d'où l'ordonnée totale doit être *double* et égale à db qui équivaut, en effet, à deux fois cd . Enfin choisissons une autre ordonnée quelconque eh , de la première courbe ABC, et nous voyons qu'il faut la prolonger de hj , partie qui appartient à la courbe DB', de façon que : $ih = eh + hj$, et ainsi de même pour tout autre point où les courbes ne se rencontrent pas.

De ceci, il résulte enfin les deux courbes $B'bB$, $Bb'B''$, qui indiquent *l'intensité des variations dans les efforts* transmis simultanément par les deux machines, à l'arbre qu'elles commandent.

Pour en déduire maintenant les excès de travail moteur et résistant, il faut tracer, comme avec une seule machine, la ligne indicative de l'effort constant de la résistance. Puisque cet effort engendre un travail négatif, égal à celui des deux machines, et que le travail d'une seule est représenté par le rectangle $Aff'C$ (voir p. 323), il est clair que, pour les deux machines, ce rectangle devra être double, c'est-à-dire qu'il faut tracer une ligne gg' en faisant Ag égal à $2Af$.

Alors la ligne gg' rencontre les courbes de variation du travail moteur aux points g'' , g''' , g^{iv} et g^v , qui sont les moments d'égalité entre les efforts du travail moteur et du travail résistant.

Par conséquent, on aura la valeur des excès du travail moteur par la quadrature des segments $g''bg'''$ et $g^{iv}b'g^v$, égaux aux segments qui correspondent aux excès de travail négatifs par le parallélisme supposé, de la bielle. (Voir p. 324.)

Voici les résultats fournis par un tracé de ce genre, exécuté sur les mêmes bases numériques que les précédents :

La superficie de la figure ABC étant toujours 20000 unités, et représentant le travail d'une machine, la superficie de la figure totale $AB'bb'B''C$, qui équivaut au travail des deux machines, est 40000 ;

Af ayant pour valeur 63,66, pour une seule machine, la ligne gg' est tracée à une distance Ag égale à $2Af$ ou 127,32 unités ;

La superficie du segment $g''bg'''$, obtenue par un mesurage direct, donne 882 unités.

Or, on a vu que la valeur proportionnelle de l'excès de travail à introduire dans la formule du poids, s'y trouve rapporté au travail total de la machine pour un demi-tour de manivelle. Pour le cas actuel, le travail, pendant une demi-révolution de l'axe, est représenté par 40000 unités ; par conséquent, la valeur de T devient :

$$T = \frac{882}{40000} \times 2250 \frac{N}{m} = 0,02205 \times \frac{N}{m} = 49,61 \frac{N}{m}.$$

L'application de cette valeur à la formule du poids, donnerait pour le coefficient K :

$$K = 9,81 \times 49,61 = 487.$$

Par conséquent, en comparant ce chiffre à celui 4647 qui correspond à la manivelle simple dans cette circonstance commune de la pleine pression et la bielle infinie, on en déduit que le volant applicable à deux machines accouplées ne serait qu'un peu plus du dixième du poids nécessaire à celui d'une machine simple de même puissance. Mais la supposition d'une bielle infinie fait commettre ici une très-grave erreur, et ne donne au volant que $\frac{1}{3}$ environ du poids qu'il doit avoir, dans l'hypothèse pratique d'une bielle égale à cinq fois la manivelle.

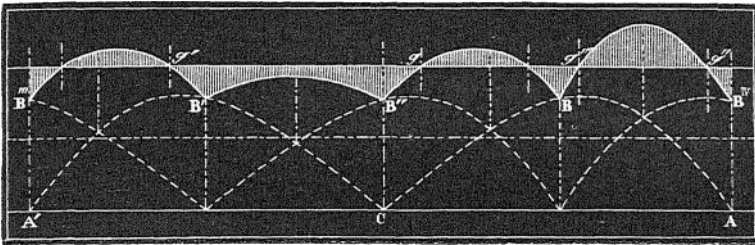
En effet, si l'on opère le tracé pour deux machines accouplées, marchant à pleine pression, par la combinaison des tracés Ξ et Θ , on obtient celui que la fig. 11 représente.

A l'aide de ce tracé on reconnaît que, pour un tour entier des deux manivelles, il se manifeste un excès de travail moteur de g'' en g''' , et un excès de travail résistant de g en g' qui sont très-considérables.

Fig. 11.

MACHINE DOUBLE A PLEINE PRESSION

Avec bielle égale 5 fois la manivelle.



Faisant la quadrature de l'un d'eux, on trouve 2800 unités environ; cette valeur rapportée à la moitié de la superficie entière, c'est-à-dire à 40000, ou au travail développé dans un demi-tour, pour se conformer à la disposition de la formule du poids, il vient pour T :

$$\frac{2800}{40000} = 0,07.$$

Appliqué à la détermination du coefficient K, on trouve :

$$K = 2250 \times 0,07 \times 9,81 = 1545$$

au lieu de 5530.

Soit, en résumé, pour la formule du poids des volants appliqués aux machines doubles, sans détente, avec la bielle = 5 fois la manivelle :

$$P = 1545 \frac{nN}{mV^2}.$$

Par conséquent, le volant qui convient à deux machines commandant simultanément un même axe, au moyen de deux manivelles d'équerre, est un peu plus du quart du poids de celui qui correspond à une machine simple d'une même puissance que les deux ensemble, toutes choses égales d'ailleurs.

Deuxième cas : trois machines. — Cette circonstance est rare avec les machines à vapeur, mais peut se rencontrer avec d'autres appareils, tels que les pompes et les machines soufflantes. Néanmoins, comme la

recherche serait la même dans tous les cas, nous allons examiner celui d'une machine à vapeur.

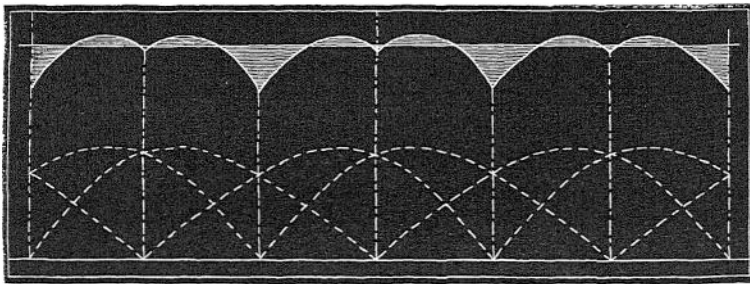
Dans cette condition, la plus parfaite répartition des efforts est obtenue lorsque les trois manivelles divisent exactement le cercle qu'elles parcourent, et sont alors distantes l'une de l'autre d'un angle de 120° .

En opérant pour cette disposition particulière, comme on vient de le voir pour deux machines, en supposant toujours la détente nulle et la bielle égale 5 fois la manivelle, on obtient un tracé dont la fig. 1 peut donner une idée très-exacte, et sur laquelle on reconnaîtra sans peine les excès de travail positifs et négatifs coupés par la ligne de l'effort constant.

Fig. 1.

MACHINE TRIPLE A PLEINE PRESSION

Avec bielle égale 5 fois la manivelle.



La superficie totale de la figure, pour le travail d'un tour entier, équivaut à 120 000 unités ; le plus grand excès de travail est mesuré par une aire égale à 1300 environ.

Opérant comme ci-dessus on trouve pour T :

$$T = \frac{1300}{60000} \times 2250 \frac{N}{m} = 48,75 \frac{N}{m}.$$

D'où le coefficient K devient :

$$48,75 \times 9,81 = 478.$$

Enfin, on a pour le volant des machines triples :

$$P = 478 \frac{nN}{mV^2}.$$

C'est à peu près le onzième du poids du volant qui conviendrait à une machine simple d'une même force totale.

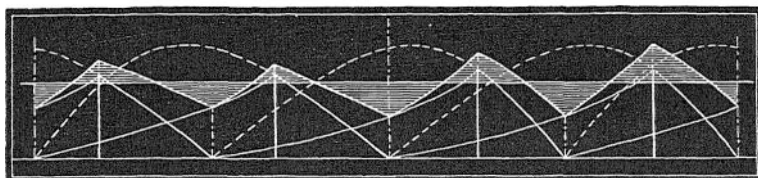
Si l'on n'avait pas supposé d'obliquité à la bielle, on eût trouvé un poids à peu près trois fois trop faible.

MACHINES A DÉTENTE A DEUX ET TROIS MANIVELLES. — La fig. J représente un tracé analogue fait pour deux machines accouplées, marchant à détente dans les conditions suivantes : la vapeur à 5 atmosphères, la détente pendant les $\frac{4}{5}$ de la course, la contre-pression égale à $\frac{1}{10}$ d'atmosphère et la bielle égale 5 fois la manivelle.

Fig. J.

MACHINE DOUBLE DÉTENTE PENDANT $\frac{4}{5}$

Avec bielle égale 5 fois la manivelle.



Le calcul des excès de travail donne, pour le poids du volant, la formule ci-dessous :

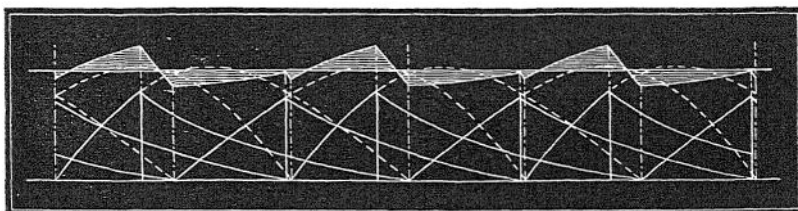
$$P = 1850 \frac{nN}{mV^2}.$$

Pour trois machines accouplées, réglées dans les mêmes conditions, on obtient le tracé représenté par la fig. K. Lorsque l'on a bien compris la construction des divers tracés géométriques qui précèdent pour des machines simples et doubles, il devient facile d'effectuer celui-ci, qui n'offre pas plus de difficulté, mais qui exige seulement plus de temps et d'attention. Nous ne croyons pas utile de nous y arrêter davantage, pensant que la figure peut suffire à l'intelligence des opérations à effectuer.

Fig. K.

MACHINE TRIPLE DÉTENTE PENDANT $\frac{4}{5}$

avec bielle égale 5 fois la manivelle.



En prenant toujours pour T la valeur proportionnelle au plus grand excès de travail, on arrive à la formule suivante :

$$P = 663 \frac{nN}{mV^2}.$$

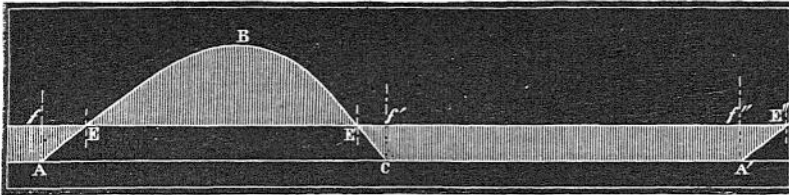
Pour déterminer ces valeurs avec toute l'exactitude nécessaire, nous engageons les élèves à faire toujours ces tracés sur une grande échelle, comme nous les avons faits nous-même, et dont les vignettes ci-jointes ne sont qu'une reproduction très-réduite.

MACHINE A SIMPLE EFFET. — Cette condition qui ne se rencontre plus à l'égard des machines à vapeur, au moins pour celle à rotation, existe, au contraire, très-fréquemment pour des pompes et autres appareils dont l'action est intermittente. Mais la machine à vapeur nous fournit encore les termes de la recherche du poids du volant applicable en pareil cas.

Fig. L.

MACHINE A SIMPLE EFFET, PLEINE PRESSION

Avec bielle égale 5 fois la manivelle.



La fig. L représente le tracé des efforts variables dans une machine agissant à simple effet, à pleine pression, bielle cinq fois la manivelle.

La première courbe ABC, représentant un coup actif de la machine, est suivi d'un intervalle CA' correspondant au demi-tour pendant lequel la machine n'agit pas. Mais au point A' commence la courbe relative au coup actif prochain.

La machine développant la totalité de sa puissance entière dans un demi-tour de manivelle, l'aire de la figure ABC équivaut à ce travail total; par conséquent, la résistance constante qui engendre un travail négatif égal à celui du moteur, mais continu, tandis que l'action du moteur est intermittente et divisée par phases égales, nulles et actives, doit être représentée par un rectangle dont la hauteur Af est la moitié de ce qu'elle était pour la machine à double effet; soit :

$$\frac{63,66}{2} = 31,83.$$

Il s'ensuit que la superficie du rectangle Aff'A' équivaut à celle de la figure ABC, mais sur une base double, puisqu'elle correspond à un coup double, tandis que le travail moteur n'agit que pendant un demi-tour.

Alors l'excès de travail, qui produit l'irrégularité du mouvement est représenté par l'aire CE'E'A' pour le travail résistant, et par celle EBE', pour le travail moteur. Ces deux aires, qui sont égales, ont pour com-

mune mesure environ 11050 unités, l'aire de la figure ABC et celle du rectangle $Af'f''A$ étant encore 20000.

D'après cela la valeur proportionnelle de T, qui doit être toujours rapportée au travail réel d'un coup simple, pour son application à la formule du poids, devient :

$$T = 11050 \div \frac{20000}{2} \times 2250 \frac{N}{m} = 2486,25 \frac{N}{m}.$$

Introduisant, comme toujours, cette valeur dans la formule du poids, on trouve :

$$PV^2 = n \times 9,81 \times 2486,25 \frac{N}{m} = 24390 \frac{nN}{m}.$$

soit :

$$P = 24390 \frac{nN}{mV^2}.$$

Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, le volant applicable à une machine à simple effet aurait un peu plus de 4 fois le poids de celui qui convient à une machine à double effet de même puissance.

RÉSUMÉ DES RÈGLES

QUI CONDUISENT A LA DÉTERMINATION DE LA FORMULE DU POIDS DES VOLANTS.

Après l'énoncé des principes qui ont permis de fixer la composition de la formule à l'aide de laquelle on peut déterminer le poids des volants, les recherches qui ont suivi avaient pour objet de déterminer un coefficient, qui dépend exclusivement de la disposition particulière de la machine à laquelle le volant s'applique, suivant l'intensité d'irrégularité des efforts qui peut provenir de l'espèce même du mécanisme, ou du mode d'emploi de la vapeur, s'il s'agit d'un moteur de cette nature.

Il resterait à fixer l'autre coefficient, celui n , qui correspond aux limites dans lesquelles on veut resserrer les variations de la vitesse à l'aide du volant; mais ce dernier est indépendant de l'espèce de machine, et n'a d'autre règle que la pratique du constructeur ou du manufacturier auxquels l'emploi du moteur ou de l'outil a dû apprendre le degré de régularité qu'il exige.

La formule du poids des volants a donc pour expression générale :

$$P = Kn \frac{N}{mV^2}.$$

L'application de cette formule exige que la vitesse circonférentielle V soit calculée d'après le diamètre et la vitesse rotative du volant; elle nécessite également la traduction en chevaux-vapeur, si la puissance transmise ou absorbée est exprimée différemment. Mais il est aisé de la transformer

immédiatement, de façon à y introduire uniquement les données du problème en évitant le calcul de la vitesse V , ou bien la préparer de suite pour les puissances exprimées en kilogrammètres.

Ainsi la vitesse V est le résultat du calcul suivant :

$$V = \frac{D \times \pi \times m}{60},$$

où D représente le diamètre moyen, en mètres, de l'anneau du volant.

On a donc pour V^2 :

$$V^2 = D^2 \times m^2 \frac{\pi^2}{3600} = D^2 m^2 \frac{9,86965}{3600} = 0,002741 D^2 m^2.$$

Par conséquent, cette valeur de V^2 , substituée dans la formule du poids, donne :

$$P = Kn \frac{N}{0,002741 D^2 m^3}.$$

Il suffit donc ici de connaître le diamètre du volant et le nombre de tours qu'il effectue dans une minute.

Enfin, si N devait exprimer des kilogrammètres au lieu de chevaux-vapeur, il suffirait de multiplier le dénominateur par 75, soit :

$$0,002741 \times 75 = 0,2056;$$

ce qui transforme ainsi la formule :

$$P = Kn \frac{N^{kgm.}}{0,2056 D^2 m^3}.$$

Nous complétons ces documents par un tableau dont la première colonne est en partie empruntée aux leçons de M. le général Morin; cette colonne donne la valeur du coefficient K pour les différents systèmes de machines à vapeur en usage. Les différences que l'on constate entre les chiffres que nous avons trouvés et ceux indiqués dans l'ouvrage du savant académicien, ne peuvent être attribuées qu'au plus ou moins d'exactitude des procédés graphiques employés, et sont d'ailleurs de très-peu d'importance pour la pratique; aussi nous n'avons pas craint d'arrondir les nombres afin de les rendre plus faciles à retenir.

Nous y avons ajouté quelques chiffres pour la détente $1/10$, dans divers cas, et le coefficient relatif aux machines à simple effet.

Les trois dernières colonnes du tableau donnent les valeurs du produit Kn , en faisant successivement $n = 40, 50$ et 60 ; ce qui permet de simplifier le calcul relatif au poids.

TABLE DES COEFFICIENTS NUMÉRIQUES

SERVANT A DÉTERMINER LE POIDS DES VOLANTS, SUIVANT LE SYSTÈME DE MACHINE
ET LE DEGRÉ DE RÉGULARITÉ DE MARCHÉ.

DÉSIGNATION DES MACHINES A PLEINE PRESSION OU DÉTENTE AVEC OU SANS CONDENSATION. Rapport de la longueur de bielle.	VALEURS DE K.	VALEURS DE K n en faisant n =		
		40	50	60
Machines à balancer à un seul cylindre.				
Marchant à pleine bielle = 6 fois la manivelle..	5225	209 000	261 250	313 500
pression avec ou » = 5 fois id. ...	5530	224 200	276 500	334 800
sans condensation. » = 4 fois id. ...	5830	233 200	291 500	349 800
Marchant à 5 atmosphères de pression (détente à 1/3 de la course...)	7200	288 000	360 000	432 000
avec détente et » 1/4 id. ...	7620	304 800	384 000	457 200
condensation, » 1/5 id. ...	7845	314 800	392 250	470 700
la bielle = 5 fois la manivelle. » 1/6 id. ...	8400	324 000	405 000	486 000
» 1/8 id. ...	8450	338 000	422 500	507 000
Marchant à haute pression (détente à 1/2)	7080	283 200	354 000	424 800
avec détente, 5 atmosphères » 1/3	8185	327 400	409 250	494 400
mais sans » 1/4	9220	368 800	461 000	553 200
condensation, » 1/5	10230	409 200	511 500	613 800
la bielle = 5 fois la manivelle. 6 atmosphères » 1/2	6975	279 000	348 750	418 500
» 1/3	7950	318 000	397 500	477 000
» 1/4	8915	356 600	445 750	534 900
» 1/5	9695	387 800	574 700	582 000
» 1/6	10650	426 000	532 500	639 000
Machines à deux cylindres, détente et condensation.				
Pression = 4,5 atmosph. (détente 4,5 dans le grand cylindre seulement...)	5540	221 600	277 000	332 400
Bielle = 5 fois la maniv. (détente 7,5 commençant aux 2/3 du petit cylindre.)	6030	241 200	304 500	361 800
Machines à directrices à un seul cylindre.				
Avec pleine pression, avec ou sans condensation.	5590	223 600	279 500	335 400
bielle = à 5 atmosph. (détente à 1/5 de la course.)	7620	304 800	384 000	457 200
5 fois la condensat. » 1/10 id. ...	9000	360 000	450 000	540 000
manivelle. 6 atmp., détente à 1/4 sans condensat.	8600	344 000	430 000	516 000
Machines semblables doubles (pleine pression, avec ou sans condensation...)	4545	61 800	77 250	92 700
manivelles à 5 atmosphères (détente à 1/5)	4850	74 000	92 500	110 000
angle droit. condensation. » 1/10	2455	86 250	107 750	129 300
Machines triples (pleine pression, avec ou sans condensation...)	478	19 420	23 900	28 880
manivelles divisées 5 atmosphères (détente à 1/5)	663	26 520	33 450	39 780
suivant des angles égaux. condensation. » 1/10	780	31 200	39 000	46 800
Machines oscillantes à haute pression.				
5 atmp. à condensation, détente à 1/3 de la course.	7440	297 600	372 000	446 400
6 atmp. sans condens., id. 1/2 id. ..	7200	291 600	364 500	437 400
Machines à simple effet. (Bielle 5 f. la maniv.)				
A pleine pression, avec ou sans condensation.....	24390	975 600	1219 500	1463 400

RECHERCHE DU COEFFICIENT

DES LIMITES DE VARIATION DE LA VITESSE ANGULAIRE.

A partir de toutes les notions précédentes, qui reposent sur des bases mathématiques, et qui n'ont à subir, dans leur application, que les irrégularités inévitables de la pratique, il n'y a plus qu'incertitude dans l'emploi du coefficient n , qui n'a d'autre motif qu'un degré plus ou moins grand de régularité à obtenir, et sur lequel, pourtant, repose la fin de l'opération qui permet de fixer le poids d'un volant.

Outre l'impossibilité de prévoir d'avance que tel ou tel emploi du moteur correspond à une régularité de vitesse précisément indiquée par un chiffre défini, nous montrerons tout à l'heure qu'avec la même machine, le degré de régularité change très-rapidement avec sa vitesse de rotation et sa puissance, que les procédés de détente variable permettent de modifier parfois notablement.

Et puis, si par l'emploi de quelques kilogrammes de fonte de plus, un constructeur peut assurer à la machine qu'il livre un maximum de régularité dans toutes ses conditions de marche différentes, pourquoi ne le ferait-il pas tant qu'il ne dépasse pas la limite au delà de laquelle le poids du volant ou sa grande vitesse peuvent devenir un danger ?

Ce qui semble évident, en examinant la construction actuelle des machines à vapeur, c'est que la valeur du coefficient n a été élevée depuis quelques années, et que de 32 à 35, employées dans les circonstances ordinaires, ces valeurs sont devenues sensiblement de 40 à 50 ; de même, lorsque le maximum atteignait 60, pour les établissements tels que les filatures en fin, qui demandent une très-grande régularité, ce maximum s'élève aujourd'hui à près de 80.

Pour fixer les idées sur la recherche qui permet de découvrir la vérité sur ces différents points, prenons une machine dont les conditions de marche sont connues, afin d'en déduire la valeur de n d'après les dimensions du volant. Prenant la formule du poids pour en tirer la valeur de n , on trouve :

$$P = Kn \frac{N}{0,002741 D^2 m^3}; \quad \text{d'où } n = \frac{0,002741 D^2 m^3 P}{KN}.$$

Cette formule, mise sous la forme qui évite le calcul de la vitesse circulaire, permet de trouver le coefficient de régularité représenté dans une circonstance déterminée, à condition toutefois de connaître assez exactement la réglementation de la machine pour lui appliquer un coefficient K convenable.

PREMIER EXEMPLE. — Une machine horizontale, à un seul cylindre, à dé-

tente et condensation, construite par M. Bréval, mécanicien à Paris, a sa puissance nominale réglée sur les bases suivantes :

Puissance nominale.....	20 chevaux
Vitesse de l'arbre moteur qui porte le volant.	50 ^t par 1'
Pression initiale de la vapeur.....	4 atm.
Durée de la détente.....	4/5
Contre-pression.....	0,1 atm.
Diamètre moyen de l'anneau du volant.....	3 ^m 50
Poids de l'anneau.....	2780 kilogr.

Pour la détente 4/5, la condensation et la longueur de la bielle qui n'est que 4 fois la manivelle, il convient d'adopter le coefficient $K = 8000$, au lieu de 7620, indiqué par la table précédente pour le même cas, mais avec la bielle égale à 5 fois la manivelle.

Faisant l'emploi de la formule, nous trouvons :

$$n = \frac{0,002741 \times (3,5)^2 \times (50)^3 \times 2780^k}{8000 \times 20^{\text{ch.}}} = 73.$$

Ainsi, en marche dans les conditions de puissance nominale, cette machine pourrait acquérir, par son volant puissant, une régularité telle, que sa vitesse ne s'écarterait pas, du plus au moins, de 1/73 de celle moyenne déduite du nombre de tours, à condition toutefois que la résistance à vaincre fût elle-même sensiblement fixe.

DEUXIÈME EXEMPLE. — Mais admettons que cette puissance soit élevée à 30 chevaux, ce qu'il est possible d'atteindre en réglant la durée de la détente à 1/3 environ de la course du piston, au lieu des 4/5, et en modifiant convenablement la pression de la vapeur. Le coefficient K aurait alors pour valeur approchée 7400, et celui n deviendrait :

$$n = 73 \times \frac{7000 \times 20}{7400 \times 30} = 46.$$

Sans s'arrêter d'une façon absolue aux chiffres proposés et aux résultats numériques qui en sont déduits, il demeure établi d'une manière générale que la précision dans le poids d'un volant n'a d'importance que pour ne pas s'écarter des limites indiquées en pratique, afin d'éviter les accidents et de ne pas dépenser de fonte et de force inutiles.

TROISIÈME EXEMPLE. — Si, pour un motif quelconque, c'est la vitesse de régime qui doit changer, la variation de régularité est beaucoup plus sensible, puisque la formule indique que le coefficient n est proportionnel au cube du nombre de tours par minute.

Supposons que, tout en conservant la détente principale 1/5, la force

de 30 chevaux soit obtenue en augmentant la vitesse de la machine dans le rapport correspondant, soit, pour ce nombre de tours :

$$50 \times \frac{30}{20} = 75^t \text{ par } 1'.$$

La valeur de n deviendrait :

$$73 \times \frac{(75)^3 \times 20}{(50)^3 \times 30} = 164.$$

Il n'est donc pas possible de fixer à *priori* la valeur de ce coefficient, qui non-seulement n'a pas de valeur absolue, mais varie avec la même machine suivant ses conditions de marche variable. Il est d'autant moins facile d'en fixer la valeur que le poids du volant lui-même pourrait être théoriquement infini, et n'a de limite que celle indiquée par les accidents qui pourraient résulter d'un volant trop puissant, et l'excès de travail absorbé par le frottement de l'axe qui le porte. C'est le moment d'examiner alors l'effet que peut produire un volant trop puissant en cas d'arrêt brusque de la machine.

REMARQUE SUR L'ÉNERGIE DES VOLANTS. — On compare quelquefois l'énergie d'un volant à celle de la machine motrice à laquelle on l'applique; mais il existe là un point qu'il est utile d'éclaircir.

Si l'on estime la force vive emmagasinée par un volant en marche, on trouve, à l'aide de la formule du poids, qu'elle est équivalente à

$$\frac{PV^2}{g} = K \frac{nN}{gm}$$

Celle du moteur est exprimée par le double de sa puissance nominale, soit en kilogrammètres :

$$2 \times 75N = 150 N.$$

Par conséquent, en comparant ces deux valeurs de forces vives, on trouve :

$$\frac{KnN}{gm} : 150 N.$$

Ceci signifie que le rapport entre les forces vives respectives du volant et de la machine, toutes choses égales d'ailleurs, est *variable*, et en raison inverse de la vitesse de rotation de l'axe qui porte le volant.

Pour rendre ce fait bien sensible, supposons deux machines de même puissance, 20 chevaux, par exemple, établies toutes deux dans des conditions identiques, *excepté la vitesse de rotation* qui soit de 20 tours par minute, pour l'une des deux, et 30 pour l'autre, le volant monté directement, dans les deux cas, sur l'arbre de la manivelle.

La force vive, ou, pour employer l'expression quelquefois usitée, l'énergie des deux machines, sera parfaitement identique.

Mais il n'en sera pas de même de leurs volants, qui, tout ayant été calculés à l'aide des mêmes coefficients, auront une énergie différente,

et dans le rapport inverse des vitesses de rotation : la force vive du volant appliqué à la machine faisant 30 tours sera les 2/3 de celle du volant appartenant à la machine qui n'en fait que 20.

Pour rentrer plus exactement dans les termes du premier énoncé, ajoutons que : si, pour la machine marchant à 20 tours par minute, on a :

$$\frac{K n N}{g m} \div 150 N = 1,$$

On trouvera pour celle qui fait 30 tours :

$$\frac{K n N}{m g'} \div 150 N = \frac{2}{3}.$$

La conséquence à tirer de cette remarque, c'est que, tout ayant calculé le volant sur les mêmes bases, les chances de torsion pour l'arbre du volant, en cas d'arrêt brusque, augmentent avec la lenteur de la machine.

Remarquons que dans les conditions ordinaires, pour une machine de 20 chevaux faisant de 40 à 50 tours par minute, un obstacle dans le travail à effectuer assez puissant pour empêcher l'arbre de tourner, et éteindre la vitesse du volant dans le temps de la durée d'un tour, aurait pour effet de presque QUADRUPLER l'effort que l'arbre transmet normalement, par le fait du volant dont la masse tend à persister dans son mouvement acquis, et qui oppose à l'arrêt une résistance d'autant plus grande que la cause tend à agir dans un temps plus court (p. 308).

Si nous ne précisons pas davantage les conditions dans lesquelles ce fait peut avoir lieu, c'est parce que les causes d'arrêt brusque n'ont rien de déterminé et varient dans des limites sans borne. Mais il est clair que l'exemple proposé, tout vague qu'il soit, permet de se faire une idée de l'effet puissant que produit un volant qui possède une grande force vive, lorsqu'une cause quelconque tend à détruire cette force dans un temps d'une courte durée relative.

Cet effet, bien connu des constructeurs, a motivé une disposition quelquefois employée, et qui consiste à monter le volant sur son axe à l'aide d'un manchon à friction, ou frein, qui peut céder en cas de résistance excessive, et laisser au volant la faculté de continuer son mouvement pendant un certain temps, malgré l'arrêt de son axe.

Ce procédé de désembrayage facultatif est employé dans les presses monétaires dont la résistance est de courte durée et peut s'élever accidentellement bien au delà de sa valeur normale.

Si les exigences de la pratique le permettaient, la même précaution rendrait de véritables services dans chaque application des volants, dont l'énergie pourrait être alors augmentée avec moins d'inconvénient.

Nous complétons cette étude par un tableau dans lequel nous avons réuni les conditions de marche de plusieurs machines à vapeur connues, avec les dimensions de leurs volants, la valeur du coefficient n qui en est déduite, et celle du coefficient K appliqué au calcul.

TABLEAU COMPARATIF

DE LA FORCE VIVE DES VOLANTS APPLIQUÉS A DIVERSES MACHINES EXISTANTES, EN PRENANT POUR BASE LA FORMULE GÉNÉRALE
ET LE COEFFICIENT APPLICABLE A CHAQUE SYSTÈME PARTICULIER.

NUMÉROS.	CONSTRUCTEURS des machines.	DÉSIGNATION du système de la machine.	EMPLOI de la machine.	FORCE nominale en chevaux. N	VITESSE de rotation par 1' de l'arbre du volant. m	PRESSION initiale de la vapeur.	RAPPORT entre le volume de vapeur détendu et celui admis à pleine pression.	AVEC ou SANS conden- sation.	VOLANT.				
									JANTE.			COEFFICIENTS.	
									Diamètre.	Vitesse linéaire par seconde.	Poids P	K	n
1	MM. Hick et Rothwell.	A 4 cyl. à balanc. simple.	Roue à élever l'eau	40	48	atmosph. 1.2	0.0	Sans.	6.427	6.057	5184	5225	16.0
2	Cavé	Cylindre oscillant	Moulin de 40 p. de meules.	40	30	6.5	6.0	Id.	8.000	12.560	11000	7800	107.0
3	Cail et C ^e	Horizontale simple	Distillation	8	52	5.0	6.0	Id.	3.000	8.168	1100	10000	47.7
4	Bréval	Id. id.	Tissage de grosses toiles	20	50	4.0	5.0	Id.	3.500	9.162	2780	8000	73.0
5	Bourdon	Horizon. double accouplée	Moulin de 12 p. de meules.	48	75	4.0	5.0	Id.	4.000	15.700	2000	1850	413.0
6	Legavrian	Id. id.	Laminoirs à cuivre	35	38	3.5	10.0	Id.	6.000	11.938	9930	9000	171.0
7	Rouffet	Horizontale simple	Moulin de 5 p. de meules.	20	45	5.0	5.0	Id.	4.300	10.128	2246	7620	68.5
8	Bourdon	Id. id.	Exposition de 1855	25	30	3.5	5.0	Avec.	4.000	6.283	2500	7620	15.0
9	Powell	Woolf, double accouplée.	Filature de coton	140	22	2.5	6.25	Id.	7.500	8.639	12000	1500	93.0
10	Boyer	Id. id. id.	Manufacture de Tabacs	84	27	3.0	3.7	Id.	5.300	7.492	6000	1400	77.0
11	Legavrian	Woolf, simple . . . . .	.....	60	24	3.5	4.25	Id.	5.920	7.440	7180	5500	28.0
12	Stehelin et C ^e	Id. id.	Filature	80	28	5.0	10.6	Id.	5.800	8.502	10000	6500	39.0
13	Boudier	Id. horiz. simple	Exposition de Rouen	16	40	4.0	7.0	Id.	3.200	6.702	1300	6000	24.0

EXAMEN DU TABLEAU PRÉCÉDENT. — Les résultats du tableau indiquent, pour ainsi dire, un désaccord presque complet entre la pratique et la théorie : la colonne réservée aux valeurs du coefficient n , déduites des conditions de marches de la machine et du coefficient K raisonnablement attribuable à son système, ne montre que des chiffres sans corrélation apparente. Il y a lieu de rechercher s'il existe des motifs qui puissent justifier une semblable irrégularité.

Machine n° 6. — Prenons pour premier exemple la machine n° 6, de M. Legavrian, dont le volant fournit 171 pour le coefficient régulateur n ; est-ce à dire que l'on a cherché à obtenir ce degré extrême de régularité? Évidemment non. D'abord la machine est à détente variable et peut développer des puissances supérieures à celle nominale, ce qui suffit pour changer la valeur de n . De plus, étant destinée à faire marcher des laminoirs, on a donné à son volant une énergie en rapport avec l'inégale résistance de ces outils qui ne possèdent pas de volant particulier : par conséquent le volant de la machine, devant régulariser en même temps la puissance et la résistance, le coefficient K , supposé sur le tableau, et qui ne dépend que du système de machine, ne convient pas ; la valeur trouvée de n ne serait donc vraie que si la résistance se trouvait régularisée indépendamment du moteur.

Machine n° 4. — La bielle de cette machine est courte : elle n'est que 4 fois la manivelle, ce qui justifie l'emploi du coefficient $K = 8000$. Néanmoins le volant est très-énergique puisque $n = 73$.

Machine n° 5. — Passons à la machine de M. Bourdon, pour laquelle le coefficient n atteint la valeur hors de pratique 413. Ce moteur est formé de deux machines accouplées, avec manivelles à angle droit, et comme telle, le coefficient $K = 1850$ devait lui être appliqué. Mais elle commande un moulin à blé pour lequel l'énergie du volant doit être déterminée d'après celle des meules en mouvement et non plus par rapport à la machine.

Machine n° 1. — Cette machine, qui est celle de Saint-Ouen, a au contraire un faible volant, puisque le coefficient n atteint seulement 16, tandis que Watt admettait au moins 32 dans les cas les plus ordinaires. Mais ici la machine fait mouvoir une roue hydraulique, qui fait volant par elle-même, et qui n'exige pas d'ailleurs une régularité excessive.

Machine n° 9. — La machine de M. Powell, se rapproche beaucoup des conditions prévues en théorie : le coefficient n atteint 93 ; mais aussi elle a été construite de façon que la puissance puisse être presque doublée au besoin ; dans ce cas le volant n'aurait que le poids nécessaire, tout en tenant compte de l'accouplement des deux machines.

Machine n° 10. — Nous nous arrêterons encore aux deux machines accouplées construites par M. Boyer pour la manufacture des tabacs de Lille.

Ces machines, dont la force nominale collective est de 140 chevaux,

sont réellement capables d'une bien plus grande puissance, puisqu'aux expériences officielles on leur a fait développer 84 chevaux, dans les conditions de pression et de détente indiquées au tableau. Même en produisant cette puissance maximum, le volant est encore énergique, puisque le coefficient $n = 77$. Il semble, d'après cela, que le constructeur ne tienne pas compte de l'accouplement des machines qui diminue le poids des volants dans la proportion indiquée (p. 341). Mais en ayant soin de conserver aux organes de transmission une résistance suffisante pour correspondre à l'excès d'énergie du volant, il n'y a pas à se plaindre de cet excès qui ne peut être que profitable à la marche du moteur et des appareils qu'il commande.

En résumé, ce tableau, sans servir de confirmation à la théorie, renferme une révélation intéressante du degré d'énergie donné aux volants par les meilleurs constructeurs.

APPLICATIONS DIRECTES DES FORMULES EMPLOYÉES POUR LES PROPORTIONS DES VOLANTS.

VOLANT-TYPE.

A part le calcul direct de la force vive d'un volant, il faut encore trouver la section de la jante d'après le poids et le diamètre.

La recherche de ces dimensions d'un volant se divise en plusieurs opérations principales que l'on peut résumer ainsi :

1° Détermination du diamètre D et de sa vitesse circonférencielle, qui dépendent l'un de l'autre quand la vitesse rotative est donnée ;

2° Détermination du produit PV^2 qui peut être obtenu, comme on sait, par la puissance du moteur, son état de marche ou son système, sa vitesse de rotation et le degré de régularité à obtenir, indépendamment du diamètre du volant et de sa vitesse circonférencielle ;

3° Détermination de la section de la jante, d'après le poids et le diamètre.

DÉTERMINATION DU DIAMÈTRE. — Le diamètre d'un volant est théoriquement arbitraire ; mais en pratique, il convient de rechercher celui qui s'accorde le mieux avec l'emplacement que la machine doit occuper, tout en produisant le minimum de poids et sans atteindre les limites de vitesse où la force centrifuge deviendrait trop considérable.

A une époque où la réglementation des machines suivait une marche plus uniforme qu'aujourd'hui, on évaluait *à priori* le diamètre d'un volant, en le faisant égal à 3 fois ou 3 fois et demie la course du piston pour les machines à basse pression et à balancier, et à 4 ou 4,5 fois pour les machines à haute pression, à un seul cylindre.

Actuellement que les machines à basse pression sont à peu près sans application, et qu'on adopte des vitesses très-différentes, on ne peut pas

compter sur une règle fixe pour déterminer le diamètre des volants. Cependant en prenant les nombres ci-dessus pour points de départ, on peut chercher jusqu'à quel point on doit s'en écarter, et s'il est nécessaire de le faire, suivant le cas proposé.

En consultant la table précédente, on remarque que les vitesses circonférentielles diffèrent, mais restent maintenues dans des limites de 6 à 12 mètres par seconde, excepté pour des volants dont l'énergie considérable conduirait à des poids dépassant de bonnes conditions pratiques. M. Morin conseille de ne pas dépasser, dans tous les cas, 25 à 30 mètres par 1'', vitesse d'ailleurs assez rare.

DÉTERMINATION DU POIDS D'APRÈS PV^2 . — Après avoir trouvé le produit PV^2 pour une machine dans laquelle on ne peut fixer d'avance le diamètre ni la vitesse du volant, la première recherche consiste à diviser ce produit PV^2 en deux facteurs qui attribuent aux poids et à la vitesse des valeurs convenables.

Comme l'une ou l'autre de ces valeurs n'a rien d'absolu, la méthode la plus simple consiste à mettre le rayon du volant en rapport avec celui de la manivelle, et admettre que les deux rayons sont dans le rapport de 5 : 1 pour les machines simples à un seul cylindre.

Pour les machines doubles actionnant un même arbre par des manivelles d'équerre, comme la force vive du volant est à peu près réduite au quart, son diamètre peut supporter une part de la diminution.

On peut alors adopter le rapport 3,5 : 1 seulement.

PREMIER EXEMPLE. — Déterminer les dimensions du volant d'une machine de 30 chevaux, dont le rayon de la manivelle égale 0^m60, et dont l'arbre moteur fait 30 tours par minute, ses conditions de marche permettant d'adopter les nombres 7000 et 45 pour les coefficients K et n.

$$\text{On trouve : } PV^2 = 7000 \times 45 \times \frac{30}{30} = 315000.$$

Le rayon de la manivelle étant 0^m60, le diamètre du volant serait 6 mètres, *à priori*; on trouve pour la vitesse V :

$$V = \frac{6 \times 3,1416 \times 30}{60} = 9^m4248.$$

D'où le poids cherché égale :

$$P = \frac{315000}{(9,4248)^2} = 3550 \text{ kilogrammes.}$$

Rien n'est plus facile, par la méthode indiquée pag. 331, de faire varier légèrement ces résultats sans refaire les calculs.

DEUXIÈME EXEMPLE. — Admettons maintenant que l'ensemble des conditions restant le même, le moteur soit formé de deux machines accou-

plées sur le même arbre moteur. Au lieu de 7000, qui correspond à une machine à moyenne détente et à condensation, le coefficient K prend pour valeur 1800 environ.

On trouve dans ce cas :

$$PV^2 = 1800 \times 45 \times \frac{30}{30} = 81000.$$

Avec deux machines accouplées et d'une même puissance totale, les dimensions des cylindres seraient réduites; on peut admettre que la course des pistons serait ramenée à 1 mètre au lieu de 1^m20.

On aurait alors 3^m50 pour le diamètre du volant, et pour la vitesse à sa circonférence :

$$V = \frac{3,50 \times 3,1416 \times 30}{60} = 5^m 50.$$

Soit, pour son poids :

$$P = \frac{81000}{(5,5)^2} = 2677 \text{ kilogrammes.}$$

Ce résultat indique que, sans dépasser la limite de vitesse circonferentielle la plus ordinaire, il y aurait intérêt à augmenter un peu le diamètre du volant, afin d'en diminuer le poids.

Donnant par exemple 4 mètres au lieu de 3,50, le poids serait modifié ainsi :

$$2677 \times \left(\frac{3,50}{4,00}\right)^2 = 2049 \text{ kilogrammes.}$$

Il importe de ne pas se méprendre sur la portée de ces exemples qui ont pour but, non pas d'indiquer les conditions à adopter dans tel ou tel cas, mais seulement la marche à suivre dans les opérations à faire.

SECTION DE LA JANTE D'APRÈS LE POIDS ET LE DIAMÈTRE. — Cette opération ne présente aucune difficulté lorsqu'on connaît la densité de la matière avec laquelle le volant doit être fabriqué. Les grands volants se font en fonte de fer dont la densité est de 7^k2 le décimètre cube.

La section d'une jante de volant présente généralement une forme rectangulaire ou courbe aplatie pour les raisons qui ont été données (p. 331).

Mais quelle que soit la forme, le premier calcul doit aboutir à une section en unités superficielles que l'on divise en facteurs inégaux afin de la ramener à un rectangle. Il devient facile de modifier ensuite cette figure pour en déduire un profil plus varié ou une forme courbe.

La règle simple pour trouver la section de la jante consiste donc à :

Diviser le poids trouvé, exprimé en kilogrammes, par le poids d'un décimètre cube de la matière employée et par la circonférence qui a servi dans le calcul du poids, en l'exprimant en décimètres linéaires; le quotient exprime la section cherchée en décimètres carrés.

EXEMPLE. — Trouver la section S de la jante d'un volant en fonte de fer, devant peser 2000 kilogr., et dont la circonférence moyenne égale 15 mètres.

On obtient :

$$S = \frac{2000^k}{150^d \times 2^k 7} = 1,85 \text{ ou } 185 \text{ centimètres carrés.}$$

Si le diamètre était donné d'abord, il faudrait en déduire la circonférence, et le calcul prendrait la forme suivante :

$$S = \frac{P}{D^d \pi \times 7,2}.$$

En admettant l'emploi exclusif de la fonte de fer, cette expression peut être simplifiée et devient :

$$S = \frac{P^k}{D^d \times 3,1416 \times 7,2} = \frac{P^k}{22,62 \times D^d}.$$

Soit, par exemple, un volant de 5 mètres dont la jante doit peser 3000 kilogr., la section aurait :

$$S = \frac{3000}{22,62 \times 50} = 2,65 \text{ décimètres carrés.}$$

VOLANT TYPE. Fig. 1, pl. 4. — Les volants appliqués aux machines à vapeur et aux outils se construisent de bien des façons, comme nous en montrons des exemples sur les pl. 24 et 25; mais, pour résumer les règles ci-dessus par une application directe, nous avons supposé un volant simple, fondu d'une seule pièce. Ce volant est représenté en élévation fig. 1, suivant une partie de deux bras seulement, avec la portion de jante et de moyeu correspondante.

Voici les bases sur lesquelles ce modèle est établi :

Puissance de la machine transmise par l'arbre qui porte le volant.....	20 chevaux
Vitesse de cet arbre par minute.....	50 tours
Course du piston à vapeur.....	0 ^m 90
Degré de la détente.....	4/5
Bielle = 5 fois la manivelle.	
Mouvement direct ou sans balancier. — Condensation.	

Nous admettons, de plus, que la régularité requise comporte l'emploi du coefficient $n = 50$.

Suivant ce qui a été dit ci-dessus, on procède d'abord à la recherche du diamètre qu'il convient d'adopter pour rester dans les limites pratiques, comme emplacement, vitesse circonférentielle et poids.

Or, les conditions de marche de la machine correspondent au coeffi-

cient $K = 7620$; d'autre part, la vitesse de la machine étant au-dessus de la moyenne, il convient d'adopter une grande vitesse circonférentielle que nous supposons être de 10 mètres par 1'', à priori, pour trouver PV^2 .

$$\text{Soit alors : } PV^2 = 7620 \times 50 \frac{20}{50} = 152400;$$

$$\text{D'où : } P = \frac{152400}{100} = 1524 \text{ kil.};$$

$$\text{Le diamètre égale : } D = \frac{10 \times 60}{50 \times 3,1416} = 3^m 82.$$

Mais comme le poids est relativement faible, le diamètre un peu grand pour un volant d'un seul morceau, et que la vitesse circonférentielle supposée est assez considérable, nous choisissons $3^m 50$ pour le diamètre moyen de la jante, ce qui modifie ainsi les autres quantités :

$$V = \frac{3^m 50 \times 3,1416 \times 50}{60} = 9^m 162.$$

$$\text{Et } P = 7620 \times 50 \frac{20^{\text{ch}}}{50 \times (9,162)^2} = 1816 \text{ kilogrammes.}$$

Par suite, la section de la jante devient :

$$S = \frac{1816^k}{22,62 \times 35} = 2,29 \text{ décimètres carrés.}$$

Pour constituer cette section, nous lui donnons la forme d'un rectangle ayant ses côtés dans le rapport de 1 à 2; l'épaisseur de la jante devient 107 mill. et la largeur dans le sens du rayon 214 mill. (p. 331). Mais en raison de ce qui doit être ajouté comme cordons et tore pour le raccord des bras, nous adoptons 100 et 200 pour l'épaisseur et la largeur primitives de la jante.

On commence par tracer les cercles intérieur et extérieur de cette jante en portant la moitié de sa largeur en dehors et en dedans de la circonférence dont le diamètre = $3^m 50$.

Après avoir légèrement galbé le champ extérieur de la jante, comme l'indique la fig. 1, nous ajoutons quatre cordons a , de peu de saillie, mais qui, en facilitant le raccord des bras, peuvent être tournés ou blanchis. Puis, ayant réservé intérieurement des congés b , il convient d'ajouter un tore à peu près demi-elliptique c pour le raccord des bras. On voit que les cordons a permettent de conserver à la jante toute son épaisseur pour disposer à l'aise ces diverses parties.

Les bras, au nombre de six, ont une section elliptique, et sont raccordés avec la jante par des congés auxquels il est indispensable de donner

un grand rayon pour éviter les cassures, par le retrait après la coulée, et assurer la solidité de la pièce. Dans toute la longueur du bras, les deux axes de la section sont doubles l'un de l'autre. Près de la jante, le grand axe en a les 0,6 de la largeur.

La largeur des bras augmentant vers le centre, l'accroissement, qui doit surtout figurer convenablement pour la vue, a été déterminé en traçant les deux côtés avec une inclinaison de 17 mill. par mètre environ par rapport à l'axe géométrique, en cherchant toutefois si la dimension qui en résulte pour la racine du bras, convient au raccord avec le moyeu.

Quant à ce dernier, il faut connaître le diamètre de l'axe qui le reçoit, en l'augmentant d'une portée saillante pour l'ajustement.

Un axe en fer, transmettant 20 chevaux-vapeur à la vitesse de 50 tours à la minute, doit porter 120 millimètres de diamètre aux tourillons¹. D'après cela, ajoutant 30 millim. pour la double saillie des collets, et 20 millim. pour la portée saillante du volant, l'arbre acquiert en cet endroit 170 millim. de diamètre.

Le moyeu se compose d'un noyau cylindrique, relié avec les bras par de très-forts congés augmentés d'un demi-tore, pour le raccord des bras. Pour que le volant ait une assiette parfaite permettant de le bien dégau-chir sur l'axe, et pour obtenir une résistance suffisante, il faut donner au noyau cylindrique un diamètre au moins égal au double du diamètre de l'arbre en ce point : soit ici 340 mill. de diamètre, et autant de portée.

Mais, de toute façon, on améliore beaucoup cette construction en garnissant le moyeu de fortes frettes en fer *d*, mises à chaud, et s'arrêtant contre la naissance des congés. C'est une bonne sûreté, surtout si l'on prend en considération le serrage des clavettes et les efforts énormes que cette partie peut être appelée à supporter dans certaines circonstances (p. 349). Avec de semblables frettes, le moyeu viendrait à se fendre, soit par un excès d'efforts, soit par un défaut de fonte, que le volant n'en continuerait pas moins son service sans danger.

Pour mieux relier le moyeu avec les bras et répartir progressivement la masse de matière, chaque bras est accompagné, sur ses deux faces, d'une nervure *e*, dont la naissance correspond aux congés du moyeu et qui se termine à rien vers la moitié de la longueur du bras. Il convient de ne pas prolonger ces nervures dans une partie où la vitesse est assez grande pour que la résistance de l'air devienne nuisible.

Le volant est assujéti sur l'axe par une clavette fixe et une ou deux clefs de serrage : deux clavettes larges, bien ajustées et placées à un tiers de circonférence, pour correspondre aux bras, peuvent suffire. À l'égard de ces clavettes, nous avons supposé le moyeu évidé intérieurement à la fonte, comme le font bien des constructeurs, afin de diminuer le travail

1. Voir la formule de Buchanan, vol. I de la *Publication industrielle*, et le *Traité des Moteurs hydrauliques*.

d'ajustement. Mais avec un bon outillage, on peut éviter cet évidement et tenir l'alésage plein, de façon que les clavettes portent dans toute leur longueur.

Toutes les proportions admises dans cet exemple, ainsi que les formes de détail, n'ont évidemment rien d'absolu ; mais telles qu'elles sont, leur ensemble est d'accord avec les meilleures conditions de la pratique.

On sait que pour fondre un volant d'une seule pièce, on est obligé de couper la jante en un point, dans le moule, avant la coulée, de façon que, par son retrait qui est plus tardif, à cause de la plus grande masse, que celui des bras, ces derniers ne s'en séparent pas. La solution de continuité qui en résulte, et qui peut atteindre au moins 2 centimètres de largeur, est ensuite rebouchée au moyen d'une coulée partielle de métal facilement fusible, ou par une plaque de fonte bien ajustée, et fixée de façon que les deux parties ne puissent plus se disjoindre ni varier.

Des constructeurs préfèrent laisser la jante intacte et ménager trois fentes *f* au moyeu, comme on le voit sur la fig. 1.

On prend aussi le soin d'équilibrer les pièces hors de centre que l'arbre est susceptible de recevoir, telle que la manivelle. On ménage pour cela un vide dans la jante, en un point convenable, que l'on remplit ensuite avec du plomb. Nous décrirons une disposition par laquelle le même résultat est obtenu en reportant ce vide, *sans le remplir*, du même côté que *le pesant* qui détruisait l'équilibre.

Le poids total de ce volant est environ de 2755 kilogrammes, et se répartit de la manière suivante :

Poids de la jante après l'addition des cordons et du tore intérieur.....	1980 ^k
Poids des 6 bras.....	506 250
Poids de la masse du moyeu.....	268 875
Total.....	<hr/> 2755 ^k 125

Ainsi, il dépasse le poids calculé, qui était attribué exclusivement à la jante. Par conséquent, l'influence régulatrice des bras, si elle est faible, n'est cependant pas nulle et s'y ajoute encore ; elle est, à la vérité, diminuée par la résistance de l'air, ce qui conduit à faire la section de ces bras mince et arrondie. S'il était possible de les remplacer par une toile pleine et unie, les fonctions du volant y gagneraient. Mais la fonte de fer ne le permet pas avec des diamètres considérables ¹.

(1) On peut avoir une idée de l'influence des bras dans les fonctions régulatrices du volant en les assimilant à une toile pleine, d'un poids équivalent, allant jusqu'au centre, la masse du moyeu étant à son tour négligée.

Appliquant cette façon d'envisager le problème au volant proposé, la toile de fonte, du même poids que les bras, serait d'environ 500 kilogrammes ; et son cercle de gyration serait placé à peu près aux 0,7 de son rayon total (la position du centre de gra-

TABLES ET TRACÉ GRAPHIQUE

APPLICABLES AU CALCUL DU POIDS DES VOLANTS.

On a pu se convaincre, d'après tout ce qui précède, de la longueur de la plupart des opérations relatives au calcul des volants, et on a dû remarquer surtout certains tâtonnements inévitables, qui conduisent à répéter souvent les mêmes calculs plusieurs fois, par suite de changements dans les données d'un même problème.

Il n'est guère possible d'établir un tableau complet des dimensions principales de tous les volants à cause de la multiplicité et de la variation des conditions à rassembler pour chaque cas proposé. Nous avons dû nous borner à former les tables suivantes, qui donnent immédiatement les vitesses circonférentielles correspondant à des diamètres de volants et à des nombres de tours variables, et les sections de jantes relatives à des poids et des diamètres donnés.

La première table indique les vitesses des cercles de 1 à 10 mètres de diamètre pour des vitesses de rotation de 10 à 100 tours. L'étendue de cette table dépasse les conditions admissibles en pratique, qui ne permet pas, sans danger, d'atteindre une vitesse circonférentielle supérieure à 30 mètres par seconde. Mais cet excès d'étendue a l'avantage de montrer tous les cas compris hors des limites.

Le seconde table est relative aux sections des jantes d'après les diamètres et les poids. Elle s'étend de 1 à 10 mètres, et de 100 à 18 000 kilogrammes, mais avec des lacunes qui sont en effet tout naturellement indiquées par la pratique. Ainsi, le poids de 100 kil. ne correspond pas à un diamètre plus grand que 2 mètres, car cette condition même ne serait pas pratique. De même, le poids de 18 000 kil. en rapport avec un diamètre inférieur à 6 mètres, parce qu'il exigerait une très-forte section, etc.

vitité d'un triangle étant aux $\frac{2}{3}$ de la hauteur à compter du sommet). Ce rayon total étant $1^m 75 - 0,10 = 1^m 65$, on trouve pour la vitesse V de cette masse :

$$V = \frac{(0,7 \times 1,65 \times 3,1416 \times 2) \times 50}{60} = 6 \text{ mètres.}$$

D'où le produit PV^2 devient : $500 \times (6)^2 = 18000$.

Si nous ajoutons alors ce produit à celui 152400, relatif à la jante, nous pouvons connaître de combien le coefficient de régularité n s'en trouve augmenté.

Ce coefficient n , qui doit avoir pour valeur 50, par la régularité due à la jante seule, prend, en effet, cette autre valeur n' , qui indique la part d'influence attribuable aux bras.

$$= \frac{152400 + 18000}{152400} \times 50 = 56.$$

I^{re} TABLE DES VITESSES CIRCONFÉRENTIELLES

DE LA JANTE D'UN VOLANT D'APRÈS LE DIAMÈTRE MOYEN ET LA VITESSE DE ROTATION.

JANTE.		VITESSE, PAR SECONDE, A LA CIRCONFÉRENCE MOYENNE, pour des vitesses de rotation par minute de :						
Diamètre moyen.	Circonférence.	10 ^t	15 ^t	20 ^t	25 ^t	30 ^t	35 ^t	40 ^t
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
1.00	3.14	0.52	0.78	1.05	1.31	1.57	1.83	2.09
1.10	3.46	0.58	0.86	1.15	1.44	1.73	2.04	2.30
1.20	3.77	0.63	0.94	1.26	1.57	1.88	2.20	2.51
1.30	4.09	0.68	1.02	1.36	1.70	2.04	2.38	2.72
1.40	4.40	0.73	1.10	1.46	1.83	2.20	2.56	2.93
1.50	4.59	0.78	1.17	1.57	1.96	2.35	2.75	3.14
1.60	5.03	0.83	1.25	1.68	2.09	2.51	2.93	3.35
1.70	5.34	0.89	1.33	1.78	2.22	2.67	3.11	3.56
1.80	5.65	0.94	1.41	1.89	2.35	2.83	3.30	3.77
1.90	5.96	0.99	1.49	1.98	2.48	2.98	3.48	3.98
2.00	6.29	1.05	1.57	2.09	2.61	3.14	3.66	4.19
2.20	6.91	1.15	1.72	2.30	2.88	3.45	4.03	4.61
2.40	7.54	1.26	1.88	2.51	3.14	3.77	4.40	5.03
2.60	8.17	1.36	2.04	2.72	3.40	4.08	4.76	5.45
2.80	8.79	1.47	2.20	2.93	3.66	4.40	5.13	5.86
3.00	9.43	1.57	2.35	3.14	3.92	4.71	5.50	6.28
3.25	10.21	1.70	2.55	3.40	4.25	5.10	5.95	6.81
3.50	10.99	1.83	2.75	3.67	4.58	5.50	6.41	7.33
3.75	11.78	1.96	2.94	3.93	4.91	5.89	6.87	7.85
4.00	12.57	2.09	3.14	4.19	5.23	6.28	7.33	8.38
4.25	13.35	2.23	3.34	4.45	5.56	6.68	7.79	8.90
4.50	14.14	2.36	3.53	4.71	5.89	7.07	8.24	9.42
4.75	14.92	2.49	3.73	4.97	6.22	7.46	8.70	9.95
5.00	15.71	2.62	3.92	5.24	6.54	7.85	9.16	10.47
5.25	16.49	2.75	4.12	5.50	6.87	8.24	9.62	10.99
5.50	17.28	2.88	4.32	5.76	7.20	8.64	10.08	11.52
5.75	18.07	3.01	4.51	6.02	7.52	9.03	10.54	12.04
6.00	18.85	3.14	4.71	6.28	7.85	9.42	11.00	12.57
6.25	19.63	3.27	4.90	6.55	8.18	9.81	11.45	13.09
6.50	20.42	3.40	5.10	6.80	8.51	10.21	11.91	13.61
6.75	21.21	3.53	5.30	7.07	8.83	10.60	12.37	14.13
7.00	21.99	3.67	5.50	7.33	9.16	11.00	12.83	14.66
7.25	22.77	3.80	5.69	7.59	9.49	11.39	13.29	15.19
7.50	23.56	3.93	5.89	7.85	9.81	11.78	13.74	15.71
7.75	24.35	4.06	6.08	8.12	10.14	12.17	14.20	16.23
8.00	25.14	4.19	6.28	8.38	10.47	12.56	14.66	16.75
8.25	25.91	4.32	6.48	8.64	10.80	12.96	15.12	17.28
8.50	26.70	4.45	6.67	8.90	11.12	13.35	15.58	17.80
8.75	27.49	4.58	6.87	9.16	11.45	13.74	16.03	18.33
9.00	28.28	4.71	7.07	9.43	11.78	14.14	16.49	18.85
9.25	29.06	4.84	7.26	9.69	12.11	14.53	16.95	19.37
9.50	29.84	4.98	7.46	9.95	12.43	14.92	17.41	19.90
9.75	30.63	5.11	7.66	10.22	12.76	15.32	17.87	20.42
10.00	31.42	5.24	7.85	10.47	13.09	15.71	18.33	20.95

SUITE DE LA TABLE DES VITESSES CIRCONFÉRENTIELLES

DE LA JANTE D'UN VOLANT D'APRÈS LE DIAMÈTRE MOYEN ET LA VITESSE DE ROTATION.

JANTE. — Diamètre moyen.	VITESSE, PAR SECONDE, A LA CIRCONFÉRENCE MOYENNE, pour des vitesses de rotation par minute de :							
	45 ^t	50 ^t	55 ^t	60 ^t	70 ^t	80 ^t	90 ^t	100 ^t
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
1.00	2.35	2.62	2.88	3.14	3.67	4.19	4.71	5.24
1.10	2.59	2.88	3.17	3.46	4.03	4.61	5.18	5.76
1.20	2.82	3.14	3.45	3.77	4.40	5.02	5.65	6.28
1.30	3.06	3.40	3.74	4.09	4.77	5.45	6.12	6.81
1.40	3.30	3.66	4.03	4.40	5.13	5.86	6.60	7.33
1.50	3.53	3.92	4.31	4.71	5.49	6.28	7.06	7.85
1.60	3.77	4.19	4.61	5.03	5.87	6.70	7.54	8.38
1.70	4.00	4.45	4.89	5.34	6.23	7.12	8.01	8.90
1.80	4.24	4.71	5.19	5.66	6.60	7.54	8.48	9.43
1.90	4.47	4.97	5.48	5.97	6.96	7.96	8.95	9.95
2.00	4.71	5.23	5.76	6.28	7.33	8.38	9.42	10.47
2.20	5.18	5.76	6.34	6.94	8.06	9.22	10.36	11.52
2.40	5.65	6.28	6.92	7.54	8.80	10.06	11.34	12.57
2.60	6.13	6.81	7.49	8.17	9.53	10.90	12.26	13.62
2.80	6.59	7.33	8.07	8.80	10.26	11.73	13.19	14.66
3.00	7.06	7.85	8.65	9.43	11.00	12.57	14.13	15.71
3.25	7.65	8.51	9.37	10.24	11.91	13.62	15.31	17.02
3.50	8.24	9.16	10.09	11.00	12.83	14.66	16.49	18.33
3.75	8.84	9.82	10.80	11.78	13.75	15.71	17.68	19.64
4.00	9.42	10.47	11.53	12.57	14.66	16.76	18.85	20.95
4.25	10.01	11.13	12.25	13.36	15.58	17.81	20.03	22.26
4.50	10.60	11.78	12.96	14.14	16.49	18.85	21.20	23.56
4.75	11.19	12.43	13.68	14.92	17.41	19.90	22.38	24.87
5.00	11.78	13.09	14.40	15.71	18.33	20.94	23.56	26.18
5.25	12.37	13.74	15.12	16.49	19.24	21.99	24.74	27.49
5.50	12.96	14.40	15.84	17.28	20.16	23.04	25.92	28.80
5.75	13.55	15.05	16.56	18.07	21.08	24.09	27.10	30.11
6.00	14.13	15.71	17.29	18.85	21.99	25.14	28.27	31.42
6.25	14.73	16.36	18.00	19.64	22.91	26.18	29.46	32.73
6.50	15.32	17.02	18.72	20.42	23.83	27.23	30.64	34.04
6.75	15.90	17.67	19.45	21.21	24.74	28.27	31.81	35.35
7.00	16.49	18.33	20.17	22.00	25.66	29.33	32.99	36.66
7.25	17.08	18.98	20.89	22.78	26.58	30.38	34.17	37.97
7.50	17.67	19.63	21.60	23.56	27.49	31.42	35.34	39.27
7.75	18.26	20.29	22.32	24.35	28.44	32.46	36.52	40.58
8.00	18.85	20.94	23.04	25.13	29.32	33.51	37.70	41.89
8.25	19.44	21.60	23.76	25.92	30.24	34.56	38.88	43.20
8.50	20.03	22.25	24.48	26.71	31.16	35.61	40.06	44.51
8.75	20.62	22.91	25.20	27.49	32.07	36.66	41.24	45.82
9.00	21.21	23.56	25.92	28.28	32.99	37.70	42.42	47.13
9.25	21.80	24.22	26.64	29.06	33.94	38.75	43.60	48.44
9.50	22.38	24.87	27.37	29.85	34.82	39.80	44.77	49.75
9.75	22.97	25.53	28.09	30.64	35.74	40.85	45.93	51.06
10.00	23.56	26.18	28.84	31.42	36.66	41.90	47.13	52.37

II^e TABLE

SERVANT A DÉTERMINER LA SECTION DE LA JANTE D'UN VOLANT EN FONTE DE FER.

DIAMÈTRE moyen de la jante.	SECTIONS DE LA JANTE EN DÉCIMÈTRES CARRÉS							
	pour des poids de :							
	100 k	150 k	200 k	250 k	300 k	350 k	400 k	450 k
1.00	0.442	0.633	0.884	1.105	1.326	1.547	1.768	1.989
1.10	0.402	0.602	0.804	1.004	1.206	1.406	1.607	1.808
1.20	0.368	0.532	0.736	0.921	1.105	1.289	1.473	1.657
1.30	0.340	0.510	0.680	0.850	1.020	1.190	1.360	1.530
1.40	0.315	0.473	0.631	0.790	0.947	1.105	1.262	1.440
1.50	0.294	0.442	0.589	0.736	0.884	1.031	1.178	1.326
1.60	0.276	0.414	0.552	0.690	0.828	0.967	1.105	1.243
1.70	0.260	0.390	0.520	0.650	0.780	0.910	1.040	1.170
1.80	0.245	0.368	0.491	0.614	0.736	0.860	0.982	1.105
1.90	0.232	0.349	0.465	0.584	0.698	0.814	0.930	1.047
2.00	0.221	0.331	0.442	0.552	0.663	0.773	0.884	0.994
	900 k	1000 k	1100 k	1200 k	1300 k	1400 k	1500 k	1600 k
2.00	1.989	2.110	2.231	2.352	2.473	2.594	2.715	2.836
2.25	1.768	1.964	2.161	2.357	2.554	2.750	2.947	3.143
2.50	1.587	1.764	1.940	2.117	2.293	2.470	2.646	2.823
2.75	1.446	1.607	1.768	1.929	2.089	2.250	2.411	2.572
3.00	1.326	1.473	1.620	1.768	1.915	2.063	2.210	2.357
3.25	1.224	1.360	1.496	1.632	1.768	1.904	2.040	2.176
3.50	1.136	1.263	1.389	1.515	1.642	1.768	1.894	2.021
3.75	1.061	1.178	1.296	1.414	1.532	1.650	1.768	1.886
4.00	0.994	1.105	1.215	1.326	1.436	1.547	1.657	1.768
	2500 k	2750 k	3000 k	3250 k	3500 k	3750 k	4000 k	4250 k
4.00	2.763	3.039	3.316	3.592	3.868	4.145	4.421	4.696
4.25	2.601	2.861	3.122	3.382	3.642	3.903	4.163	4.423
4.50	2.456	2.701	2.947	3.193	3.438	3.684	3.929	4.175
4.75	2.326	2.559	2.792	3.024	3.257	3.489	3.722	3.955
5.00	2.212	2.433	2.654	2.875	3.096	3.318	3.540	3.760
5.25	2.105	2.315	2.526	2.736	2.947	3.158	3.368	3.579
5.50	2.009	2.210	2.411	2.612	2.813	3.014	3.215	3.416
5.75	1.922	2.114	2.307	2.499	2.691	2.883	3.075	3.268
6.00	1.842	2.026	2.210	2.395	2.579	2.763	2.947	3.131
	6500 k	7000 k	7500 k	8000 k	8500 k	9000 k	9500 k	10000 k
6.25	4.598	4.951	5.305	5.659	6.012	6.366	6.720	7.073
6.50	4.421	4.761	5.101	5.441	5.781	6.121	6.461	6.801
6.75	4.257	4.585	4.912	5.240	5.567	5.895	6.222	6.550
7.00	4.105	4.421	4.738	5.052	5.368	5.684	5.999	6.316
7.50	3.831	4.126	4.421	4.716	5.010	5.305	5.600	5.895
8.00	3.592	3.868	4.145	4.421	4.697	4.973	5.250	5.526
8.50	3.380	3.641	3.901	4.161	4.421	4.681	4.941	5.201
9.00	3.193	3.438	3.684	3.930	4.175	4.421	4.666	4.912
9.50	3.025	3.257	3.490	3.723	3.955	4.188	4.421	4.654
10.00	2.874	3.095	3.316	3.537	3.759	3.979	4.200	4.421

SUITE DE LA TABLE

SERVANT À DÉTERMINER LA SECTION DE LA JANTE D'UN VOLANT EN FONTE.

DIAMÈTRE moyen de la jante.	SECTIONS DE LA JANTE EN DÉCIMÈTRES CARRÉS							
	pour des poids de :							
	500 k	550 k	600 k	650 k	700 k	750 k	800 k	850 k
1.00	2.210	2.431	2.652	2.873	3.094	3.315	3.536	3.757
1.10	2.009	2.210	2.411	2.612	2.813	3.014	3.215	3.416
1.20	1.842	2.026	2.110	2.394	2.578	2.763	2.947	3.131
1.30	1.700	1.870	2.040	2.210	2.380	2.550	2.720	2.890
1.40	1.580	1.756	1.894	2.072	2.210	2.387	2.525	2.703
1.50	1.473	1.621	1.768	1.915	2.062	2.210	2.356	2.503
1.60	1.384	1.520	1.637	1.796	1.934	2.072	2.210	2.348
1.70	1.300	1.430	1.560	1.690	1.820	1.950	2.080	2.210
1.80	1.228	1.350	1.473	1.596	1.720	1.842	1.964	2.087
1.90	1.163	1.279	1.396	1.512	1.628	1.745	1.861	1.977
2.00	1.105	1.215	1.326	1.436	1.547	1.657	1.768	1.878
	1700 k	1800 k	1900 k	2000 k	2100 k	2200 k	2300 k	2400 k
2.00	3.758	3.979	4.200	4.421	4.642	4.863	5.084	5.294
2.25	3.340	3.536	3.733	3.929	4.126	4.322	4.519	4.715
2.50	2.999	3.173	3.352	3.528	3.705	3.881	4.058	4.234
2.75	2.732	2.893	3.054	3.215	3.376	3.536	3.697	3.858
3.00	2.505	2.652	2.799	2.947	3.094	3.241	3.389	3.536
3.25	2.312	2.448	2.584	2.720	2.856	2.992	3.128	3.264
3.50	2.147	2.273	2.399	2.526	2.652	2.778	2.905	3.031
3.75	2.004	2.122	2.239	2.357	2.475	2.593	2.711	2.829
4.00	1.878	1.989	2.099	2.210	2.321	2.431	2.542	2.652
	4500 k	4750 k	5000 k	5250 k	5500 k	5750 k	6000 k	6250 k
4.00	4.937	5.250	5.526	5.802	6.078	6.355	6.631	6.908
4.25	4.683	4.943	5.206	5.466	5.728	5.988	6.248	6.508
4.50	4.420	4.666	4.912	5.157	5.403	5.649	5.894	6.140
4.75	4.187	4.420	4.653	4.885	5.118	5.350	5.583	5.815
5.00	3.981	4.203	4.424	4.645	4.866	5.088	5.310	5.530
5.25	3.790	4.000	4.210	4.421	4.631	4.842	5.052	5.262
5.50	3.617	3.818	4.020	4.220	4.421	4.622	4.823	5.024
5.75	3.459	3.652	3.844	4.036	4.229	4.421	4.613	4.805
6.00	3.316	3.500	3.684	3.868	4.052	4.237	4.421	4.605
	11000 k	12000 k	13000 k	14000 k	15000 k	16000 k	17000 k	18000 k
6.25	7.781	8.488	9.196	9.903	10.610	11.318	12.025	12.732
6.50	7.482	8.162	8.842	9.522	10.202	10.882	11.562	12.242
6.75	7.205	7.860	8.515	9.169	9.824	10.480	11.134	11.790
7.00	6.947	7.579	8.210	8.842	9.473	10.105	10.736	11.368
7.50	6.484	7.073	7.663	8.252	8.842	9.431	10.021	10.610
8.00	6.079	6.631	7.184	7.736	8.290	8.842	9.394	9.947
8.50	5.721	6.241	6.761	7.281	7.802	8.321	8.842	9.362
9.00	5.403	5.895	6.386	6.878	7.368	7.859	8.351	8.842
9.50	5.119	5.584	6.050	6.515	6.980	7.446	7.911	8.376
10.00	4.863	5.303	5.747	6.189	6.631	7.074	7.516	7.959

USAGE DES TABLES PRÉCÉDENTES. — Pour faire comprendre l'utilité de ces tables, il nous suffira de répéter un exemple analogue à l'un de ceux qui ont été donnés ci-dessus.

EXEMPLE. — Trouver toutes les conditions et dimensions d'un volant appliqué à une machine à vapeur sans condensation, et d'une puissance de 40 chevaux, marchant à la détente $\frac{4}{5}$, avec 35 tours par minute.

Admettant pour n la valeur 45, et 10000 pour K , le produit PV^2 égale :

$$PV^2 = 10000 \times 45 \frac{40}{35} = 514286.$$

Si l'emplacement et le rayon de la manivelle conduisent à adopter 5 mètres pour le diamètre moyen de la jante, nous cherchons dans la première table à quelle vitesse ce diamètre correspond pour 35 tours, et nous trouvons $9^m 16$.

Comme cette vitesse peut être adoptée sans inconvénient, nous cherchons le poids correspondant, ce qui donne :

$$P = \frac{514286}{(9,16)^2} = 6129 \text{ kil.}$$

En cherchant dans la II^e table le poids 6000, le plus rapproché en regard du diamètre 5 mètres, on trouve pour la section $5^d \cdot 310$. Cette dimension peut être adoptée sans dépasser les conditions pratiques.

Cependant, si l'on désirait un volant moins pesant, en adoptant un plus grand diamètre, $5^m 50$ par exemple, ce diamètre produisant, d'après la première table, et avec 35 tours, une vitesse de $10^m 08$, le poids deviendrait :

$$P = \frac{514286}{(10,08)^2} = 5062 \text{ kil.}$$

La même table donne pour $5^m 50$ et 5000 kil. une section de $4^d \cdot 020$, ou 402 centimètres carrés.

TRACÉ GRAPHIQUE (fig. A, pl. 24). — Ces tables peuvent être remplacées par un tracé graphique qui, exécuté sur une échelle assez grande, permet de résoudre les mêmes problèmes, avec l'avantage de laisser moins de lacunes entre les données. Disons un mot de ce tracé, dont le mode de construction présente un certain intérêt.

L'échelle verticale AB est divisée en parties égales représentant des diamètres exprimés en mètres ¹.

Du point B part un certain nombre de droites obliques attribuées à des vitesses de rotation différentes, de 5 à 50 tours par minute; ces lignes

¹ Dans la première partie du tirage de la pl. 24, il existe une erreur de gravure dont il est facile de faire la rectification. L'échelle AB porte pour indication : *décimètres en mètres*, au lieu de : **DIAMÈTRES EN MÈTRES**.

permettent de trouver de suite, sur l'échelle supérieure AC, les vitesses circonférentielles correspondantes pour chaque diamètre mesuré sur AB.

Du même point B part une droite BH, qui donne les circonférences des mêmes cercles.

L'autre partie du tableau est disposée pour l'évaluation des sections de jantes, pour des diamètres et des poids déterminés.

La base de cette partie du tracé repose sur une hyperbole quadrilatère IJ, à l'aide de laquelle nous allons montrer comment on peut obtenir chaque section requise, qui se lit sur l'échelle CD, et pour des poids indiqués par des droites angulaires partant du point D.

EXEMPLE. — Un volant ayant 5 mètres de diamètre et faisant 25 tours par minute, on trouve sa vitesse circonférentielle en suivant l'horizontale qui passe par le degré 5 sur l'échelle AB, jusqu'à son intersection en *a* avec la droite angulaire qui correspond à 25 tours. Ce point projeté sur l'échelle supérieure, correspond à 6^m 54, qui est la vitesse cherchée.

La même horizontale suivie jusqu'à son intersection *c* avec la droite BH, donne 15^m 71 pour la circonférence du cercle de 5 mètres.

Maintenant, supposons que le poids calculé de ce volant soit de 5000 kil. On trouve la section en opérant de la façon suivante :

On suit la même horizontale, passant par le diamètre 5 mètres, jusqu'à son intersection *d* avec la courbe IJ, puis on projette ce point en *e* sur celle des droites angulaires, partant de D, qui correspond au poids donné 5000 kil. Ce point *e* étant lui-même projeté sur l'échelle CD, donne la section cherchée qui est ici 4,5 décimètres carrés.

Ainsi, la même horizontale, représentant un diamètre, donne à la fois, par ses diverses intersections *a*, *c* et *d*, la vitesse circonférentielle, sa propre circonférence, et la section correspondante au poids.

Mais il est remarquable que l'étendue du tableau n'est aucunement limitée aux indications numériques qui s'y trouvent inscrites.

Que l'on suppose, par exemple, l'échelle des diamètres multipliée ou divisée par un certain nombre, il est évident que les vitesses circonférentielles éprouveront une modification analogue. Ainsi, si le diamètre était de 0^m 50 au lieu de 5 mètres, la vitesse trouvée, avec 25 tours, serait 0^m 654, au lieu de 6^m 54, etc.

Les sections subissent les mêmes modifications que les poids, lorsqu'on en change la valeur. Ainsi, pour 500 kil. au lieu de 5000, avec le même diamètre de 5 mètres, la section trouvée serait 0^d. 45 au lieu de 4,5.

Dans tous les cas, si l'on change la valeur de l'échelle des diamètres et celle des poids, on a le soin de modifier celle des sections en raison inverse de la première et en raison directe de la seconde.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces détails qui seront compris d'avance par toute personne ayant la plus légère habitude des calculs.

VOLANTS DE DIFFÉRENTES CONSTRUCTIONS

(PL. 24 ET 25.)

Les volants appliqués aux machines à vapeur présentent entre eux bien des différences dans le mode de construction, différences qui tiennent également aux dimensions propres de l'organe, à son application particulière et à l'idée du constructeur. Il est certain, d'ailleurs, qu'un volant d'un très-grand diamètre ou d'un poids considérable, ne peut être d'une construction identique à celle d'un faible volant que l'on peut fondre d'une seule pièce ; la position que la machine occupe peut exiger encore que le volant soit facilement démontable, quand bien même il pourrait être fait d'une seule pièce, etc.

Bien des causes concourent donc à multiplier les dispositions qui se rencontrent en pratique à l'égard des volants ; nous sommes à même d'en montrer un grand nombre d'exemples, que nous avons pris le soin de choisir parmi les machines exécutées par les meilleurs constructeurs.

VOLANT EN DEUX PARTIES PAR M. FARCOT (fig. 5 à 9, pl. 24).— Le volant, représenté par les fig. 5 et 6, est le type que M. Farcot adopte généralement pour ses moteurs à vapeur. Celui-ci appartient à une machine de 25 chevaux, avec détente et condensation ; il est d'une dimension assez réduite pour se faire en deux parties seulement ; chacune est composée d'une demi-couronne et de trois bras. Ces deux moitiés, au lieu d'être rassemblées directement sur l'arbre, sont rapportées sur un tourteau en fonte d'une seule pièce, et muni d'un moyeu.

Chaque moitié, comprenant, en effet, un demi-cercle de jante A et trois bras B, forme vers le centre une partie annulaire C, à peu près de même épaisseur que les bras, et présentant des cordons en saillie *a* et *a'* pour l'ajustement. Les deux moitiés sont alors rapprochées en les appliquant contre le tourteau D, composé d'un plateau circulaire et d'un mamelon central pour le passage de l'arbre qui doit porter le volant ; un contre-plateau E étant appliqué sur la face opposée, le tout est réuni au moyen de douze boulons *b*, disposés deux à deux vis-à-vis chaque bras.

Cette construction se fait avec beaucoup de soin. Les surfaces des deux plateaux D et E et des cordons *a* et *a'* de la partie centrale sont très-bien dressées, de façon que la jonction ait lieu avec exactitude, et sans laisser de *gauche* à l'ensemble : on sait que rien n'est fâcheux comme de voir un volant tourner faux rond, et cependant cela arrive assez souvent lorsque les dimensions de la pièce ne permettent pas de la monter sur le tour.

La machine à laquelle appartient ce volant transmet directement sa puissance à l'aide d'une paire de roues d'angle dont l'une F est appliquée sur l'arbre moteur. Mais au lieu de l'y assujettir directement, au

moyen d'un clavetage ordinaire, cette roue est reliée exclusivement au tourteau D, comme si elle eût été fondue de la même pièce; elle est, en effet, emboîtée sur un cordon appartenant au tourteau, et retenue par six des boulons *b*, qui réunissent les deux moitiés du croisillon avec les deux plateaux D et E. C'est le moyen d'économiser à la fois un clavetage et de la place sur l'arbre, et de rendre le volant avec la transmission plus solidaires l'un de l'autre.

La fig. 5 représente une partie du croisillon vue de face, la roue d'angle démontée, et un quart du tourteau D coupé et enlevé, afin de laisser voir la partie centrale du croisillon, ainsi que le point où les deux moitiés se joignent.

La fig. 6 est une section horizontale de l'ensemble tout monté, passant par le centre de l'arbre.

La fig. 7 représente spécialement la jante en section transversale. On remarque que cette section, rectangulaire en principe, est augmentée de cordons décoratifs; ceux extérieurs ont une saillie plus considérable, ce qui présente, ainsi que nous l'avons fait observer, l'avantage d'excentrer encore le centre de gravité de la section, en augmentant la force vive proportionnelle de la masse en mouvement.

La fig. 8 est la section transversale d'un bras faite vers l'origine suivant la ligne 1-2. Cette section est elliptique, renforcée sur les deux tiers de la longueur du bras par une nervure *d*, peu saillante.

La fig. 9 est un détail de la réunion des bras avec la couronne, lorsque les dimensions exigent que ces parties soient fondues séparément. Chaque portion de jante *A'* porte à l'endroit du bras *B'* une oreille *e*, formant parclose dans laquelle le bras s'encastre à demi-épaisseur; un boulon *f*, à écrou rond et entaillé, tient les deux parties serrées l'une sur l'autre.

VOLANT EN QUATRE PARTIES PAR MM. CAIL ET C^e (fig. 10 à 14). — Ce volant présente une analogie assez complète, comme système, avec celui précédemment décrit. On y remarque une construction très-étudiée au point de vue de l'assemblage et des jonctions. Cet exemple, d'un type adopté en général dans les établissements Cail et C^e, est emprunté à une machine de 16 chevaux.

La fig. 10 représente une partie du volant en vue de face extérieure, avec une partie du plateau D enlevée.

La fig. 11 est une section horizontale passant par le centre de l'arbre et entre deux bras.

Ce volant est formé de quatre parties, comprenant chacune une portion de jante A, et deux bras B, terminés par un segment C, en quart de cercle; les quatre parties rapprochées sont fixées par seize boulons sur un tourteau en fonte D, lequel se monte sur l'arbre de la machine.

Les boulons sont disposés suivant deux séries *a* et *a'*, de huit chacune, et sont divisés de façon à ne pas se rencontrer sur un même rayon. Bien que les boulons suffisent pour opérer très-solidement la réunion de ces

diverses parties, on s'est arrangé, néanmoins, pour qu'ils ne supportent pas d'effort transversal, résultant d'un défaut d'équilibre momentané entre la puissance transmise par l'arbre moteur et la force vive acquise par la jante. A cet effet, le plateau D est muni de quatre portées saillantes *b*, qui viennent s'ajuster chacune très-exactement entre deux talons *c*, ménagés aux quatre segments C appartenant aux parties du croisillon. Il en résulte que les boulons n'ont d'autre effet à produire que de tenir les segments appliqués contre le plateau D ; s'il survenait un effort tendant à faire varier circulairement ce dernier par rapport au croisillon, il agirait d'abord sur les talons et les portées, et ne produirait alors aucune dislocation, car la résistance de ces parties encastées est considérable.

La section de la jante, que la fig. 13 fait voir, est de la forme la plus rationnelle pour obtenir, à poids égal de matière employée, le maximum de force vive, ou, autrement dit, elle comporte l'emploi du minimum de matière, à force vive égale engendrée (p. 312). C'est une portion de cercle raccordée avec un trapèze dont la petite base est tournée vers le centre du volant.

La jonction des parties de jante s'effectue à l'aide d'une plaque de fer *d*, emmanchée comme un faux tenon sur les deux parties, dans une mortaise venue à la fonte et librement ouverte à l'intérieur du cercle. Cette plaque ainsi ajustée et maintenant les deux parties dans leur plan commun, on opère le serrage, bout à bout, par deux clavettes *e* qui traversent de part en part la jante et la plaque.

(Chaque jonction de la jante est placée sur le milieu de la distance de deux bras, au lieu d'être près de l'un d'eux, comme on a été obligé de le faire à cause de l'emplacement de la figure sur la planche.)

La fig. 12 est une section de cet assemblage suivant la ligne 1-2.

La fig. 13 en est une section transversale, suivant 3-4 ; elle indique la plaque *d* coupée et la jante en vue de bout à l'endroit du joint. On y remarque un cordon bordant la section pour éviter d'en dresser la surface entière.

Les bras sont elliptiques, comme le montre la fig. 14, qui est une section faite sur la ligne 5-6 ; ils sont renforcés par une nervure arrondie.

VOLANT AVEC BRAS ET PARTIES DE COURONNE SÉPARÉS, PAR M. BOURDON (fig. 15 et 16). — Ces figures représentent les détails d'un volant adopté par M. Bourdon ; on a pu en voir un exemple, par la machine que ce constructeur a présentée en 1855 à l'exposition universelle, où elle participait à la mise en mouvement de la transmission.

Ses bras B sont fondus isolément ainsi que les six parties de jante correspondantes A. Ils sont réunis sur un plateau central C, au moyen de boulons et d'encastements, comme cela se pratique souvent pour le montage des croisillons d'une roue hydraulique. Pour sa réunion avec la jante, chaque bras se termine par une queue d'aronde qui s'engage entre deux talons *a* appartenant à la couronne.

On maintient cet assemblage par des cales qui doivent aussi servir au centrage en les chassant plus ou moins : il n'est pas plus possible, du reste, de se passer de ce moyen de serrage que de faire tomber les six bras juste dans leurs entailles, sans un certain jeu qui sert à régulariser les irrégularités, et l'on détruit ensuite les coins. La couronne est en outre traversée par un boulon *b* qui pénètre également dans le bras et s'y trouve fixé par une clavette *c*.

La réunion des parties de couronne s'effectue à l'aide d'un faux tenon en fer et de deux clavettes de serrage : c'est le même mode que fig. 10 et 12, si ce n'est que le tenon est placé au milieu de la largeur de la jante.

Celle-ci est rectangulaire, avec les bords légèrement arrondis. Les bras sont elliptiques sur toute leur longueur et sans nervure.

VOLANTS DE GRANDES DIMENSIONS (fig. 17 à 21). — Le volant dont les détails sont représentés fig. 17 et 18 appartient à une machine de 35 chevaux, à grande détente et condensation, construite par M. Legavrian, pour mettre en mouvement des laminoirs à cuivre. Son énergie est considérable, comme on l'a vu au tableau précédent (p. 350).

Le croisillon est formé de deux parties de chacune quatre bras fondus ensemble, avec la moitié du mamelon par lequel il est monté sur l'arbre moteur, qui est à huit pans ; ces deux parties sont réunies par huit boulons. La réunion des bras B avec la jante est semblable à celle décrite fig. 15. C'est encore un assemblage à queue d'aronde entre des talons *a* ménagés à la jante A, avec un boulon de tirage *b*. Mais les cales sont en bois de chêne, au lieu de métal ; c'est une disposition souvent adoptée pour les organes soumis, comme un volant appliqué aux laminoirs, à des chocs ou réactions aussi brusques qu'énergiques : l'interposition, dans les assemblages, de corps en quelque sorte élastiques, atténue l'action destructive des chocs, et, pour le cas actuel, peut empêcher la rupture des bras du volant.

La jante est formée de plusieurs parties réunies suivant le mode indiqué par la fig. 18, qui est une section faite suivant la ligne 1-2, fig. 17. Les deux parties sont jointes à moitié épaisseur, à barbes parallèles et arrasements d'équerre, et serrées l'une contre l'autre par trois boulons *c*, à tête et écrou noyés. Toujours dans le but de soustraire les boulons à l'effort transversal, on introduit dans le joint deux clefs *d*, qui doivent être parfaitement ajustées et remplir très-exactement leur place.

La fig. 19 est le détail d'un volant construit par M. Cavé, pour une forge, dans des conditions assez semblables au précédent ; mais ses bras sont en fer, et faibles de section comparativement à la jante.

Chaque bras B est, en effet, une tige de fer forgé, arrondie sur les rives, de façon à obtenir à peu près l'ovalisation de la section ; l'extrémité forme un T, à talons peu saillants, qui s'engage dans une entaille ménagée à la jante et renforcée de talons *a*. Comme le bras ne forme que le tiers environ de l'épaisseur de la jante, l'entaille en a les deux tiers en pro-

fondeur, et le bras étant mis en place, le surplus est rempli par une cale *b*, puis un boulon *c*, à écrou et têtes affleurés, fixe le tout ensemble.

La fig. 20, qui est une coupe sur 1-2, rend compte exactement de ce qui vient d'être décrit.

Ajoutons que cet assemblage ne présenterait pas la rigidité suffisante, si l'on n'y ménageait deux clefs *d*, qui font, en quelque sorte, opérer la tension des bras par rapport à la jante, et soulagent le boulon *c*.

La réunion des parties de jante se fait à demi-épaisseur, suivant un joint en sifflet, comme le montre la projection horizontale fig. 21. Les deux parties sont retenues l'une sur l'autre par deux boulons *e*; deux clefs *f* les empêchent de fuir suivant le joint, en exerçant un effort transversal sur les boulons; les extrémités des barbes, ne pouvant pas se terminer en lame aiguë, sont arrondies.

Ce mode de jonction, qui rappelle un peu ce que les charpentiers désignent par le *trait de Jupiter*, a de véritables qualités comme solidité et résistance des parties jointes. Il est évident que les barbes coupées en coin résisteraient plus, le cas échéant, que celles découpées parallèlement, comme sur l'exemple fig. 18; mais on rencontre de véritables difficultés, pour exécuter un pareil assemblage, et faire un joint en sifflet parfaitement *dégauchi* en tout sens, sans négliger l'ajustement des joints extrêmes arrondis. C'est pourquoi l'on choisit souvent le joint parallèle qui, par la facilité d'exécution, offre une garantie de plus pour l'exactitude et la solidité.

DÉTAILS DIVERS (fig. 22 à 26). — Nous donnons encore quelques détails de construction de volant, qui, tout en différant de ceux qui précèdent, s'y rattachent assez pour être compris dans la même série.

Les fig. 22 à 24 sont les détails principaux d'un volant construit dans les établissements Cavé, pour une machine verticale de 14 chevaux.

Ce volant, dont le diamètre n'a que 3^m 76, est fondu en deux pièces reliées à la jante et par le moyeu. (Les trois jonctions devant être sur le même diamètre, il faut supposer la fig. 23 tournée d'un quart de révolution pour être en rapport avec la fig. 22 qui indique une de ces jonctions.)

Le rapport des deux parties du moyeu est fait tout simplement à l'aide de quatre boulons *a* disposés deux à deux de chaque côté du croisillon; le joint est plat, sans embrèvement; mais le tout est armé de deux frettes en fer *b*, ce qui sera toujours, ainsi que nous l'avons fait observer, une bonne précaution, même pour les volants fondus d'une seule pièce.

La réunion de deux parties de jante se fait suivant un joint de bout exactement plat, avec deux plaques à talon *c*, entaillées sur chacune des faces, et fixées par deux boulons *d*; quatre clefs en fer *e* permettent de serrer cet assemblage.

Les fig. 25 et 26 représentent le même genre de jonction, empruntée à un autre volant, et considérée comme une variante de ce qui vient d'être décrit. Les plaques à talons, ou à double T, sont remplacées par

deux autres plaques *c'* à queue d'aronde, prévenant par leur forme la disjonction circulaire, mais encore fixées par des boulons *d'*. On y remarque aussi un faux tenon *f*, de faible dimension, inséré dans le joint, afin de maintenir la rigidité latérale et réciproque des deux parties réunies, et cela indépendamment des plaques *c'*.

MISE EN ÉQUILIBRE DES VOLANTS. — On sait qu'un volant doit être parfaitement en équilibre sur son axe de rotation, ou, autrement dit, ne doit présenter aucun *pesant* d'un côté ou de l'autre, dans telle position qu'il occupe. Lui-même étant un solide de révolution régulier et sensiblement homogène, on peut le regarder comme équilibré; mais il n'en est pas de même de son axe, qui porte souvent une manivelle à laquelle se rattache un mouvement de transmission. Ainsi, on peut considérer l'ensemble du poids de la manivelle, de la bielle et du piston, comme un *pesant* qui nuirait à la régularité de la marche du volant si on ne l'équilibrerait pas.

A cet effet, le plus souvent, on ménage dans la jante, au point *opposé* au côté de la manivelle, une cavité que l'on remplit de métal d'une densité supérieure à celle qui constitue le volant, du plomb pour les volants de fonte, de façon à faire contre-poids *au pesant*, en tenant compte, bien entendu, du rapport entre les rayons de la manivelle et de la jante.

Cette méthode, que l'on peut appeler *équilibre par addition*, ou *positif*, peut être remplacée par le procédé contraire, consistant à obtenir l'équilibre par *soustraction* ou *négativement*.

Le volant détaillé fig. 22 à 24 en offre un exemple. Au lieu de ménager le vide dans la jante du côté *opposé* à la manivelle, on le réserve *du même côté*; mais alors, au lieu d'y mettre du plomb, on ne le remplit pas, ou on y introduit un morceau de bois pour le dissimuler. Le résultat obtenu est évidemment le même avec les deux méthodes.

GRAND VOLANT DE FORGES, PAR MM. THOMAS ET LAURENS (fig. 27 à 31, pl. 25). — Pour la construction de ce volant les ingénieurs sont entrés sans réserve dans l'emploi des moyens capables de donner la plus grande solidité et une sécurité parfaite. Il se distingue particulièrement par la structure de la jante, qui est composée de deux parties, dans le sens de l'épaisseur, dans le but, facile à apprécier, d'obtenir la plus parfaite rigidité dans la réunion des divers segments qui la composent.

La fig. 27 en est une vue de face partielle, avec une partie démontée pour montrer le mode d'application des deux moitiés de l'épaisseur;

La fig. 28 en est une section transversale faite sur l'axe 1-2;

La fig. 29 est une section de la jante suivant l'arc 3-4 rectifié;

La fig. 30 est une section transversale faite sur l'axe 5-6 de l'un des bras,

Et la fig. 31 est une section transversale de la jante, sur la ligne 7-8 passant sur le raccord de deux segments contigus.

La jante A, que l'on peut d'abord considérer comme d'une seule pièce,

est réunie avec le croisillon, suivant le mode précédemment indiqué fig. 17. On voit, en effet, que l'extrémité de chaque bras, taillée à queue, est prise entre deux ergots *c*, qui appartiennent à la jante, et serrée à l'aide de coins en fer; un boulon longitudinal *b*, claveté et à tête fraisée, complète l'assemblage.

Le croisillon est composé de deux parties comprenant chacune quatre bras *B*; ces parties sont assemblées au moyeu par dix boulons *a*, filetés des deux bouts, et par deux frettes en fer *g*, posées à chaud; une clef *h* est introduite dans le joint pour prévenir toute variation.

L'épaisseur de la jante est formée, comme nous l'avons dit, de deux parties qui sont composées elles-mêmes chacune de huit segments dont les joints sont croisés et ramenés de chaque côté des bras. La réunion des deux épaisseurs est effectuée vis-à-vis des bras et au milieu juste de leur intervalle, au moyen de broches en fer *f* rivées et fraisées des deux bouts; mais à l'endroit des talons *c* et des joints de segments, ce sont des boulons *e*, à écrou rond et noyé, de manière que la jante soit toujours démontable en huit parties sur sa circonférence.

En plus des boulons et rivets, la réunion des segments est opérée par une clef *d*, à queue d'aronde et à talons pénétrants: on a déjà remarqué qu'en principe, dans la construction de ces volants, on ne laisse jamais les boulons soumis à deux efforts de directions différentes, et qu'on ne doit leur faire supporter que la traction due au serrage des écrous.

Le croisement des épaisseurs de jante est rendu sensible par la fig. 27, où l'un des segments supérieurs est démonté, ce qui laisse apercevoir celui de derrière avec les saillies dressées, pour faire le joint plat.

L'arbre qui reçoit le volant est à huit pans, et le calage est effectué au moyen de coins en fer, qui servent en même temps à centrer. Enfin, tout révèle, dans ce système, la plus sérieuse préoccupation, de la part des auteurs, des efforts énormes qu'il est susceptible de ressentir ou de développer par son inertie.

Ce volant est applicable à un train de tôlerie, et l'axe sur lequel il est monté est susceptible de surmonter une résistance variable de 200 à 400 chevaux. Cet axe a pour section un octogone circonscrit à un cercle de 35 centimètres de diamètre et fait 60 à 70 tours par minute; en lui appliquant la règle ordinaire de Buchanan¹, relative aux axes en fer soumis à une forte torsion, et en le considérant seulement comme cylindrique au diamètre du cercle inscrit, on trouve qu'il est capable de transmettre, avec 65 tours par minute:

$$C = \frac{65 \times (35)^3}{4096} = 680 \text{ chevaux-vapeur.}$$

En supposant que cet arbre n'ait pas la même dimension dans toutes

1. Nous avons donné cette règle dans le 1^{er} volume de ce recueil en décrivant la machine de Saint-Ouen.

ses parties, on voit néanmoins qu'il est basé sur une grande résistance.

La jante du volant pèse 25,000 kilogrammes, et son diamètre égale 6^m 50. A 65 tours, on trouve pour la vitesse circonférencielle :

$$\frac{6,50 \times 3,1416 \times 65}{60} = 22^m 122 \text{ par } 1''.$$

Ainsi, à part même le croisillon, on est en présence d'une masse de 25 tonnes qui se meut à la vitesse énorme de plus de 22 mètres par seconde : c'est presque le quadruple de la force vive que représente une locomotive lancée à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure! Il était donc intéressant de se rendre compte des dimensions qui ont été données aux diverses parties de ce volant en vue d'une énergie aussi considérable.

MM. Petin et Gaudet, qui peuvent être regardés aujourd'hui, selon nous, comme les premiers maîtres de forge de l'Europe, viennent de monter à Saint-Chamond des laminoirs puissants en acier fondu, pour la fabrication des blindages de navire, et des grandes et fortes tôles de 15 à 20 mètres de longueur et plus. En praticiens éclairés, ils n'ont pas craint d'établir une machine à vapeur de 5 à 600 chevaux, à détente variable, et dont le volant ne pèse pas moins de 50 tonnes.

Ce volant a 9 mètres de diamètre ; sa jante est en fonte, composée de plusieurs parties, et entourée d'un fort cercle en fer que ces hardis fabricants ont eu l'habileté de rapporter à chaud et d'une seule pièce ; les bras sont fondus, creux ; mais ils sont traversés dans toute leur longueur par de forts tirants en fer qui les relient très-solidement à la jante.

Son moyeu, également fretté sur les deux côtés, est ajusté et calé sur un arbre de couche énorme, qui, outre la manivelle en fer du moteur, porte un gros engrenage en *acier fondu* de plus de 4 mètres de diamètre.

La vitesse moyenne de ce volant est de 50 tours par minute, ce qui correspond à 23^m 58 ou près de 24 mètres par seconde à la circonférence extérieure ; malgré cette énorme vitesse, les soins apportés à la construction et à son montage sont tels, qu'il tourne parfaitement rond ; et son énergie est tellement considérable que, lorsque les laminoirs fonctionnent, le moteur n'éprouve pas de ralentissement, malgré les grandes dimensions des pièces que l'on fait passer entre les cylindres. Nous avons pu constater ces résultats tout récemment, en visitant les usines de MM. Petin, Gaudet et C^e.

VOLANTS-POULIES (fig. 32 à 37). — Aux usines de Rachecourt appartenant à MM. Colas frères, ces habiles maîtres de forge ont inauguré, il y a quelques années, un système de transmission d'une grande hardiesse. Ils commandent les laminoirs directement au moyen de larges courroies. Nous donnerons prochainement l'ensemble de cette importante usine, mais nous désirons mentionner, à l'occasion de l'étude actuelle, les *poules* employées à cet usage et qui sont de véritables *volants*.

L'emploi du volant comme poulie est bien connu, surtout pour des

machines à vapeur de faible puissance; ce que nous devons montrer ici de particulier, c'est le mode de construction inhérent à des proportions qui dépassent les limites de la pratique ordinaire.

Les fig. 32 à 34 représentent les détails de l'une de ces immenses poulies-volants, dont la jante, qui est disposée pour recevoir deux courroies, a 5^m 60 de diamètre, et ne pèse pas moins de 8500 kilogrammes.

Cette jante A est composée de deux épaisseurs serrées l'une contre l'autre au moyen d'oreilles *a* boulonnées, et divisées en plusieurs parties sur la circonférence. L'ensemble est rattaché à un croisillon B, en deux parties, dont les bras sont assemblés, comme on l'a vu précédemment, au moyen de talons *b*, appartenant à la jante.

Les bras B, dont la fig. 34 est une section transversale, ont une largeur suffisante pour soutenir la jante dans la presque totalité de sa largeur, et représentent deux systèmes de bras superposés et séparés l'un de l'autre, quoique fondus d'une même pièce qui comprend la moitié du croisillon.

Les fig. 35 à 37 représentent en détail une poulie analogue, mais simple, qui constitue le volant d'une machine de 60 chevaux, construite par M. Gilmer, mécanicien de Paris, pour la même usine, sous la direction de MM. Ch. Thirion et de Mastaing.

La largeur de la jante étant moindre, le croisillon est simple, et les bras ont pour section celle indiquée fig. 37. Leur réunion avec la jante est faite d'une façon inverse à ce qui vient d'être expliqué; chaque bras se termine par une griffe *b*, dans laquelle sont pris les talons de la jante, dont les segments sont réunis au même point au moyen de deux boulons *a*.

Ces deux volants-poulies tournent à de grandes vitesses: la poulie double (fig. 32) fait 90 tours par minute, et l'arbre de la machine à vapeur qui porte la seconde (fig. 36) en fait 45.

Comme nous l'expliquerons, en publiant l'ensemble de l'usine de Rahecourt, l'application du système à courroie aux gros outils de forge a pour but d'éviter les ruptures fréquentes que l'on éprouve avec les engrenages, malgré la grande résistance qui leur est donnée; on comprend qu'une courroie pouvant glisser dans un moment d'effort excessif, les chocs et les accidents qui en résultent sont évités.

VOLANT-ENGRENAGE A DENTS DE FONTE, PAR M. TH. POWELL (fig. 38 à 40). — Nous avons dit que l'on exécute des volants de machines à vapeur, qui constituent en même temps le premier engrenage de transmission.

Les fig. 38 à 40 représentent un volant de ce système appliqué sur l'arbre de deux machines accouplées à deux cylindres, construites par M. Powell. (Il figure sous le n° 9 sur le tableau de la page 350.)

La fig. 38 en est une vue de face extérieure partielle, comprenant une portion de la jante et du croisillon;

La fig. 39 en est une section diamétrale faite sur l'axe d'un bras, dont la fig. 40 est la section transversale.

L'ensemble se compose de la jante A, divisée en douze segments, et du croisillon, formé d'un nombre correspondant de bras B, lesquels sont réunis sur le tourteau central C, fondu d'une seule pièce,

La jante, dont la section représente un T, est fondue avec la denture qui comprend 276 dents : soit 23 par segment. Ce nombre correspond à un pas de 90 mill., divisé à peu près également entre la dent et le creux ; la largeur de la denture est de 375 mill. Le raccord des segments se fait vis-à-vis des bras, qui se terminent chacun par deux talons *a* pour l'ajustement dans le sens du rayon, et par une griffe *b*, qui s'ajuste dans une entaille ménagée *ad hoc* à la jante ; cet assemblage est complété par deux boulons *c* qui réunissent les bras aux segments.

Ces bras sont ajustés dans les enclousonnements ménagés au tourteau C ; ils sont fixés par des boulons *d*, lesquels traversent en même temps le contre-plateau D qui donne à l'ensemble la solidarité nécessaire.

VOLANT-ENGRENAGE A DENTS DE BOIS, PAR MM. HOUDOUART ET CORBRAN (fig. 41 à 44). — Dans la plupart des cas, la denture d'un volant-engrenage, au lieu d'être en métal, est en bois, pour correspondre à une roue plus petite de diamètre, dont la denture est en fonte.

Les fig. 41 à 44 montrent un exemple de ce genre ; c'est un volant emprunté à MM. Houdouart et Corbran, de Rouen, qui s'occupent avec beaucoup de savoir de la construction des machines à deux cylindres.

Ce volant est composé de quatre pièces comprenant chacune deux bras et un quart de la couronne ou jante ; leur réunion s'opère à la jante par des faux tenons en fer clavetés, et au moyeu, par deux frettes en fer *a* ; la structure générale est bien celle d'un engrenage, plutôt que d'un volant, par la forme donnée aux bras et par leur raccord avec le moyeu central. Toute l'attention doit être reportée sur le mode d'emmanchement des dents de bois *b*, dont on chausse la couronne comme une roue ordinaire, mais en surmontant une difficulté qui naît de ce que la jante n'a pas, comme pour une roue simple, les dimensions strictement nécessaires à la denture, puisqu'elle est augmentée de la masse affectée à l'énergie du volant.

L'assemblage des dents du volant, fig. 41, est représenté en détail, fig. 43, qui est une section transversale de la jante.

Cette jante est composée d'un limbe annulaire A, fondu avec une couronne A', percée de mortaises, ou *cabinets*, pour y fixer les dents ; pour que ces deux parties conservent leur solidarité, malgré les mortaises qui les sépareraient complètement, le limbe y pénètre suivant un triangle qui oblige alors d'entailler conformément la queue des dents.

Ces dernières se composent chacune, dans le sens de la largeur, de deux pièces qui sont mises en place et ajustées séparément, mais qui se touchent comme si elles n'en formaient qu'une seule ; si les dents étaient faites d'un seul morceau, on les fendrait presque toutes en les emmanchant, à cause de la pénétration du limbe qui forme coin, ou bien on

ne parviendrait pas à leur faire remplir parfaitement la mortaise, comme on le peut, au contraire, aisément, en les coupant d'avance.

Quoique une semblable denture puise toute sa solidité dans l'ajustement très-serré de la dent, que l'on a eu la précaution de faire sécher longtemps avant la pose, elles peuvent prendre du jeu et sortir de leur place; pour empêcher cela, on les retient à l'aide d'une goupille en fer *c* placée dans le tenon, au-dessous de la couronne *A'*; à cet effet, le limbe *A* est percé d'un trou, vis-à-vis de chaque cabinet, de façon que la même goupille puisse traverser de part en part.

Pour décorer ce volant, tout en complétant son poids, les constructeurs rapportent sur la face apparente une couronne en fonte mince *D*, composée de huit segments, et fixée contre la jante par des boulons *d*. Cette couronne tournée présente un profil à moulure, étant du meilleur effet.

Ce volant est appliqué à une machine à deux cylindres d'une puissance nominale de 40 chevaux, dont l'arbre fait 21 tours par minute, et dont le rayon de la manivelle égale 0^m900; la détente totale est 6 fois l'admission à pleine vapeur. Il a les dimensions suivantes :

Diamètre au centre de gravité de la jante....	6 ^m 716
Vitesse correspondante par 1''	7 ^m 381
Poids de la jante, environ.....	6500 kil.
Poids total.....	9345 »
Diamètre du cercle primitif de la denture....	7 ^m 035
Nombre de dents	340

VOLANT-ENGRENAGE A DENTS DE BOIS, PAR MM. STEHELIN ET C^e (fig. 45 à 47).

— Ce volant appartient à une machine de Woolf de 80 chevaux, faisant 28 tours par minute; il a 6^m22 de diamètre au cercle primitif de la denture, et sa jante pèse 10,000 kil. Il est composé de six pièces comprenant chacune un bras et une partie correspondante de la jante; les bras se réunissent sur le tourteau *C*, et s'y fixent chacun par deux boulons *c*; les jonctions de jante s'effectuent à l'aide de faux tenons *d* clavetés.

La jante présente une partie élargie *A'* dans laquelle sont ménagées les mortaises pour recevoir les dents; ces mortaises débouchent dans des ouvertures *a*, qui traversent la jante de part en part et ne conservent entre elles, de quatre en quatre dents, qu'un plein correspondant au creux de la denture. Les dents sont retenues par des clefs en bois *b* que l'on chasse entre leurs tenons, en profitant des ouvertures *a* pour les introduire.

VOLANT-ENGRENAGE A DENTS DE BOIS, PAR M. LEGAVRIAN (fig. 48 et 49). — Ce dernier exemple diffère presque complètement de ceux qui précèdent. La jante *A*, divisée en huit segments, a la structure exacte d'une roue simple, et les mortaises la traversent entièrement, excepté devant les bras. Ceux-ci sont formés chacun de deux pièces *B* semblables, placées l'une

devant l'autre, et entre lesquelles sont pincés le plateau central C et les pattes *a* venues de fonte avec les segments. Ces derniers se terminent par la moitié de cette patte, dont le bord est muni d'un cordon saillant afin d'encastrer les deux parties du bras, lesquelles présentent à cet endroit un élargissement suffisant pour placer six boulons *b*, qui opèrent à la fois la réunion des parties de la jante entre elles et avec les bras.

La réunion des bras avec le plateau C est tout à fait semblable, et s'effectue par encastrement et au moyen de trois boulons *c* pour chaque bras. On remarquera qu'il a été ménagé à ceux-ci des talons *d* correspondant à de pareilles entailles dans les encastnements, ce qui a pour objet de soustraire les boulons *c* à l'effort de traction que la force centrifuge développe et qui s'exerce sur les bras.

Voici les dimensions de ce volant et les conditions de marche de la machine de Woolf à laquelle il est appliqué :

Puissance nominale de la machine.....	60 chevaux.
Détente totale.....	4,5
Vitesse de l'arbre moteur par 1'.....	24 tours.
Diamètre moyen de la jante du volant.....	5 ^m 932
Poids moyen de cette jante.....	7810 kilog.
Vitesse circonférencielle par 1'.....	7 ^m 452

Nous aurions pu donner encore d'autres modèles de volants, mais ils ne présentent pas assez de différence par rapport à ceux que nous avons pris pour exemple, et choisis parmi les meilleures constructions; nous n'aurions fait qu'augmenter cet article déjà fort long, sans aucun intérêt pour nos lecteurs qui, nous en sommes persuadés, trouveront suffisamment de renseignements dans les documents qui précèdent.

Il nous resterait cependant à parler des applications diverses de cet organe que l'on rencontre dans les différents genres des machines, autres que les moteurs à vapeur; mais nous nous proposons d'en faire le sujet d'un article spécial qui pourra être regardé comme le complément naturel de celui-ci.

SOUFFLERIE ET GRUE A VAPEUR

MACHINE SOUFFLANTE VERTICALE

A ACTION DIRECTE SANS VOLANT

CONSTRUITE

Par M. L.-A. QUILLACQ, ingénieur constructeur à Anzin (Nord)

(PLANCHE 26)

Quoique nous ayons fait remarquer dans deux précédents articles sur les machines soufflantes¹ que généralement il est préférable d'établir ces sortes de machines horizontalement, il peut se présenter des cas où, pour cause d'emplacement ou d'aménagement, il y ait avantage à choisir un système vertical. Nous croyons donc que, malgré la préférence donnée le plus souvent aux machines horizontales, l'on ne verra pas sans intérêt les dispositions d'une bonne machine verticale, parfaitement construite par M. Quillacq, d'Anzin, dont nous avons déjà, comme nos lecteurs doivent se le rappeler, mentionné quelques travaux.

Cette machine fonctionne depuis deux ans environ dans l'établissement de Blanc-Misseron, près Valenciennes, appartenant à MM. Dupont et C^e; elle est installée près d'un haut fourneau qu'elle alimente d'air, de sorte que la place qu'elle occupe étant toute en hauteur, le choix de ce type de machine se trouve pleinement justifié par la disposition du bâtiment qui est accolé près du haut fourneau.

Cette soufflerie, qui se distingue, comme toutes les machines à action directe sans volant, par sa simplicité de construction, présente en outre une particularité distinctive par l'application d'une disposition nouvelle de *boîte à ressort*, brevetée à la date du 23 décembre 1860, en faveur de M. Caruel-Dupont, ingénieur.

Cette boîte est destinée à assurer le fonctionnement régulier du tiroir

1. Machines soufflantes horizontales à clapets, par M. Cadiat et par MM. Thomas et Laurens, VIII^e vol., pl. 16 et 17.

Machines soufflantes horizontales à tiroir, à grande vitesse, par MM. Thomas et Laurens et par la C^e des établissements Cavé, XII^e vol., pl. 1 et 2.

de distribution de la vapeur dans le cylindre moteur, en entraînant, quand le piston est près d'arriver au bout de sa course ascendante ou descendante, les leviers de transmission de mouvement du tiroir, par la force expansive des ressorts dont cette boîte est munie.

La substitution de cette boîte à ressorts aux leviers à contre-poids employés jusqu'ici donne les meilleurs résultats, et rend le fonctionnement du tiroir de distribution aussi régulier que celui obtenu au moyen des excentriques ou des cammes dans les machines à vapeur ordinaires à volants.

Les dispositions générales de cette machine, ainsi que le mécanisme de distribution que nous venons de signaler, se comprendront aisément à l'examen des fig. 1 à 5 de la pl. 26, dont nous allons donner la description.

DESCRIPTION DE LA MACHINE SOUFFLANTE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 5 DE LA PL. 26.

La fig. 1 est une section verticale passant par l'axe des deux cylindres superposés, à vapeur et soufflant.

La fig. 2 montre cette même machine en élévation extérieure, vue du côté du tiroir de distribution de la vapeur dans le cylindre moteur.

La fig. 3 est un détail, en section verticale et horizontale, de la boîte qui renferme les clapets inférieurs d'aspiration du cylindre soufflant.

La fig. 4 sont deux projections analogues de la boîte des clapets supérieurs.

La fig. 5 donne le détail de la boîte à ressorts qui assure le mouvement du tiroir de distribution de vapeur.

Dans cette machine, le cylindre soufflant C repose sur quatre petites colonnes en fonte A, fixées sur une forte plaque de même métal assujettie solidement sur un massif en maçonnerie par des boulons de scellement *a*.

Ces quatre colonnes, en élevant le fond du cylindre, permettent de visiter aisément les clapets renfermés dans les boîtes B, boulonnées sous la plaque du fond.

A la partie supérieure de ce cylindre sont également fixées quatre petites colonnes A', qui reçoivent un petit entablement D, sur lequel est directement fixé le cylindre à vapeur C'. Sur le couvercle de ce dernier sont boulonnés les deux montants verticaux D', entre lesquels glisse le guide de la tige du piston moteur. Ces montants sont destinés en outre à supporter les principales pièces qui commandent le tiroir de distribution.

Le piston P du cylindre à vapeur est réuni directement au piston P' du cylindre soufflant par une tige T, qui traverse les deux presse-étoupe *p* et *p'*, ménagés au fond de ce premier cylindre et au couvercle du second.

Une tige plus petite t , reliée au piston à vapeur P, traverse le presse-étoupe p^2 , pour recevoir, en dehors du cylindre C' , le guide e , mobile dans la glissière formée par les montants D' . L'axe de ce guide est muni à ses deux extrémités de rondelles saillantes e' (fig. 2), destinées à faire mouvoir le tiroir de distribution de vapeur en rencontrant alternativement les deux leviers L et L', quand les pistons P et P' sont près d'arriver aux extrémités supérieure et inférieure de leur course.

Pour que ces leviers L et L' opèrent le déplacement du tiroir de distribution c , qui doit laisser pénétrer la vapeur tantôt en dessus, tantôt en dessous du piston P, renfermé dans le cylindre moteur, ces leviers sont montés sur de petits arbres en fer ajustés dans les paliers en fonte d boulonnés sur les montants D' ; et pour que leurs mouvements soient solitaires, leurs axes sont réunis par la bielle méplate en fer E, dont les extrémités, terminées par des fourches, s'assemblent avec de petits bras calés sur les arbres des leviers.

Le bras f , de l'arbre supérieur, est forgé avec une seconde branche d'équerre avec la première, et relié par articulation avec un petit manchon en fonte, qui forme la partie supérieure de la boîte à ressort F. La partie inférieure de cette boîte, qui est munie d'une tige engagée dans ce manchon (voyez le détail fig. 5), est reliée au boulon à fourche f' , fixé à un renflement venu de fonte avec l'un des montants D' .

Il résulte de cette disposition que l'ensemble de cette boîte est obligé de se déplacer avec le bras f , chaque fois que les extrémités de l'un ou de l'autre des leviers L ou L' sont rencontrées par les rondelles saillantes du guide e ; ce qui a lieu, comme nous l'avons dit, aux deux extrémités de la course des pistons dans les cylindres.

Ce déplacement de la boîte F, pour passer, par exemple, de la position qu'elle occupe (fig. 1) dans celle indiquée en lignes ponctuées ou *vice versa*, comprime, lorsque le bras f se trouve dans la verticale, les six ressorts à boudin dont elle est entourée. Mais, aussitôt cette position un peu dépassée, les ressorts agissent en se détendant, et forcent ce bras f à prendre une inclinaison inverse, c'est-à-dire celle indiquée par les lignes ponctuées de la fig. 1. Ce bras conserve cette dernière position jusqu'à ce que les rondelles saillantes des guides rencontrent les leviers supérieurs L, qui ramènent la boîte à ressort F dans la verticale, pour de là rappeler le bras f dans sa position primitive, et ainsi de suite à chacune des extrémités de la course des pistons.

Ce mouvement de va-et-vient intermittent est transmis au tiroir de distribution c par les deux petites bielles méplates E' , reliées à la tête de ce tiroir. La marche rectiligne est assurée à la fois par le presse-étoupe, dont la boîte de distribution G est munie, et par un guide en fonte g , traversé par l'extrémité supérieure de la tige du tiroir.

Les mouvements oscillatoires du bras f sont guidés par une chape en métal i , fixée à l'un des montants D' , et le poids des leviers L et L' est

équilibré par un contre-poids v' , qui fait partie d'un petit levier fixé sur l'axe du levier inférieur L' .

La vapeur arrive dans la boîte de distribution G par le tuyau G' , dont la communication avec le générateur peut être interrompue à volonté par la vanne verticale H , munie d'un volant à manette pour la manœuvre. La vapeur, après avoir produit son action sur le piston, s'échappe par le tuyau en fonte H' , qui s'assemble à bride sur une tubulure venue de fonte avec les canaux I , conduisant la vapeur distribuée par le tiroir aux deux extrémités du cylindre C' .

Les deux fonds du cylindre soufflant sont percés chacun de trois ouvertures, et fondus avec une tubulure coudée de forme rectangulaire M , destinée à la sortie de l'air forcé par le piston P' .

Sur chacune des ouvertures des fonds du cylindre se boulonne une boîte garnie de clapets qui s'ouvrent à charnière sous l'aspiration du piston, afin de laisser pénétrer l'air extérieur dans le cylindre.

Les boîtes inférieures B sont de forme rectangulaire, ouvertes en dessus sur toute la longueur qui doit se trouver en communication avec l'ouverture pratiquée au fond du cylindre. Les deux grandes faces latérales de chacune de ces boîtes sont percées de trois ouvertures contre lesquelles s'appliquent les clapets b . Ceux-ci sont composés d'une semelle en cuir, de 6 millimètres d'épaisseur, recouverte, sur les deux faces, de platines en tôle, de 5 millimètres d'épaisseur, fixées par des rivets en cuivre rouge. Les plaques de tôle ne recouvrent pas complètement la surface de la semelle de cuir, afin de laisser un des côtés du rectangle dégarni sur les deux faces. Ce côté est pincé entre la paroi intérieure de la caisse par trois boulons; celui du milieu fixe en même temps à la boîte une pièce coudée en fer b' , qui sert à limiter l'ouverture du clapet. Chaque boîte est munie de trois de ces pièces (voy. fig. 3), qui sont doubles pour servir à la fois aux deux clapets placés vis-à-vis; elles sont garnies de bandes de cuir destinées à éviter, autant que possible, le bruit produit par le choc des clapets qui, en s'ouvrant, viennent frapper ces pièces.

Les boîtes supérieures B' sont à peu près semblables aux boîtes B , si ce n'est pourtant que les pièces d'arrêt b sont remplacées par le couvercle b^2 (fig. 1 et 4), qui fixe le cuir b , garni de plaques de métal formant la charnière de chacun des clapets. Ce couvercle présente deux plans inclinés intérieurs contre lesquels viennent s'arrêter les clapets afin de limiter leur ouverture, et pour éviter en partie, comme dans la précédente disposition, le bruit que produirait cette rencontre, une deuxième épaisseur de cuir, moins large que la première, est fixée par-dessus la plaque de tôle qui recouvre la semelle en cuir du clapet proprement dit.

Les clapets de refoulement m sont construits exactement comme les clapets d'aspiration; à chacune des deux tubulures M est boulonné un cadre en fonte muni de trois de ces clapets (fig. 1), qui s'ouvrent à

l'intérieur des caisses en tôle M', en communication par un canal rectangulaire avec le conduit N de départ du vent forcé. L'ouverture de ces clapets est limitée par des tiges en fer *m'*, boulonnées à l'intérieur de la caisse M'.

Le montage et l'installation d'une machine construite dans les conditions de celle que nous venons de décrire sont aussi faciles que l'entretien et la surveillance de tous les organes, d'ailleurs fort simples, dont elle est composée. Elle peut être montée à une distance plus ou moins éloignée des murs du bâtiment dans lequel elle est renfermée. Il suffit de construire des fondations solides en maçonnerie pour recevoir la plaque en fonte et les boulons de scellement qui relie cette plaque et les colonnes du cylindre soufflant au sol de l'usine.

Un plancher peut être établi, comme cela existe dans l'établissement de Blanc-Misseron, à la hauteur de l'entablement en fonte qui reçoit le cylindre à vapeur; de cette sorte, les pièces de la distribution se trouvent à la portée du machiniste, qui peut en effectuer le graissage et exercer la surveillance qu'il est bon d'apporter à toutes les machines en marche.

GRUE ROULANTE A VAPEUR

A PIVOT MOBILE AVEC SA CHAUDIÈRE

Par M. L.-A. QUILLACQ

(PLANCHE 26, FIG. 6 A 8)

M. Quillacq, avec les dessins de la machine soufflante que nous venons de décrire, nous a communiqué ceux d'une petite grue à vapeur remarquable par la manière heureuse dont sont groupés, sur la plate-forme mobile, à la fois la chaudière à vapeur, le cylindre moteur et toutes les pièces de la transmission de mouvement au tambour ou treuil, à la circonférence duquel s'enroule la chaîne, recevant à son extrémité le fardeau à élever.

Quatre appareils, un mobile et trois fixes, d'une disposition analogue à celui représenté pl. 26, sont en activité à la Compagnie des mines d'Anzin. La grue mobile est employée à desservir deux lignes de fours à coke; elle prend sur les wagons de la Compagnie des caisses à charbon contenant 12 hectolitres, et pesant, avec la caisse et le fléau, environ 1500 kilogrammes.

Cette grue élève et décharge 14 de ces caisses dans l'espace de 12 minutes environ.

On pourrait aisément lui faire élever un poids beaucoup plus considé-

rable, puisque lors des essais de réception elle a soulevé 3000 kilogrammes à 5 mètres de hauteur. Elle peut élever cette charge maximum à 5^m20 de portée, à la condition que les griffes dont le chariot est muni soient bien assujetties aux rails de la voie.

On peut avoir une idée exacte de la disposition de cet appareil par les fig. 6 et 7 (pl. 26), qui le représentent en élévation de face et de côté.

Sur la fig. 7, on a supposé la chaudière enlevée pour laisser voir le mécanisme de la transmission.

La fig. 8 est une section verticale de la chaudière seule, séparée de l'appareil.

A l'inspection de ces figures, on voit que l'ensemble de la grue est monté sur un petit châssis ou *truc* A, muni de plaques de garde A', dont les boîtes à graisse *a* reçoivent les essieux de quatre roues de wagon B, permettant son transport sur une voie ferrée.

Ce truc peut être arrêté à demeure sur cette voie au moyen d'un système de griffes à parallélogramme C, qui enserrant le boudin des rails. C'est en tournant les écrous *c*, qui se trouvent au-dessus de la plate-forme, que l'on opère le serrage ou le desserrage des griffes. Dans le premier cas, on tourne de façon à produire le raccourcissement des branches, et, dans le second, leur allongement, afin que les extrémités recourbées s'ouvrent pour dégager complètement les griffes des rails.

La plate-forme du truc est munie d'un petit tablier en fonte D, qui s'y agrafe par trois pitons *d*, et qui est relié aux plaques par deux boulons en fer *d'*; elle reçoit au centre la colonne en fonte E, dont la partie supérieure est munie d'un grain d'acier sur lequel repose le pivot qui fait partie du bâti F.

Avec ce bâti sont venus de fonte les quatre bras *f*, destinés à supporter la chaudière verticale M, et aussi les paliers de l'arbre du tambour à chaîne T et ceux de l'arbre à manivelle *e*, actionné directement par le moteur à vapeur.

Celui-ci est composé d'un cylindre G, placé verticalement entre les bras verticaux supérieurs du bâti, auxquels il est relié par des boulons et au moyen de deux saillies transversales fondues avec ce cylindre. La tige *g* de son piston traverse un guide *g'*, fondu avec des pattes qui, prolongées, vont se fixer aux deux flasques du bâti. Une bielle *h*, forgée avec une longue fourche, relie cette tige avec l'arbre coudé à manivelle *e*.

Celui-ci reçoit les deux excentriques actionnant la coulisse de Stephenson *h'*, qui commande le tiroir de distribution de vapeur.

Le déplacement de la coulisse est opéré, soit pour provoquer un changement de marche et déterminer la rotation en sens inverse du treuil, soit pour augmenter, ralentir ou arrêter le mouvement, au moyen du levier H, qui glisse contre un secteur divisé fixé sur les parois d'une caisse à eau solidaire avec la chaudière.

L'admission de la vapeur dans la boîte de distribution, qui a lieu par

le tuyau *i*, est interrompue à volonté à l'aide d'une valve que l'on manœuvre par le levier à manette *I*, placé à la portée du mécanicien, près du levier de changement de marche.

L'arbre moteur *e* reçoit un troisième excentrique circulaire dont la tige commande directement le piston de la pompe alimentaire *J*. Celle-ci, par le tuyau *j*, aspire l'eau contenue dans le réservoir *M'* et la refoule par le tuyau *j'* dans l'intérieur de la chaudière *M*.

Cette chaudière, solidement maintenue au bâti par les bras *f*, est complètement cylindrique ; le plafond de son foyer *m* est garni de tubes *m'* (fig. 8), débouchant dans la boîte à fumée *N*, en communication directe avec la cheminée d'appel *N'*, qui permet le dégagement dans l'air ambiant des gaz produits de la combustion, et dans laquelle, pour activer le tirage du foyer, s'échappe par le tuyau *i'*, comme dans les machines locomotives, la vapeur qui a produit son effet sur le piston du cylindre moteur. Des portes *n* et *n'* permettent de faire le service de la chambre à feu et le nettoyage de la boîte à fumée et des tubes.

Le réservoir *M'*, annexé à la chaudière qu'il enveloppe sur près de la moitié de sa circonférence, offre cet avantage : c'est que la grue transporte avec elle, pour un certain temps, le liquide qui lui est nécessaire, et que, de plus, l'eau d'alimentation contenue dans ce réservoir participe ainsi à une portion de la température élevée que possèdent les parois de la chaudière.

La flèche *K* de la grue est en tôle, composée de deux feuilles cintrées rivées l'une à l'autre ; elle est reliée par sa base au bâti par une pièce en fonte que traverse un fort boulon *k*, et, au sommet, par des tirants en fer méplat *K'*, munis de distance en distance d'entretoises en fer rond *k'*.

L'arbre du treuil, à la circonférence duquel s'enroule la chaîne *L*, est muni de la grande roue d'engrenage *R* fondue avec la poulie à joues *R'*. Cette poulie est entourée d'un frein composé, comme dans tous les appareils de ce genre, d'une lame flexible en acier *l*, ayant ses deux extrémités reliées à un levier *L'* (fig. 6).

En agissant sur la manette de ce levier, on rapproche ou on éloigne l'une de l'autre, à volonté, les deux extrémités de la lame d'acier. Dans le premier cas, on oblige la lame à exercer sur la circonférence de la poulie *R'* un frottement qui a pour but de déterminer son arrêt, et, dans le second, la lame reste détendue et sans action sur la poulie.

La roue *R* engrène avec le petit pignon *r*, calé sur l'arbre moteur *e*, qui porte, du côté du bâti opposé à ce pignon, un volant *V*. L'un des bras de ce volant est muni d'une manivelle *v* (fig. 7), pour servir au besoin, en cas d'accident, et conjointement avec la manivelle *v'*, fixée de l'autre côté de l'arbre *e*, à faire fonctionner l'appareil par des hommes, sans l'intermédiaire du cylindre à vapeur.

Dans ce cas, bien entendu, le chaîne de Galle *P*, destinée à déplacer au besoin l'appareil par le moteur, ne doit pas être engagée dans les dents

du pignon *p*, fixé à l'extrémité de l'arbre *e*. A cet effet, l'un des maillons se démonte à la manière d'un axe d'articulation avec rondelles et goupilles. Cette chaîne, comme on le remarque, commande l'essieu de la roue d'arrière du wagon en entraînant la roue *p'* calée sur cet essieu.

L'addition de ce mouvement, qui ne complique pas sensiblement l'appareil, a été faite, non pas pour déplacer la grue dans un service régulier, mais bien plutôt pour la transporter à une grande distance à la façon d'une locomotive à petite vitesse.

M. Quillacq vient de faire à ce système de grue élévatoire une modification qui permet d'équilibrer la charge suspendue à l'extrémité de la flèche. Elle consiste simplement dans le prolongement des bras inférieurs *f*, destinés à supporter la chaudière. Ces deux bras ainsi prolongés sont reliés par des plaques de tôle ou de fonte striées, formant un plancher sur lequel se tient le machiniste, qui peut alors se déplacer avec l'appareil quand on le fait tourner sur son pivot. Deux tirants de fer sont disposés diagonalement de chaque côté, afin de relier la tête de la colonne avec les extrémités des bras et donner ainsi à l'ensemble de l'appareil, avec une grande rigidité, toute la solidité désirable.

A l'aide de ce tablier, la charge se trouve équilibrée à la fois par le plancher, l'ouvrier de service, et par un contre-poids mobile disposé entre les bras au-dessous du plancher.

La force du moteur à vapeur dans la machine que nous venons de décrire est de 6 chevaux.

Le poids total de cette grue est de 10511^k20, réparti ainsi :

Fonte.....	7323 ^k 600
Fer.....	3123 800
Bronze.....	61 800
Acier.....	2
	<hr/>
	10511 ^k 200

Le prix de l'appareil complet est de 10,500 fr. pour la grue mobile, et 8,000 fr. pour la grue fixe du même modèle, quant au moteur, mais avec un pivot fixé dans un massif, sur une hauteur de 2 mètres.

CRISTALLISATION DE DIVERS SELS

ET

EXTRACTION DU SULFATE DE SOUDE

PAR LE FROID ARTIFICIEL

Par M. CARRÉ, ingénieur chimiste à Paris

(PLANCHE 27)

L'énorme quantité de calorique absorbé par la vaporisation a fait songer depuis longtemps à se servir de la vaporisation des liquides volatils dans le vide, pour produire artificiellement du froid et fabriquer de la glace. Les liquides qui, comme l'éther, le sulfure de carbone, etc., entrent en ébullition à une basse température, et possèdent encore à celle de congélation de l'eau une tension considérable (14 à 15 centimètres de mercure), sont éminemment propres à produire ce résultat.

Jusqu'à ces dernières années, sauf quelques essais sans résultats vraiment sérieux au point de vue pratique, l'industrie n'avait pu tirer parti de cette propriété physique. M. Carré, à la suite d'études sérieuses et de nombreuses expériences, est arrivé à combiner une série d'appareils ingénieux qui peuvent être appliqués industriellement à l'obtention d'un grand nombre de produits.

Avant de décrire l'appareil qui fait l'objet de cet article, et qui est destiné spécialement à l'extraction du sulfate de soude et à la cristallisation de divers sels, nous allons décrire sommairement, d'après une note communiquée par M. Carré à l'Académie des Sciences (séance du 24 décembre 1860), les appareils radicalement nouveaux au moyen desquels la production du froid est obtenue sans le secours de moyens mécaniques.

Le principe de ces appareils repose sur l'absorption en vase clos des gaz liquéfiés ou vapeurs condensées par des corps quelconques pour la production du froid, leur séparation de leur dissolvant par la chaleur, accompagnée de liquéfaction dans un autre vase communiquant avec le premier, sous l'influence de la tension combinée avec une température plus basse suivie de la réabsorption par le liquide, ou corps désaturé ou appauvri, lorsqu'il est soumis au refroidissement. Ces opérations peuvent être indéfiniment répétées.

Les appareils employés par M. Carré sont intermittents ou continus.

L'appareil intermittent est d'une simplicité tout à fait rudimentaire. Que l'on se figure deux cornues suffisamment résistantes, d'une capacité respective de 4 à 4 volumes, et dont les deux cols un peu élevés et allongés seraient soudés par leurs extrémités; la plus grande, remplie au trois quarts d'une solution ammoniacale concentrée, est placée sur le feu, tandis que la plus petite plonge dans l'eau froide; on chauffe la solution jusque vers 130 ou 140°, point où presque tout le gaz s'est séparé de l'eau pour venir se liquéfier dans la seconde cornue; on constate facilement la température sur un thermomètre placé dans un tube fermé qui pénètre dans la solution. La séparation terminée, on met au contact de l'eau froide le récipient contenant l'eau épuisée; la réabsorption du gaz liquéfié commence immédiatement, et sa volatilisation détermine dans la petite cornue un froid qui peut facilement congeler l'eau dont on l'entoure. Ce froid est intense et peut descendre au-dessous de 40°. M. Balard, en faisant fonctionner l'appareil au collège de France, a pu solidifier le mercure.

Au lieu de cornues, M. Carré emploie dans la pratique de simples récipients cylindriques reliés par un tube; il est nécessaire que ces vases soient exactement clos et purgés d'air pour faciliter la liquéfaction et l'absorption; celle-ci se trouve en outre favorisée par la disposition en couches superposées du liquide dans le récipient où elle se produit; cette même disposition intervient encore pour épurer le gaz de vapeur d'eau pendant son dégagement qui a lieu progressivement de bas en haut, à travers des liquides de plus en plus riches qui retiennent la plus forte partie de l'eau entraînée.

Malgré le lavage du gaz pendant son dégagement, il entraîne toujours un peu de vapeur d'eau qui reste liquide dans le réfrigérant après chaque opération, et l'appareil se trouverait bientôt hors de service s'il n'était disposé pour restituer l'eau de l'un à l'autre récipient après une série d'opérations. Cette restitution s'opère d'elle-même en maintenant pendant quelques secondes le réfrigérant au-dessus de la chaudière. Cet instrument intermittent, spécialement destiné aux usages domestiques, produit un minimum de 5 kilogrammes de glace par kilogramme de charbon brûlé dans un fourneau de cuisine.

L'appareil continu est susceptible de développements presque illimités. Il se compose principalement d'une chaudière chauffée à feu nu ou au moyen de la vapeur; d'un barboteur superposé à la chaudière pour l'épuration du gaz; d'un liquéfacteur tubulaire où le gaz se liquéfie sous l'influence d'un courant d'eau froide; d'un réfrigérant dont la forme est appropriée à la destination et dans lequel le gaz liquéfié s'écoule à mesure; d'un vase à absorption dans lequel le gaz s'élançe du réfrigérant pour se dissoudre dans l'eau comme la vapeur d'eau se résout dans un condenseur ordinaire, avec cette différence qu'ici l'eau d'absorption doit être constamment refroidie par un courant d'eau passant dans un serpentin, et qui emporte le calorique latent dégagé par l'absorption; d'une pompe qui refoule à la chaudière l'eau saturée dans le vase à absorption; et, enfin, d'un régénérateur dans lequel l'eau qui doit servir à l'absorption, prise épuisée ou à peu près au bas de la chaudière, échange sa température avec celle de l'eau saturée qui s'y rend en sens inverse.

La fonction de la chaudière est assimilable à celle d'un appareil distillatoire, la séparation du gaz ammoniac de l'eau s'y produit facilement, et comme l'eau

n'a pas besoin d'être complètement épuisée, puisqu'elle n'est pas écoulée au dehors, il est inutile de multiplier les engins séparateurs. Le barbotage du gaz dans le récipient où arrive la solution au maximum de concentration l'épure suffisamment pour donner de bons résultats; la liquéfaction du gaz, toujours un peu aqueux, se produit sous une tension de 6 à 7 atmosph. à la température de 25°.

L'absorption du gaz par l'eau est accompagnée d'un dégagement considérable de calorique, qui est l'équivalent du froid produit par le calorique absorbé dans le réfrigérant. Étant donnés, la quantité du gaz ammoniac à absorber, égale à 30 p. 0/0 en poids de la quantité d'eau, le calorique de dissolution de 1 kilogramme d'ammoniacque égal à 514 calories, on trouve que 1 kilogr. d'eau, pour se saturer au point voulu sans changer de température, nécessite la soustraction de 154,20 calories; l'absorption serait impossible dans la mesure nécessitée par le travail, si la solution n'était constamment refroidie par le passage de l'eau froide dans un serpentín placé à l'intérieur du vase où elle se produit.

La solution ammoniacale de la chaudière s'est d'abord dépouillée de la plus forte partie de son gaz, et lorsque l'appareil est prêt à entrer en travail de réfrigération, elle se trouve très-appauvrie, surtout dans les couches inférieures; mais comme elle contient encore une quantité notable d'ammoniacque, et qu'il y aurait en outre perte majeure à l'écouler chaude, il devient important de la rendre propre à l'absorption en échangeant sa température avec celle de l'eau saturée qui retourne à la chaudière; il résulte de cet échange que la chaudière n'a à fournir que l'équivalent en calories à haute température de la somme des calories à basse température qui seront absorbées dans le réfrigérant, et sauf des pertes qui ne peuvent être majeures, par rayonnement et imperfection d'échange, on peut déterminer *à priori*, par le pouvoir calorifique d'un combustible, la quantité de calories qu'il pourra soustraire à un corps donné.

L'intensité du froid que l'on peut produire avec cet appareil peut varier dans des limites très-étendues et se déterminer par la quantité de gaz dont on chargera l'eau dans le vase à absorption; plus elle y passera abondamment, plus l'absorption sera énergique et conséquemment le froid intense; en ne faisant absorber que 15 à 20 p. 0/0, le froid descendra facilement à — 50° ou — 60°.

L'eau entraînée en vapeur avec le gaz ammoniac finirait, en s'accumulant dans le réfrigérant, par paralyser son action; une extraction intermittente ou continue, avec échange de la température du liquide sortant avec celle du liquide entrant, obvie à cet inconvénient. L'échange de température est encore pratiqué entre le gaz qui sort très-froid du réfrigérant et le liquide qui y arrive du liquéfacteur à 20 ou 25°; ces échanges s'obtiennent facilement en faisant serpenter l'un des deux tubes abducteurs autour de l'autre.

Des précautions particulières doivent être observées dans la construction de ces appareils; le cuivre allié de la plus petite quantité de zinc doit en être pros crit, parce que sa constitution moléculaire est rapidement altérée et sa ténacité détruite. Le cuivre jaune immergé quelques heures dans une solution ammoniacale faible et à froid devient aussi friable que l'argile. Parmi les métaux usuels, le fer, la fonte, l'acier, l'étain, le plomb, résistent sans altération; les rivures soudées à l'étain ou au plomb ne laissent d'ailleurs aucune possibilité à aucune fuite, condition essentielle pour éviter l'appauvrissement de la solution et permettre un fonctionnement indéfiniment prolongé.

La fabrication des produits chimiques peut trouver un puissant auxiliaire dans la réfrigération artificielle ; on sait qu'un grand nombre de substances sont beaucoup moins solubles à froid qu'à chaud ; la plupart des sels sont dans ce cas, et si on soumet leurs dissolutions à un froid intense, on peut obtenir la cristallisation de la presque totalité des sels qu'elles contiennent ; la cristallisation à froid présentera souvent des avantages très-marqués sur celle par vaporisation, surtout lorsqu'on doit agir sur des solutions faibles. Étant donnée, par exemple, une solution de sulfate de soude contenant 10 p. 0/0 de sel, 100 kilogr. de cette dissolution à traiter par vaporisation nécessiteraient l'emploi de 15 kilogr. de houille à raison de 6 kilogr. d'eau vaporisée par kilogramme de combustible, tandis que par voie de réfrigération le même travail est obtenu avec environ 1/2 kilogr. de houille.

Sans entrer dans l'exposé théorique de ces effets constatés par l'expérience, et appliqués déjà à l'extraction du sulfate de soude des eaux salées, par les méthodes de M. Balard dans l'une des plus importantes salines du Midi, celle de MM. Henri Merle et C^e, nous allons décrire les appareils avec lesquels on les obtient, et qui sont dus à M. Carré.

Comme nous l'avons dit, l'agent producteur du froid est ici un liquide très-volatil, tel que l'éther sulfurique, l'éther chlorhydrique, ou même, lorsqu'on veut obtenir un degré de froid très-intense, un gaz liquéfié tel que l'acide sulfureux ; cet agent est renfermé dans un appareil tubulaire nommé réfrigérant ; une pompe pneumatique, actionnée par un moteur, soutire les vapeurs de ce réfrigérant et les refoule dans un condenseur tubulaire, où elles se résolvent sous l'influence d'un courant d'eau froide, pour de là retourner au réfrigérant et s'y vaporiser de nouveau.

L'arrivée du liquide à dépouiller, l'extraction des produits et l'écoulement des liquides épuisés sont continus ; le liquide épuisé échange préalablement sa température avec celle du liquide saturé, qui arrive en circulant en sens inverse dans des appareils tubulaires, de sorte que toute la puissance réfrigérante est utilisée au profit du travail effectif.

Les dispositions particulières de cet appareil seront aisément comprises à l'inspection des figures de la planche 27, et son fonctionnement par la description que nous allons en donner.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DESTINÉ A L'EXTRACTION DU SULFATE DE SOUDE,

REPRÉSENTÉ PL. 27.

La fig. 1 est un plan général vu en dessus, le cylindre de la pompe pneumatique coupé suivant son axe.

La fig. 2 est une section longitudinale faite par la caisse du réfrigérant.

La fig. 3 montre le même appareil, vu par bout et suivant une coupe

transversale, passant par le réfrigérant et par l'axe du condenseur.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/40.

Les fig. 4 et 5 indiquent, en sections verticale et horizontale, à 1/20, la disposition intérieure de l'appareil collecteur.

La fig. 6 représente isolément l'appareil servant à échanger la température du liquide épuisé avec celle du liquide à traiter.

La fig. 7 est un détail à 1/5 des tubes échangeurs.

La fig. 8 est une coupe, par l'axe de la tige du piston et des soupapes, de l'un des fonds de la pompe pneumatique.

Enfin, la fig. 9 est une section d'une valve, appelée par l'auteur : *robinet du vide absolu*.

Les dispositions générales de la pompe pneumatique diffèrent peu des appareils de ce genre. Elle se compose d'un cylindre en fonte A fondu avec des oreilles qui servent à le fixer sur le bâti horizontal B, prolongé pour recevoir les glissières B' et les paliers *c* de l'arbre à manivelle C.

Cet arbre, actionné par un moteur quelconque, au moyen d'une courroie montée sur l'une des deux poulies-volants V, commande directement la tige *p* du piston P de la pompe, par la bielle en fer forgé D.

La tige *p* traverse un stuffing-box hydraulique *a*, formant clôture hermétique autour de cette tige; il est disposé au centre du couvercle A' (fig. 1 et 8), de la manière suivante : deux garnitures de cuir embouti sont engagées à l'intérieur de cette boîte; la première repose sur la face externe du fond, et la seconde est appliquée à l'orifice de la boîte qu'elle ferme par une bride en fonte *a'*, serrée par des boulons à écrou.

Dans l'intérieur de la boîte, entre les cuirs formant la double garniture, est placée une longue bague en bronze *b* (fig. 8), percée de trous à sa circonférence, afin de laisser pénétrer jusqu'à la tige l'huile qui arrive par le tube *b'*, en communication avec un réservoir supérieur : cette huile remplissant complètement l'espace annulaire ménagé autour de la tige exclut toute rentrée à l'intérieur. Le serrage du premier cuir embouti fermant le fond de la boîte est obtenu par la bague *b*, et une rondelle en fer sur laquelle on exerce une pression facultative à l'aide des vis *c'*.

Les fonds de la pompe pneumatique sont percés chacun de quatre ouvertures circulaires fermées par des soupapes s'ouvrant à charnière; elles sont en acier très-mince, pour être aussi légères que possible. C'est afin de pouvoir accélérer la marche de la pompe, et, par suite, réduire son volume, que ces fonds sont munis de plusieurs soupapes. Celles supérieures *d* (fig. 8) sont les soupapes d'aspiration, et celles inférieures *d'*, les soupapes de refoulement. Les premières s'ouvrent naturellement du dehors au dedans du cylindre, et les secondes inversement.

L'ouverture des soupapes d'aspiration est limitée par de petites tringles articulées en fer *e*, et celle des soupapes de refoulement par un butoir *e'*, auquel est ajoutée une lame de ressort courbe *e²*, qui repousse le clapet dès que le piston commence sa course rétrograde. Les sièges de

ces soupapes sont mobiles, afin de faciliter les réparations; ils sont munis d'un petit rebord qui s'enclave dans l'épaisseur du fond et y forme joint.

Sur les ouvertures des soupapes d'aspiration sont fixées les brides des deux tuyaux E reliés au gros tube bifurqué E', qui établit la communication du corps de pompe avec le vase cylindrique F, servant de collecteur commun aux vapeurs qui arrivent de l'appareil réfrigérant.

Les soupapes de refoulement s'ouvrent à l'intérieur des tubes G assemblés avec ceux G', communiquant avec le condenseur tubulaire H.

L'appareil réfrigérant se compose de plusieurs rangées de tubes horizontaux F', assemblés sur des tubes *f*, disposés transversalement de manière à relier entre elles chaque série formant une rangée dans le plan horizontal. Ces tubes collecteurs partiels sont réunis au collecteur commun F au moyen des tubulures *f'*. Tout l'appareil est enfermé dans une cuve rectangulaire en tôle I, dont l'extrémité opposée à l'arrivée du liquide à refroidir est munie d'un appendice en forme d'entonnoir I', dans lequel les cristaux déposés dans la cuve I sont amenés continuellement par les palettes *j* d'un agitateur J, destiné, en outre, à renouveler les points de contact du liquide, et à empêcher l'adhérence des cristaux sur les tubes. Cet agitateur est composé d'une double rangée de règles en bois placées horizontalement, l'une au sommet de la cuve et l'autre au fond, et reliées entre elles par des tringles rectangulaires *j'*, qui descendent verticalement entre les tubes F'.

Aux règles inférieures sont montées à charnière les palettes en tôle *j*, afin que, dans le mouvement de va-et-vient communiqué à ce châssis, elles puissent se présenter verticalement pour repousser les cristaux dans la trémie, et s'incliner ensuite pour passer au-dessus des nouveaux cristaux formés derrière ces palettes.

Le mouvement de va-et-vient est transmis à cet agitateur par le petit arbre coudé *i*, relié aux règles supérieures du châssis J par la bielle méplate en fer J'. Cet arbre est animé d'un mouvement de rotation continu par une courroie qui embrasse la poulie *i'* (fig. 1).

La cuve I est recouverte, sur toutes ses faces, d'une enveloppe en bois K, qui laisse un espace libre pour y loger de la sciure de bois, du feutre ou toute autre matière non conductrice de la chaleur. Le tout est monté sur un bâti en fonte ou en bois K', ou pouvant être établi directement sur le sol, suivant que les exigences du local et la commodité de l'installation le demandent.

Une cloison *k* partage la cuve, de façon à former dans la capacité I' une région de repos dans laquelle le liquide se décante avant de s'écouler par le col de la trémie, qui reçoit également les cristaux. Ils sont enlevés au fur et à mesure de leur arrivée par une drague L, composée de godets en métal *l*, criblés de petits trous pour laisser échapper l'eau, et fixés sur une toile sans fin passant sur deux rouleaux mobiles. Celui supérieur est commandé par une courroie qui fait tourner lentement la poulie *l'*,

fixée sur le prolongement de l'axe de ce rouleau. Comme la cuve, le conduit rectangulaire en tôle qui renferme la drague est entouré de matière non conductrice que recouvre la chemise en bois L'.

Un appareil tubulaire, servant à échanger la température du liquide épuisé avec celle du liquide à traiter avant son arrivée au réfrigérant, est disposé près de ce dernier. Il est composé de deux cylindres en cuivre mince M, montés verticalement l'un près de l'autre dans une caisse en bois; ces cylindres (fig. 3 et 6) sont garnis intérieurement d'un grand nombre de tubes de même métal M', soudés par leurs extrémités à des tubulures repoussées dans les diaphragmes *m*, qui terminent le faisceau, et dans lesquelles la soudure faite à l'étain est emboutie sur une grande surface; le contour des plaques est lui-même replié pour se souder sur l'enveloppe M.

Tous les tubes échangeurs M' sont garnis intérieurement de chapelets composés de petits disques minces fixés de distance en distance à des tringles articulées *m'* (fig. 2, 3 et 7), qui sont reliées à deux plateaux suspendus, au-dessus des cylindres M, à un levier à deux branches N. L'axe de celui-ci reçoit un mouvement circulaire alternatif au moyen du levier *n* et de la bielle N', reliée à l'arbre *i*. Au moyen de cette transmission, les chapelets sont animés d'un mouvement ascendant et descendant à l'intérieur des tubes échangeurs, ayant pour but d'y empêcher l'adhérence des cristaux précipités par le refroidissement.

Les vapeurs refoulées par la pompe sont conduites par les tuyaux G et G' dans le condenseur H, et circulent autour des tubes H' (fig. 3), dans la capacité comprise entre les deux diaphragmes *h*. Au contact de ces tubes, dans lesquels circule un courant d'eau froide, ces vapeurs s'y condensent, et le liquide ainsi reconstitué est repris au bas du condenseur par le tube O, qui le ramène au réfrigérant après avoir serpenté autour du gros tube d'aspiration E', qui le refroidit notablement au contact des vapeurs très-froides qui y circulent.

Par le fait de la différence de tension qui existe entre le condenseur et le réfrigérant, le liquide volatil tend naturellement à retourner à ce dernier; pour régler ce retour, un robinet O' est disposé sur le parcours du tube O. Il est analogue, comme construction intérieure, aux soupapes ordinaires à siège; sa tige motrice *o* (fig. 9) traverse, au lieu de stuffing-box, une membrane métallique flexible *o'*, cannelée circulairement pour obtenir une flexion plus grande. Cette membrane est soudée par son pourtour à un appendice évasé fondu avec le boisseau du robinet, et par son centre est reliée à la tige de la soupape. Cette tige est commandée extérieurement par un écrou à collet tournant au centre d'une arcade fixée au boisseau, et un autre écrou plus petit limite la course de la soupape et par suite la flexion de la membrane métallique *o'*.

Nous allons compléter la description des pièces qui composent l'appareil, en suivant la marche de l'opération pendant le fonctionnement.

MARCHE DE L'APPAREIL.

La solution à frapper est amenée par le tuyau p (fig. 1 et 6) au sommet du premier cylindre de l'appareil échangeur M. Elle traverse les tubes M' , remonte par le tuyau p' pour traverser également les tubes du second cylindre, et pénétrer ensuite par le tuyau d'arrivée P, dans la cuve I du réfrigérant F' . Le liquide épuisé sort de cette cuve par le tuyau P' , circule autour des tubes du second cylindre, puis par le tuyau P^2 (fig. 6) dans le premier cylindre, et s'échappe après avoir échangé presque complètement sa température avec celle du liquide qui traverse les tubes. En mettant à la suite un nombre suffisant d'appareils du même genre on peut échanger la température des deux liquides à un ou deux degrés près.

L'éther que doit renfermer l'appareil est introduit dans un vase R' logé dans celui R, monté au sommet du collecteur F. A cet effet, ce vase est muni d'une tubulure r (fig. 1, 2 et 4) fermée par un bouchon à vis.

La pompe pneumatique mise en mouvement aspire, par le gros tube E' , les vapeurs qui, des tubes F' du réfrigérant, se rendent dans le collecteur commun F. Ces vapeurs sont refoulées par les tuyaux G' dans le condenseur tubulaire H, où elles reprennent l'état liquide sous l'influence du courant d'eau froide qui traverse les tubes H' . Le liquide reconstitué retourne par le tube O au réfrigérant.

Avant d'être distribué aux rangées de tubes qui composent cet appareil, le liquide traverse le vase R (fig. 4), dont la fonction est d'empêcher tout accès de vapeurs non liquéfiées qui ramèneraient du calorique; arrivant par le tube O, il soulève le vase intérieur R' et fait diverger les trous d'écoulement s, s' jusqu'à ce que, surmontant les bords supérieurs du vase, il le remplisse en partie et le fasse enfoncer assez pour ramener les trous s et s' vis-à-vis l'un de l'autre; l'écoulement s'établit alors par ceux-ci proportionnellement à la quantité de liquide reconstitué. Le vase S, qui le reçoit, le répartit à chacune des rangées au moyen des tubes verticaux t , percés de petits trous à égale distance du fond sur lequel ils sont fixés; leur extrémité inférieure s'engage dans des entonnoirs adhérents aux tubes t' , qui aboutissent aux collecteurs f' .

La fig. 5 montre en plan les diverses directions des tubes t' .

Au bas du condenseur H est placé un tube v , qui vient plonger dans un bain de mercure placé au fond de la cuvette x , et constitue une fermeture barométrique qui permet, lors de la mise en train de l'appareil, d'expulser au dehors tout l'air intérieur, sans laisser possibilité à aucune rentrée, lorsque le vide est établi dans le condenseur; la petite cuvette y s'oppose à ce qu'une projection accidentelle de mercure puisse pénétrer dans le condenseur. Le tuyau z conduit l'air mélangé de vapeurs à travers un ou plusieurs récipients laveurs qui ne sont pas représentés

sur notre dessin, et contenant de l'alcool, de l'huile ou de l'eau, qui recueillent la presque totalité des vapeurs entraînées.

Des appareils construits sur les mêmes principes peuvent être appliqués à la séparation de l'eau d'avec les corps qu'elle tient en dissolution et qu'elle rejette en cristallisant, comme fabrication de glace douce et de sels avec l'eau de mer et les eaux minérales; à condenser directement des produits très-volatifs; à favoriser des réactions qui ne peuvent s'obtenir qu'à une température très-basse, l'hydratation de divers sels, la dissolution de certains gaz; à la concentration, par congélation de l'eau, de diverses solutions diluées, par exemple, des vins, alcools, acides; à modérer l'échauffement produit par la fermentation, notamment des vins, bières, vinaigres; à raffermir, pour faciliter diverses opérations, certains corps que la chaleur rend pâteux, tels que les stéarines, paraffines, suifs, avant la compression qui doit en exprimer les huiles.

Les réfrigérants employés à fabriquer la glace consistent principalement en un ou plusieurs alvéoles rentrant dans un récipient clos et entourés du liquide volatil ou gaz liquéfié. Les réfrigérations d'air, des liquides, se font mieux autour de réfrigérants tubulaires disposés en faisceaux dans des cuves, avec agitation, pour renouveler les points de contact.

L'obtention d'eau douce avec l'eau de mer par voie de congélation n'exige qu'une dépense de calories beaucoup moindre que celle qu'exigerait sa vaporisation.

ÉTANT DONNÉS D'UNE PART :		NOUS AVONS D'AUTRE PART :	
Calorique latent de vaporisation d'un kilogramme d'eau.....	537,00	Calorique latent de congélation d'un kilogramme d'eau.....	79,25
Calorique spécifique de 15 à 100°.....	85,00	Calorique spécifique de + 15 à - 5.....	20,00
Calorique spécifique sur 1/4 de résidu....	24,25	Calorique spécifique sur 1/4 de résidu....	3,75
Total.....	643,25	Total.....	403,00

En faisant geler lentement l'eau de mer, la glace formée est pure; si elle gèle rapidement, de l'eau salée s'interpose entre les cristaux; mais on peut expulser celle-ci en concassant la glace et la soumettant à l'action d'une turbine centrifuge.

FILATURE DU COTON

LAMINOIR EN GROS

PAR

M. DANGUY jeune, constructeur à Rouen

(PLANCHE 28)

On sait que les préparations du premier degré du coton ont pour but d'abord de le nettoyer parfaitement et de le débarrasser des graines, des boutons et de tous les corps étrangers qu'il peut contenir, puis d'amincir progressivement le ruban en disposant les brins toujours bien parallèlement. Pour atteindre ce résultat important, on emploie des laminoirs qui sont composés d'un certain nombre de cylindres étireurs, disposés par paire, comprenant chacune un cannelé et un cylindre de bois recouvert de peau et placé au-dessus du premier, et ayant tous deux leur axe dans le même plan vertical. Plusieurs paires de cylindres semblables étant ainsi placées parallèlement, la mèche une fois engagée est entraînée de l'une à l'autre ; la vitesse allant en croissant de la première paire à la dernière, la mèche sort naturellement avec la vitesse du dernier cylindre. Le premier, animé d'une vitesse bien moindre, ne peut fournir une longueur de ruban aussi considérable que celui qui suit. Il faut donc, puisqu'il y a continuité dans le travail, qu'il y ait laminage. Ce n'est plus un laminage comme celui qui a lieu dans le travail des métaux, où l'écartement des molécules est produit par une pression considérable, à laquelle vient le plus souvent en aide un puissant auxiliaire, le calorique. En effet, celui-ci en détruisant une partie de la force qui tend à rapprocher les molécules les unes des autres, facilite leur séparation et la déformation du métal. Dans l'étirage du coton, rien de semblable ; les étireurs agissent par traction d'une paire à l'autre et l'allongement est produit par le redressement et le glissement des fibres les unes sur les autres.

On voit donc qu'un pareil laminage ne peut s'effectuer convenablement qu'en tenant compte de certaines conditions essentielles qu'il est peut-être bon de rappeler ici sommairement.

La première condition, c'est de donner aux cylindres étireurs un écartement plus grand que la longueur des fibres qui composent le ruban, sans quoi chacune d'elles étant prise en même temps entre deux paires de cylindres, et soumise à deux forces contraires, serait inévitablement brisée.

En second lieu, il faut que le coton soit très-propre et débarrassé complètement de tout corps étranger, qui, faisant obstacle, s'opposerait au libre glissement des filaments, à leur disposition bien parallèle et enfin à l'homogénéité du ruban à la sortie.

Enfin, dans le plus grand nombre de cas, il ne faut pas procéder brusquement à un étirage considérable, sans avoir préalablement préparé les fibres. En effet, bien que celles-ci aient une surface très-lisse et soient par conséquent toutes disposées à glisser les unes sur les autres avec la plus grande facilité, elles doivent vaincre cependant une certaine adhérence qui leur a été donnée dans les opérations précédentes pour les besoins de la manipulation.

Dans d'autres circonstances, c'est une faible torsion qu'il est bon de donner pour que la mèche, plus petite, puisse se soutenir. Dans les deux cas, que les fibres adhèrent les unes aux autres par torsion ou tout autrement, il faut les isoler complètement pour éviter les coupures dans le laminage. On arrive à ce résultat en faisant passer la mèche entre deux paires de cylindres dont la différence de vitesse est très-faible, mais suffisante pour détruire l'adhérence.

Ainsi, supposons qu'il s'agisse d'obtenir un étirage de ruban de *six fois* plus grand à la sortie des cannelés qu'à l'entrée, on emploiera dans ce cas, par exemple, 3 paires de cylindres. Entre les deux premiers, on étirera de 1,2, tandis qu'entre les deux derniers, on étirera de 5, de manière que le produit $1,2 \times 5 = 6$, qui donne finalement l'étirage que l'on voulait obtenir.

Les machines de filature qui laminent le coton, autres que les bancs d'étirage, sont à 3 cylindres. Ceux-ci ont 4, le plus souvent 5 et quelquefois même 6 cylindres. Ceux qui sont à 5 cylindres en ont 3 derrière et 2 devant; ceux à 4 ou à 6 cylindres en ont autant derrière que devant.

Les laminoirs à 6 cylindres sont exclusivement réservés pour les cotons longue soie. Si on les employait pour les cotons courte soie, l'étirage serait exagéré et donnerait un fil énervé et sans résistance. On emploie plus généralement les laminoirs à 5 cylindres. Dans ce cas, on étire fort peu entre le quatrième et le cinquième cylindre.

Pour les gros numéros, il est peut-être préférable d'employer les étirages à 4 cylindres, qui fonctionnent deux à deux, comme dans la machine que nous allons décrire.

Quel que soit le système que l'on adopte, il faut apporter dans la construction des cylindres le plus grand soin. Les cannelures ne doivent pas être trop profondes et surtout exemptes de parties rugueuses. Dans cha-

cun d'eux, on distingue la *table* qui est la partie cannelée ; autant de fois que celle-ci se répète sur un même rang, autant de tables.

La *tête* est la réunion des parties cannelées sur lesquelles passe un même ruban pour être soumis à tout l'étirage que lui donne la même machine.

On a beaucoup varié la construction des bancs d'étirage. Aujourd'hui, il n'y a plus guère que deux systèmes.

Dans l'un dit à *têtes croisées*, le ruban, après sa sortie de la première tête, passe à la seconde, disposée en sens contraire, puis de la seconde à la troisième et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

Dans l'autre système, le ruban ne passe qu'une seule fois par la même machine. Il y a alors autant de machines que de passages.

L'étirage total que subit successivement le coton est toujours très-considérable. Il en résulte que la mèche, au bout de peu de temps, ne tarderait pas à être tellement faible qu'il lui serait impossible de se soutenir. Pour remédier à cet inconvénient, on est obligé de *doubler* un grand nombre de fois, c'est-à-dire de réunir deux ou plusieurs mèches ensemble derrière chaque machine, de manière qu'après l'allongement la mèche présente encore une grosseur suffisante pour se prêter à toutes les manipulations. Le doublage a encore un autre avantage, c'est de faire disparaître quelques défauts qui auraient pu se produire précédemment et de rendre le produit plus homogène. Il ne faut pas cependant abuser de ce moyen, car un étirage exagéré détruit l'élasticité des filaments et donne un fil peu résistant.

C'est en sortant de la cardé, qui a achevé le nettoyage et commencé à disposer parallèlement les fibres, que le coton est soumis à l'action des laminoirs. Pour les numéros ordinaires, trois passages suffisent. La mèche est reçue, soit dans des pots tournants qui lui donnent une faible torsion, soit dans un canal où elle se réunit aux autres mèches livrées par le même banc pour former une nappe qui, elle-même, se rend dans un chariot ou bien encore sur un réunisseur ¹.

Quand on emploie un chariot, on lui donne un mouvement de va-et-vient, pour que la nappe se range parfaitement en couches parallèles. La boîte qui reçoit le coton n'est pas fixée invariablement au chariot, de sorte que, lorsqu'elle est pleine, il suffit de l'enlever et de la placer derrière la machine suivante.

Si on emploie une machine à réunir, le rouleau une fois formé est placé sur des supports derrière les cylindres cannelés. Enfin, dans le cas des pots tournants, on porte ceux-ci, dès qu'ils sont pleins, en face de chaque tête en nombre suffisant, afin que la réunion de plusieurs mèches en une seule suffise pour alimenter une tête.

1. Nous avons donné dans une livraison précédente de ce volume la description complète d'un réunisseur construit également par M. Danguy.

Nous avons dit qu'il était dangereux de trop étirer le coton et les inconvénients graves qui en résulteraient. Il est encore une précaution importante et dont dépend souvent la qualité du fil. Nous voulons parler de l'écartement à donner aux cylindres. Ils doivent varier suivant les circonstances. Les nombres que nous pourrions donner, et qui sont admis dans certaines filatures, sont souvent impraticables pour d'autres qui produisent les mêmes numéros; car il faut tenir compte non-seulement de la longueur de la soie, mais encore de la grosseur de la mèche. En règle générale, on doit écarter davantage les cylindres de derrière, qui ont une plus grande masse de coton à laminer, et on diminue l'écartement à mesure que l'on passe d'une machine à la suivante.

Avant de décrire le laminoir de M. Danguy, représenté sur la pl. 28, il n'est peut-être pas inutile de rappeler en quelques mots les différences qui existent entre les trois passages qui correspondent aux trois bancs du même constructeur.

PREMIER PASSAGE. — Le banc d'étirage qui correspond au premier passage, appelé *banc en gros*, reçoit derrière les cylindres cannelés 10 rouleaux sortant du réunisseur de cardes et qui sont étirés de 10, c'est-à-dire que la vitesse à la circonférence du premier cylindre est 10 fois plus grande que celle du quatrième. Il porte quatre cannelés. Les cannelés de devant étirent de $3 \frac{2}{3}$ avec une pression de 25 kilog., et ceux de derrière étirent de 3 avec une pression de 36 kilog. Il n'y a pas d'étirage proprement dit entre le deuxième et le troisième cylindre, mais une simple tension de $\frac{1}{32}$ environ, qui empêche la mèche de tomber et prépare à l'étirage suivant.

En sortant des cannelés, la mèche passe dans un petit entonnoir de 30 millimètres de diamètre, puis entre deux rouleaux d'appel pour former un ruban plat de 35 millimètres; les dix rubans tombent chacun dans un anneau ovale placé sous chaque rouleau d'appel, ensuite sur un couloir en fonte polie où ils se réunissent.

Avant de se rendre dans le chariot, les dix rubans sont appelés par deux rouleaux obliques. Ils ne sont pas simplement juxtaposés, mais se recouvrent l'un l'autre, moitié par moitié, de manière à faire une nappe aussi régulière que possible.

Enfin, celle-ci se dépose en couches parallèles dans une boîte de 0^m60 de longueur, 0^m19 de largeur, 0^m70 de hauteur, mobile sur un chariot dont la vitesse est calculée pour la recevoir à mesure qu'elle se forme.

SECOND PASSAGE. — C'est derrière le deuxième banc d'étirage, appelé aussi *banc intermédiaire*, que l'on porte les boîtes sortant du laminoir en gros. Les deux machines étant absolument semblables, le travail du coton se reproduit dans les mêmes conditions, sans aucune espèce de changement.

TROISIÈME PASSAGE. — Le *banc en fin*, qui correspond au troisième passage, opère sur les nappes qui sont livrées par le banc intermédiaire. La

mèche, après avoir été laminée, est reçue dans un entonnoir terminé par une douille de 4 millimètres de diamètre intérieur, puis est appelée par deux rouleaux qui sont pressés l'un contre l'autre par un poids d'environ 10 kilog., afin de pouvoir tirer facilement le ruban qui passe dans la douille de l'entonnoir.

En sortant des rouleaux d'appel, cette mèche tombe dans des pots tournants de 18 centimètres de diamètre, et se dépose uniformément en hélice le long des parois intérieures, après avoir été soumise à une légère torsion indispensable pour que le déroulement se fasse aisément.

Le banc en fin a, en général, un nombre de sorties plus considérable que les précédents. Ainsi, dans un établissement qui produira 500 kilog. de coton par jour, on prendra des bancs en fin de 12 à 14 sorties, pour des bancs intermédiaires de 8 à 10 sorties tout au plus. Enfin, c'est sur le troisième banc que l'on doit baser ses calculs pour savoir la quantité de coton que peut produire par jour une série d'étirages.

Après cet exposé des conditions de marche et de fonctionnement des laminoirs à coton en général, nous croyons que l'on comprendra plus aisément les dispositions du laminoir de M. Danguy, que nous allons décrire et qui satisfait complètement au travail pour lequel il est destiné.

DESCRIPTION DU LAMINOIR EN GROS,

REPRÉSENTÉ PL. 28.

La fig. 1^{re} est une élévation de la machine vue de devant ;

La fig. 2 en est un plan général vu en dessous ;

La fig. 3 le représente en élévation latérale, prise du côté du chariot ;

Enfin, la fig. 4 est une coupe transversale de tête de la machine.

Nous n'avons indiqué que 6 sorties afin de ne pas répéter inutilement les mêmes parties ; mais il y en a généralement 10, et la longueur totale est de 4^m 060.

La machine est supportée par les bâtis extrêmes A et les bâtis intermédiaires A', réunis entre eux et rendus solidaires par la traverse en fonte A², et par la table ou porte-cylindres de même métal B. Les deux bâtis extrêmes ne sont pas tout à fait semblables. Ainsi, il a fallu retrancher à celui placé vers l'extrémité opposée à la commande un arc de fonte qui aurait gêné le mouvement du chariot I, et on l'a remplacé par une petite colonne a, qui supporte les rouleaux de l'appareil réunisseur des rubans placé à cette extrémité. Quant aux bâtis intermédiaires, ils sont absolument identiques. Ils sont terminés à la partie supérieure par une table sur laquelle on boulonne le porte-cylindre.

La nappe provenant d'une machine précédente et devant être laminée dans celle qui nous occupe, passe d'abord sur une surface convexe en fonte polie C, fixée par l'intermédiaire d'une équerre sur les supports à colonnettes B, et entre les joues c, qui la guident vers les cylindres. Les

cannelés sont maintenus dans des chevalets garnis de bronze et pouvant se déplacer à volonté, sur les supports B', vissés eux-mêmes à la table B. Cette disposition permet de faire varier facilement l'écartement entre les cylindres.

Au-dessus de ces chevalets se trouvent des chapeaux également mobiles qui retiennent les axes des cylindres de pression, que l'on peut, par conséquent, déplacer comme les cannelés.

Ils sont les uns et les autres nettoyés automatiquement pendant la marche de la machine par la boîte D et la brosse à bascule D' (fig. 4), analogues à celles que nous avons décrites dans le réunisseur de carde et le rota-frotteur de M. Danguy.

La pression est donnée aux cannelés par les poids E, suspendus à l'extrémité des tiges e. Celles-ci traversent le porte-cylindre et sont terminées par une espèce d'étrier qui embrasse une sellette e' (fig. 2) reposant sur les cylindres de pression. Chaque tige est munie d'une petite rondelle formant arrêt qui est placée à une faible distance des ouvertures du porte-cylindre et un peu au-dessus; ces rondelles empêchent les poids de tomber dans le cas où les tiges e seraient abandonnées à elles-mêmes. Il y a un poids pour deux cannelés et deux tiges pour ce même poids.

Dès que la mèche est laminée, elle passe dans un entonnoir à ouverture ovale f, boulonnée à une longue tringle F, qui elle-même repose sur les supports F', vissés sur le porte-cylindres.

Le coton s'engage ensuite entre les petits rouleaux d'appel F², et de là dans les petites ouvertures rectangulaires des petits cadres de fer f', qui les guident pour glisser le long du couloir de fonte polie G, fixé près de la table au moyen des supports g', et qui réunit toutes les mèches venant des différentes têtes. Les dix sorties de ce laminoir fourniront donc 10 mèches, dont l'ensemble constitue une nappe de 0^m 20 de large, appelée par les cylindres obliques G', placés à l'extrémité opposée à la commande. Le but de ces cylindres réunisseurs est de donner aux différentes mèches une certaine adhérence entre elles, pour que la nappe se développe facilement de la boîte placée sur le chariot mobile I', dans lequel elle tombe. Dans ce but, le cylindre supérieur des réunisseurs G' est assez volumineux, afin que, par son propre poids, il puisse exercer sur le coton la pression nécessaire pour leur donner une cohésion suffisante.

La nappe est guidée à son entrée entre ces réunisseurs par les joues h, boulonnées sur la plaque de fonte H, légèrement convexe et polie, pour recevoir la nappe lorsqu'elle abandonne le couloir G. Avec cette plaque sont venus de fonte les supports des deux cylindres G' : celui inférieur, qui repose sur des coussinets assemblés dans les rainures de ces supports, reçoit seul le mouvement; quant au cylindre supérieur, il est commandé par le premier, sur lequel il appuie de son propre poids. Un chapeau g nettoie constamment et enlève tout le duvet qui pourrait s'attacher à sa surface. Enfin, les réunisseurs et les organes qui l'ac-

compagnent, sont non-seulement maintenus par le bâti A, mais encore par la petite colonne *a*, à laquelle est fixée une patte venue de fonte avec le support H (fig. 2 et 3).

En sortant des derniers cylindres réunisseurs, la nappe est reçue dans la boîte I où elle se dispose en couches parallèles. Cette boîte repose sur un chariot en fonte I', monté sur les roues *i*, et qui peut rouler sur des rails disposés sur le sol à cet effet. Un mouvement rectiligne alternatif lui est communiqué par l'intermédiaire d'une corde qui entoure la poulie à gorge J. L'axe de cette poulie est supporté par un palier monté à l'extrémité du support horizontal en fer *i'*, boulonné sur le bâti A.

A l'extrémité d'une des raies de la poulie est fixé un manneton *j*, faisant l'office d'un bouton de manivelle, qui se meut le long d'une coulisse en fonte J', boulonnée sur le chariot I'. Lorsque la roue tourne le manneton, tout en glissant dans la coulisse, l'entraîne, et naturellement avec elle le chariot qui porte la boîte I. La course de celle-ci est justement égale à deux fois la distance de ce manneton au centre de rotation de la poulie.

Lorsque le coton est à son dernier passage, il n'est plus reçu dans une boîte, mais dans un pot tournant C', et la cohésion est donnée à la mèche par un contre-poids E', qui la presse entre le cylindre d'appel F².

Nous avons également rendu dans nos dessins les deux cas qui pouvaient se présenter à l'alimentation. En effet, si le coton vient des cardes, il est en rouleau, que l'on dépose sur les supports *a'*; s'il vient d'un banc d'étirage, il est en couches parallèles dans des boîtes semblables à celles C², que nous avons figurées à droite de la machine. Il suffit alors de placer chacune d'elles derrière chaque tête.

COMMUNICATION DE MOUVEMENT.

Le mouvement est donné à la machine par l'arbre *m*, qui règne sur toute la longueur de la machine sous la table B. Sur cet arbre sont montées les deux poulies M, M', l'une fixe et l'autre folle. C'est en agissant sur la longue tringle de détente L, qui se meut parallèlement à son axe dans les supports ou chandeliers *l*, que l'on déplace la fourchette L', qui fait passer la courroie, à volonté, de la poulie folle sur la poulie fixe, ou *vice versa*; le mouvement est limité d'un côté par la bague *l'*, et de l'autre par la douille qui sert à fixer la fourche sur la tringle.

L'arbre moteur *m*, qui, comme il est dit plus haut, s'étend d'une extrémité à l'autre de la machine, est soutenu par des supports *m'*, surmontés chacun par une tige filetée (fig. 4) qui traverse le porte-cylindre B auquel elle est fixée par deux écrous. La tige filetée est creuse au centre sur toute sa hauteur, afin de pouvoir graisser par le haut et permettre à l'huile d'arriver facilement jusqu'aux surfaces frottantes.

Le mouvement est transmis aux camelés de la manière suivante : l'arbre moteur *m* est muni d'une roue droite N (fig. 1 et 2), qui engrène avec la

roue N' , fixée sur le prolongement de l'axe du premier rang des cylindres cannelés. Un pignon n , monté à côté, sur le même axe, engrène avec une petite roue o , fixée sur un petit axe qui porte un pignon o' , lequel donne le mouvement à la roue o^2 , calée sur l'axe du troisième rang de cylindres cannelés.

Par cette combinaison de roues d'engrenages, on voit que le mouvement est transmis aux premier et troisième cylindres ; quant aux deux autres rangs de cannelés, ils sont commandés, à l'extrémité opposée de la machine, de cette manière : sur l'arbre moteur est fixé le pignon p (fig. 1, 2 et 3), qui transmet le mouvement à la roue P par l'intermédiaire de celle P' .

L'axe de la roue P est muni de deux pignons q et r (fig. 1 et 2) : le premier q engrène avec la roue q' , calée sur l'axe du quatrième rang des cylindres cannelés ; le second r commande la roue r' , fixée à l'extrémité de l'axe du second rang.

L'arbre moteur porte encore, du même côté de la machine, un pignon s (fig. 1 et 3), qui engrène avec une petite roue intermédiaire s' , laquelle commande la roue S . Sur l'axe de celle-ci est calé le pignon d'angle t engrenant avec un autre pignon t' , qui transmet le mouvement au cylindre inférieur d'appel, du réunisseur des nappes G' . Le rouleau supérieur, ainsi que nous l'avons vu, tourne par friction sous l'action de son propre poids.

L'arbre sur lequel sont montés les petits cylindres F^2 , qui appellent les mèches de chacune des dix sorties dont est composée la machine, reçoit son mouvement du côté de la commande. A cet effet, l'arbre du premier rang de cannelés porte un pignon u , engrenant avec la roue intermédiaire U , qui, à son tour, engrène avec la roue u' , calée sur l'axe du rouleau d'appel inférieur. Comme dans le cas précédent, le rouleau supérieur est entraîné par friction.

Il ne nous reste plus qu'à examiner comment le mouvement de va-et-vient est donné au chariot. Du côté opposé à la commande, l'arbre moteur porte un pignon d'angle engrenant avec un autre pignon semblable v (fig. 1), sur l'axe duquel est calée la petite poulie v' . Une corde transmet le mouvement de cette petite poulie à la grande poulie J , et par suite au chariot par le manneton j , formant bouton de manivelle en glissant dans la coulisse J' , comme il a été dit plus haut.

CALCUL DU BANC D'ÉTRAGE.

Nous allons donner les relations de vitesse qui existent entre les différents organes qui composent cette machine. Nous supposerons, comme c'est le cas le plus ordinaire, que l'arbre fasse 160 tours par minute. Tous les rapports des roues d'engrenage sont exprimés par le nombre de dents de chacune d'elles.

CYLINDRES CANNELÉS. — *Premier cannelé.* — Le nombre de tours de ce cylindre est, par minute, de :

$$160 \times \frac{\text{roue N}}{\text{roue N}'} = 160 \times \frac{104}{104} = 160;$$

par suite, sa vitesse à la circonférence (le diamètre du premier cannelé étant de 0^m 031) est de :

$$3,4416 \times 0,031 \times 160 = 15^m 582.$$

Deuxième cannelé. — Le nombre de révolutions de ce deuxième cylindre, par minute, est de :

$$160 \times \frac{\text{pignon p}}{\text{pignon P}} \times \frac{\text{pignon r}}{\text{pignon r}'} = 160 \times \frac{23}{80} \times \frac{32}{31} = 47,52,$$

et sa vitesse à la circonférence devient, son diamètre étant de 0^m 029 :

$$3,4416 \times 0,029 \times 47,52 = 4,315.$$

Il en résulte que l'étirage entre le premier et le deuxième cannelé est de :

$$\frac{15,582}{4,315} = 3,611.$$

Troisième cannelé. — La vitesse de rotation par minute de ce cylindre est donnée par la relation suivante :

$$160 \times \frac{\text{pignon n}}{\text{roue o}} \times \frac{\text{pignon o}'}{\text{roue o}^2} = 160 \times \frac{25}{45} \times \frac{24}{45} = 47,37.$$

Nous n'avons plus besoin de déterminer la vitesse à la circonférence pour connaître l'étirage; les cylindres ayant maintenant un même diamètre de 0^m 029, il suffit de prendre le rapport des vitesses de rotation.

Ainsi, l'étirage entre le deuxième et le troisième cannelé est de :

$$47,52 : 47,37 = 1,003.$$

Quatrième cannelé. — Le nombre de tours de ce cylindre par minute est de :

$$160 \times \frac{\text{pignon p}}{\text{roue P}} \times \frac{\text{pignon q}}{\text{roue q}'} = 160 \times \frac{23}{80} \times \frac{24}{70} = 15^t 68,$$

ce qui donne un étirage entre le troisième et le quatrième cannelé de :

$$47,37 : 15,68 = 3,021.$$

On a donc pour l'étirage total, qui est le produit des étirages partiels :

$$3,611 \times 1,003 \times 3,021 = 10,908.$$

ROULEAUX D'APPEL. — Ces rouleaux doivent avoir à la circonférence une vitesse égale à celle du premier rang de cylindres, plus un faible excès, pour que la mèche ne puisse jamais tomber. En effet, on trouve que le nombre de tours étant de :

$$160 \times \frac{\text{pignon } u}{\text{pignon } u'} = 160 \times \frac{19}{39} = 77^{\text{t}}.95,$$

la vitesse à la circonférence est de :

$$3,1416 \times 0^{\text{m}}063 \times 77,95 = 15^{\text{m}}672.$$

Elle diffère donc très-peu de celle du premier cannelé que nous avons trouvée de $15^{\text{m}}582$.

ROULEAUX RÉUNISSEURS. — Nous ne devons chercher que la vitesse du rouleau inférieur, puisque le premier est entraîné par friction. Ainsi, le nombre de tours par minute de ce rouleau est de :

$$160 \times \frac{\text{pignon } s}{\text{roue } t'} \times \frac{\text{pignon } t}{\text{pignon } S} = 160 \times \frac{21}{55} \times \frac{30}{30} = 18^{\text{t}}.284,$$

et sa vitesse à la circonférence de :

$$3,1416 \times 0,086 \times 18^{\text{t}}.284 = 15,724,$$

qui ne diffère de celle des rouleaux d'appel que de :

$$15^{\text{m}}672 - 15,724 = 0^{\text{m}}052.$$

Ce faible excès suffit pour bien soutenir la nappe dans le couloir.

CHARIOT. — Les diamètres des poulies J et v' étant de $0^{\text{m}}410$ et $0^{\text{m}}070$, le nombre de tours effectués en une minute par la première est de :

$$160 \times \frac{\text{pignon } v^2}{\text{roue } v} \times \frac{70}{410} = 160 \times \frac{28}{50} \times \frac{70}{410} = 15^{\text{t}}.296.$$

Comme il se forme deux couches pour un tour de la poulie j, il y a donc :

$$15,296 \times 2 = 30,592 \text{ couches par minute.}$$

Pendant le même temps, les réunisseurs livrant, comme on l'a vu, $15^{\text{m}}724$, la longueur d'une couche est alors de :

$$15^{\text{m}}724 : 30,592 = 0^{\text{m}}520.$$

Il faut donc fixer le manneton à

$$\frac{0^{\text{m}}520}{2} = 0^{\text{m}}260$$

du centre de rotation de la poulie j.

On est obligé, dans les filatures où l'on file plusieurs numéros, de changer la vitesse relative des cannelés, afin de produire justement cette différence. Il suffit pour cela de faire varier la vitesse du dernier cylindre; alors le tirage augmente ou diminue selon que cette vitesse est plus petite ou plus grande.

Ainsi, supposons, par exemple, que le banc donne du numéro 28 à la romaine et que l'on veuille lui faire produire le numéro 32. Dans ce cas, on change la roue q' , que nous admettons être de 70 dents pour le numéro 28, et on la remplace par une autre dont le nombre de dents est donné par la proportion :

$$\frac{x}{70} = \frac{32}{28}, \quad \text{d'où } x = 80.$$

C'est-à-dire qu'il faut multiplier le numéro que l'on veut obtenir par le nombre de dents de la roue sur le cannelé de derrière, et diviser le produit par le numéro obtenu.

Si l'on changeait le pignon qui commande la roue q' , le nombre de dents des pignons ne serait plus en *raison directe*, mais en *raison inverse* des numéros.

Il faudrait tenir compte de cette observation et modifier le rapport.

APPLICATION ET PRIX DE LA MACHINE.

Nous avons donné, dans le précédent article, consacré à la filature de coton, après la description du rota-frotteur de M. Danguy, le devis d'une filature opérant sur 500 kilogrammes de coton par jour; ce devis comprend, dans sa nomenclature, le modèle de laminoir en gros que nous venons de décrire en détails, et nous avons cité les établissements dans lesquels des appareils analogues fonctionnent à la complète satisfaction des industriels qui en ont fait l'acquisition.

Nous ne tarderons pas à publier également les autres machines perfectionnées récemment introduites dans les filatures, telles que les métiers automatés de MM. Stehelin et C^e, les bancs à broches de M. Lecœur, etc.

FABRICATION DES COMBUSTIBLES AGGLOMÉRÉS

MACHINE A MOULER

DESTINÉE A TRANSFORMER

LES MENUS CHARBONS ET POUSSIERS DE COKE EN BOUDINS
PLEINS ET CREUX

Par M. DAVID, ingénieur à Paris

(PLANCHE 29)

Dans un précédent article du ix^e volume de ce Recueil, nous avons décrit les meilleurs procédés, avec les machines et les appareils employés dans la fabrication des *combustibles artificiels*, et en particulier ceux connus généralement sous le nom de *charbons de Paris*, que l'on utilise principalement dans les fourneaux de cuisine et dans les foyers domestiques. Nous avons bien mentionné la fabrication des *péras* ou agglomérés provenant des houilles ou des menus charbons que l'on forme en briquettes destinées aux foyers des grandes usines, mais sans entrer dans les détails de fabrication ; car, quoique déjà à cette époque on s'en fût beaucoup occupé, l'usage de ces produits ne s'était pas encore généralisé comme il l'est aujourd'hui. On les emploie maintenant, en effet, non-seulement au chauffage des calorifères et des générateurs à vapeur des machines fixes, mais encore à l'alimentation des fourneaux, des bateaux à vapeur et même des locomotives.

En Angleterre, la consommation de ces produits, connus sous le nom de *patent fuel* (combustible breveté), est considérable ; ils offrent comme avantage précieux d'utiliser les menus charbons qui se trouvent généralement en plus grande quantité dans les houillères que les gaillettes ou gros charbons. La valeur de ceux-ci s'en augmentait naturellement, puisque seuls ils étaient utilisables pour le chauffage des bateaux à vapeur et des locomotives, après leur transformation en coke. L'encombrement qui résultait pour les exploitants des mines de ces menus, dont ils ne pouvaient se défaire qu'à un prix très-inférieur, leur occasionnait des pertes réelles.

La possibilité d'utiliser ces produits inférieurs des mines de houille est due en partie aux appareils d'épuration qui ont permis, à l'aide d'un lavage analogue à la préparation que l'on fait subir aux minerais pour effectuer leur classification, d'obtenir, avec les menus charbons les plus impurs, des produits d'une grande pureté.

Nous avons donné, dans le XI^e volume, les détails de la machine à épurer de M. Bérard, qui satisfait complètement aux conditions de lavage et de séparation que demande le traitement des agglomérés.

Dans cet article, que nous consacrons aux combustibles agglomérés, nous nous proposons spécialement d'examiner les moyens mécaniques récents proposés pour mélanger, agglomérer et mouler les péras. Nous commençons par décrire l'ingénieuse machine représentée pl. 29, imaginée par M. David, ingénieur de grand mérite, qui s'occupe depuis longtemps de ces sortes d'appareils, comme nous avons déjà eu l'avantage de le faire connaître; sa nouvelle machine, pour laquelle il s'est fait breveter en France et en Belgique, permet de transformer les menus de houille ou de coke en boudins pleins ou creux, utilisables dans tous les genres de foyers.

Nous donnerons, dans une prochaine livraison, une machine de MM. Mazeline et Couillard, au moyen de laquelle on obtient des briquettes de forme rectangulaire, plus particulièrement destinées au chauffage des chaudières de machines marines, des machines fixes et des locomotives, et nous compléterons cette étude par un examen général des divers appareils proposés jusqu'ici pour la fabrication de tous les combustibles connus sous le nom d'*agglomérés*.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A MOULER DE M. DAVID.

REPRÉSENTÉE PL. 29.

La fig. 1 représente cette machine en coupe verticale faite par l'axe principal et par l'arbre de couche de commande;

La fig. 2 en est une élévation latérale, vue du côté de la transmission de mouvement;

La fig. 3 est une seconde section verticale faite par l'axe, perpendiculairement à la fig. 1;

La fig. 4 est un plan ou section horizontale à la hauteur de la ligne 1-2;

La fig. 5 fait voir l'appareil mouleur et la trémie, vus en dessus;

La fig. 6 est une double section horizontale par la ligne brisée 3-4-5-6;

La fig. 7 est un détail, vu en coupe et en plan, de l'une des matrices en acier, dans lesquelles passe la matière refoulée par les bourreurs;

La fig. 8 montre également en coupe et en plan un moule au moyen duquel les agglomérés sont formés en boudin creux.

A l'inspection de ces figures, il est facile de reconnaître les combinai-

sons particulières qui distinguent ce nouveau système de machine à mouler, et dont voici les points principaux :

- 1° Forme et disposition des bourreurs, poches et moules permettant la fabrication des boudins pleins ou creux ;
- 2° Mouvement de déplacement des moules ;
- 3° Mouvement principal ascensionnel et descendant d'un arbre vertical opérant la compression de la matière dans les moules à la descente et le débouillage des agglomérés de bas en haut à la montée ;
- 4° Système de ressorts en caoutchouc permettant de régler à volonté la compression élastique de la matière dans les moules, quelle que soit l'abondance de la charge dans les poches ;
- 5° Application des débouilleurs comme points d'appui dans les moules, limitant à volonté la longueur des agglomérés.

Tous les organes qui composent cette machine reposent sur un bâti circulaire en fonte A, convenablement évidés et nervés pour présenter à la fois une grande solidité et une certaine légèreté d'aspect. Ce bâti est boulonné sur une forte plaque de fonte A', fixée solidement sur un massif en pierre de taille par des boulons de scellement *a*. Cette même plaque est prolongée pour recevoir les deux forts paliers B, qui supportent l'arbre de transmission B', les paliers plus petits *b*, dans lesquels tourne l'arbre intermédiaire C, et aussi le palier *c*, qui supporte l'une des extrémités de l'arbre de couche C'. L'autre extrémité de cet arbre est soutenue par un palier semblable *c'*, boulonné sur le massif en pierre de la machine, qui est prolongé à cet effet.

C'est sur cet arbre que sont montées les poulies fixe P et folle P', au moyen desquelles le mouvement est à volonté communiqué ou interrompu ; il porte aussi le volant régulateur V et le pignon denté *p*, qui engrène avec la grande roue R, calée à l'extrémité de l'arbre C. Celui-ci est muni du pignon *p'* qui, en engrenant avec la roue R', transmet un mouvement de rotation continu sensiblement ralenti à l'arbre B', muni de la manivelle *b'*, au moyen de laquelle le mouvement vertical montant et descendant, qui opère la compression des agglomérés, est imprimé à l'arbre vertical D.

A cet effet, cet arbre est relié à un T à deux branches D', entre lesquelles glisse le coulisseau *d*, ajusté sur le bouton de la manivelle *b'*. La branche inférieure de ce double T est clavetée avec un bout d'arbre E, qui, pour assurer le mouvement rectiligne vertical de l'arbre D, glisse dans les collets en bronze d'un palier-guide E', boulonné sur une tablette verticale fondue avec la plaque de fondation A'.

L'arbre D est muni à sa partie supérieure d'un croisillon en fonte à quatre branches F, terminées par des renflements cylindriques creux intérieurement et traversés par les tiges des quatre bourreurs F'. Ces tiges ne sont pas fixées aux renflements d'une manière rigide, mais guidées et serrées dans la boîte intérieure que présentent ces renflements ; entre

l'embase de chaque bourreur et le fond de la boîte sont placées quatre rondelles en caoutchouc *f* (fig. 1) séparées entre elles, comme les tampons de choc des wagons des chemins de fer, par des disques en tôle de fer.

Ces rondelles en caoutchouc sont bandées à une pression déterminée par les écrous *f'*; elles ont pour effet de fléchir dans le cas d'un excédant de matières et par suite de pression opposée aux bourreurs.

La trémie à entonnoir *G* est fondue d'une seule pièce avec quatre compartiments cylindriques disposés au-dessus du porte-moule *G'*, de façon à correspondre exactement avec les quatre boîtes à moules *g*. Entre ces boîtes et les compartiments de la trémie sont ajustés des petits cadres en fer *g'* (fig. 1 et 7), formant poches à entonnoirs pour guider la matière dans chacune des sept cases cylindriques que présente chaque moule à l'action des bourreurs *F'*. La base de ceux-ci a une forme correspondante à ces poches, afin de laisser des vides entre les boudins et permettre ainsi le dégagement de la matière.

La couronne porte-moule *G'* repose dans une feuillure circulaire ménagée au bâti pour la recevoir et lui permettre de se mouvoir, tandis que la trémie à entonnoir *G* est fixée à demeure au bâti par des boulons qui traversent les quatre oreilles fondues avec cette trémie et les oreilles correspondantes ménagées à cet effet au bâti.

Le déplacement du porte-moule est obtenu à l'aide des deux cammes *h* et *h'* fixées sur le même arbre vertical *H*, soutenu par deux paliers *H'* fondus avec le bâti. Cet arbre est animé d'un mouvement de rotation continu que lui communique le pignon *i* engrenant avec la roue d'angle *I*, calé sur l'arbre principal *B'*.

La camme *h'* agit successivement sur huit taquets à galet en acier *j*, montés sur des tiges en fer fixées à la fois, par leurs extrémités opposées, à des oreilles venues de fonte avec le porte-moule *G'*, et au plateau *J* muni des déboueurs *k*.

Ce plateau est fondu avec un fort moyeu claveté sur l'arbre vertical *D*; il vient reposer, quand la manivelle *b'* est à fin de course, sur une couronne intérieure *l* du bâti qui présente un point d'appui fixe à toutes les tiges des déboueurs à la fin de la compression de la matière dans les moules.

MARCHE DE L'APPAREIL.

La matière toute préparée est versée dans les quatre compartiments de la trémie *G* et descend naturellement dans les poches à entonnoir *g'*, d'où elle est refoulée et comprimée dans les moules *g* par les quatre bourreurs *F'*. La machine est alors au bas de sa course dans la position indiquée par les fig. 1, 2 et 3.

A la naissance de la course ascendante s'opère le mouvement de déplacement des moules sous l'action des cammes *h* et *h'*. Comme l'effort à

exercer est assez considérable pour opérer ce déplacement après le bourrage et par suite le cisaillement des agglomérés à longueur fixe, c'est la première came h , dont le bras du levier est très-petit, qui agit sur des saillies m ménagées à la circonférence extérieure de la couronne portemoule G' . Le mouvement est continué par la seconde came h' , qui agit sur les taquets à galets j .

Le rapport du pignon i et de la roue I, qui commandent l'arbre à cammes, étant de 1 à 2, il en résulte que, pour une révolution de la machine, ces cammes font deux révolutions et opèrent deux déplacements du portemoule G' . Le premier, ayant lieu lorsque la manivelle b' est en haut de sa course, amène les moules directement au-dessous des poches pour être chargés, et le second déplace ces moules et les conduit dans l'entre-deux des poches. Arrivée dans cette position, la couronne portemoule s'arrête et le débouillage des agglomérés s'exécute par la course ascendante de l'arbre D. Tous les boudins soulevés simultanément par les débouilleurs k fixés au plateau J, qui se déplace d'une hauteur égale à celle de la profondeur des moules, se présentent au-dessus de ces derniers et sont enlevés par deux ouvrières placées de chaque côté sur les planchers L, disposés un peu en contre-bas du sol.

MOULES POUR LES BOUDINS CREUX.— Les moules appliqués sur la machine et vus en détail fig. 7 sont disposés pour faire des agglomérés pleins; mais dans le cas où on voudrait les obtenir creux, ce qui peut offrir des avantages dans certains cas, on substitue aux premiers moules g le système de moule M représenté fig. 8.

Ce système diffère du premier par l'addition d'une plaque à jour m' , fixée à sa partie inférieure, laquelle plaque est munie des tiges n' qui, placées au centre de chaque case dans laquelle se forme le boudin, font l'office de noyaux. Les débouilleurs se trouvent alors modifiés dans ce sens que leur assise supérieure est percée au centre pour livrer passage au noyau, et la queue de chacun de ces débouilleurs se divise en deux tiges k' passant dans les jours de la plaque m' .

Ces débouilleurs sont substitués aux précédents et comme eux fixés au plateau J, sans autre modification à l'ensemble et à la marche de la machine.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

La vitesse moyenne de l'arbre principal B' doit être environ de 4 révolutions par minute, et comme la roue R' est dans un rapport de 1 à 4 avec le pignon p , l'arbre C fait dans le même temps 16 tours. Ce rapport de 1 à 4 est à peu près le même entre la roue R et le pignon p , calé sur l'arbre de transmission C' , lequel est muni des poulies de commande, de sorte que cet arbre doit être animé d'une vitesse de 64 à 65 tours par minute pour que la machine batte quatre coups par minute, c'est-à-dire que, quatre fois dans ce temps, les moules sont remplis et vidés.

Comme ceux-ci permettent d'agglomérer chacun sept boudins, on obtient ainsi :

$$7 \times 4 \times 4 = 112 \text{ boudins par minute,}$$

ce qui, si on n'admettait pas de perte de temps, donnerait par journée de dix heures de travail :

$$112 \times 60 \times 10 = 17,200 \text{ boudins}$$

du poids de chacun 500 grammes ou

$$336,000 \times 500 = 33,600 \text{ kilogrammes}$$

de charbon moulé. Mais comme il y a toujours des arrêts forcés, des pertes de temps, il ne faut compter que sur un rendement journalier de 25 tonnes de charbons menus agglomérés, ce qui correspond encore à une production de 50 mille boudins.

Une machine semblable à celle que nous venons de décrire fonctionne chez M. Darbois, directeur-gérant des mines de Ham-sur-Sambre; elle est appliquée à agglomérer des charbons maigres très-menus. Il suffit de mélanger avec ces charbons 1/10^e d'argile et un peu d'eau, pour former après le mélange des boudins pleins ou creux parfaitement agglomérés.

Ces boudins sont portés dans un four à circulation continu d'où ils passent ensuite dans un séchoir à air chaud forcé par un ventilateur, pour sortir très-durs, denses et serrés et prêts à être employés comme combustible dans les foyers domestiques ou autres. Ne renfermant ni goudron ni autres matières résineuses susceptibles de dégager des gaz en abondance, ils produisent peu de fumée et ne donnent aucune mauvaise odeur. Un foyer alimenté par ce combustible, une fois bien garni, peut rester très-longtemps sans qu'on ait besoin de s'en occuper. Les boudins se maintiennent incandescents et sans se rompre, par le fait de l'argile qui relie les parcelles de charbon entre elles et qui, une fois échauffée, a la propriété de conserver la chaleur transmise.

On comprend aisément que cette même machine pourrait être employée avec un égal avantage et transformer en agglomérés des poussières de coke, des minerais, des pyrites de toute espèce, mélangés avec du goudron ou des matières résineuses, afin d'utiliser ces produits, en modifiant au besoin la forme des moules, dans les foyers industriels et dans les fourneaux en usage dans les opérations chimiques.

MÉTALLURGIE DU FER

FOUR A PUDDLER

CHAUFFÉ AU GAZ DE TOURBE

ET ÉTABLI A L'USINE DE NEUSTADT (HANOVRE)

Par M. LANGENHEIM, ingénieur

(PLANCHE 30)

En publiant dans le XI^e volume de ce Recueil le four à *puddler* à haute température de M. Corbin-Desboissières, nous avons donné, d'après l'ouvrage de MM. Flachet, A. Barrault et J. Petiet, *Traité de la fonte et du fer*, les procédés ordinaires du puddlage; aussi, dans cet article, nous ne ferons que mentionner les dispositions particulières qui distinguent le système de four à gaz de tourbe appliqué dans le Hanovre, et représenté pl. 30.

Ce four, installé depuis quelques années déjà à l'usine de Neustadt par M. Langenheim, est disposé pour convertir la tourbe en gaz en l'appliquant dans cet état directement au puddlage du fer.

La fig. 1 représente ce four en élévation extérieure vue de face.

La fig. 2 en est une section longitudinale passant verticalement par le milieu de sa largeur.

La fig. 3, une section horizontale faite suivant la ligne brisée 1-2-3-4.

Les fig. 4 et 5 sont deux sections transversales, l'une faite suivant la ligne 5-6, et l'autre par la ligne 7-8.

Les parois intérieures de ce four sont en briques réfractaires, comme dans tous les appareils de ce genre, recouvertes par une forte épaisseur de briques ordinaires, consolidée elle-même par de fortes plaques en fonte A, reliées entre elles par des boulons d'écartement a.

Le foyer, avec grille pour brûler la houille, est remplacé dans ce four par la grande chambre B, qui reçoit la tourbe que l'on introduit par les ouvertures rectangulaires b, ménagées au plafond de cette chambre. Ces ouvertures sont fermées par deux vannes ou tiroirs en pierres réfractaires C, placées dans des châssis en fonte c, dans lesquels on peut les déplacer horizontalement pour ouvrir ou fermer à volonté les ouvertures b, au moyen des tiges à poignée dont elles sont munies.

Les châssis des vannes sont surmontés chacun d'une trémie D, fondue

avec un rebord creux afin de recevoir un couvercle léger en fer-blanc *d*, que l'on soulève aisément pour emplir de tourbe la trémie. Ce n'est que quand ce couvercle est fermé que l'on ouvre la vanne ou tiroir *C*, qui laisse descendre le combustible dans la chambre. Par ce moyen, on évite autant que possible les pertes de gaz, puisque ceux-ci se trouvent retenus dans la trémie par le joint hydraulique formé par le rebord creux dans lequel plongent les bords du couvercle.

Au lieu de deux trémies, une seule, placée au centre de la chambre de combustion, suffirait pour le chargement, ainsi que l'usage l'a démontré. Dans ce cas, comme les morceaux de tourbe sont assez forts, il serait bon d'évaser un peu l'ouverture *b* du plafond pour faciliter sa descente.

On pourrait aussi disposer au-dessous d'elles, dans l'épaisseur des murs, de petits tuyaux en cuivre en communication avec le conduit de vent forcé. Ces tuyaux, percés de petites ouvertures rectangulaires débouchant sur les vannes, les garantiraient d'un trop grand échauffement.

Les portes à deux battants *E*, qui ferment les ouvertures ménagées à la partie inférieure de la chambre *B*, permettent de vider et de nettoyer le foyer, ce qui a lieu à l'usine de Neustadt toutes les 12 heures, quand on fait le changement d'ouvriers pour le service de nuit et de jour.

L'inflammation de l'air dans ce foyer, nécessaire pour convertir la tourbe en gaz, pénètre par les quatre ouvertures *f* (fig. 2 et 3), qui communiquent avec la boîte en fonte *F*, dans laquelle arrive le vent forcé par la machine soufflante. A cet effet, la plaque de devant qui ferme cette boîte est fondue avec une tubulure *f'*, sur laquelle s'assemble un robinet-vanne permettant de régler l'entrée du vent qui arrive par un tuyau en communication avec la conduite générale. Dans l'épaisseur de cette plaque sont ménagés, vis-à-vis des ouvertures *f* d'entrée d'air dans le foyer, des trous fermés par des bouchons en terre réfractaire que l'on défonce au besoin pour opérer le nettoyage de ces ouvertures.

Les gaz qui sortent de la chambre de combustion *B* passent au-dessus de l'autel *B'*, descendent dans la capacité *G*, servant à recevoir les cendres qu'ils entraînent, et remontent ensuite pour pénétrer dans le four à puddler proprement dit *H*. Pour nettoyer le cendrier *G*, une ouverture, fermée par la porte *G'* (fig. 1), est disposée sur le devant de l'appareil.

A leur entrée dans le four, les gaz s'enflamment et se brûlent sous l'action énergique d'un courant d'air chaud qui arrive par une tuyère *I*, disposée dans l'épaisseur de la voûte. Cette tuyère souffle l'air sous une forte pression, par une étroite ouverture de 5 à 6 millim. de hauteur et sur une largeur égale environ à celle du four (voyez le tracé ponctué fig. 3).

Si les gaz combustibles et l'air chauffé au moyen duquel s'opère leur combustion suivaient la même direction en pénétrant dans le four, une portion de ces gaz s'échapperait par le canal *J* sans être brûlée, tandis que, par la direction inclinée donnée à la tuyère *I*, l'air chaud arrivant avec une forte pression, opère sur toute la masse une combustion complète.

L'air forcé par la machine soufflante est chauffé par une portion de la chaleur que développe la circulation établie autour de la sole H' et dans le coffre en fonte K, lequel, divisé en cinq compartiments, recouvre le canal d'échappement à la sortie des produits de la combustion.

Voici comment cette circulation est obtenue : De chaque côté de la porte de travail L, disposée de façon à être ouverte et fermée aisément à l'aide d'une chaîne attachée au levier L', sont placés deux tuyaux M qui descendent sous le plancher pour se relier avec la tubulure à deux branches M, en communication directe avec la conduite de vent forcé. Ces tuyaux débouchent dans la gargouille en fonte h, qui entoure la sole ; le vent y circule, rafraîchit les parois latérales, et sort déjà échauffé par une tubulure assemblée avec les tuyaux N, qui le conduisent dans la boîte en fonte K. Après avoir parcouru les cinq compartiments qui divisent cette boîte, où il acquiert une haute température, le vent se rend par les tuyaux P dans la tuyère I, qui le laisse échapper en un jet mince et régulier dans la chambre de puddlage H. L'intensité de ce jet peut d'ailleurs être réglée par un robinet-vanne P', dont le volant à manette p est placé sur le devant du four, à la disposition de l'ouvrier puddleur.

Sur le tuyau P, près de ce robinet régulateur, on ménage une petite ouverture fermée par un simple bouchon qui peut sauter sous l'expansion de l'air chauffé dans les tuyaux. Sans cette précaution, il pourrait arriver des accidents, soit dans le tuyau P, soit dans la boîte à compartiments K, si, par oubli ou par négligence, le robinet-vanne restait fermé.

Ces dispositions, appliquées pour chauffer l'air, donnent de bons résultats, mais demandent une grande attention de la part des ouvriers ; il pourrait être remplacé avec avantage, sous le point de vue de la sécurité, par un appareil à chauffer l'air avec les gaz perdus, tel que ceux que l'on emploie pour alimenter les hauts-fourneaux¹.

Au commencement de son application, le puddlage au gaz de tourbe a présenté quelques inconvénients, suivant que la tourbe était plus ou moins chargée d'humidité. Quand elle était sèche, on produisait sans difficulté de très-beau fer à grain fin ; mais ordinairement elle contenait 40 à 50 p. 0/0 d'eau. Il fallait alors, pour élever la température au degré convenable, augmenter la pression du vent dans la chambre de travail et dans le foyer de combustion. Ainsi on a été obligé de refouler l'air chaud sous une pression qui s'est élevée de 30 à 60 grammes par centimètre carré. On se rend compte de cette énorme pression, en sachant que la plupart des fours à puddler au gaz en usage dans la Carinthie et au Harz ne travaillent que sous une pression de 8 à 10 gr. par cent. carré. On conçoit combien le four doit souffrir de cet état de choses ; mais malgré cela, aucun chômage n'en est résulté, et ce système produit régulièrement 6 à 8 charges de 200 kil. chacune en 24 heures de travail.

1. Nous avons publié (tome VIII) un appareil de ce genre, par MM. Thomas et Laurens

OUTILLAGE DES FORGES

CISAILLES AVEC MOTEUR A VAPEUR ADHÉRENT

INSTALLÉES POUR LE SERVICE DES LAMINOIRS A TOLES

DE L'USINE DE NEUSTADT

ET EXÉCUTÉES

Par M. BORSIG, constructeur à Berlin

Sur les dessins de M. LANGENHEIM, ingénieur.

(PLANCHE 31)

Si l'application directe de la vapeur aux machines-outils peut rendre d'importants services, c'est surtout dans les forges où les appareils ne sont pas, comme dans les ateliers de construction, en grand nombre et faciles à disposer pour recevoir la commande d'un arbre de couche. Le plus souvent, en effet, les marteaux, la presse et les cisailles sont éloignés du moteur principal qui actionne les laminoirs. Aussi ce mode d'application remonte déjà à une époque assez éloignée; nous avons publié dans le VI^e vol. une cisaille à vapeur construite vers 1846 par M. Cavé, pour découper les fortes tiges de fer, telles que des bandages de roues.

Outre la facilité d'installation que présentent les machines-outils avec leurs moteurs adhérents, ces machines peuvent être construites avec des dimensions beaucoup plus fortes, non-seulement pour effectuer un travail plus considérable, mais surtout en exerçant un plus grand effort à obtenir des résultats nouveaux. Ainsi, avec la cisaille représentée fig. 1 à 3, pl. 31, on peut couper des feuilles d'une longueur de près de 2 mètres et de 25 mill. d'épaisseur en une seule fois. Ce résultat est difficile à obtenir avec les cisailles commandées par une transmission, même avec celles au moyen desquelles on est obligé d'opérer à plusieurs reprises pour une longueur aussi grande.

Deux systèmes de cisailles à vapeur nous ont été communiqués par M. Langenheim, ancien ingénieur des forges de Neustadt. Elles offrent des particularités intéressantes qui nous ont engagés à les publier, et que nous allons faire ressortir en les décrivant avec détails.

CISAILLE A GUILLOTINE A DOUBLE MOUVEMENT PARALLÈLE.

La fig. 1 représente cette cisaille en élévation, vue de face du côté des couteaux; la fig. 2 en est une projection latérale du côté gauche, et la fig. 3, une coupe transversale faite par le milieu.

Le bâti, qui doit offrir une grande solidité, se compose de deux flasques en fonte A, évidées et réunies au sommet par les deux traverses a , boulonnées contre les quatre paliers A' , venus de fonte avec ces flasques. Elles sont, en outre, reliées à leur base par la forte table B, fixée comme elles sur une large plaque de fondation A^2 au moyen de coins a' , engagés dans d'épaisses saillies ménagées à cette plaque, qui est solidement fixée sur un massif en pierres par de forts boulons.

Pour faire la longueur d'action des cisailles plus grande que la distance qui sépare les deux flasques, et par suite pouvoir couper des tôles de toute longueur, le constructeur a évidé ces flasques en a^2 , et pour guider le mouvement du porte-lame supérieur, les saillies dans lesquelles sont pratiqués ces évidements sont munies de lames en acier x (fig. 1), taillées à queue d'hironde pour recevoir les extrémités de ce porte-lame.

La lame inférieure b est fixée au moyen de boulons à tête noyée à la table B, sur laquelle se placent les tôles à cisailier.

La lame supérieure b' est assemblée d'une manière analogue au porte-lame B' , qui glisse dans les coulisses x du bâti, et est constamment soulevé afin de rester en contact avec les bielles K, qui lui transmettent le mouvement par deux contre-poids C, montés à l'extrémité des leviers C' . A cet effet, ceux-ci sont disposés intérieurement contre les flasques du bâti, munis chacun d'un tourillon c (fig. 3) pour les recevoir, et reliés par des brides articulées en fer c' aux deux bouts des porte-lames.

Le mouvement est donné à cette pièce principale de la cisaille, au moyen de la petite machine à vapeur, disposée derrière les deux flasques sur un bâti en fonte D, boulonné sur la plaque de fondation.

Le cylindre E de cette machine est fondu avec les tourillons e , qui peuvent osciller librement dans les coussinets en bronze des supports D. Ces tourillons sont munis de stuffing-box, également en bronze e' , qui reçoivent les tuyaux f et f' , l'un destiné à amener la vapeur, et l'autre à la laisser échapper après son action sur le piston E' .

La distribution de la vapeur est obtenue par les oscillations du cylindre. Le tiroir qui laisse pénétrer la vapeur, tantôt en dessus, tantôt en dessous du piston, au lieu d'être animé d'un mouvement de va-et-vient, comme dans les machines à cylindre fixe, est simplement relié à la bielle d , dont l'extrémité supérieure est assemblée avec la tige t de ce tiroir (fig. 2), tandis que celle inférieure tourne sur un boulon engagé dans la chape d' , fixée sur la plaque de fondation de la machine.

Il résulte naturellement de cette disposition très-simple une sorte de

fixité du tiroir par rapport au cylindre qui, à chaque oscillation dans un sens, laisse à découvert l'une des entrées de vapeur, puis l'autre quand il s'incline en sens inverse. Pendant ce temps, la bielle d décrit un arc de cercle sur son centre d' , pour laisser la tige t du tiroir se mouvoir dans sa boîte à étoupe suivant une ligne droite.

Le mouvement de va-et-vient du piston est transmis directement à la manivelle G , clavetée à l'extrémité de l'arbre g , qui tourne dans les paliers fixés par des cales aux supports a . Sur cet arbre sont fixés le volant régulateur G' et le pignon H , qui engrène avec les deux grandes roues H' , calées sur les arbres h , montés parallèlement dans les deux paliers A' ; chacun d'eux porte un disque I formant manivelle, et muni à cet effet d'un manneton I' , relié à une bielle K au moyen d'une bride en fer et d'une double clavette. Cette bielle appuie sur la partie inférieure de la saillie k , venue de fonte avec le porte-lame B' qui, étant constamment sollicité à se relever sous l'action du contre-poids C , suit naturellement la bielle lorsqu'elle se déplace de bas en haut, tandis que, quand elle marche de haut en bas, elle force le porte-lame à descendre d'une quantité égale à la course de la manivelle I' .

Les deux surfaces en contact ne sont pas planes, parce qu'il se produirait une composante normale qui pourrait occasionner quelque rupture lorsque la résistance serait considérable. On les a fait légèrement convexes, afin que tout l'effort s'exerce dans le sens du rayon.

La même disposition se retrouve des deux côtés du porte-lame sur lequel agissent les deux bielles, avec la même intensité et dans le même temps. Il en résulte que la lame inclinée b' n'attaque le métal que progressivement, de façon à produire un travail régulier et uniforme pendant tout le temps de la descente. Lorsqu'elle remonte, le travail est nul; mais alors toute la puissance transmise par la machine s'accumule dans le volant pour se manifester plus tard, et surtout pour s'opposer aux chocs qui auraient lieu au moment où les cisailles commenceraient à attaquer la feuille métallique.

Comme dans toutes les cisailles, il est nécessaire de pouvoir à volonté suspendre et rétablir le mouvement des outils sans avoir recours à un désembrayage qui, du reste, ne pourrait amener l'arrêt instantané indispensable dans ces sortes de machines. Voici comment cet arrêt est obtenu dans la machine que nous décrivons.

Latéralement contre les flasques du bâti sont venus de fonte avec elles des bras m , qui supportent un petit arbre m' muni de plusieurs leviers. Le premier M (fig. 1 et 2) est terminé par une poignée au moyen de laquelle l'ouvrier fait mouvoir l'arbre pour amener le déclanchement du porte-lame, ou, au contraire, rétablir son mouvement. Près de ce levier est monté un levier plus petit, relié par la tringle l à la bielle de gauche K ; celle-ci est réunie à celle de droite par la longue tige L , de telle sorte qu'en appuyant sur la poignée M on puisse dégager simultanément les deux

bielles K du contact des appendices k , qui font partie du porte-lame B'. Celui-ci, devenu libre, reste soulevé sous l'action du poids C, et les deux bielles continuent à se mouvoir sans l'obliger à descendre. Quand on veut rétablir le mouvement de la lame tranchante, on agit en sens inverse sur la même poignée M, et, ramenant les bielles K dans leur position verticale, elles viennent se replacer en contact des saillies k .

Cette disposition de la tige L, qui rend les deux bielles solidaires, assure encore leur action simultanée et parallèle obtenue par le calage des disques à manivelle sur les arbres h , de manière que les bielles K se déplacent toujours suivant les mêmes angles dans toutes les positions qu'elles peuvent prendre.

Pour faciliter à l'ouvrier la conduite de la machine de quelque côté qu'il se trouve, un second levier à manette M' est disposé du côté opposé à celui M; il est relié par la longue tige L' à un petit levier V', fixé sur l'arbre de la manette de gauche, de sorte qu'en agissant sur l'une ou l'autre de ces manettes il obtient le même résultat, celui d'engager ou de dégager les extrémités des bielles des saillies k du porte-lame.

Pour arrêter les bielles dans les deux positions correspondantes au travail de la cisaille ou à son arrêt, l'arbre m' est encore muni de deux leviers arqués N et N', disposés pour buter contre le bâti et limiter l'amplitude du déplacement des bielles que le contre-poids O empêche de se replacer d'elles-mêmes sous l'action de leur propre poids.

Dans cette sorte d'appareil, la vitesse communiquée au couteau de la cisaille est d'environ 20 coups par minute. Pour atteindre ce résultat, le piston de la machine à vapeur doit battre 100 coups dans le même temps, c'est-à-dire que l'arbre de transmission g fait 100 révolutions.

Le pignon H a 0^m33 de diamètre et les roues H' 1^m65, ce qui donne lieu, comme nous l'avons dit, à :

$$\frac{33 \times 100}{1,65} = 20 \text{ coups par minute,}$$

vitesse que l'on peut encore augmenter ou diminuer au besoin, suivant que les tôles à cisailer sont plus ou moins épaissées.

CISAILLE CIRCULAIRE,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 7.

Lorsque les tôles à découper sont d'une faible épaisseur, les cisailles à mouvement alternatif ne rendent pas tout le travail qu'elles pourraient donner, et le temps qu'elles mettent à se relever est tout à fait perdu. En effet, il n'est plus nécessaire de les faire agir sur le métal par intervalle, car, la résistance à vaincre étant peu considérable, on n'a plus besoin d'emmagasiner dans le volant une grande puissance pour surmonter à un moment donné l'effort considérable que doit exercer la lame. C'est alors que les cisailles circulaires sont d'un emploi très-avantageux, parce

qu'elles travaillent d'une manière continue, et qu'elles permettent de découper la feuille de tôle suivant une courbe quelconque.

Ces cisailles sont formées de deux disques légèrement taillés en biseau à la circonférence, tournant en sens contraire et rapprochés l'un de l'autre selon l'épaisseur de la tôle. La feuille métallique une fois engagée est découpée complètement jusqu'au bout, sans qu'il soit nécessaire d'appliquer la moindre pression. Cependant, si l'épaisseur augmentait, il faudrait employer des disques dont le diamètre croîtrait dans le même rapport, ou bien exercer une pression de façon à forcer la feuille à s'engager entre les lames. On peut éviter cet inconvénient en pratiquant à la circonférence des disques de légères cannelures.

La machine représentée fig. 4, 5, 6 et 7 permet de découper des tôles de 3 à 4 mill. d'épaisseur sur une longueur en quelque sorte indéfinie.

La fig. 4 montre cette cisaille en élévation longitudinale, les organes moteurs seuls vus en section passant par l'axe du cylindre à vapeur.

Les fig. 5 et 6 sont deux vues de côté : la première par derrière, laissant voir le moteur adhérent à l'appareil ; la seconde, regardée du côté des disques, formant la cisaille proprement dite.

La fig. 7 indique une section de la tête de l'une des lames.

Dans cette machine, le bâti A, fondu d'une seule pièce, est solidement fixé sur le sol ; tous les supports sont venus de fonte avec lui. Il est en outre percé de deux ouvertures tubulaires qui livrent passage aux arbres des disques formant couteaux.

Dans quatre oreilles *a*, venues également de fonte avec ce bâti, passent les boulons *b* qui soutiennent une forte plaque de tôle B, disposée dans un évidement pour maintenir pendant le travail et recevoir après le cisaillement la portion de la feuille de tôle présentée aux couteaux.

Chacun des disques en acier C est fixé à l'une des extrémités des axes horizontaux *c* (fig. 4 et 7) par un écrou contre une forte rondelle en fer qui appuie sur une embase ménagée à chaque arbre pour la recevoir. Une seconde embase est forgée à une petite distance de la première, pour former un collet qui est engagé dans les coussinets en bronze des paliers *d* fondus avec le bâti.

Pour faciliter le réglage des deux disques, c'est-à-dire la distance qui les sépare l'un de l'autre et qui doit varier avec l'épaisseur de la tôle, des vis *d'* sont engagées dans des trous filetés dans la tôle du bâti, et, pour que la pression de ces vis se répartisse également sur toute la surface des coussinets, une plaque en fer forgé *x* (fig. 7) est ajustée sur le coussinet supérieur. Pour effectuer ce réglage, il est nécessaire de desserrer les boulons *d'* qui retiennent les chapeaux des paliers.

Le mouvement est transmis aux cisailles par une petite machine à vapeur verticale à directrices. Son cylindre E est fondu avec une plaque rectangulaire qui sert à le fixer sur le socle du bâti. A la tige *t* du piston est clavetée la crosse *t'*, munie de guides demi-cylindriques qui glissent

le long des deux tiges en fer T (fig. 5) boulonnées sur des oreilles venues de fonte avec le cylindre et son couvercle, et avec un petit entablement en fonte T', dans l'évidement duquel passe la bielle motrice E. La tête inférieure de cette bielle est ajustée à articulation dans la souche de la crosse t', et sa tête supérieure est reliée à un bouton de manivelle en fer forgé e, ajusté et rivé dans le moyeu du volant V claveté au bout de l'arbre principal F. Sur le bouton de manivelle e est montée une seconde manivelle e' d'un plus petit rayon que la première, qui commande le tiroir de distribution par l'intermédiaire de la tringle en fer U.

On voit facilement que, d'après cette disposition, les mouvements du piston et du tiroir ont lieu en sens inverse, et que c'est simplement en donnant aux deux manivelles un angle convenable que l'on obtient les conditions de réglage nécessaire à une bonne distribution.

La vapeur arrive dans la boîte du tiroir par le tuyau v, et s'échappe du cylindre après avoir produit son action sur le piston par le tuyau v'.

L'arbre F, muni du volant régulateur V, est muni du pignon G qui engrène avec la grande roue G', calée sur l'axe c du disque supérieur. Sur ce même axe est fixé le pignon H qui commande celui H', du même nombre de dents, fixé sur l'axe du disque inférieur. On voit par cette transmission que ces deux disques tournent bien en sens contraire.

Le service de la cisaille est facilité par l'emploi d'un chariot mobile. Ce chariot a 2^m50 de longueur et 1 mètre de largeur aux deux extrémités I; son milieu I', sur une largeur de 1 mètre, saillit également de 1 mètre. H est complètement en fer, composé de deux parties : l'une I est formée de quatre cornières i reliées entre elles par des châssis rectangulaires et consolidés par des croix de Saint-André; la seconde I' est formée de fer de même forme assemblé sur la première et renforcé par des lames métalliques qui, ainsi que les précédentes, sont rivées entre elles. Ce chariot est recouvert par des feuilles de tôle formant une table sur laquelle se trouvent des points de repaire mobiles dans des rainures qui permettent d'obtenir des longueurs égales de tôle et des coupures à angle droit, en disposant dans ce but des règles sur la table, laquelle, en outre, est munie d'un long levier monté à charnière, qui sert à maintenir la tôle fixée pendant que l'on fait avancer le chariot.

A cet effet, ce chariot est muni de deux paires de roues R qui reposent sur des rails en fonte R', boulonnés entre eux et sur le sol d'une manière invariable. Ils sont taillés en biseau et s'engagent dans des gorges analogues pratiquées aux roues, afin que la position du chariot soit bien stable et qu'il ne puisse osciller, condition indispensable à remplir pour obtenir des coupures nettes et parfaitement droites.

CONSTRUCTION DES MACHINES

ROBINETS ET VALVES

DE DIVERS SYSTÈMES

POUR DISTRIBUTION DES LIQUIDES, DES VAPEURS
ET DES GAZ

(PLANCHES 32, 33 ET 34)

Dans la construction des machines et des appareils industriels, il est peu d'organes qui reçoivent des applications aussi nombreuses que les robinets et les valves, employés pour établir ou interrompre des communications d'arrivée ou d'échappement d'eau, de liquides, de vapeurs et de gaz. Aussi ces organes ont-ils fait l'objet de grandes et sérieuses études; s'il nous fallait mentionner toutes les dispositions pour lesquelles des demandes de brevets d'invention ont été faites en France et ailleurs, il nous faudrait consacrer à cet article beaucoup plus d'espace que ne le comporte le cadre de cet ouvrage.

L'intérêt qui résulterait de ce travail serait, du reste, purement historique, car la plus grande partie de ces inventions reposent sur des détails souvent d'une importance secondaire, ou ont été imaginés dans le but de parer à un inconvénient particulier, mais souvent la plupart des dispositions proposées présentent des difficultés d'exécution ou d'application qui sont plus graves que l'inconvénient même que l'inventeur cherchait à éviter.

Nous pensons rendre un service plus réel en donnant les principaux systèmes consacrés par l'usage et reconnus comme offrant les meilleurs résultats pratiques. Notre but dans l'étude de ce genre d'organe, comme dans celle des diverses pièces mécaniques dont l'importance mérite un examen spécial, est surtout de bien faire apprécier les meilleures formes, les dimensions les plus convenables qu'il est bon d'adopter. C'est qu'en effet on recherche maintenant, aussi bien dans la construction des machines que dans les constructions architectu-

rales et dans les arts en général, une certaine élégance de forme qui, loin d'être arbitraire, a souvent sa raison d'être; nous avons reconnu en effet que souvent les pièces de mécanique dont les formes et les proportions étaient heureusement combinées et offraient à l'œil un aspect satisfaisant paraissaient aussi celles qui présentaient le plus de solidité et qui, ayant été mieux étudiées, fonctionnaient dans les meilleures conditions.

Il y a encore des fabricants qui construisent des valves et des robinets sans méthode déterminée et sans se rendre exactement compte des rapports qui doivent exister entre les différentes parties qui les composent; il en résulte que ces objets n'ont pas toujours les proportions convenables, sont souvent de formes disgracieuses, fonctionnent mal après un service de peu de durée, et pèchent par des épaisseurs trop faibles, ou, ce qui est plus ordinaire, par l'excès contraire.

Ramener la construction d'un robinet à un simple tracé géométrique pour l'exécution duquel il suffit de connaître le diamètre du tuyau ou de l'orifice sur lequel la bride doit être appliquée: tel est le résultat que nous avons cherché à obtenir et auquel nous sommes parvenu en nous aidant de l'expérience acquise par les meilleurs constructeurs dont nous avons examiné et comparé les modèles pour en déduire un *type* principal qui, nous l'espérons, doit satisfaire aux conditions que demandent l'exécution et le bon fonctionnement de cet organe essentiel.

On sait que le simple *robinet* proprement dit consiste en un tuyau de faible longueur fondu avec un renflement percé, perpendiculairement à l'axe de ce tuyau, d'un trou conique. Ce renflement se nomme *bois-seau*; il reçoit une *clé* de forme également conique que l'on peut faire tourner aisément afin que, placée dans un sens, elle puisse s'opposer au passage du liquide et, contrairement, permettre son écoulement quand on lui fait faire une fraction de tour, en ramenant ainsi, dans le sens longitudinal du tuyau, le canal dont elle est percée.

En dehors de ce robinet et des nombreuses dispositions basées sur le même principe de construction, on fait usage avantageusement, surtout pour les grands diamètres, de *robinets-valves* qui diffèrent sensiblement de ce premier système; ils présentent comme caractère distinctif un *clapet mobile* monté à l'extrémité d'une tige, dans l'intérieur d'un *bois-seau* de forme spéciale, lequel est muni d'un *siège fixe* destiné à recevoir le clapet quand la valve est fermée pour s'opposer au passage du liquide; dans le cas contraire, le clapet est maintenu soulevé au-dessus de ce siège au moyen de la tige à l'extrémité de laquelle il est attaché.

Un troisième système est encore appliqué, particulièrement pour les conduits de vapeur, de gaz ou de vent forcé: ce sont les *vannes* qui se meuvent comme des tiroirs perpendiculairement à l'orifice d'entrée ou d'échappement du tuyau d'écoulement, à l'intérieur d'un coffre, sur une surface dressée destinée à le recevoir.

Il y a bien encore des *souppapes*, des *clapets* et des *tiroirs*; mais ces or-

ganes spéciaux font le plus ordinairement partie intégrante des machines à vapeur ou des pompes à eau ou à air sur lesquelles ils sont appliqués, et alors leurs formes et leurs dispositions sont le plus souvent subordonnées à celles de ces machines auxquelles ils servent d'auxiliaires.

Nous ne ferons donc, dans cet article, qu'examiner les principaux modèles des trois systèmes dont nous venons d'exposer sommairement les caractères distinctifs, et, pour en faciliter l'étude, nous diviserons cet examen en trois grandes classes dans lesquelles nous nous attachons autant que possible à faire entrer toutes les dispositions intéressantes et particulières à chaque système.

ROBINETS A BOISSEAU CONIQUE ET A CLEF

ROBINET TYPE REPRÉSENTÉ FIG. 1 ET 2, PL. 32.

Les fig. 1 et 2 représentent en sections verticale et horizontale un robinet ordinaire dont nous admettons que toutes les dimensions sont déduites du diamètre D de l'ouverture du tuyau. Ces figures suffisent à expliquer la disposition générale de cet organe ; nous n'avons donc pas à nous y arrêter. Mais nous allons essayer d'établir d'une manière pratique et rationnelle les proportions qui doivent exister entre les différentes parties qui le composent.

Le diamètre D étant donné, on trace deux lignes parallèles qui le représentent, et que l'on divise en deux parties égales par une ligne d'axe ab .

Sur cette ligne, on détermine la longueur L du robinet, en faisant cette longueur égale à 3 fois le diamètre plus 50 mill.,

$$\text{soit } L = 3 D + 50.$$

Par conséquent, un robinet où le diamètre intérieur du tuyau serait de 0^m60 aurait pour longueur : $3 \times 60 + 50 = 230$ mill.

Divisant cette longueur en deux parties égales et traçant une ligne perpendiculaire à la ligne ab , on se donne la ligne d'axe du boisseau. Le diamètre intérieur moyen D' de celui-ci se trouve à la rencontre de ces deux lignes, et on le fait égal au diamètre $D + 6$ mill.

Les constructeurs ont été jusqu'ici peu d'accord sur l'angle à donner à l'envergure du cône intérieur du boisseau : ils font généralement varier l'inclinaison de $1/8$ à $1/10$ ou $1/12$ de la hauteur du boisseau. Nous pensons que même cette dernière inclinaison de $1/12$ est encore, dans certains cas, trop considérable, car si, d'un côté, plus le cône est sensible, moins les fuites sont à craindre, d'un autre côté le

serrage un peu trop fort de l'écrou fait adhérer si parfaitement le cône et la clé que l'on ne peut plus faire tourner celle-ci.

En ayant le soin de roder bien exactement le boisseau et la clé, un angle total de 7 degrés entre les deux génératrices du cône est suffisant ; il correspond à peu près à $1/16$ de la hauteur du boisseau.

Ainsi les deux génératrices extrêmes de la surface conique intérieure de celui-ci et celle extérieure de la clé sont tracées parallèlement aux deux lignes ponctuées cd et cd' , qui, par suite, forment chacune avec l'axe vertical un angle de 3 degrés et demi.

L'angle du cône tracé, on détermine la hauteur H du boisseau en faisant celle-ci égale à 2 fois le diamètre augmenté de 35 millimètres,

$$\text{soit } H = 2D + 35.$$

Ainsi pour le robinet de 60 mill., la hauteur du boisseau serait de :

$$2 \times 60 + 35 = 155 \text{ mill.}$$

L'épaisseur e à donner au boisseau pour que, dans les conduits de vapeur, par exemple, la température n'ait pas une trop grande influence sur la dilatation et la contraction du métal, ce qui, dans ce cas, déterminerait ou un relâchement qui amènerait des fuites, ou un serrage qui empêcherait de faire tourner la clé, peut être égale à $1/7$ du diamètre, plus 2 millimètres,

$$\text{soit } e = \frac{1}{7} D + 2 \text{ mill.}$$

c'est-à-dire que, dans l'exemple ci-dessus, on aurait pour e :

$$1/7 \times 60 + 2 = 10,5.$$

L'épaisseur e' du corps du robinet peut être un peu moindre sans présenter aucun inconvénient. Il suffit de la faire égale à $1/10$ du diamètre avec 2 millimètres en plus,

$$\text{ou } e' = \frac{1}{10} D + 2,$$

$$\text{soit pour } D = 0^m 060 = 6 + 2 = 8 \text{ millimètres.}$$

Les brides seront très-bien proportionnées au corps du robinet et pourront recevoir aisément les boulons d'attache en faisant leur diamètre D'' égal à 2 fois celui de l'orifice, plus 40 millimètres.

$$\text{soit } D'' = 2D + 40.$$

d'où pour $D = 0^m 060$, on a :

$$D'' = 2 \times 60 + 40 = 160 \text{ millimètres.}$$

L'épaisseur e'' de ces brides aura la force nécessaire pour résister au serrage des boulons en lui donnant un sixième du diamètre de l'orifice, avec une augmentation de 4 millimètres.

$$\text{soit alors } e'' = \frac{1}{6} D + 4 \text{ mill.}$$

$$\text{d'où, pour } D = 0^m 060, e'' = 14 \text{ mill.}$$

Il nous reste encore à déterminer les proportions de la clef. A cet effet, les deux dimensions les plus importantes sont celles du rectangle qui doit livrer passage au fluide quand le robinet est ouvert. Or, il est évident que, pour éviter toute contraction du liquide durant son passage, il est indispensable que cette section soit au moins égale à celle du tuyau d'écoulement.

Nous adoptons, avec plusieurs constructeurs¹, comme produisant une bonne exécution, le rapport de 2 à 3 entre le diamètre de l'ouverture circulaire et la hauteur du rectangle. Ainsi, cette hauteur sera égale au diamètre D , plus la moitié de ce diamètre,

$$\text{soit } h = D + \frac{1}{2} D,$$

ce qui, pour l'exemple choisi, ferait

$$h = 60 + \frac{60}{2} = 90 \text{ mill.}$$

La hauteur étant donnée, il est facile de déterminer, par le calcul, la largeur l de l'orifice pour que sa section soit en rapport avec la surface du cercle. Pour simplifier cette opération, déjà simple en elle-même, il suffit de multiplier la hauteur par le coefficient : 0,524 D .

Ainsi, prenant pour exemple un robinet ayant à l'ouverture 60 millimètres de diamètre, nous aurons pour les deux côtés du rectangle :

$$h = D + \frac{1}{2} D, \text{ ou } 60 + 30 = 90 \text{ mill.}$$

$$\text{et } l = 0,524 D, \text{ ou } 0,524 \times 60 = 31^{\text{mill.}} 44,$$

ce qui donne en section :

$$90 \times 31,44 = 2830^{\text{m. q.}} = 28^{\text{c. q.}} 30,$$

tandis que la surface du cercle est de :

$$\frac{\pi d^2}{4} = 28^{\text{c. q.}} 27.$$

Ainsi, la surface du rectangle est un peu plus grande que celle du

1. Voir le tracé géométrique d'une boîte de robinet, par M. Edwards, tracé que nous avons donné dans le III^e vol. de ce Recueil.

cercle, ce qui est une bonne chose, car il arrive toujours après un temps de service plus ou moins long que ce canal se trouve obstrué, soit par le tartre qui s'attache aux parois, soit surtout par le serrage de la clef qui oblige nécessairement le cône à descendre. On peut du reste remédier à cet inconvénient en maintenant les évasements du boisseau un peu plus grands que la hauteur de l'orifice.

On opère généralement le serrage de la clef, soit par un écrou, soit par une clavette. Ce dernier moyen n'est employé que pour les robinets à eau, de petit calibre, parce qu'il est moins dispendieux que le premier; il a l'inconvénient de ne permettre de serrer que dans de faibles limites, et, comme on est obligé de frapper, on ébranle par ce fait le joint des brides.

L'écrou de serrage, au lieu d'appuyer directement au-dessous du boisseau conique, exerce sa pression sur une rondelle qui tourne avec la clef. Cette rondelle est percée d'une ouverture centrale pour le passage de la vis qui termine la clef. Le diamètre est déterminé en conservant les proportions indiquées fig. 1, pl. 32, par rapport à l'ouverture de la rondelle r , ouverture que l'on fait égale à la moitié du diamètre D , plus 7 millimètres.

$$\text{soit } r = \frac{1}{2} D + 7,$$

$$\text{et pour } D = 60, r = 30 + 7 = 37.$$

Les dimensions du carré qui surmonte la clef sont un peu arbitraires; pourtant, afin de ne pas conserver une épaisseur de métal inutile, et en laisser une assez considérable pour que le carré résiste à l'effort de la poignée de manœuvre, on peut donner au cercle inscrit c la moitié du diamètre D , plus 9 mill.

$$\text{soit donc } c = \frac{1}{2} D + 9$$

et une dimension égale pour la hauteur du carré.

Il nous resterait bien encore à déterminer la hauteur totale de la clef, mais celle-ci dépend naturellement de celle du boisseau; il suffit donc de laisser une saillie convenable une fois la clef engagée, de façon à ce que, dépassant les brides, on puisse manœuvrer librement la poignée du levier monté sur le carré. En faisant cette saillie égale à :

$$\frac{1}{2} D + 6 \text{ mill.}$$

les conditions d'aspect et de commodité sont complètement obtenues.

Nous avons tracé, grandeur d'exécution, sur les données qui précèdent une série de robinets depuis l'orifice de 10 mill. de diamètre jusqu'à celui de 120 mill.; toutes les proportions présentent entre elles les meil-

leures conditions de forme et de solidité. Le tableau ci-dessous en résume les dimensions principales.

ROBINETS A DEUX BRIDES (TYPE FRANÇAIS).

Diamètre de l'orifice D.	Longueur du robinet $L = 3 D + 80$	BOISSEAU.		Épaisseur du boisseau $e = \frac{4}{7} D + 2$	Épaisseur du robinet $e' = \frac{4}{10} D + 2$	Diamètre des brides $D'' = 2 D + 40$	Épaisseur de la bride $e'' = \frac{4}{6} D + 4$	GIL DE LA CLEF		Diamètre de la rondelle. $r = \frac{1}{2} D + 7$	Carré cercle inscrit c . $c = \frac{1}{3} D + 9$
mill.	mill.	Diamètre intérieur $D' = D + 6$	Hauteur $H = 2 D + 35$	mill.	mill.	mill.	mill.	Hauteur $h = D + \frac{1}{2} D$	Largeur $l = 0.324 D$	mill.	mill.
40	80	46	55	3.4	3	60	5.4	45	5.2	42	44
43	89	49	64	3.8	3.3	66	6	49.5	6.8	43.5	45.5
45	95	51	69	4.1	3.5	70	6.5	52.5	7.8	45	46.5
48	104	54	77	4.5	3.8	76	7	57	9.4	46	48
20	140	26	75	4.8	4	80	7.3	30	10.4	47	49
23	149	29	81	5.2	4.3	86	7.8	34.5	12	48.5	50.5
25	125	31	83	5.5	4.5	90	8.4	37.5	13.4	49.5	51.5
27	134	33	89	5.8	4.7	94	8.5	40.5	14	50.5	52.5
30	140	36	95	6.3	5	100	9	45	15.7	52	54
35	155	41	105	7	5.5	110	9.8	52.5	18.3	54.5	56.5
40	170	46	115	7.7	6	120	10.6	60	21	57	59
45	185	51	125	8.4	6.5	130	11.5	67.5	23.5	59.5	61.5
50	200	56	135	9.4	7	140	12.3	75	26.2	62	64
55	215	61	145	9.8	7.5	150	13.1	82.5	28.8	64.5	66.5
60	230	66	155	10.1	8	160	14	90	31.4	67	69
65	245	71	165	11.2	8.5	170	14.8	97.5	34	69.5	71.5
70	260	76	175	12	9	180	15.6	105	36	72	74
75	275	81	185	12.7	9.5	190	16.5	112.5	40	74.5	76.5
80	290	86	195	13.4	10	200	17.3	120	42	77	79
85	305	91	205	14.1	10.5	210	18.4	127.5	44.3	79.5	81.5
90	320	96	215	14.8	11	220	19	135	47.1	82	84
95	335	101	225	15.5	11.5	230	19.8	142.5	49.8	84.5	86.5
100	350	106	235	16.2	12	240	20.6	150	52.4	87	89
110	380	116	255	18	13	260	22.3	165	57	92	94
120	440	126	275	19	14	280	24	180	62.8	97	99

Cette série de robinets se rapproche beaucoup de celle de M. Victor Thiébaud qui est, comme l'on sait, l'un des meilleurs fondeurs, pour tout ce qui a rapport non-seulement à la robinetterie, mais encore aux objets d'art et à un grand nombre de pièces mécaniques. Cet habile constructeur a eu la parfaite obligeance de mettre à notre disposition ses divers modèles dont nous avons relevé les dessins.

Le tableau suivant en montre les dimensions principales, que l'on pourra comparer avec celles du précédent.

ROBINETS A DEUX BRIDES DE M. THIÉBAUT.

Diamètre de l'orifice D	Longueur du robinet L	BOISSEAU. Diamètre intérieur.			Diamètre des brides D''	OEIL DE LA CLEF		RONDELLE — Diamètre du trou r	Poids net.
		Hant.	Bas.	Hauteur. H		Hauteur h	Largeur l		
40	75	18	13	50	60	16	5	12	0.60
43	100	25	18	65	70	21	7	15	1
45	102	27	19	70	80	24	8	15	1.20
48	105	28	20	75	85	29	9	18	1.50
20	110	30	21	78	90	33	10	18	1.75
23	115	33	25	82	95	36	12	20	2.25
25	125	35	26	86	100	40	13	20	2.75
27	131	37	27	90	110	43	14	23	3
30	145	39	29	100	120	45	16	23	4.30
35	160	44	32	108	130	54	18	27	5.60
40	170	54	40	118	140	58	23	30	8.70
45	200	60	45	130	150	67	25	30	10.60
50	215	65	50	138	160	72	28	37	13.20
55	230	70	54	146	170	81	31	40	15.20
60	240	80	63	155	180	88	34	40	18
65	250	85	66	165	190	92	37	40	22
70	260	90	70	175	200	96	42	45	27.50
75	270	95	73	187	210	103	45	45	31.75
80	280	100	76	200	220	110	48	45	34
85	295	103	78	205	225	120	50	45	37
90	310	105	80	210	230	130	51	50	40
95	325	115	85	215	235	138	53	50	46
100	350	125	95	220	240	146	55	55	51
110	370	135	105	245	250	161	60	60	65
120	400	165	140	290	270	171	70	60	72

La dernière colonne de ce tableau, qui donne le poids net de chacun des robinets, permettra aux ingénieurs de compléter rapidement un devis d'appareils comprenant divers groupes de robinets. Il suffit, en effet, de connaître le cours du kilog. de métal pour estimer approximativement la valeur de toute la robinetterie.

MODÈLES DE M. THIÉBAUT. — La fig. 3 représente, en vue extérieure, un robinet à deux brides pour la vapeur.

Les fig. 4 et 5 sont deux robinets pour l'écoulement des liquides.

Dans ces deux modèles, la clef C est fondue avec une poignée C' de forme différente; le serrage du premier est obtenu au moyen d'une clavette e et celui du second par l'écrou e'. Dans les deux cas, le rappel

de la clef a lieu par l'intermédiaire d'une rondelle en bronze *r*, interposée entre le bord inférieur du boisseau B et l'écrou.

Les fig. 6 et 7 montrent, en sections verticale et horizontale, un *robinet à trois eaux*, permettant d'établir la communication entre une conduite de liquide ou de vapeur, placée dans un certain sens, et une ou deux autres conduites placées dans le sens perpendiculaire. A cet effet, le boisseau est fondu avec trois branches terminées par des brides qui se boulonnent aux trois tuyaux.

Quand ce sont les deux tuyaux placés dans le prolongement qui doivent communiquer, l'orifice *o* de la clef doit se trouver dans la position indiquée fig. 7. Dans le cas contraire, pour établir une circulation entre la branche perpendiculaire et l'un des tuyaux, il suffit de faire tourner la clef à droite ou à gauche, d'un quart de tour, et les ouvertures *o*, *o'* établissent la communication. En tournant la clef encore d'un quart de tour dans le même sens, on fait communiquer entre eux les trois canaux.

La fig. 8 représente en section un robinet purgeur employé pour les cylindres de locomotives. La clef de ce robinet est manœuvrée par des tringles qui s'attachent au levier en fer L, maintenu sur le carré au moyen d'un écrou *e'*; pour empêcher son desserrage, ainsi que cela se pratique pour les écrous de rappel *e*, on a toujours le soin d'introduire une goupille à l'extrémité du boulon fileté qui traverse cet écrou.

MODÈLE DE M. SIMON. — Ce fabricant, de Saint-Dié, avait envoyé à l'Exposition universelle de 1855 une série de robinets et d'assemblages remarquables, qui figurent dans les galeries du Conservatoire impérial des arts et métiers. Le modèle de ses robinets à deux brides est représenté fig. 9.

Le côté le plus remarquable de la robinetterie de M. Simon est les assemblages métalliques pour les conduites d'eau et de vapeur.

La fig. 10 représente, moitié en section et moitié en vue extérieure, un boisseau de robinet terminé par deux tubulures filetées qui reçoivent deux systèmes de raccords à vis.

Celui de droite n'est autre qu'un écrou à huit pans E, fondu avec une saillie tubulaire filetée d'un pas de vis très-fin, formant elle-même écrou pour recevoir l'extrémité du tuyau en cuivre rouge T.

Le raccord de gauche, un peu plus compliqué que le précédent, présente cet avantage sur ce dernier, que le serrage et le desserrage de l'écrou E', et par suite la réunion ou la séparation du tuyau avec le robinet, peuvent s'opérer sans faire tourner le tuyau T' avec son écrou. Ce résultat est obtenu au moyen d'une tubulure de raccord *t*, à laquelle le bout du tuyau T' est vissé. Ce tube est terminé par une partie conique qui pénètre dans la tubulure du robinet, et il est muni d'un anneau saillant qui est rencontré par le rebord intérieur de l'écrou E'. En vissant alors celui-ci sur le robinet, on opère sa réunion avec le tuyau.

Le tableau ci-dessous donne les dimensions principales et le poids de la série des robinets à brides déposés au Conservatoire.

ROBINETS A DEUX BRIDES DE M. SIMON.

Diamètre de l'orifice D	Longueur du robinet L	BOISSEAU.			BRIDES.		Diamètre de à vis v	Cercle inscrit du carré c'	Poids net.
		Diamètre intérieur moyen D'	Épaisseur e'	Hauteur H	Diamètre D''	Épaisseur e''			
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	kilogr.
42	80	17	4	32	62	5	7	12	0.373
45	96	22	5	60	73	7	9	14	4.260
50	105	25	7	73	82	8	11	18	4.573
30	135	33	9	95	100	10	13	23	3.625
50	200	65	10	155	155	15	20	37	12.585
60	220	75	11	185	170	15	25	37	17.180

MODÈLE ALLEMAND. — Les fig. 11 et 12 représentent en sections verticale et horizontale un robinet à trois eaux de construction allemande.

La fig. 13 est un robinet du même type, disposé pour établir une communication entre deux tuyaux placés perpendiculairement l'un à l'autre.

Comme on le remarque, la forme de ces robinets diffère assez sensiblement de celles adoptées généralement en France. Les orifices des tubes qui sont circulaires près des brides vont en s'aplatissant pour prendre la forme rectangulaire de l'œil *o* de la clef *C*. Celle-ci est creuse et fondue avec deux carrés : celui supérieur *c* pour recevoir le levier de manœuvre *L*, et celui inférieur pour entraîner la rondelle *r* sur laquelle s'opère le serrage de l'écrou *e*.

Le professeur Redtenbacher donne à ce genre de robinet les proportions suivantes, déduites du diamètre *D* de l'orifice d'écoulement :

Le diamètre intérieur moyen du boisseau, ou celui	
extérieur de la clef.....	$D' = 1,33 D$
La hauteur de la clef.....	$H = 2,8 D$
L'œil de la clef a pour hauteur.....	$h = \frac{3}{4} D$
Pour la largeur.....	$l = \frac{2}{3} D$
Le diamètre de la bride.....	$D'' = 3,00 D$
L'épaisseur du boisseau.....	$e' = \frac{1}{4} D$
L'épaisseur de la bride.....	$e'' = \frac{1}{3} D$

Ces proportions ne peuvent être admises tout au plus que pour des robinets de moyenne dimension de 20 à 40 millimètres de diamètre d'orifice, car si on les suivait pour des diamètres plus petits ou plus grands, on obtiendrait des résultats tout à fait en dehors de la pratique. Cela provient de ce que l'auteur a donné à toutes les dimensions des quantités variables dans un rapport constant avec le diamètre D. Or il est indispensable, dans l'étude d'un organe de ce genre, quand on déduit de la donnée principale toutes les proportions, d'ajouter, comme nous l'avons fait pour les boulons, bielles, manivelles, etc., à la quantité proportionnelle variable une quantité fixe, qui devient alors importante pour les petites pièces et presque insensible pour les grandes.

MODÈLE ANGLAIS. — Les fig. 14, 15 et 16 représentent en section verticale faite par l'axe, en vue de côté et en coupe horizontale, un robinet à trois eaux, *type anglais*, employé particulièrement pour les conduites de vapeur dans les machines marines.

Le tableau suivant résume les dimensions principales d'une série de robinets de ce genre, de 30 à 100 millimètres de diamètre à l'orifice. Les dimensions restent les mêmes que le robinet soit à deux ou à trois eaux ; il n'y a, dans ce dernier cas, qu'une branche à ajouter d'une longueur moitié de celle donnée, de bride en bride, du canal principal.

ROBINETS A BRIDES TYPES ANGLAIS.

Diamètre de l'orifice D	Longueur du robinet L	BOISSEAU.				Diamètre des brides D'	Profon- deur du presse- étoupe.	OËIL DE CLEF.		Épaisseur de la clef.
		Diamètre inté- rieur.		Hauteur H'	Épaisseur e			Hauteur h	Largeur l	
		Haut.	Bas.							
mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	
30	420	40	27	98	8	86	15	40	19	6
35	430	45	30	110	8	93	16	47	22	6
40	440	50	35	120	8	98	17	53	25	6
45	446	58	39	130	9	106	18	60	29	6
50	450	61	40	140	9	110	19	67	33	6
55	460	67	43	150	9	125	20	73	36	6
60	470	72	48	164	10	132	21	80	40	7
70	490	82	54	190	10	142	23	93	46	7
80	200	92	60	205	10	156	25	110	54	7
90	240	102	69	225	10	166	27	120	62	7
100	220	113	70	245	10	180	29	132	66	7

Ce genre de robinet diffère de ceux que nous avons décrits en ce que l'écrou de rappel inférieur est remplacé par un presse-étoupe. Le boisseau B est alors fondu avec un fond plein, et sa partie supérieure avec

une cuvette évasée, terminée par deux oreilles *b* (fig. 15). Celles-ci sont filetées pour recevoir les vis à tête d'écrou *v*, au moyen desquelles on comprime l'étaupe dans la cuvette par l'intermédiaire du chapeau *D*. La clef *C* est creuse, et son carré *c* dépasse ce chapeau de façon à laisser la place nécessaire pour la poignée de manœuvre.

MODÈLE BELGE. — La fig. 17 représente une modification du système anglais exécuté en Belgique, dans les établissements de Seraing. On remarque que le presse-étoupe *D* est conservé, et qu'en outre un ressort à boudin *r'* est logé dans un évidement circulaire ménagé au sommet de la clef *C*. Ce ressort est pressé facultativement par un chapeau *d*, vissé sur celui du presse-étoupe, de façon à régler le serrage à volonté.

MODÈLES DE ROBINETS SPÉCIAUX.

M. NILLUS. — Les fig. 18 et 19 représentent, en sections verticale et horizontale un robinet appliqué par M. Nillus sur une machine à vapeur de 40 chevaux. Le boisseau *B* de ce robinet reçoit, comme à l'ordinaire, une clef peu conique *C*, dont le serrage est effectué par un écrou *e*; la vis est terminée par un carré *c* sur lequel on engage le levier qui sert à ouvrir ou à fermer cette clef.

Jusqu'ici la construction de ce robinet n'offre rien de particulier, mais on remarque que dans l'intérieur de sa clef *C* est logée une clef semblable *C'*, maintenue en serrage par un presse-étoupe à vis *d*, qui laisse passer sa tige de manœuvre, laquelle peut alors être ouverte ou fermée indépendamment de la première. Cette disposition a pour but, comme déjà on a dû s'en rendre compte, de permettre de régler le passage de la vapeur, soit par un modérateur, soit par un levier à main, qui agit à l'extrémité de la tige de la clef *C'*.

La fig. 20 montre la disposition d'un robinet d'injection pour une machine de 20 chevaux. La clef *C* est creuse et fondue avec deux rondelles étagées terminées par une tige qui reçoit le levier de manœuvre *L*. Sur la première rondelle est ajusté le plateau en bronze *P*, destiné à serrer la clef au moyen de trois écrous à vis qui traversent la bride supérieure du boisseau *B*. Ce plateau est en outre fondu avec un appendice demi-circulaire, sur lequel sont ménagées des divisions correspondant aux degrés des ouvertures de la clef. A l'aide de ces divisions et au moyen de l'aiguille *a*, on reconnaît à l'ouverture, la quantité d'eau injectée proportionnellement dans le condenseur.

ROBINETS DE BAIN. — La fig. 21 représente un robinet à *col de cygne* avec raccord et rosace, modèle de M. Thiébaud. Le boisseau *B* est fondu avec une petite bride terminée par une tubulure filetée. Sur la bride vient s'arrêter la rosace *R*, que l'on maintient serrée par le raccord *E*, vissé sur la tubulure. Comme dans ce genre de robinet il n'y a pas de vis de rappel pour la clef, et qu'elle pourrait alors sortir du boisseau

sous la pression de l'eau, le constructeur, pour éviter cet inconvénient, applique à la partie inférieure une petite plaque de métal *f*, munie d'une rainure que traverse une vis engagée dans l'épaisseur de la clef. Cette plaque, une fois placée à la hauteur convenable, on visse à l'extrémité inférieure du boisseau l'appendice *B'*.

ROBINET DE JAUGE. — La fig. 22 montre en section un *petit robinet de jauge*, appliqué sur la face du foyer d'une locomotive. Trois robinets semblables à ce modèle, étagés à 65 millimètres l'un de l'autre, sont disposés pour faire reconnaître exactement le niveau du liquide dans la chaudière. Le boisseau est fondu d'une seule pièce avec l'écrou, le brossage et la tubulure filetée qui se visse dans la forte épaisseur de tôle *F*, que forme la paroi de la chaudière. Celle-ci est recouverte, comme on sait, par des douves en bois *G*, garanties par des feuilles de tôle mince *g*.

ROBINETS JUMEAUX. — Les fig. 23 et 24 représentent, vus de face et en section, deux robinets jumeaux appliqués sur les locomotives pour envoyer de la vapeur dans la caisse à eau du tender, afin de réchauffer l'eau d'alimentation. Les deux boisseaux *B* sont fondus avec un conduit arqué et une forte bride boulonnée sur la paroi *F* de la chaudière. Avec cette bride est fondue une tubulure filetée intérieurement pour recevoir l'écrou *h*, qui relie le tuyau de prise de vapeur *H* avec le conduit arqué des robinets. Ceux-ci reçoivent les clefs *C* que l'on manœuvre à l'aide des leviers *L*, dont les poignées sont en bois pour éviter de se brûler par la transmission de la chaleur. Les tuyaux réchauffeurs sont réunis au robinet par de petits tubes en bronze *t*, terminés par un anneau saillant taillé en sifflet pour s'engager dans la tubulure du robinet qui présente la même forme en creux; un écrou à douille filetée *E* maintient fortement serrées ces deux pièces, de façon à former une jonction parfaitement étanche.

ROBINET GRAISSEUR. — La fig. 25 est une section verticale d'un robinet graisseur pour cylindres à vapeur et tiroirs de distribution de locomotives. Le canal arqué indique le modèle pour cylindre, et le tracé en ponctué le modèle pour tiroir. Ce robinet est double, c'est-à-dire, muni de deux clefs *C* et *C'*, qui se manœuvrent indépendamment. Avec les deux boisseaux sont fondus un godet supérieur *b*, et une capacité sphérique *B'*, servant de réservoir à huile. On emplit d'abord ce réservoir en ouvrant la clef supérieure, puis, celle-ci fermée, on ouvre la seconde clef, qui laisse alors pénétrer l'huile dans le cylindre ou dans la boîte de distribution. Cette précaution est indispensable pour éviter que la vapeur ne projette l'huile en dehors du godet *b*.

SYSTÈME MODIFIÉ PAR M. FARCOT. — Pour éviter la complication des deux clefs, et surtout pour assurer l'entrée de l'huile dans le cylindre, M. Farcot fait usage d'un robinet dont le fonctionnement présente des particularités intéressantes.

Ce robinet représenté en section, fig. 26, a son canal vertical divisé

en deux compartiments qui débouchent dans le récipient B', vissé sur la tubulure supérieure du boisseau. L'un de ces compartiments est surmonté d'un tube *t*, qui monte jusqu'au plafond du récipient et qui est fermé par une petite soupape; l'autre compartiment est bouché par un bouchon *s*, taillé en sifflet, de façon à ne laisser qu'un petit passage pour l'écoulement du liquide qui doit passer du récipient dans le conduit. Il résulte de ces dispositions que, lorsqu'on tourne la clef C pour opérer le graissage, la vapeur du cylindre pénètre dans le récipient par le tube *t*, en soulevant la soupape, et exerce sur l'huile une pression qui l'oblige à descendre par le canal latéral en traversant la petite ouverture ménagée au bouchon *s*.

Le récipient B' est surmonté d'un petit godet *b*, fermé par un bouchon à vis *b'*, que l'on ouvre pour introduire l'huile lorsque la clef est fermée.

ROBINET DE NIVEAUX D'EAU. — Les fig. 27 et 28 montrent, en section verticale et de face, la disposition des robinets inférieurs d'un niveau d'eau. La communication est établie avec la chaudière par le robinet B, dont le boisseau forme support et reçoit le tube indicateur en verre I, monté dans le presse-étoupe E. A ce support est fixée la réglette J, qui porte des divisions et un écrou indicateur avec aiguille. Directement au-dessous du tube en verre est monté à vis le boisseau du petit robinet de vidange B', auquel est relié le tube d'écoulement T par le raccord à vis E'. Une soupape conique *s'*, système Dietz, est ajustée entre le tube et le robinet de vidange pour faciliter le nettoyage du niveau d'eau.

ROBINET CINTRÉ. — Le robinet, vu en section verticale, fig. 29, présente cette particularité distinctive, que le boisseau et sa clef, au lieu d'être simplement coniques, sont tracés suivant une courbe dite *d'égal frottement*. L'auteur, M. Schiele, a cherché à faire l'application de cette courbe à toutes les pièces des machines qui reçoivent un mouvement de rotation, et sont en même temps soumises à une pression dans la direction de leur axe de rotation, prétendant que ces pièces éprouvent une usure inégale sur les surfaces de contact, et principalement que le robinet conique du côté du plus grand diamètre doit s'user plus promptement que le côté opposé, attendu que, quand on tourne la clef, chacun des points sur l'extrémité la plus forte doit parcourir une surface de frottement plus étendue que les mêmes points à l'autre extrémité.

Tout en admettant l'exactitude de cette théorie, on est obligé de reconnaître que, pour faire l'application de ce système, il se présente dans la pratique des difficultés d'exécution qui ne permettront de l'adopter avec avantage que dans des cas particuliers : par exemple, pour de gros robinets soumis à de fortes pressions d'eau ou de vapeur. Dans ce cas, les soins particuliers que l'on est obligé d'apporter dans l'exécution d'une pièce de cette importance sont compensés par la facilité de la manœuvre qui résulte du minimum de frottement.

ROBINETS EN FONTE DE FER. — On fait usage depuis quelques années de tuyaux en fer étiré sans soudure, qui sont employés avec avantage pour les conduites de vapeur, d'eau forcée et de gaz. Ces tuyaux sont assemblés au moyen de manchons à vis de même métal, et des robinets en fonte taraudés aux deux bouts, aux places qu'occupent les brides des robinets ordinaires.

La fig. 30 représente un robinet en fonte de la construction de MM. John Russell, de Londres; ce modèle de robinet faisait partie d'une collection envoyée à l'Exposition universelle de 1855, et qui figure maintenant dans les galeries du Conservatoire des arts et métiers. En France, MM. Gandillot et C^e et M. Boutevillain exécutent, d'une manière au moins aussi remarquable, les mêmes objets en fer.

La fig. 30 permet de reconnaître que le boisseau B est fondu avec le tube perpendiculaire taraudé aux deux bouts, pour recevoir les extrémités des tuyaux dont il doit opérer la jonction. La clef est fondue avec son carré *c*; elle est munie d'une petite goupille *o* destinée à venir buter contre une saillie demi-circulaire, ménagée au boisseau pour l'arrêter dans l'une ou l'autre des deux portions d'ouverture ou de fermeture.

M. Boutevillain, tout en construisant ce genre de robinet d'une manière analogue, fait exécuter le boisseau en fonte de fer et la clef en bronze. Voici, d'après un tarif que nous possédons, le prix des robinets de ce constructeur, correspondant au diamètre de :

5 millimètres.....	1 ^f 70	26 millimètres.....	4 ^f »
8 —	1 ^f 70	33 —	7 ^f »
12 —	1 ^f 80	40 —	9 ^f 40
15 —	2 ^f 30	45 —	12 ^f 45
21 —	3 ^f »	50 —	15 ^f 45

COMPOSITION DES ROBINETS.

Avant d'examiner les autres dispositions de robinets employés dans l'industrie, nous croyons devoir rappeler quelques-uns des alliages adoptés dans les fonderies de cuivre pour fabriquer les robinets ordinaires en cuivre ou en bronze.

Les deux principaux alliages en usage sont le *bronze* et le *laiton*. Le premier est formé de l'union du cuivre avec l'étain; le second, du cuivre avec le zinc. En dehors des quantités plus ou moins grandes de l'un ou de l'autre de ces métaux que l'on fait entrer dans les compositions pour en modifier les qualités, on obtient des résultats encore plus variés par des mélanges, en très-petites proportions, de plomb ou de régule d'antimoine.

Si les fondeurs se servaient toujours de cuivre neuf, il leur serait facile de déterminer exactement les proportions de cuivre, de zinc et d'étain qui entrent dans leur alliage; mais il n'en est pas ainsi, et, le plus souvent,

ce n'est que par une appréciation approximative que se font les alliages destinés à la fonte des petites pièces d'ornementation et de machines : de là cette grande variété de titres qu'ont tous les cuivres qui se fabriquent dans les fonderies. C'est donc au fondeur qui fait usage de mitraille ou débris de cuivre, d'apprécier par les différents moyens en usage, par l'aspect de la cassure du métal, par des essais au creuset ou à l'acide nitrique, les proportions des différents métaux qui sont entrés dans la matière première dont il fait usage.

Voici, d'après M. Lafond aîné, habile fondeur, un alliage de bronze tendre et malléable qui peut être employé avantageusement pour les robinets, les corps de pompes et les boîtes à clapets :

Cuivre rouge.....	88	} 100.
Étain.....	18	
Zinc.....	2	

Ce bronze se lime, se polit très-bien et donne une cassure rouge tendre.

Pour les robinets en cuivre jaune, les proportions comprises depuis 20 0/0 de zinc jusqu'à 33 0/0, sont considérées comme de bon emploi.

Voici trois proportions souvent adoptées par les praticiens :

Cuivre.....	79,50	} 100	74,50	} 100	66,50	} 100
Zinc.....	20		25		33	
Plomb.....	0,50		0,50		0,50	

Le premier alliage donne une cassure jaune d'or très-brillant, le deuxième une cassure d'un beau jaune, moins malléable que le précédent. En général, plus la proportion du zinc augmente, plus le métal devient cassant.

Le bronze pour sifflets doit être dur et d'un son plus ou moins clair, suivant le genre des machines auxquelles ils sont destinés.

	Machines à voyageurs.		Machines à marchandises.	
Cuivre.....	80	} 100	81	} 100
Étain.....	18		17	
Régule d'antimoine.	2		2	

Le premier alliage donne un son clair et perçant et le deuxième un son sensiblement moins clair.

M. Dupuit, dans son *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, cite le devis des fournitures pour la distribution des eaux de Paris, dans lequel les alliages exigés sont les suivants :

Cuivre en poids.....	100	100	100
Étain —	10	2	8
Zinc —	6	10	50
Plomb —	»	6	»

Le premier de ces alliages est employé principalement à la composition des clefs dans les robinets coniques, des vis dans les robinets-vannes, etc.

Cependant, comme on doit éviter de composer les pièces qui frottent sur des alliages identiques, le bronze entrant dans la construction des boisseaux, des robinets coniques, des écrous des robinets-vannes, etc., il est bon d'adopter le second alliage.

Enfin, le troisième est employé exceptionnellement pour le laiton.

ROBINETS-VALVES A SOUPAPE

A SIÈGE FIXE ET A CLAPET MOBILE.

(PLANCHE 33.)

TYPES DE M. THIÉBAUT. — Le système de robinet-valve à soupape le plus répandu est celui de M. V. Thiébaud, représenté en section verticale, fig. 1. Il est composé d'un boisseau B en fonte de fer, présentant en dessous une forme sphérique, en dessus une ouverture cylindrique avec deux oreilles pour recevoir les boulons de la boîte à étoupe B', et aux deux extrémités des brides circulaires servant à effectuer sa réunion avec les tuyaux.

Dans l'intérieur de ce boisseau est ménagé une ouverture circulaire destinée à recevoir un siège en bronze *s*, sur lequel vient s'appliquer la valve ou soupape conique S, qui fait partie de la tige tournée et filetée T. Cette tige traverse la boîte à étoupe B', l'écrou en bronze E et reçoit à sa partie supérieure le petit volant à main V, monté sur un carré forgé avec elle et sur lequel il est maintenu par l'écrou *e*.

L'écrou E est fondu avec un renflement cylindrique fileté intérieurement pour se visser sur le chapeau en fonte B', et serrer la douille en bronze *d* du presse-étoupe, lequel est fixé sur le corps du robinet au moyen de deux prisonniers et de leurs écrous *e'*.

Pour opérer la réunion de deux tuyaux de conduite posés à angle droit, M. Thiébaud modifie ces dispositions, ainsi que le représente la fig. 2. On voit que les brides du boisseau B, sur lesquelles sont boulonnées celles des tuyaux d'arrivée et de sortie, sont placées perpendiculairement l'une à l'autre. La soupape S et sa tige filetée T sont en bronze; celle-ci traverse un double presse-étoupe formé par la petite cuvette en fonte *b* et par le chapeau B' sur lequel se visse l'écrou en bronze E, qui opère le serrage de la douille de même métal *d*.

La fig. 3 représente un petit modèle du même genre, complètement en bronze. Le boisseau B n'est plus muni de siège pour recevoir la soupape S, mais simplement fondu avec un rebord arrondi sur lequel elle vient reposer. Cette soupape est composée d'un disque en cuir fixé sur

l'embase de la tige filetée T par un un écrou e'. Le chapeau B' est vissé à l'intérieur du boisseau garni d'une rondelle en métal formant le fond, et d'étoupe interposée entre cette rondelle et le dessous du chapeau. Le joint de celui-ci sur le boisseau est obtenu par une rondelle en caoutchouc.

PRIX COMPARATIFS DES ROBINETS A CLEF EN BRONZE

ET DES ROBINETS A SOUPAPE EN FONTE ET BRONZE.

DIAMÈTRE de l'orifice.	DIAMÈTRE des brides.	ROBINETS A CLEF EN BRONZE.		ROBINETS A SOUPAPE FONTE ET BRONZE.		DIFFÉRENCE de prix en faveur des robinets à soupapes.
		Poids	Prix.	Poids	Prix.	
		mill.	mill.	kil.	fr.	
40	60	0.60	3.50	"	8	"
43	70	1	8	"	10	"
45	80	1.20	9	"	11	"
20	90	1.75	13	"	15	"
25	110	2.75	17	4.95	14.85	2.15
30	120	4.30	23	7.45	18.62	4.38
35	130	5.60	31.35	10.40	26	5.35
40	140	8.70	41.35	13.90	34.25	10.08
45	150	10.60	50.35	16.85	37.90	12.45
50	160	13.20	62.75	19.40	43.65	19.10
55	170	15.20	72.20	21.90	43.80	28.40
60	180	18	85.50	25.60	51.20	34.30
65	190	22	104.50	29.45	58.90	45.60
70	200	27.50	130.60	31.70	63.40	67.20
75	210	31.75	150.80	35.10	64.42	89.38
80	220	34	161.50	39.45	69.03	92.47
90	230	40	190	49.25	86.18	103.82
100	240	51	242.25	55.75	97.55	144.70
110	250	65	308.75	72.50	108.75	200
120	270	72	342	79	118.50	223.50
130	300	80	380	89	133.50	246.50
150	340	100	475	106	159	316
200	400	254	1206.50	260	190	816.50

NOTA. Pour les robinets à clef en bronze, à partir du diamètre de 30 mill., le prix de chaque robinet a été calculé à raison de 4 fr. 75 c. le kilogramme.

Pour les robinets à soupape, le modèle de 25 mill. de diamètre à l'orifice est coté à raison de 3 fr. le kil.; les modèles de 30 et 35 mill., à 2 fr. 50 c. le kil.; ceux de 40 à 50 mill., à 2 fr. 25 c.; de 55 à 70 mill., le prix descend à 2 fr. le kil.; de 75 à 100 mill. de diamètre, il n'est plus que de 1 fr. 75 c. le kil.; enfin, pour les gros robinets à soupape de 110 à 200 mill. à l'orifice, le prix descend encore; il est de 1 fr. 50 c. le kilogramme.

Nous avons dit que, appliqués aux grands diamètres, les robinets-valves à soupape présentaient sur les robinets ordinaires à boisseau et à clef un avantage incontestable, surtout comme prix de revient. Nous ne pouvons mieux faire apprécier cet avantage que M. Thiébaud l'a fait lui-même, en donnant les prix comparatifs des robinets à brides en bronze avec les robinets à soupape en fonte et bronze.

L'examen du tableau ci-dessus, dressé au moyen des tarifs de ce constructeur, fait bien reconnaître qu'il y a réellement un grand avantage à faire usage des robinets à soupape pour les grands diamètres; aussi sont-ils maintenant, dans ce cas, généralement employés.

Bien plus que les robinets à clef, les robinets à soupape peuvent recevoir dans leur construction des modifications de toute nature, soit dans les dispositions du presse-étoupe, soit dans celles du siège fixe, soit surtout dans la soupape mobile proprement dite.

Comme M. Thiébaud, des constructeurs ont cherché à éviter que les filets de la vis se trouvent en contact avec le liquide ou la vapeur qui traverse le robinet; d'autres, sans se préoccuper de ce contact, ont disposé le presse-étoupe au-dessus de la partie filetée, pensant par ce moyen empêcher les fuites qui pourraient avoir lieu par les filets; enfin, quelques-uns ont cherché à guider la soupape par le bas et à la rendre indépendante du mouvement de rotation de la tige filetée, craignant avec le premier moyen une sorte de rodage du siège par la soupape, quand elle est fermée à fond. Voici quelques exemples de ces combinaisons.

SYSTÈME JAQUET. — La fig. 4 représente en section verticale un robinet à soupape dû à M. Jaquet. Dans ce modèle la soupape S est fondue avec une sorte de lanterne à trois branches formant guide à l'intérieur du siège s. Celui-ci présente cette particularité, que son rebord extérieur est rodé, suivant un plan incliné annulaire sur lequel repose une gorge de forme correspondante, pratiquée à l'intérieur du corps de la soupape. Par cette disposition, la partie rodée se trouve à l'abri du fluide qui s'écoule par l'orifice central; de là, suivant l'auteur, suppression presque complète de l'usure, et, par suite, le robinet n'est pas sujet à fuir au bout de quelque temps d'usage, comme dans les dispositions où le rodage du siège est intérieur à l'orifice.

Le chapeau en fonte B' qui recouvre le boisseau B est disposé pour recevoir la douille en bronze D traversée par la tige filetée T. La partie supérieure de celle-ci est taraudée et reçoit l'écrou E, qui serre le presse-étoupe d; sa partie inférieure présente une saillie rodée, légèrement conique, sur laquelle s'applique le dessous de la soupape quand elle est ouverte, de façon à empêcher les fuites par la vis. A cet effet, elle est munie d'une gorge intérieure correspondant à la saillie de la douille D.

M. Jaquet exécute un autre modèle, dans lequel le presse-étoupe est remplacé par un ajustage conique formant fermeture au moyen d'un ressort de pression à spirale. Dans ce modèle la tige filetée à l'extrémité

de laquelle la soupape est attachée monte et descend sans tourner, c'est l'écrou seul qui tourne au moyen d'un levier ou d'un volant à manettes fixé sur la tige en bronze placée dans le prolongement de cet écrou.

SYSTÈME A SOUPE DE M. ROLAND. — Les fig. 5 et 6 représentent de véritables soupapes qui offrent dans leur construction des particularités intéressantes; elles sont appliquées à la manufacture des tabacs de Strasbourg, pour effectuer des distributions de vapeur destinées au chauffage de divers appareils en usage dans cet établissement.

On remarque par la fig. 5 que la soupape S est reliée à la tige filetée T, de manière que cette tige puisse tourner sous l'impulsion de la manivelle M sans l'entraîner dans sa rotation, et la soulever ou la laisser descendre sur son siège s. Elle est guidée dans ce mouvement vertical par une tige carrée t, engagée au centre du croisillon c.

Quand la soupape est ouverte pour laisser passer librement la vapeur du conduit principal dans les deux tuyaux de distribution F, la tige T, au moyen d'une embase conique ménagée au-dessous de la partie filetée, vient s'appliquer sous l'écrou en bronze D, rodé de forme correspondante pour recevoir cette embase qui, par suite, forme une sorte de fermeture hermétique, conjointement avec le presse-étoupe E.

La soupape verticale de l'appareil représenté en section, fig. 6, est disposée, comme la précédente, de manière à se soulever sur son siège s avec la tige T, sans tourner avec celle-ci. Et au contraire, la soupape horizontale S' reliée à sa tige T tourne avec elle. Les boîtes B de ces deux soupapes sont fermées par les chapeaux en fonte B', garnis des écrous en bronze D, des bagues de même métal b et des presse-étoupe en fonte E.

Dans ces deux modèles les vis, comme on le remarque, se trouvent à l'intérieur des conduits de distribution. Dans de nouveaux appareils, établis à la manufacture des tabacs de Paris par M. Cail et C^e, les soupapes de prise de vapeur sont disposées de telle sorte que la partie filetée de la tige de manœuvre est complètement en dehors, au-dessus du presse-étoupe. A cet effet, sur le couvercle est fixé un support à arcades dans la tête duquel est monté un écrou en bronze disposé pour recevoir le volant de commande. C'est alors l'écrou qui tourne, et la vis ne fait que monter ou descendre en entraînant la soupape.

SYSTÈME A DOUBLE SOUPE. — La fig. 7 représente en section un robinet à double soupape, c'est-à-dire que la même soupape S est disposée pour pouvoir s'appliquer sur deux sièges, l'un supérieur s faisant partie de la boîte à tubulure B', l'autre inférieur s', rapporté à l'intérieur de la boîte B, fondue avec les deux tubulures b et b'. Au moyen de cette disposition on peut faire passer le liquide ou la vapeur qui arrive par le tuyau b, soit par la tubulure b', quand la soupape est appliquée sur le siège supérieur, ainsi que l'indique la fig. 7, soit par celle B' quand la soupape repose sur le siège en bronze s'.

Cette disposition reçoit une heureuse application dans les machines à vapeur que l'on désire faire marcher avec ou sans condensation; dans ce cas la tubulure *b'* peut communiquer avec le condenseur, et celle *B'* conduire la vapeur d'échappement du cylindre dans l'air libre. On peut voir sur la pl. 35, fig. 4, une disposition de M. Farcot qui, quoique différente de celle-ci, permet d'obtenir le même résultat.

ROBINET A SOUPE EN CAOUTCHOUC. — La fig. 8 représente un modèle de robinet en bronze, employé au chemin de fer d'Orléans pour le lavage des locomotives. Le corps *B* est fondu avec une bride que l'on fixe par trois boulons sur le conduit en fonte, et la tubulure d'échappement est filetée pour recevoir soit la douille filetée d'un col dirigeant l'eau vers le sol, soit, au besoin, le raccord d'un tuyau de pompe à incendie.

La soupape *S* est formée d'un bloc de caoutchouc demi-sphérique serré entre deux rondelles en bronze fixées à la tige de même métal *T*. Celle-ci est carrée jusqu'à sa partie filetée qui traverse la douille *D*, vissée à l'intérieur du boisseau *B*, et sa partie supérieure traverse le centre de la manivelle *M*, taraudée pour former écrou. Cette manivelle est ajustée sur la douille *D*, de façon à pouvoir tourner sans se déplacer verticalement et afin que ce soit la tige filetée *T* qui effectue ce mouvement, arrêtée qu'elle est dans sa rotation par le carré qui traverse la douille.

ROBINETS-VANNES. — Dans les distributions importantes, aussitôt que le diamètre de la conduite dépasse 6 centimètres, on fait usage de robinets-vannes du modèle représenté par les fig. 9, 10 et 11.

Tout le mécanisme de ce robinet est renfermé dans une boîte en fonte *B*, composée de deux pièces semblables fondues chacune avec une tubulure portant bride pour s'adapter sur le conduit. Ces deux pièces sont reliées entre elles, et avec le couvercle *b* et la plaque de fonte *b'*, par des boulons qui serrent des bandes de plomb enduites de peinture au minium.

Les faces de la vanne *S*, légèrement inclinées, pour qu'elle forme coin lorsqu'elle est fermée, portent une saillie circulaire parfaitement dressée qui correspond à une saillie semblable de la paroi intérieure de la boîte.

Pour assurer le contact de ces saillies, on y adapte des cercles en cuivre *s*, qu'on a dressés en les faisant glisser l'un sur l'autre, jusqu'à ce que le contact soit parfait. Cet ajustage demande du soin et par conséquent de la main-d'œuvre; c'est pour faciliter ce travail que la boîte *B* est faite en quatre parties: elle doit toujours être en fonte de deuxième fusion.

Un écrou en cuivre *e* est engagé latéralement dans la tête de la vanne; il est traversé par la tige en cuivre *T*, filetée jusqu'à la paroi intérieure de la plaque qui recouvre la boîte; à partir de ce point, le pas est interrompu; la tige traverse le stuffing-box *B'*, et se termine par un carré destiné à recevoir la manivelle servant à la manœuvre de la vanne.

Pour empêcher cette tige de se mouvoir verticalement, elle est munie d'une embase cylindrique qui la retient prisonnière entre le couvercle et la boîte du presse-étoupe. Et afin que dans sa rotation la vis ne tende

pas à faire tourner la soupape, celle-ci est munie de guides en cuivre *g* qui glissent entre deux rebords saillants *r*, ménagés à l'intérieur de la boîte.

Ce système de robinet-vanne, malgré quelques inconvénients qu'on lui reproche, comme, par exemple, d'occuper beaucoup de place en hauteur, de ne pas indiquer de l'extérieur si le robinet est ouvert ou fermé, et, principalement, d'être d'un prix très-élevé, est pourtant un de ceux dont la manœuvre est la plus facile et dont la fermeture est, relativement, suffisamment étanche sous une assez forte pression.

Pour fixer les idées sur le prix de ces robinets, nous donnons ci-dessous, d'après l'ouvrage de M. Dupuit, le prix de revient des robinets-vannes confectionnés à l'atelier de Chaillot.

PRIX DE REVIENT DES ROBINETS-VANNES DE 84^mmill. A 246^mmill.

MATIÈRES brutes et façonnage.	PRIX DU KILOG.		DIAMÈTRE DES CONDUITES AUXQUELLES S'ADAPTENT LES ROBINETS												
			0 ^m 081		0 ^m 108		0 ^m 135		0 ^m 162		0 ^m 190		0 ^m 216		
	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	
	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.
Fonte.....	4.00	101	40.40	129	51.60	207	82.80	238	95.20	293	117.20	301	121.60		
Cuivre.....	3.75	13	48.75	46	60.00	49	71.25	24	90.00	27	101.25	28	103.00		
Plomb.....	0.50	11	5.50	43	7.50	22	11.40	26	13.00	28	14.00	29	14.50		
Fer ouvré..	2.50	8	20.00	40	25.00	46	40.00	20	50.00	22	55.00	22	55.00		
Filetage...	"	"	5.00	"	5.00	"	5.00	"	5.00	"	6.00	"	6.00		
Outils.....	"	"	2.50	"	2.50	"	3.00	"	3.00	"	3.00	"	4.00		
Ajustement..	"	"	24.85	"	29.40	"	34.95	"	42.80	"	47.55	"	54.90		
Prix de re- vient à l'a- telier.....	"	"	147.00	"	181.00	"	248.00	"	299.00	"	334.00	"	361.00		
Pose.....	"	"	15.00	"	17.00	"	23.00	"	29.00	"	32.00	"	36.00		
Prix total...	"	"	162.00	"	198.00	"	271.00	"	328.00	"	376.00	"	397.00		

Voici les nouveaux prix des robinets-vannes de petites dimensions exécutés par MM. Fortin-Herrmann.

DÉSIGNATION.	DIAMÈTRES.				
	0 ^m 060	0 ^m 108	0 ^m 100	0 ^m 150	0 ^m 200
Prix du robinet.....	88	110	143	220	275
Pose du robinet.....	46	47 50	49	32	40
Façon des joints à brides.....	5 50	7 50	8 75	11	16
Prix mis en place.....	149 50	135	170 75	263	331

PRIX DE REVIENT DES ROBINETS-VANNES DE 25^{cent.} A 60^{cent.}

MATIÈRES brutes et façonnage.	PRIX DU KILOG.	DIAMÈTRE DES CONDUITES AUXQUELLES S'ADAPTE LES ROBINETS											
		0 ^m 25		0 ^m 30		0 ^m 35		0 ^m 40		0 ^m 50		0 ^m 60	
		Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.	Poids.	Valeur.
f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	fr. c.	
Fonte.....	4.00	410	164.00	450	180.00	612	244.80	733	305.20	1447	446.80	1470	588.00
Cuivre.....	3.75	35	131.25	36	135.00	45	168.75	57	213.75	82	307.50	98	367.00
Plomb....	0.50	30	15.00	31	15.50	37	18.50	45	22.50	49	24.50	70	35.00
Fer ouvré..	2.50	25	62.50	27	67.50	28	70.00	30	75.00	32	80.00	40	100.00
Filetage....	"	"	7.00	"	7.00	"	8.00	"	8.00	"	9.00	"	9.00
Outils.....	"	"	4.00	"	4.00	"	5.00	"	5.00	"	6.00	"	6.00
Ajustement.	"	"	59.25	"	75.00	"	84.95	"	94.55	"	119.20	"	149.50
Prix de re- vient à l'a- telier.....	"	"	443.00	"	484.00	"	600.00	"	724.00	"	933.00	"	1255.00
Pose.....	"	"	33.00	"	49.00	"	56.00	"	63.00	"	84.00	"	110.00
Prix total...	"	"	481.00	"	563.00	"	656.00	"	787.00	"	1077.00	"	1365.00

SYSTÈME HERDEVIN. — M. Herdevin exécute, sur le principe des robinets-vannes de la ville de Paris, un nouveau modèle de vanne d'une construction plus simple et par suite d'un prix moins élevé. Ce modèle est représenté en sections verticale et horizontale par les fig. 12, 13 et 14. Il se compose d'une boîte B, fondue d'une seule pièce avec son plafond, une des brides et une ouverture latérale destinée à recevoir la tubulure *b*; celle-ci est fondue avec la seconde bride et un appendice formant un des côtés du siège de la soupape S. Cette dernière est formée d'un disque en fonte aminci d'un bout, suivant son épaisseur, pour former coin, et garni sur ses deux faces d'anneaux méplats en cuivre *s*, ajustés pour glisser sur des anneaux semblables fixés à l'intérieur de la boîte.

La tige filetée T traverse l'écrou en bronze *a*, engagé dans une cavité ménagée sur la tête de la soupape, laquelle est guidée dans son mouvement rectiligne par les deux boulons en fer *g* (fig. 13 et 14), qui traversent la boîte dans toute sa hauteur pour relier la plaque du fond *b'* et la boîte à étoupe B'.

ROBINET-VANNE A COIN. — La fig. 15 représente un robinet-vanne, dont le mode de fermeture est également basé sur l'emploi du coin, mais celui-ci, au lieu d'avoir son sommet tourné du côté du presse-étoupe traversé par la tige de commande T, est renversé de façon à venir se

loger, quand il est descendu pour livrer passage au liquide, dans la poche b' , fixée par des boulons sous le boisseau B du robinet.

Ce coin S est de forme rectangulaire sur ses faces en contact avec les cadres en bronze s , fixés de chaque côté à l'intérieur de la boîte; il est taraudé au milieu pour former écrou et recevoir ainsi l'impulsion de la vis T, qui le fait monter et descendre bien verticalement, guidé qu'il est par des saillies latérales engagées dans des rainures venues de fonte avec la boîte. Quand la vanne est fermée, la poche b' est pleine d'eau, et comme cette eau présenterait naturellement une certaine résistance à la descente de la vanne, l'auteur, pour éviter cet inconvénient, a ménagé des ouvertures au-dessous des coins de chaque côté de l'écrou; par ce moyen la vanne moins lourde se meut sans résistance au milieu du fluide.

Par ces dispositions ce robinet présente quelques avantages: il occupe peu de place en hauteur, et le coin présentant ses faces inclinées de haut en bas laisse descendre les graviers, le sable ou autres matières étrangères dans la poche inférieure, lesquelles peuvent être retirées aisément quand la vanne est fermée, en dévissant les boulons qui reliaient cette poche au boisseau.

SYSTÈME HUBERT. — Les fig. 16 et 17 représentent, en section verticale et en plan horizontal, un robinet-vanne, appliqué avec un certain succès par M. Hubert, ingénieur civil à Paris; sa construction est assez simple: c'est une boîte B, fondue avec le siège incliné sur lequel vient s'appliquer la vanne en fonte S, qui est garnie d'une forte épaisseur de cuivre pour assurer le contact, laquelle épaisseur est recouverte d'une feuille de tôle s pour la garantir de la pression du liquide.

Afin d'assurer son mouvement rectiligne, cette vanne est munie, sur ses côtés latéraux, de saillies en forme de fourches qui glissent le long des guides g (fig. 17), venus de fonte avec la boîte B et avec son chapeau B' , dans la cavité duquel cette vanne vient se loger quand elle est ouverte.

La tige filetée T traverse une douille en fonte d , et se visse dans l'écrou en bronze E; au-dessus de cet écrou ses faces sont équarries pour recevoir la manivelle ou le volant à main au moyen duquel on peut le faire tourner, soit à droite soit à gauche, pour ouvrir ou fermer la vanne. L'assemblage de celle-ci avec la tige est à rotule, afin de laisser une certaine souplesse dans les mouvements et assurer l'adhérence du cuir sur le siège. Directement au-dessous de celui-ci est ménagée une ouverture allongée fermée par une sorte de bouchon b' , retenu par deux écrous que l'on dévisse au besoin pour le nettoyage.

La fig. 18 représente une soupape double, du même ingénieur, destinée à être appliquée à une borne-fontaine. Toutes les pièces qui composent cet appareil sont en bronze. La soupape principale S est formée de deux disques, qui enserrant une rondelle de cuir venant s'appliquer sur un bord annulaire formant siège, et fondu avec la boîte B.

La tige T' , à l'extrémité inférieure de laquelle cette soupape est fixée, est creuse pour laisser passer la tige pleine T , munie de la petite soupape s , garnie également d'une rondelle de cuir; celle-ci ferme l'ouverture circulaire pratiquée au centre de la soupape principale S , au moyen du ressort à boudin r , qui agit sur l'écrou e , pour tenir constamment soulevée la tige intérieure T . Il suffit alors d'appuyer avec la main sur cette tige pour faire descendre la soupape s , et par suite laisser passer un certain volume d'eau, relativement petit, par les ouvertures o , ménagées à la circonférence de la tige creuse T' .

Pour obtenir le maximum d'eau que peut donner l'orifice d'échappement, on fait descendre la soupape principale S en faisant tourner l'écrou E , fondu à cet effet avec trois manettes. Cet écrou est retenu prisonnier par deux goujons cylindriques e' , qui pénètrent dans une gorge circulaire pratiquée à sa circonférence, et qui sont engagés dans des renflements venus de fonte avec la boîte, de telle sorte qu'il ne peut que tourner, tandis que la tige filetée T' se meut verticalement sans tourner, retenue qu'elle est par la vis g , engagée dans une rainure ménagée à l'extérieur de cette tige.

SYSTÈME D'ORLÉANS. — Les fig. 19 et 20 montrent en sections verticale et horizontale le système de valve avec serrage à coin, employé par la compagnie du chemin de fer d'Orléans pour conduite d'eau. La boîte en fonte B est en deux pièces reliées par des boulons à écrou. Le tiroir en bronze S est fondu avec des joues latérales s (fig. 20), qui peuvent glisser dans des rainures ménagées de chaque côté, sur toute la hauteur de la boîte, près des brides. Ces rainures qui guident le tiroir présentent au contact des joues de celui-ci des surfaces dressées, allant en diminuant vers le bas, de sorte que le tiroir en descendant sous l'action de la tige filetée T vient se serrer sur les faces dressées du siège de la boîte.

Ce mode de fermeture du tiroir met dans l'obligation de lui laisser un certain jeu, par rapport à l'écrou E qui reçoit la commande de la vis. Dans ce but, cet écrou est fondu avec un cadre dans lequel sont engagées deux oreilles méplates e , venues de fonte avec le tiroir, et entre lesquelles passe librement la vis.

CLAPET A CHARNIÈRE. — Nous venons de passer en revue les principaux systèmes dans lesquels la soupape vient s'appliquer bien carrément sur son siège, que celui-ci présente une surface annulaire ou rectangulaire, parallèle ou perpendiculaire à la tige de commande. Nous allons examiner maintenant les dispositions dans lesquelles la soupape ou clapet se meut à charnière en décrivant un arc de cercle autour d'un centre fixe.

SYSTÈME PETIT. — La fig. 21 représente un robinet de ce genre du système de M. Petit. Le clapet S , comme on le remarque, est monté à charnière, et, à cet effet, est fondu avec des oreilles réunies par une tige ronde en cuivre t , à des oreilles semblables ménagées à l'intérieur du chapeau B' qui recouvre la boîte en fonte B . Le siège, par le fait de la position inclinée

du conduit circulaire, présente un rebord de forme elliptique sur lequel vient s'appliquer une garniture en caoutchouc maintenue serrée dans une rainure pratiquée dans la plaque également elliptique du clapet, par des boulons et une couronne en fonte *s*.

L'ouverture et la fermeture de ce clapet sont obtenues au moyen de la tige filetée *T*, qui commande l'écrou en bronze *E*, relié au clapet par une petite bielle à double articulation *b*. Pour que cet écrou puisse se mouvoir bien verticalement, il est guidé, comme l'indique le détail fig. 22, par une sorte de cage venue de fonte avec le chapeau *B*.

Voici le tarif de ces robinets :

Diamètre en millimètres.	40	50	60	70	80	100	125
Prix en francs.....	30	40	50	60	70	90	110
Diamètre en millimètres.	150	175	200	225	250	275	300
Prix en francs.....	140	170	200	230	260	290	320
Diamètre en millimètres.	325	350	400	450	500	550	600
Prix en francs.....	350	380	440	500	600	725	850

SYSTÈME DE MM. NEUSTADT ET BONNEFOND. — Sur le même principe de l'ouverture à charnière du clapet, MM. Neustadt et Bonnefond ont imaginé la disposition représentée fig. 23; elle a pour but de rendre l'articulation libre, afin de permettre à la pression de se faire sentir également sur tout le pourtour du clapet *S*, et d'éviter, au moyen du mode de transmission de la vis *T*, par l'intermédiaire du goujon qui peut glisser dans la coulisse *l* du levier *L*, le glissement de la garniture de caoutchouc du clapet sur le siège oblique ménagé à l'intérieur de la boîte en fonte *B*.

La vis est commandée par un écrou à chapeau *E*, qui ne peut que tourner sans se déplacer suivant l'axe, parce qu'il est retenu par une collerette prisonnière entre le dessus du couvercle sphérique *B'* et le dessous de la boîte à étoupe *b*.

SYSTÈME BONNIN. — M. Bonnin, ancien entrepreneur du service municipal de Paris, a fait exécuter le modèle de robinet-vanne à doubles clapets représenté fig. 24. Il se distingue par la superposition des clapets *S* et *s*, *S'* et *s'*, reliés tous quatre par des bielles méplates *l* à l'écrou *E*, qui se déplace verticalement sur la tige filetée *T*, celle-ci ne faisant que tourner sur son pivot fixe *p* et dans le presse-étoupe *b*.

Les bielles *l* sont attachées directement aux petits clapets *s* et *s'*, de telle sorte que ce sont eux, en tournant sur leurs charnières respectives *l'*, qui commencent à s'ouvrir, en laissant passer un certain volume d'eau qui établit une sorte de contre-pression derrière les grands clapets *S* et *S'*.

Les petits clapets *s* et *s'*, une fois entr'ouverts, jusqu'à ce que les goujons de l'articulation soient venus buter au fond des coulisses fondues avec les grands clapets *S* et *S'*, ceux-ci se trouvent à leur tour entraînés par les bielles *l*, sollicitées par l'ascension de l'écrou *E* sur la vis *T*.

M. Bonnin a également fait exécuter des robinets de ce genre d'un plus petit diamètre, dans lesquels les petits clapets *s* et *s'* sont supprimés. Ces derniers offrent sur les robinets-vannes de la ville de Paris une économie de 20 0/0.

SYSTÈME DE M. DEVANNE. — Une disposition qui a beaucoup d'analogie avec ce robinet-vanne, mais dont le mode de construction est beaucoup plus simple, puisque les quatre clapets sont remplacés par un seul, est celle représentée fig. 25, 26 et 27; elle est due à M. Devanne, ingénieur en chef, qui en a fait l'application à Bordeaux.

Le clapet est formé d'une coquille en fonte *S*, dont le bord est disposé pour recevoir un anneau méplat en caoutchouc fixé par un double fil de laiton que l'on enlace autour de dents venues de fonte, tant en dedans qu'en dehors de la lèvre que forme le rebord du clapet.

L'écrou *E*, qui soulève ce clapet par l'intermédiaire des bielles *l*, est guidé verticalement par le col du couvercle *B'* (fig. 25 et 26), disposé pour recevoir la tige filetée *T* et le presse-étoupe *b* que celle-ci traverse. Comme on peut le remarquer sur la fig. 27, les ouvertures par lesquelles on introduit la broche de la charnière *t* du clapet sont garnies de tubes en bronze pour obtenir un frottement plus doux, et ces tubes sont fermés par des bouchons en laiton rendus étanches au moyen d'étoupe suifée.

Le poids total de ce robinet est de 742 kilog. et son prix de 575 francs.

ROBINETS SE FERMANT SEULS. — Les robinets qui ne donnent de l'eau qu'aussi longtemps qu'on les tient ouverts avec la main, sont reconnus indispensables depuis que l'on distribue les eaux à l'intérieur des appartements afin d'éviter les inondations qui pourraient avoir lieu par l'oubli de la fermeture de la soupape. Ils permettent aussi d'éviter une perte considérable par l'ouverture continuelle des robinets placés dans les cours, lavoirs, écuries, etc.

M. Guinier, de Paris, est peut-être le constructeur qui s'est le plus occupé de ce genre de robinet, ainsi que nous avons pu le remarquer par le grand nombre de dispositions indiquées dans ses brevets.

Les modèles les plus généralement adoptés sont représentés fig. 1 et 2, pl. 34. Ils sont composés d'un corps ou boisseau en bronze *A*, présentant intérieurement un rebord annulaire sur lequel vient s'appliquer une rondelle en cuir ou en caoutchouc opérant la fermeture, laquelle est engagée dans un culot en bronze formant la soupape proprement dite *s*. Cette soupape est fixée par un écrou sur une tige *t*, entourée d'un ressort à boudin *r*, disposé pour maintenir constamment la soupape appuyée sur son siège *et*, par conséquent, empêcher l'écoulement du liquide.

Pour ouvrir cette soupape, il suffit de vaincre la puissance du ressort

en appuyant, soit sur le levier L du robinet fig. 1, soit en faisant tourner la poignée P du modèle représenté fig. 2. Dans ce dernier, la clef verticale faisant partie de cette poignée présente à l'intérieur du boisseau une face méplate à bords arrondis formant saillie pour repousser la soupape quand on tourne la clef; il y a du reste deux petits ergots fixés à celle-ci et destinés à venir buter sur un arrêt qui limite la course à un cinquième de tour environ, soit à droite, soit à gauche, afin de ne pas dépasser une certaine position qui facilite le glissement de la tige *t*, et permet au ressort de ramener la soupape sur son siège, aussitôt qu'on abandonne la poignée.

Cette tige est guidée horizontalement par un croisillon *a*, qui fait partie de la pièce de raccord A', et par deux rainures latérales à bords saillants *a'*, ménagées à l'intérieur du boisseau. Pour s'engager entre ces rainures, cette tige est double au-dessus de la soupape, c'est-à-dire qu'elle est formée de deux branches réunies par une traverse en contact avec le bossage de la clef. Dans les deux modèles, les joints et la fermeture de la boîte traversée par la clef sont obtenus par un raccord à vis et une rondelle en cuir très-juste, serrée fortement entre les brides.

M. Guinier a modifié un peu, dans son dernier modèle, la construction du robinet représenté fig. 2. Il a supprimé complètement les guides *a* et rapproché la soupape de la clef, qui n'est plus alors guidée que par la rondelle percée de trous, et par une sorte de lanterne, qui porte le tampon sur lequel agit la clef destinée à repousser la soupape et provoquer son ouverture en comprimant le ressort à boudin. Cette clef ne peut tourner que d'un cinquième de tour environ, parce qu'elle est arrêtée par une petite vis logée au-dessous d'une embase formant le fond du presse-étoupe qui se compose d'un chapeau à vis destiné à comprimer une rondelle de cuir engagée entre lui et l'embase de la clef.

Voici les prix de ses robinets dits à balancier du modèle fig. 1, et ceux des robinets à repoussoir de la fig. 2, modifiés ainsi que nous venons de l'expliquer :

Diamètres.	Robinet à balancier.	Robinet à repoussoir.
14 millimètres.	18 francs.	13 francs.
21 —	27 —	18 —
27 —	32 —	22 —
35 —	38 —	28 —

ROBINET A PISTON. — La fig. 3 représente une disposition toute particulière de robinet se fermant seul. Ce système, que l'auteur, M. Herdevin, désigne sous le nom de *robinet à piston et à double fermeture*, a été étudié principalement dans le but d'éviter les chocs connus sous le nom de *coups de bilier*, qui se produisent lors de la fermeture brusque des robinets. Cet inconvénient n'est plus à craindre par la disposition de l'orifice *o*, qui descend graduellement avec le piston *p*, sous la pression exercée sur le bouton B, pour se placer devant le canal d'arrivée de l'eau, et

qui, par cela même, lorsque le piston remonte sous l'action du ressort à boudin *r*, vient couper graduellement la veine liquide et fermer le canal d'arrivée. L'eau passe de l'intérieur du piston par les orifices *o'* et s'écoule par la pièce de raccord *A'*. La fermeture est double, parce qu'elle est obtenue à la fois par la circonférence du piston et par la rondelle de caoutchouc logée dans le rebord creux ménagé à la partie inférieure de celui-ci.

ROBINET EN CAOUTCHOUC. — On a beaucoup cherché à remplacer les soupapes-valves ou clapets par un simple tube de caoutchouc vulcanisé qui, libre pour laisser passer le liquide, était aplati pour l'arrêter. M. Guinier indique une disposition de ce genre dans un certificat d'addition du 8 juin 1849 à un brevet du 24 octobre 1844.

M. Trottier, d'Angers, dans ses brevets du 17 septembre 1853 et du 24 juin 1854 propose aussi plusieurs moyens pour atteindre le même but; on peut voir son système dans le VIII^e volume du *Génie industriel*.

Une autre application du caoutchouc, dont nous retrouvons le principe dans une patente anglaise demandée en 1846 par MM. Lambert et Richard, consiste dans l'emploi d'une membrane qui, en même temps qu'elle forme joint, sert d'obturateur en fléchissant sous l'action d'une tige manœuvrée en dehors du boisseau.

Ce système, perfectionné d'une manière très-appreciable par MM. C. Faivre et fils, de Nantes, paraît donner de bons résultats appliqué aux conduites d'eau qui ne sont pas soumises à de fortes pressions.

La fig. 4 montre en section longitudinale un modèle de ce genre de robinet indiqué dans une position fermée; la fig. 5 le représente en section transversale et supposé ouvert.

Le boisseau *A* de ce robinet ainsi que son chapeau *A'* sont en fonte de fer; le tampon de même métal *B* est disposé pour recevoir l'écrou en bronze *e* traversé par la tige filetée *t* qui, terminée par un carré, reçoit la manivelle de manœuvre. A ce tampon est fixée la membrane en caoutchouc *s*, dont les bords sont pincés entre le dessus du boisseau et les brides du chapeau *A'*, reliés aux angles par quatre boulons. Le centre de la membrane est réuni au tampon par un boulon et une plaque en métal *a*, qui vient s'appliquer sur le rebord annulaire du siège pour opérer la fermeture.

On remarque que par ces dispositions la membrane en caoutchouc, en même temps qu'elle forme un joint pour la réunion des deux parties du robinet, empêche le liquide auquel la conduite livre passage, de se trouver en contact avec le mécanisme qui opère la manœuvre; il en résulte qu'il ne peut être ni oxydé, ni engorgé par les impuretés.

Considérés sous le point de vue de l'économie, ces robinets présentent un avantage très-sensible, non-seulement sur les robinets ordinaires, mais encore sur les robinets à soupape.

Voici le tarif des robinets à tampon de MM. Faivre :

Diam. en mill.	17	20	25	30	35	40	45
Prix.....	7 ^f	8 ^f	10 ^f	12 ^f	14 ^f 25	17 ^f 50	21 ^f
Diam. en mill.	50	55	60	65	70	80	90
Prix.....	24 ^f	27 ^f 50	31 ^f	34 ^f 50	39 ^f 50	51 ^f	62 ^f
Diam. en mill.	100	110	120	135	162	189	216
Prix.....	74 ^f	84 ^f	95 ^f	112 ^f	145 ^f	178 ^f	210 ^f

D'autres constructeurs ont également fait usage de membranes en caoutchouc, appliquées aux robinets à soupape; seulement, au lieu de placer le joint du chapeau aussi près du siège ainsi que l'ont fait MM. Faivre, afin que la membrane se trouve sous le tampon, ils ont mis le siège dans l'axe du tuyau et la membrane de caoutchouc au-dessus de ce tampon. Celui-ci est alors noyé, mais la vis est de même garantie du contact du liquide.

ROBINET DE CHASSE. — La fig. 6 représente en section verticale un clapet dit *de chasse*, employé dans les distributions d'eau; il ne diffère des clapets d'arrêt que par la position du siège qui sépare la longueur du tuyau, entre les brides, exactement comme dans le robinet de MM. Faivre (fig. 4 et 5). Il est composé d'un clapet cylindrique en fonte S, garni en dessous d'une rondelle *s* en gutta-percha, reposant sur l'arête légèrement arrondie et bien dressée de l'orifice d'échappement. La tige en bronze T est reliée au clapet par une tête saillante engagée dans une fourche qui la retient conjointement avec une petite barrette en fer *t*. Cette tige traverse la garniture en gutta-percha *b*, établie au centre du couvercle en fonte A', boulonné sur la boîte A du clapet; l'herméticité du joint est obtenue au moyen d'un anneau en caoutchouc vulcanisé, serré entre les deux brides. Le couvercle est fondu avec un support à deux branches E, qui reçoit l'écrou *e*, et qui est traversée par la tige filetée T.

« On a reconnu, dit M. Dupuit, que pour les clapets d'arrêt de ce système destinés aux conduites de 0^m 20, 0^m 25 et 0^m 30 de diamètre, la pression serait trop forte dans une conduite soumise à une charge d'eau de huit atmosphères. » Pour remédier à cet inconvénient, on a disposé deux soupapes concentriques; la plus petite, qui naturellement occupe le centre, commence à s'ouvrir sous l'action de la vis *et*, rencontrant un croisillon fixé à la seconde soupape annulaire, entraîne celle-ci dans son mouvement ascensionnel.

Le prix de ces robinets à soupapes est très-peu élevé, relativement aux robinets-vannes de la ville de Paris.

PRIX DE REVIENT DES ROBINETS A CLAPETS.

MATIÈRES et main-d'œuvre.	DIAMÈTRE DES CONDUITES AUXQUELLES S'ADAPTE LES ROBINETS											
	0m 05		0m 40		0m 45		0m 20		0m 25		0m 30	
	Quantité.	Valeur.	Quantité.	Valeur.	Quantité.	Valeur.	Quantité.	Valeur.	Quantité.	Valeur.	Quantité.	Valeur.
Fonte, 40 ^f les 100 kil. (avec mod.).	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.	kil.	f. c.
Bronze, 6 ^f le kil.	0.50	3.00	4.70	10.20	2.70	16.20	2.77	16.62	5.26	34.56	8.50	54.00
Boulons à queue d'hironde.	2 à 25 ^c	0.50	2 à 40 ^c	0.80	2 à 40 ^c	0.80	6 à 50 ^c	3.00	6.00	3.00	6.00	3.00
Boulons du cou- vercle.	4 à 10	4.65	4 à 67	2.50	2 à 48	2.61	6 à 75	7.45	6.75	7.45	6.75	7.45
Gutta-percha, 5 ^f le kil.	0.033	0.47	0.092	0.46	0.484	0.90	0.267	4.33	0.34	4.70	0.415	2.08
Anneaux en caout- chouc, 45 ^f le k.	0.044	0.66	0.085	4.27	0.447	4.75	0.457	2.36	0.30	4.50	0.46	6.90
Deux guides. . . .	"	"	"	"	"	"	4.760	4.94	4.76	4.94	4.76	4.94
Main-d'œuvre y compris l'appli- cation du coltar	"	4.62	"	8.47	"	41.74	"	29.30	"	37.05	"	49.63
Totaux.		19.00	"	43.00	"	72.00	"	130.00	"	180.00	"	250.00

SYSTÈME LAFOREST ET BOUDEVILLE. — La fig. 7 représente un système de robinet qui se distingue par le mode de fermeture de la soupape sur son siège, lequel est garni d'un tube en cuivre *s*, sur le bord supérieur duquel vient s'appuyer la gorge conique d'une virole encastree dans le corps de la soupape *s*. C'est en faisant tourner la tige filetée *T* que l'on fait descendre cette soupape sur son siège ou qu'on la soulève pour livrer passage au liquide.

La réunion du chapeau *A'* avec le corps du robinet *A* est effectuée par des boulons de serrage qui compriment et écrasent une virole en cuivre rouge *v* dans des rainures coniques, de telle sorte que cette virole prend exactement la forme angulaire de ces dernières et forme un joint hermétique.

Une virole semblable est appliquée pour former le joint des brides du tuyau de raccord de gauche; celui de droite est obtenu par un procédé analogue, au moyen d'une saillie ménagée à l'une des brides et pénétrant dans une rainure annulaire conique ménagée à la bride correspondante.

De nombreuses expériences faites sur des tuyaux réunis par des brides à joints métalliques de ce système, dû à MM. Laforest et Boudeville, ont

démontré que ce mode de jonction ne permettait aucune fuite et résistait à de fortes pressions.

ROBINETS A FLOTTEUR. — On fait souvent usage de *robinets dits à flotteur*, destinés à laisser arriver un liquide dans un réservoir et à l'y maintenir à un niveau constant, malgré son échappement en plus ou moins grande quantité. Dans ce but, la clef ou la soupape de ces robinets s'ouvre et se ferme automatiquement sous l'action d'un flotteur qui, suivant le niveau du liquide, fait ouvrir la clef quand il descend, et, contrairement, ferme cette clef plus ou moins en s'élevant graduellement.

Un robinet de ce genre est représenté fig. 8. Il est composé simplement d'une soupape *s*, garnie d'une rondelle en caoutchouc, semblable à celle du robinet fig. 1. La tige *t* est guidée par une ouverture tubulaire ménagée dans un renflement venu de fonte avec le boisseau *A*; elle repose par son extrémité inférieure taillée en sifflet sur le levier *L*, qui a son centre d'oscillation sur un goujon *l*, engagé entre deux oreilles fondues avec le chapeau *A'*. C'est à l'extrémité de ce levier que se trouve le flotteur, composé généralement d'une sphère ou d'un cylindre creux en métal. Aussitôt que le niveau du liquide, au-dessus duquel nage ce flotteur, monte ou descend, le levier *L*, suivant naturellement les mêmes mouvements, oblige la tige *t*, qui repose sur ce levier, à ouvrir ou fermer proportionnellement la soupape *s*.

Voici les prix, de M. Guinier, pour ce genre de robinet avec balancier et porte-flotteur à coulisse :

Diamètre en millimètres. . .	14	18	27	36
Prix en francs	21	27	35	50

BORNES-FONTAINES ET BOÎTES D'ARROSAGE. — Dans les distributions d'eau, la ville se sert de robinets de différents systèmes, renfermés dans des boîtes en fonte de formes diverses. Celles dont l'usage est le plus fréquent sont les *bornes-fontaines* et les *boîtes d'arrosage et de lavage sous trottoir*.

Les bornes sont généralement formées d'un fût rectangulaire en fonte reposant sur un socle de même forme et couronné par un demi-cylindre. Dans l'intérieur est placée une colonne en plomb, qui vient se raccorder avec le robinet au moyen d'un collet battu et d'une bride mobile. La clef du robinet est à cône renversé, elle porte en dessous une bride à deux trous pour le raccord avec la colonne, et en dessus une tête pour la manœuvre du robinet. On fixe la clef dans le boisseau au moyen d'une rondelle et d'une clavette. Les raccords du robinet avec la colonne et de celle-ci avec la borne se font au moyen de cuirs gras comprimés à l'aide de deux vis ou de deux boulons traversant les brides.

Dans les nouvelles bornes, les robinets coniques sont remplacés par un nouveau modèle, dit à soupape. Ces robinets, se composent d'un boisseau

cylindrique en bronze avec tubulure d'équerre portant un pas de vis d'incendie, une soupape à coulisse et lunette dont le siège se visse dans le boisseau, un *stuffing-box* ou boîte à cuirs, une vis de pression agissant sur la soupape, et un écrou faisant fonction de modérateur en réglant l'ouverture de ladite soupape.

Pour les bornes qui doivent donner de l'eau à volonté, la tige du robinet à soupape porte à l'extérieur un bouton dit repoussoir, à l'aide duquel on l'abaisse à volonté; un ressort la ramène à sa position, toutes les fois que la pression cesse d'agir; un écrou vissé sur cette tige limite sa course et règle, par conséquent, l'ouverture maximum qu'on peut donner à la soupape en appuyant sur le repoussoir.

Lorsque l'orifice public n'est pas destiné à donner de l'eau pour puisage, on le place dans une boîte en fonte dite dégorgeoir, et qui fait partie de la bordure ou trottoir. À côté de cette pièce est une autre boîte qui contient deux robinets, entre lesquels est appliquée une bouche d'incendie. Pour laver les ruisseaux, les deux robinets sont ouverts; quand on visse le boyau d'incendie, on ferme le second et on ouvre le premier.

BOUCHES SOUS TROTTOIRS DE M. CADET. — La fig. 9 représente une bouche sous trottoir d'une disposition plus simple que celle décrite ci-dessus. La boîte en fonte B est garnie d'une seule soupape *s* qui, lorsqu'elle est soulevée au-dessus de son siège, laisse l'eau s'échapper par le conduit *b* et ensuite par l'ouverture O, ménagée sur la hauteur de la boîte formant le bord du trottoir. Sur le conduit *b* est fixée une tubulure filetée *b'* sur laquelle on visse le raccord du tuyau d'arrosage ou celui de la pompe à incendie. Pour opérer l'ouverture ou la fermeture de la soupape, on soulève le couvercle C de la boîte, ce qui a lieu au moyen d'une clef que l'on engage dans le trou carré du loquet *c* pour le faire tourner, et par suite le dégager du rebord saillant ménagé à l'intérieur de la boîte.

Un autre genre de robinet à clapet du même constructeur a été appliquée récemment aux distributions d'eaux de Saint-Cloud et de Marly; il est représenté en section, fig. 10. Les deux pièces de fonte A et A', qui forment le corps du robinet, sont reliées par des boulons traversant les brides *a*, garnies dans des rainures intérieures d'une rondelle en caoutchouc. Le clapet S est monté à charnière sur la pièce A'; il reçoit également une forte rondelle en caoutchouc *s*, maintenue serrée par un étrier *e*. Cette rondelle, en venant s'appliquer sur le rebord saillant qui forme le siège, opère la fermeture hermétique. Ce clapet est en outre fondu avec un secteur denté qui engrène avec la vis sans fin *v*, dont l'axe *t* traverse le *stuffing-box* *b*, pour recevoir sur le carré qui le termine la manivelle au moyen de laquelle s'effectuent les manœuvres.

Dans un autre modèle du même genre, M. Cadet a remplacé la vis sans fin par un pignon qui engrène avec le secteur; cette modification n'apporte de changement que dans la transmission de mouvement, par

suite de la position de l'axe qui se trouve placé alors horizontalement, ce qui, dans certains cas, peut présenter plus de commodité.

VENTOUSES. — Dans les distributions d'eau, lorsque les conduites présentent des inflexions dans le sens vertical, l'air qui y est contenu à l'instant où on les met en charge se porte au sommet de ces inflexions, et si le volume de cet air est assez considérable, il peut arriver qu'il occupe toute la capacité de la conduite, et s'y trouve comprimé de manière que la pression due à la charge d'eau ne soit pas assez forte pour surmonter la force d'élasticité de l'air; alors l'écoulement est suspendu. En général, la présence de l'air dans une conduite gêne le mouvement de l'eau et diminue le produit de l'écoulement: il est donc important d'avoir un moyen pour le faire sortir.

On se sert le plus ordinairement¹ ou d'un robinet qu'on laisse ouvert pendant que l'on met l'eau dans la conduite, jusqu'à ce que l'air se soit échappé et que l'eau commence à jaillir; ou d'une soupape, dite ventouse, disposée de telle sorte qu'elle puisse laisser l'air s'échapper et se fermer d'elle-même lorsque l'eau vient prendre sa place et remplir la capacité du tuyau.

Une telle ventouse est représentée en section, fig. 11; elle se compose d'un vase cylindrique en fonte A, boulonné sur le tuyau de conduite au moyen de la bride inférieure a. Ce vase est muni intérieurement d'une sphère creuse en laiton S, suspendue à une tige t, terminée à son extrémité supérieure par une portion de cône qui sert d'obturateur à un orifice de même forme pratiqué dans la pièce c, fixée au centre du couvercle C de la boîte de la ventouse, lorsque le flotteur y est soutenu par l'action de l'eau dont elle est remplie.

Lorsque l'air de la conduite a pénétré dans la boîte de la ventouse il y a acquis une certaine densité pour faire descendre le niveau de l'eau, le flotteur s'abaisse avec le fluide, entraîne l'obturateur que porte son axe, et laisse ouvert l'orifice par lequel l'air s'échappe graduellement.

Dans des conditions différentes, mais également pour remédier à l'inconvénient de la compression de l'air dans les appareils de distribution d'eau, on a fait l'application de diverses combinaisons. C'est ainsi que M. Chameroy a eu l'idée de placer à l'intérieur d'une chambre disposée au-dessous des bouches sous trottoir sur le conduit d'arrivée de l'eau, une vasque ou vessie en caoutchouc contenant un certain volume d'air comprimé². C'est cette vessie qui, recevant la pression de l'air et de l'eau arrivant dans cette chambre, forme le matelas élastique destiné à empêcher les chocs et par suite les ruptures des tuyaux et des robinets.

En suivant le même ordre d'idées, M. Guinier a imaginé une disposition très-simple, qui consiste dans l'emploi d'un récipient en métal de

1. *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, par M. F. Dupuit.

2. On peut voir le dessin et la description de cet appareil dans le *Génie industriel*, vol. XIV, août 1857.

petite dimension contenant une boule creuse en caoutchouc lequel, en communication avec le tuyau de conduite, reçoit la pression de l'eau, et, cédant sous les fortes pressions, évite aux tuyaux de se rompre sous ces pressions accidentelles.

ROBINETS DE JAUGE. — Les administrations qui font des concessions pour un certain volume d'eau déterminé placent sur le branchement de la distribution un *robinet de jauge*. Celui qui est en usage à Paris est représenté en sections longitudinale et transversale par les fig. 12 et 13. Ce n'est, comme on le remarque, qu'un robinet ordinaire dont la clef C est percée d'un très-petit trou *c*, auquel on donne par expérience le diamètre nécessaire pour que le débit, par vingt-quatre heures, soit égal à celui concédé. Un petit grillage *d* précède cette ouverture afin d'empêcher les ordures d'obstruer l'orifice de jauge.

Cette clef est placée entre deux autres clefs d'arrêt C' et C² ajustées sur le même boisseau B; elles ont pour but de permettre de retirer la clef principale et de nettoyer le filtre. Une plaque de fer P, assemblée à charnière sur la partie supérieure de ce robinet, est percée de trois trous correspondant aux carrés des trois clefs, de façon à maintenir celles-ci ouvertes. Cette plaque est elle-même arrêtée par un cadenas, dont la clef reste dans les mains de l'administration.

ROBINETS D'ALIMENTATION. — La fig. 14 représente une disposition de robinet destiné à être appliqué à une borne-fontaine ou à une grue hydraulique d'alimentation des chemins de fer. Ce robinet est composé d'un cylindre en fonte A, alésé intérieurement pour recevoir une soupape double en bronze S qui, en occupant toute la longueur de ce cylindre, peut, en se déplaçant horizontalement suivant son axe, ouvrir et fermer alternativement l'orifice d'arrivée du liquide, en s'appliquant sur le siège *s*, et sur celui du petit tube D, lequel sert à l'échappement du liquide qui reste dans la conduite de sortie D' quand la soupape principale S est fermée.

Le mouvement de va-et-vient nécessaire pour ouvrir et fermer cette double soupape est communiqué, par la tige *t*, à un excentrique circulaire *e*, logé dans une ouverture pratiquée pour la recevoir dans le corps de la soupape.

Les sièges *s* et *s'* de la soupape S sont formés d'une rondelle de caoutchouc d'une épaisseur relativement assez forte, qui, en même temps, forme joint étant comprimée par la bride du tuyau correspondant. La fermeture de la boîte dans laquelle passe la tige *t* de transmission de mouvement est obtenue également par une rondelle en caoutchouc, comprimée par le chapeau en fonte *c*. Il en est de même pour la réunion du tube E d'ascension du liquide avec le corps du robinet dont la bride *b* comprime la rondelle en caoutchouc *r*.

MM. Rattier et C^e font également usage, dans des robinets ordinaires à soupape conique, de siège composé simplement d'une rondelle épaisse

en caoutchouc sur le bord intérieur de laquelle la surface conique de la soupape vient s'appliquer pour opérer la fermeture.

ROBINETS A OBTURATEUR. — La fig. 15 représente une disposition particulière d'obturateur qui a fait l'objet d'une demande de patente en Angleterre, par MM. Brown et May, le 9 février 1858. L'obturateur est une plaque en fonte S, fondue avec un secteur denté qui engrène avec le pignon d'angle *p*. Lorsqu'on fait tourner ce pignon, en agissant au moyen d'une manivelle sur la tige *t*, on fait décrire au secteur un arc de cercle sur son centre *c*, soit pour le placer vis-à-vis de l'orifice d'arrivée du liquide, soit au contraire pour le démasquer et le mettre dans la position indiquée fig. 15.

La boîte B renfermant ce mécanisme est fondue avec les deux tubulures à brides qui reçoivent les tuyaux de la conduite, et l'une des faces intérieures avec une nervure en arc de cercle. Cette nervure est parfaitement dressée pour se trouver en contact avec les petites saillies *s*, ménagées à la plaque de l'obturateur, afin de lui servir de guide et le maintenir pressé sur le rebord saillant de la tubulure d'arrivée du liquide.

VANNES A COULISSE. — Les fig. 16 et 17 représentent en section verticale et en plan horizontal une vanne à coulisse appliquée à un réservoir de la distribution d'eau de Dijon. Les eaux de vidange du réservoir passent à travers le tuyau T, logé dans la maçonnerie ; sa bride rectangulaire faisant saillie est coupée obliquement pour recevoir la vanne en fonte V. Les deux côtés verticaux de cette bride sont reliés par des boulons à deux armatures verticales en fonte *a*, servant en même temps de guide à la vanne, coupée elle-même suivant l'inclinaison de la section de la bride, et placée entre les armatures. Le contact entre la vanne et le tuyau s'établit comme dans le cas des robinets-vannes représentés fig. 9 à 11 (pl. 33), suivant deux cercles en cuivre *c* ajustés l'un au tuyau, l'autre à la vanne. Le mouvement est communiqué à celle-ci au moyen d'une tige en fer *t* taraudée à son extrémité supérieure, et terminée par un écrou en cuivre dont la rotation détermine l'ascension de la tige, et par suite celle de la vanne.

La figure 18 montre une autre disposition de vanne disposée pour être appliquée sur une conduite d'eau ou de gaz. Cette vanne est composée de deux boîtes A et A', fondues chacune avec une tubulure, et reliées entre elles par des boulons qui compriment une garniture de cuir placée entre les brides pour former le joint. La vanne proprement dite est formée d'un disque en bronze V, relié à une tige *t*, qui, filetée à sa partie supérieure, traverse l'écrou *e*, prisonnier entre les brides d'un manchon en deux pièces *m*, réunies à la boîte A par deux tirants en fer. C'est en faisant tourner l'écrou *e* que l'on fait monter ou descendre la vanne, laquelle glisse entre deux cuirs emboutis *c'*, logés dans des cavités pratiquées dans l'épaisseur des faces intérieures des boîtes. Ces cuirs

sont maintenus dans ces cavités au moyen de petites règles en bronze introduites avec force.

ROBINET A PAPILLON. — La figure 19 représente une disposition d'obturateur auquel on donne le nom de *papillon*. C'est un disque en bronze D, fondu avec un renflement au milieu pour le passage d'une tige *t*, au moyen de laquelle on le fait tourner dans l'intérieur d'une boîte tubulaire en fonte B.

Ce genre de valve est principalement employé dans les machines à vapeur pour régler l'admission par une fermeture plus ou moins complète du papillon, qui se trouve alors placé sur la conduite d'arrivée de vapeur du générateur à la boîte de distribution du cylindre.

Dans le cas d'une distribution d'eau, le mode de fermeture du papillon, qui n'a lieu que sur la paroi intérieure du tube par le simple contact de son épaisseur circonférentielle, ne peut être assez hermétique.

Pour éviter cet inconvénient, M. Guyet, l'inventeur du robinet représenté fig. 11, dispose à l'intérieur du tube dans lequel se meut le papillon, deux renflements qui reçoivent une garniture et qui n'occupent chacun qu'une demi-circonférence; ils sont en outre placés de telle sorte, que le papillon, dans une position inclinée par rapport à l'axe, vient s'appliquer, par le bord de ces surfaces inverses, sur les garnitures qui assurent l'herméticité du joint.

SYSTÈME GARGAN. — La fig. 29 représente un robinet double d'introduction qui a quelque analogie avec celui de M. Nillus, indiqué fig. 18, pl. 32. Comme celui-ci, le boisseau B reçoit une clef C, dans l'intérieur de laquelle une seconde clef C' est ajustée de façon à pouvoir être commandée indépendamment de la première. M. Gargan applique cette disposition de robinet sur ses machines locomobiles; pour la mise en marche, la première clef C est ouverte en grand, afin de laisser arriver la vapeur dans la boîte de distribution, et c'est au moyen de la seconde clef C', commandée par le modérateur, que l'ouverture de la première est modifiée de façon à régler l'admission.

CANNELLES. — On désigne sous ce nom une sorte de robinet destiné plus spécialement à soutirer les liquides des tonnes et barriques. Il y en a de plusieurs genres désignés sous les noms de *cannelles à soutirer*, *cannelles parisiennes*, *cannelles alsaciennes*; elles ne diffèrent entre elles que par quelques modifications de formes. La cannelle à soutirer et la cannelle parisienne sont composées d'un boisseau vertical en laiton légèrement conique, et fondu avec un tube horizontal également conique pour permettre son introduction de force dans le trou pratiqué au fond du tonneau; de l'autre côté du boisseau, vis-à-vis ce tube, et fondu de la même pièce, se trouve la partie recourbée qui donne issue au liquide. Dans certains modèles, le bout conique du tube est renflé et fileté pour faciliter son introduction dans le fond du tonneau, ce qui permet d'éviter de frapper pour l'enfoncer de force. La clef est engagée simplement dans

le boisseau sans vis de rappel; la tête est ronde ou méplate et on y ajoute quelquefois une pointe d'arrêt qui, lorsqu'elle est placée parallèlement au tube, indique que la clef est fermée.

La cannelle alsacienne diffère de celle décrite en ce que la partie recourbée fondue avec le boisseau est supprimée, et le départ du liquide a lieu par l'intérieur de la clef; celle-ci est alors percée suivant son axe et prolongée au-dessous du boisseau en forme de balustre, comme dans les robinets à col de cygne.

Voici le prix de la maison Broquin et Lainé, de Paris, pour des cannelles à soutirer :

Diam. en mill.	18	20	23	25	28	33	36
Prix.	3 ^f	3 ^f 50	5 ^f 25	6 ^f 25	9 ^f	11 ^f 50	13 ^f 50

Les cannelles parisiennes sans vis se vendent 22 fr. 50 la douzaine.

Les cannelles alsaciennes de 13 mill. de diamètre 4 fr. 50 la pièce.

CANNELLES A ASPIRATEUR. — On sait qu'en ouvrant le robinet d'un tonneau dont la bonde est hermétiquement fermée, l'écoulement n'a pas lieu, à cause de la pression atmosphérique qui agit sur l'orifice du robinet, tandis qu'elle ne peut exercer aucune pression sur le liquide contenu dans le tonneau. Pour qu'il y ait écoulement, il faut ouvrir le trou de la bonde, la pression étant alors égale à l'intérieur comme à l'extérieur, le liquide s'écoule avec une vitesse due à la hauteur de la colonne du liquide au-dessus du centre de l'orifice du robinet. Or, ouvrir le trou de la bonde dans certains cas est un inconvénient. M. Kraushaar, dessinateur mécanicien, à Mulhouse, a imaginé de disposer un robinet aspirateur, qui en même temps qu'il donne passage au liquide, permet à l'air de pénétrer dans le vase et d'y exercer sa pression. La disposition qui permet d'obtenir ce résultat est très-simple; elle consiste à pratiquer, parallèlement dans l'épaisseur renflée à cet effet du tube engagé dans le tonneau, un conduit en communication avec un trou pratiqué dans la clef au-dessus de l'orifice d'échappement. En ouvrant ou en fermant le robinet, les deux ouvertures s'ouvrent et se ferment en même temps. Si les deux ouvertures étaient concentriques ou situées sur une même ligne horizontale, l'écoulement n'aurait pas lieu, puisqu'il y aurait équilibre de pression, mais comme l'ouverture d'aspiration se trouve plus haut, l'échappement du liquide a lieu. D'autres dispositions, mais moins simples, ont été imaginées pour atteindre le même résultat.

ROBINETS A SIFFLET. — La fig. 21 représente en section verticale un robinet à sifflet pour locomotive. Il est composé d'un premier tube en bronze A destiné à être vissé sur la chaudière. Ce tube est fondu avec une cloche renversée et reçoit, au moyen d'un pas de vis taraudé à son centre, le second tube A', également en bronze, ainsi que la cloche supérieure C. Une tige t, d'un diamètre moindre que celui de l'intérieur des tubes, les

traverse; sa partie inférieure est terminée par une soupape *s*, qui ferme l'orifice du tube A, et son extrémité supérieure est reliée par une traverse articulée à un levier en fer L, mobile sur la branche de même métal *b*. C'est le ressort à boudin *r* qui maintient la soupape fermée; en appuyant sur le levier, on fait fléchir le ressort, la tige *t* et sa soupape descendent alors et laissant passer la vapeur dans le tube autour de la tige et s'échapper par les ouvertures *o*, et de là à la circonférence du disque *a* pour venir frapper sur les bords de la cloche C, en produisant un sifflement aigu.

Bien que ces sifflets puissent se faire entendre à une assez grande distance, ils sont insuffisants employés sur mer, dominés alors par le bruit des vagues et du vent soufflant avec force dans la voilure et les cordages. M. Lethuillier-Pinel a trouvé une disposition au moyen de laquelle ces appareils sont doués d'une puissance beaucoup plus considérable. Les fig. 22 et 23 représentent ce système, dit *sifflet d'alarme*, en sections verticale et horizontale. Il se compose principalement de quatre chambres circulaires C, montées sur un plateau de forme correspondante E, vissé sur le boisseau d'un robinet ordinaire à clef R, qui communique par un tuyau T avec le réservoir de vapeur de la chaudière.

Quand ce robinet est ouvert, la vapeur pénètre entre le plateau E et le fond des chambres C pour s'échapper à la fois par les quatre ouvertures *c*, ménagées à ce fond, et produire des sons très-puissants en venant frapper sur les plans inclinés à arêtes aiguës *e*, disposées au plafond des chambres, au-dessus des ouvertures pour diviser la vapeur.

La puissance de ce sifflet peut être modifiée à volonté en fermant un, deux ou trois des orifices d'échappement *c* au moyen d'opercules à ressort, semblables à celui *a*, façonnés de telle sorte que leur élasticité naturelle leur permet, sous une légère pression du doigt, de se dégager du plan incliné *e*, du plafond des chambres.

L'expérience a démontré que les dimensions des chambres et celles des orifices par lesquels s'échappe la vapeur, doivent varier avec la pression de cette vapeur; ainsi, pour $1/2$ atmosphère effective, par exemple, la hauteur sera de 25 mill.; pour 1 atmosphère, de 30 mill., et ainsi de suite. En donnant aux orifices d'échappement 2 mill. de largeur et 60 mill. de longueur, on obtient des sifflets de puissance moyenne et en portant la largeur à 90 mill., ces sifflets sont d'un très-grand effet.

PETIT ROBINET GRASSEUR. — Aux deux dispositions représentées fig. 25 et 26 de la pl. 32, nous allons ajouter celle toute particulière d'un robinet graisseur indiqué fig. 24, qui a été appliqué par M. Christian sur une presse-balancier. Il se distingue par sa forme extérieure qui en fait une sorte d'ornement tout en empêchant les matières étrangères d'entrer dans le godet et de se mêler à l'huile qu'il contient. Ce godet A est en bronze et recouvert par un chapeau de même métal A', au moyen duquel on fait tourner la clef *c* du robinet. Un disque *r*, relié au chapeau

par deux vis et muni d'une petite saillie qui vient s'arrêter sur un goujon *e* fixé au godet, sert à limiter le mouvement de rotation de la clef dans une position ouverte ou fermée.

ROBINETS A GAZ. — Les dispositions des robinets destinés spécialement aux distributions de gaz-light, ou gaz d'éclairage, pourraient ne pas différer des robinets ordinaires pour les distributions d'eau ou de vapeur; ce qui en diffère réellement, c'est le mode d'ouverture et de fermeture. On sait que, d'après une ancienne ordonnance de la préfecture de police, relative à la distribution du gaz dans les magasins, boutiques et maisons particulières, chaque robinet doit être renfermé dans un coffre en fonte et disposé de manière que l'abonné ne puisse l'ouvrir sans que préalablement il ne soit ouvert par l'agent de la compagnie, tandis qu'il peut être fermé par celui-ci sans le secours de l'abonné. Ces précautions étaient indispensables quand les concessions de gaz étaient faites pour un certain nombre d'heures, mais il n'en est plus de même, maintenant que presque toutes les maisons sont pourvues d'un compteur. Quoi qu'il en soit, le modèle de boîte de robinet adopté par la Compagnie générale du gaz de Paris, possède encore les propriétés mentionnées plus haut.

Les fig. 25 et 26 représentent ce modèle vu de face, la porte de la boîte ouverte, et en section verticale passant par le milieu de cette boîte. Le boisseau B du robinet proprement dit est en fonte et la clef C en bronze. Les deux tuyaux T et T' d'arrivée et de sortie du gaz sont reliés au boisseau par un simple ajustement tubulaire et une rondelle de cuir pincée entre les filets de vis et la bride du boisseau au moyen de bagues de serrage *b*, lesquelles en même temps fixent le robinet bien au centre de la boîte en fonte A. Celle-ci est percée d'une ouverture circulaire fermée par la porte P, montée à charnière sur le côté de droite, et munie d'un verrou *v* maintenu fermée par un ressort méplat *r*. Pour l'ouvrir, il suffit de vaincre la résistance de ce ressort en passant une clef dans l'ouverture *o* et en la faisant tourner jusqu'à ce qu'elle rencontre la saillie *s*, ménagée à cet effet dans la bande courbe de métal dont le verrou est formé.

La porte en plus de l'ouverture pour le passage de la clef destinée à son ouverture est percée de trois trous ronds: l'un *t*, au centre, pour permettre d'ouvrir la clef du robinet et les deux autres *u* et *u'*, destinés à recevoir une tige *c* qui fait partie d'une sorte de chapeau C', lequel recouvre la clef du robinet et la maintient en serrage dans le boisseau au moyen d'une bride *d*, reliée à celui-ci par deux vis engagées dans des oreilles fondues avec ce boisseau.

La clef du robinet est munie d'un ergot en saillie *e* (indiquée en ponctué, fig. 25), destiné à venir buter contre une goupille d'arrêt fixée au boisseau afin de limiter la course de la clef et assurer sa fermeture. Pour l'ouvrir, on la fait tourner de droite à gauche d'un quart de tour, jusqu'à ce que l'ergot *e* vienne rencontrer un arrêt *e'*, formé par un rebord en saillie ménagé au chapeau C'. Celui-ci est alors dans la position indi-

quée fig. 25, c'est-à-dire que la tige c est engagée dans le trou u de la porte P, au-dessous duquel se trouve la lettre O, qui indique que le robinet peut être *ouvert* ou fermé à volonté, quand la tige c y est engagée.

Il n'en est pas de même quand cette tige est déplacée vers la gauche, lorsqu'elle pénètre dans le trou w' pratiqué dans la porte, et au-dessous duquel est gravée la lettre F, *fermée*. Dans ce cas, la saillie e' du chapeau a été ramenée de gauche à droite contre l'ergot e , qui se trouve alors engagé entre cette saillie et la goupille fixée au boisseau. On ne peut donc plus faire tourner la clef du robinet, qui nécessairement ne pourra être ouverte tant que la tige c restera engagée dans le trou u .

Il faut donc, avec un tel système, pour opérer la manœuvre du robinet, que l'agent de service ait préalablement placé la tige c dans la direction convenable en ouvrant la porte de la boîte dont seul il a la clef.

Nous avons décrit un système analogue dans le v^e vol. du *Génie industriel*. Ce système, dû à MM. Bruley et Perrin, consistait dans l'application, sur la tête de la clef du robinet renfermé dans la boîte, d'un chapeau assemblé à charnière et muni d'une saillie passant à travers l'ouverture ménagée au centre de la porte pour introduire la clef destinée à l'ouverture du robinet. Quand le chapeau était rabattu sur la tête du robinet, celui-ci ne pouvait être ouvert; quand, au contraire, après avoir ouvert la porte, l'agent de la compagnie avait renversé ce chapeau, l'abonné pouvait ouvrir le robinet, et par suite avoir le gaz à sa disposition.

Les fig. 27 et 28 représentent, suivant deux sections faites perpendiculairement l'une à l'autre, une nouvelle disposition due à M. Bruley qui a pour but : 1^o de supprimer le rodage du boisseau et de sa clef; 2^o de réduire le volume de la boîte; 3^o de supprimer les soudures et les douilles de jonction; 4^o enfin de diminuer les frais de fabrication des robinets ordinaires de ce genre. La boîte A de ce robinet est en fonte et pourvue de deux ouvertures correspondantes pour recevoir les deux tuyaux T et T' qui s'y rapportent à l'aide d'un cordon et d'une rondelle en cuir serrée par la bride en cuivre b , au moyen de boulons.

Le mécanisme destiné à faire mouvoir les deux soupapes s et s' , qui ferment et ouvrent simultanément les orifices des tuyaux de conduite, est monté sur une platine en fer a , fixée par des vis contre une feuillure ménagée à la boîte et garnie d'une légère épaisseur de cuir ou de caoutchouc pour former joint.

Ce mécanisme se compose d'une double came c , de la forme d'une S renversée, fixée sur un axe d , qui traverse la platine sur laquelle il appuie par une embase extérieure, creusée intérieurement pour recevoir le carré de la clef. Cette embase est renfermée dans un tambour e , muni d'un ressort à boudin et d'un cuir serré par des boulons sur la platine pour former le joint de l'axe.

La came c agit sur deux pièces semblables f , doublement coudées d'équerre et disposées inversement. Dans chaque branche verticale est

pratiquée une rainure dans laquelle pénètre une languette-guide *g*, fixée à la platine, tandis que la branche horizontale se relève perpendiculairement pour porter, en regard des tuyaux T et T', les deux soupapes ou tampons en caoutchouc *s* et *s'*.

L'écartement des deux tampons dirigés en ligne droite par les guides *g* pour opérer la fermeture, s'explique aisément par le développement de la came que l'on fait tourner dans le sens convenable à l'aide d'une clef engagée dans le carré de son axe *d*.

Pour opérer l'ouverture, c'est-à-dire le rapprochement l'un vers l'autre des deux tampons, il suffit de faire tourner la came en sens inverse. Dans ce mouvement ses branches courbes rencontrent les goujons *i* fixés sur les pièces *f*, près des coulisses, et les entraînent naturellement. L'action de cette double came est limitée par un goujon *j* vissé sur l'une des languettes fixes *g*. Afin d'empêcher le consommateur ou toute autre personne étrangère de chercher à ouvrir le robinet lorsque l'agent de l'administration l'a fermé, celui-ci introduit dans l'ouverture pratiquée au centre de la porte P un petit tampon *t*, à ressort.

Les robinets des appareils d'éclairage n'offrent rien de particulier ; ce sont généralement de petits robinets à clef, semblables à celui R représenté en section fig. 29. Lorsqu'on a besoin de la lumière dans diverses directions, on dispose près du robinet un assemblage à rotation composé d'un petit boisseau conique *b*, muni d'une gorge circulaire vis-à-vis du canal de communication qui livre passage au gaz. Dans ce boisseau est engagée la clef *c*, dont la tête sphérique est soudée avec un tube horizontal, au bout duquel le bec à gaz est monté, ou bien un boisseau semblable qui reçoit lui-même une clef munie également d'un tube auquel le bec est alors fixé, ce qui permet d'avoir une double articulation, de telle sorte que, dans les deux cas, et quand le robinet R est ouvert, le gaz arrive toujours au bec, quelle que soit la position des tubes, puisque la gorge annulaire du boisseau *b* communique constamment avec le conduit principal, fermé ou ouvert à volonté par le robinet.

Dans l'examen qui précède des principaux systèmes de robinets, et clapets employés dans les distributions d'eau, de vapeur et de gaz, nous avons cherché, autant que possible, à suivre un certain ordre méthodique, mais la multiplicité des dispositions qui ont été proposées ne nous a pas permis de les comprendre dans ce texte. Ainsi pour les soupapes et les clapets proprement dits, nous avons dû nous arrêter aux modèles seulement applicables, à des tuyaux de conduite. Mais nous nous proposons, dans le volume suivant, de donner les modèles de valves, soupapes ou clapets appliqués le plus généralement aux machines à vapeur, aux pompes et autres appareils hydrauliques.

MACHINES A VAPEUR

RÉGULATEUR ÉQUILIBRÉ

A BRAS ET BIELLES CROISÉS

PAR MM. FARCOT ET FILS

INGÉNIEURS-MÉCANICIENS A SAINT-OUEN

(PLANCHE 35)

Nous nous sommes souvent arrêté, dans le cours de cette publication, sur les divers systèmes de régulateurs proposés pour maintenir, dans des limites fixées à l'avance, la vitesse des arbres de couche des machines à vapeur ou des moteurs hydrauliques¹. Malgré la multiplicité de ces systèmes, c'est encore le pendule conique à boules, construit sur le principe de celui d'Huyghens et de Watt, qui est le plus généralement employé, malgré les inconvénients inhérents à son principe même; inconvénients que nous avons déjà eu l'occasion de signaler, et qui sont bien connus des praticiens.

Ainsi que plusieurs habiles ingénieurs et constructeurs, M. Farcot a cherché à éviter ces inconvénients en perfectionnant le régulateur à pendule conique. Dans le VIII^e volume nous avons décrit en détail son système de *modérateur à compensation*, à cônes de friction, qui donne de très-bons résultats dans les usines, telles que les filatures, les moulins, etc., où les variations de travail sont faibles, et où une grande précision est nécessaire. Mais dans les usines à travail varié et saccadé, comme les forges, les scieries, etc., ce régulateur devient par moments inefficace en ce qu'il n'agit pas avec assez de promptitude et d'énergie.

MM. Farcot et fils se sont proposé de construire un modérateur à boule, qui puisse satisfaire aux exigences de ces grandes variations de travail, et, disons-le de suite, ils sont arrivés à résoudre ce problème

1. Voir les articles publiés précédemment sur ces appareils dans les 1^{er}, VIII^e et X^e volumes de ce Recueil.

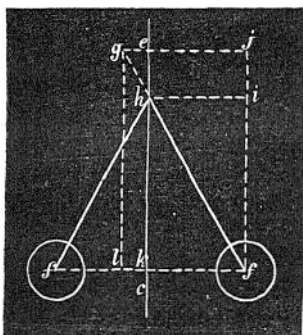
de la manière la plus satisfaisante. Un rapport de M. Tresca à la Société d'encouragement, le constate en ces termes :

« Le régulateur de MM. Farcot est d'un emploi sûr, nous dirions presque indispensable, dans tous les cas où les variations de travail sont grandes. La Société rendra un véritable service en appelant sur cet appareil l'attention des chefs d'usine, auxquels elle croit pouvoir le recommander tout spécialement. »

Voici, d'après une note qui nous a été communiquée par les auteurs, les principes suivant lesquels ce nouveau régulateur est établi :

1^d Dans un pendule conique-ordinaire articulant en h (fig. A), si on considère une position quelconque des boules, on sait que le nombre de tours correspondant à l'équilibre théorique est déterminé par la longueur verticale hk du pendule, mesurée sur l'axe de rotation.

Fig. A.



D'autre part, les conditions d'équilibre d'une boule f , tournant autour d'un axe vertical ce , et suspendue en un point quelconque g de la ligne fh prolongée, sont les mêmes pour une position donnée, que l'articulation ait lieu en g ou en h , car les bras de leviers gg et ih de la pesanteur varient proportionnellement à ceux de la force centrifuge qui sont gl et hk .

La longueur de pendule hk mesurée sur l'axe à partir de l'intersection h du bras avec l'axe vertical, est donc toujours celle qui indi-

que le nombre de tours correspondant à l'équilibre pour la position f de la boule, quel que soit le centre h ou g d'articulation ;

2° Il faut donc, pour obtenir théoriquement un équilibre constant de la boule, dans toutes les positions angulaires, chercher à obtenir une longueur de pendule constante mesurée sur l'axe de rotation.

Le tracé intercalé dans la page suivante (fig. B), indique l'épure qui donne cette longueur constante, et d'après laquelle la position des boules serait rigoureusement indifférente pour une vitesse normale donnée, si les bras étaient flexibles et se développaient suivant la courbe génératrice ab pour faire suivre aux boules la courbe développante cd .

La distance ac étant la longueur de pendule que l'on veut se donner, on trace facilement ces courbes, en remontant de quantités égales, sur la verticale ce , les points inférieurs 1, 2, 4, 6, etc... qui sont les projections du centre des boules sur l'axe vertical, et les points supérieurs qui sont les intersections successives des bras avec cet axe.

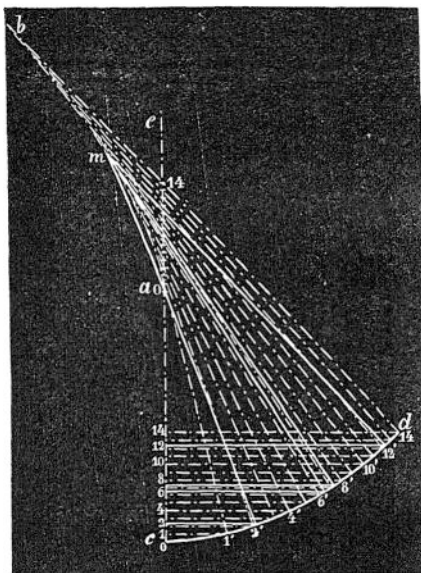
De ces points supérieurs suffisamment rapprochés, on décrit des arcs de cercle successifs tangents successivement entre eux, dont le premier s'étend du point 0 au point 1' de la courbe des boules, le second s'étend du point 1' au point 2', et ainsi de suite, ces arcs étant compris entre des horizontales successives d'un écartement constant.

On obtient ainsi la courbe développante cd .

Pour obtenir la courbe génératrice ab , il suffit de tracer les positions successives des bras, en joignant les points de la courbe inférieure aux points correspondants supérieurs de la verticale et prolongeant toutes les lignes qui représentent ces positions successives du bras; la courbe ab se trace ainsi d'elle-même;

3° Ce résultat théorique pouvant présenter des difficultés dans sa réalisation pratique par courbes génératrices, il a paru préférable à MM. Farcot de chercher

Fig. B.



un point fixe m d'articulation pour les bras, tel que l'arc de cercle décrit par les boules passant près de la courbe développante, tantôt en dessus et tantôt en dessous, et les bras occupant les positions en traits pleins, les longueurs de pendule des deux positions extrêmes soient égales entre elles et aussi peu différentes que possible de la longueur correspondante à la position milieu, qui est sensiblement égale à la longueur normale ac .

La position milieu de l'arc décrit par les boules, n'est pas celle qui correspond au milieu de la course du manchon du régulateur, mais la différence des longueurs de pendule dans ces deux positions est insignifiante.

C'est ainsi que l'on détermine le point m et non en cherchant le centre d'un arc de cercle passant

par les trois points 2', 6' et 12' de la courbe développante;

4° Le pendule étant plus court dans les positions extrêmes, la machine marcherait plus vite dans ces positions que dans la position milieu; pour compenser cette différence, les auteurs emploient une surcharge additionnelle variable produite par le contre-poids p (voy. fig. 1 de la pl. 35), à bras de levier variable, dont l'angle est calculé en raison des carrés des vitesses correspondantes aux longueurs de pendule, comparés au carré de la vitesse réelle donnée au régulateur, les forces centrifuges croissant comme les carrés des vitesses.

MM. Farcot donnent au régulateur une vitesse de rotation réelle plus grande que la vitesse théorique correspondante à la longueur du pendule, afin d'augmenter les forces produites sur les points d'action du régulateur. On voit facilement que le contre-poids p charge le manchon o , lié au manchon o' , et par suite les boules f elles-mêmes. Par ce moyen, on tient compte du poids de la vis sans fin r en calculant l'angle du contre-poids p , car il doit aussi équilibrer cette vis.

On voit facilement que ce contre-poids peut être reculé sur la tige du levier et fixé au moyen de sa vis de pression à une distance quelconque du centre de rotation. Cette disposition permet de varier la vitesse du régulateur et de la machine, et d'obtenir exactement le nombre de tours demandé.

Cet avantage est particulier à ce système de régulateur à bras et bielles croisées et n'existe pas dans les régulateurs à deux centres et à bielles non croisées;

5° Pour que le calcul du levier à contre-poids soit facile et rigoureux, et pour que l'équilibre soit bien constant dans toutes les positions, il est nécessaire que la surcharge additionnelle et l'effort du régulateur sur l'organe qui agit sur la vapeur soient transmis dans un rapport constant, c'est ce qui a conduit MM. Farcot à croiser les bielles comme les bras, car ce rapport constant n'a lieu pour toutes les positions qu'autant que la longueur $mn = nm^2$ (voyez fig. 4, pl. 35), et que les points m et m^2 sont sur une même verticale, on peut s'en rendre compte par le calcul.

Cette disposition rend plus facile le calcul de l'angle du levier à contre-poids et permet au régulateur d'exercer une action constante dans toutes les positions sur la vis sans fin v agissant sur la came de détente, comme dans toutes les machines Farcot. Cette vis sans fin n'agit ordinairement que comme crémaillère, le machiniste ne la fait tourner que pour partager à peu près l'oscillation, en raison du travail, sur le cadran de détente quand il met la machine en marche:

On voit que le contre-poids p charge plus dans la position milieu que dans les positions extrêmes, et compense ainsi les différences de longueur de pendule, le bras de levier qui soulève la vis sans fin, restant toujours constant par l'effet de la développante de cercle V qui agit sur un galet u (fig. 4);

6° En considérant les forces centrifuges de chaque partie du système ainsi constitué, on voit que les bielles et les bras du régulateur ont une action centrifuge variable dans les diverses positions, en raison de leur écartement plus ou moins grand.

En effet, une portion de ces membres est tantôt d'un côté et tantôt de l'autre par rapport à l'axe de rotation, ce qui change le sens de son action centrifuge.

On voit facilement que le maximum de la somme des forces centrifuges pour une même vitesse angulaire, correspond à la position supérieure des boules ou à leur plus grand écartement: le minimum de cette force centrifuge totale correspond à la position inférieure des boules.

Il résulte de là que les boules, dans leur ascension, prennent une accélération verticale croissante, en passant de la position inférieure à leur position supérieure, et que cet effet nuisible vient accroître celui de l'inertie des masses.

Cette cause de perturbation, bien que minime en apparence, est fort importante.

MM. Farcot la font disparaître et obtiennent ainsi la régularité la plus satisfaisante en neutralisant l'accroissement des forces centrifuges au moyen du ressort à boudin R (fig. 2 et 3) dont la tension croît à mesure que les boules s'élèvent.

On comprend facilement que ce ressort, appuyant sur le manchon o , rétablit l'équilibre, puisque l'on neutralise un accroissement anormal de force centrifuge par une force inverse et croissante en même temps.

On calcule ce ressort en déterminant l'excès de force centrifuge à neutraliser dans les diverses positions; mais ce ressort ayant de plus à neutraliser les effets d'inertie, il est utile de le faire plutôt fort que faible.

Maintenant que l'on connaît le principe sur lequel est basé ce régulateur, nous allons décrire en détail les dispositions particulières de sa construction, et son agencement sur une machine à vapeur également construite par MM. Farcot et fils.

DESCRIPTION DU RÉGULATEUR A BRAS CROISÉS

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 4 DE LA PL. 35.

La fig. 1 représente ce régulateur appliqué sur une machine à vapeur, dont le cylindre est vu extérieurement et la pompe à air et le condenseur en section verticale.

La fig. 2 est une coupe transversale passant à la fois par le milieu du cylindre à vapeur et par celui de la pompe à air, suivant la ligne brisée 1-2-3-4 de la fig. 1.

La fig. 3 montre en détail, à une échelle double des figures précédentes, le régulateur coupé verticalement suivant son axe.

La fig. 4 indique une disposition de clapet appliqué sur le conduit d'échappement de la vapeur du cylindre, pour supprimer à volonté la condensation.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — Nous ne donnerons qu'une description sommaire de la machine à vapeur, parce qu'elle ne diffère pas sensiblement de celles des mêmes constructeurs que nous avons publiées dans notre *Traité des moteurs à vapeur*¹. Le cylindre A est renfermé dans une enveloppe fondue avec les canaux d'arrivée, de distribution et d'échappement de vapeur. Celle-ci arrive du générateur dans l'enveloppe par la tubulure A' (fig. 2), et entre dans la boîte de distribution B par le canal *a*. Une soupape de mise en train *b*, est disposée à l'intérieur de ce canal pour permettre ou interrompre à volonté l'admission de la vapeur dans la boîte de distribution; elle se manœuvre de l'extérieur, en agissant sur la petite manette *b'*.

La vapeur, après avoir produit son effet sur le piston, s'échappe par le conduit A², à l'une des extrémités du condenseur cylindrique C, du côté du robinet d'injection B', qui distribue l'eau sur un diaphragme percé de trous *b'*, disposés intérieurement sur toute la longueur.

Cette eau et la vapeur condensée sont aspirées par le piston D de la pompe à air D', qui est en communication avec l'autre extrémité du condenseur par le conduit C' (fig. 2), assemblé avec la boîte D², fondue avec le cylindre et munie des soupapes d'aspiration *c*.

Les soupapes de refoulement *c'* sont montées sur une plaque de fonte, qui sert de fond à la bêche E, fondue avec la tubulure *e*, par laquelle s'échappe l'eau de condensation.

La pompe alimentaire E' est fondue avec le cylindre de la pompe à air, son piston est commandé par la même bielle qui actionne la tige *d*, au moyen du boulon d'assemblage *d'*, prolongé à cet effet; elle prend l'eau

I. On peut voir aussi l'article sur les machines à élever les eaux, publié dans le XI^e vol. de ce Recueil, pl. 35, 36 et 37.

dans la bêche avec laquelle elle est en communication par le tuyau F, et la refoule à la chaudière par le tuyau F'.

Lorsque l'on vient à manquer d'eau, ou que pour toute autre cause on désire supprimer la condensation, MM. Farcot disposent la sortie de vapeur du cylindre comme il est indiqué fig. 4, c'est-à-dire de manière que la vapeur puisse ou entrer dans le condenseur par la tubulure T, ou s'échapper directement par le tuyau T'. Dans le premier cas la soupape S vient s'appliquer sur le siège s, et dans le second sur le siège s', ainsi qu'il est représenté sur la fig. 4. On voit que le déplacement de cette soupape, de manière à la faire appliquer sur l'un ou l'autre des deux sièges, est effectué à l'aide du volant à main S', fixé à l'extrémité de la tige filetée munie de la soupape.

Avec l'enveloppe du cylindre à vapeur sont fondues deux consoles, sur lesquelles reposent les deux colonnes cannelées G, qui, avec les deux arcs *g* et *g'*, supportent l'arbre vertical du régulateur et une partie des pièces de sa transmission de mouvement. C'est au moyen de l'arbre H, commandé par une paire de roues d'angle, dont l'une est clavetée sur l'arbre moteur du volant, que ce mouvement est transmis, d'abord par les roues *h* et *h'* à l'arbre incliné H', puis par les roues *i* et *i'* à l'axe principal I du régulateur.

RÉGULATEUR. — Cet axe est formé d'un tube creux en fer (voyez fig. 3), monté à sa partie inférieure sur un bout d'arbre I', qui tourne sur une crapaudine, et sa partie supérieure est reliée par des rivets à une tige forgée avec le cadre I², dans lequel passent les *bras croisés* J du modérateur proprement dit.

Ces bras sont attachés à une petite traverse dont le milieu est fixé au sommet de la tige, au-dessus du cadre I², et les deux bouts terminés par des fourches *m*, dans lesquelles sont retenues par des boulons les extrémités des bras croisés J, munis à leur autre extrémité des boules *f*.

Ces bras-croisés sont reliés au manchon *o'* par les *bielles croisées* J', articulées aux points *n* et *m*². Les bras et les bielles sont assemblés de telle sorte que les longueurs *m n* sont respectivement égales à celles des bielles, et que, dans toutes les positions de l'appareil à force centrifuge, les verticales menées des centres *m* et *m'* passent constamment par les articulations inférieures *m*², des bielles correspondantes.

Le manchon supérieur *o'* est relié à celui inférieur *o* par une tige en fer *j* (fig. 3), logée à l'intérieur du tube creux I, formant l'axe vertical du modérateur. Par le fait de cette relation avec le manchon supérieur, le manchon *o'* règle l'admission de la vapeur dans le cylindre, en agissant par l'intermédiaire du levier K et de la tige verticale K' sur la came de détente renfermée dans la boîte de distribution B.

Le levier K est à bras inégaux, son centre d'oscillation est pris sur une fourchette *k*, reliée par un petit support à l'une des colonnes G; le petit bras embrasse le manchon *o* et est composé de deux pièces pouvant ren-

trer l'une dans l'autre au point k' (fig. 2), de manière à permettre son allongement suffisant dans le cas d'inclinaison extrême du levier. Le grand bras de celui-ci est réuni par articulation avec la tige K' , qui agit sur le distributeur de vapeur au moyen de la vis sans fin v , engrenant avec la demi-circonférence dentée du disque L . Cette tige n'ayant qu'un mouvement oscillatoire vertical, la vis sans fin n'agit sur la roue que comme une crémaillère.

Le disque L est calé sur le petit arbre l , qui traverse un stuffing-box ménagé au centre du couvercle de la boîte de distribution pour son passage, et comme il est muni de la came de détente, celle-ci se meut avec le disque. Il suffit alors pour connaître exactement la position de la came, et par suite le degré de détente de la vapeur dans le cylindre, de lire sur le demi-cadran divisé adapté sur le disque L , les chiffres correspondants à l'amplitude des oscillations qui se produisent, ce qu'indique l'aiguille fixe placée au centre. Cette aiguille fait partie d'une douille en bronze l' , attachée par un bras au couvercle de la boîte de distribution, et traversée par la vis sans fin v , laquelle peut engrener avec le disque denté au moyen d'une ouverture pratiquée dans la douille.

Quand le machiniste met en marche, il agit directement sur la vis sans fin en tournant le petit volant à main L' d'un nombre de tours suffisants pour placer la came de détente, de façon à partager à peu près l'oscillation en raison du travail.

L'extrémité inférieure de la tige K' est munie du galet u constamment en contact avec le bras courbé suivant une développante de cercle du levier V . Ce levier oscille librement sur le boulon u' , et son bras rectiligne est muni d'un contre-poids qu'on peut fixer en un point quelconque de sa longueur, à l'aide d'une vis de pression. Ce contre-poids est destiné, comme il a été dit, à équilibrer le poids de la tige, et, en maintenant la courbe du levier en contact avec le galet, à régulariser l'action de l'appareil, en permettant de régler exactement le nombre de tours.

Le ressort R , qui entoure l'axe de rotation du modérateur, est fixé d'un bout à cet axe, à la bague r (fig. 3), et de l'autre, au manchon o , de façon à pouvoir s'élever ou s'abaisser avec lui, et par suite, à présenter une résistance plus grande au fur et à mesure que les boules s'élèvent, afin de compenser l'influence perturbatrice que pourrait produire l'accroissement de la force centrifuge dans les positions élevées des boules.

Ce régulateur, ainsi que nos lecteurs ont pu s'en rendre compte par la description qui précède, diffère des régulateurs paraboliques ou à deux centres :

- 1° Par les principes mêmes de la détermination des centres ;
- 2° Par les bielles croisées qui permettent de transmettre et de recevoir une action dans un rapport constant ;
- 3° Par le levier à contre-poids mobile et à développante, qui rectifie

l'action des centres et des rayons vecteurs, et permet, de plus, de régler exactement le nombre de tours ;

4^e Par l'addition du ressort compensateur des forces centrifuges.

Ces diverses parties du régulateur sont nécessaires pour réaliser l'équilibre constant, dans toutes les positions angulaires des boules, et constituent un système simple, sans dérangement possible, car il n'est composé que de tiges articulées dont la longueur est invariable.

L'étendue d'action de ce régulateur lui permet de faire varier instantanément la puissance de la machine du minimum au maximum, c'est-à-dire de l'admission 0 à l'admission complète à pleine pression pendant toute la course du piston ; c'est seulement dans ces conditions exceptionnelles qu'un régulateur peut gouverner efficacement des laminoirs ou d'autres appareils à travail très-varié.

Ce régulateur est appliqué à plus de 70 machines, dont plusieurs fonctionnent depuis 4 ans sans qu'aucune réparation ait été nécessaire.

RÉGULATEUR A ANNEAU MOBILE PAR M. DUVOIR,

REPRÉSENTÉ FIG. 5, PL. 35.

Dans le but de faciliter l'installation des modérateurs à force centrifuge sur les machines de petite force et principalement sur les locomobiles, M. Duvoir, dont nous avons malheureusement à regretter la perte récente, avait eu l'idée de remplacer le régulateur à pendule conique, par un système de modérateur à génératrices sphériques d'une construction très-simple, et dont la stabilité n'est pas une des conditions indispensables à sa marche régulière.

Le principe sur lequel repose ce régulateur n'est pas nouveau ; nous avons donné dans le IV^e volume de ce Recueil, un modérateur à boules à *axe horizontal*, dû à M. E. Bourdon, dont le mode d'action est identique ; il diffère de celui de M. Duvoir, en ce qu'au lieu d'un anneau, M. Bourdon a fait l'application de boules comme dans les régulateurs à *axe vertical*.

M. Heaton de la Goupillière, ingénieur des mines, a donné dans les *Annales des Mines*, une théorie très-savante de ce système de régulateur. Nous ne faisons que la mentionner ici comme renseignement complémentaire, car ce travail important est un peu en dehors de cet ouvrage, destiné tout spécialement, comme on sait, à l'étude des moyens mécaniques et des résultats pratiques qu'ils apportent dans l'industrie.

L'organe principal du régulateur de M. Duvoir consiste dans un anneau en métal A, relié par un petit arbre en fer *a*, qui le traverse diamétralement et le réunit à l'arbre creux en fonte B, disposé perpendiculairement à celui *a*. Cet arbre est monté dans deux paliers C, de façon

à tourner aisément sous l'impulsion de la poulie P, qui reçoit son mouvement directement de l'arbre à manivelle de la machine à vapeur sur lequel le régulateur est appliqué.

L'arbre creux B est en deux pièces raccordées à vis, pour permettre l'introduction de la tige à crémaillère D, qui le traverse. L'une des extrémités de cette tige est attachée à un ressort à boudin r , dont la tension est réglée à volonté au moyen d'une vis et d'un écrou à tête molletée R. Cette disposition a pour objet d'équilibrer la force centrifuge de l'anneau, et de la régler pour des vitesses maximum différentes, en établissant un antagonisme entre la force centrifuge variable avec l'état d'inclinaison de l'anneau et la force élastique variable elle-même avec l'état d'extension du ressort. L'autre extrémité de la tige D dépasse l'arbre creux pour recevoir le levier de transmission L, destiné à agir sur la valve d'introduction de vapeur dans le cylindre de la machine.

L'examen de la figure suffit pour faire comprendre le mode d'action de l'appareil : ainsi, tant que l'arbre B est immobile, l'anneau A reste appuyé contre cet arbre dans la position ponctuée A', sollicité par le ressort r , qui agit sur son axe a par la crémaillère D et le secteur denté s ; si au contraire il est en mouvement, la force centrifuge tend à amener l'anneau dans un plan perpendiculaire à l'axe, position qui est atteinte au maximum de vitesse. Dans les vitesses intermédiaires, cet anneau prend également des positions intermédiaires.

Les diverses inclinaisons que prend l'anneau proviennent donc de la vitesse plus ou moins grande communiquée à l'arbre B. Or, comme ces inclinaisons ne peuvent varier qu'avec le secteur s , celui-ci engrenant avec la crémaillère qui fait partie de la tige D, il en résulte un mouvement de cette tige et du levier L en communication avec la valve d'introduction. De là une relation entre la vitesse de rotation et le degré d'ouverture de cette valve, c'est-à-dire moyen de régularisation.

Telles sont les dispositions de cet appareil qui se distingue principalement, comme nous l'avons dit, par la simplicité de sa construction et la facilité avec laquelle on peut en faire l'application sur les petites machines à vapeur et en particulier sur les locomobiles.

HUILERIE DE BORDEAUX

MACHINES ET APPAREILS

APPLIQUÉS A LA FABRICATION

DES HUILES D'ARACHIDE, DE SÉSAME ET AUTRES GRAINES

USINE MONTÉE PAR M. FALGUIÈRE

CONSTRUCTEUR A MARSEILLE

(PLANCHES 36 ET 37)

Nous avons déjà publié avec détail dans le x^e volume de ce Recueil les divers appareils en usage dans la fabrication des huiles de colza, tels qu'ils sont employés en Normandie et dans le nord de la France. Nous allons faire connaître aujourd'hui les machines perfectionnées établies dans les meilleures usines du Midi, pour l'extraction des huiles d'arachide, de sésame, de lin et d'autres graines.

Ces machines, construites par M. Falguière (de Marseille), qui, malheureusement mort trop tôt, avait su apporter dans cette industrie, où il a rendu de véritables services, des idées, des améliorations importantes.

En 1859, lors de l'exposition industrielle de Bordeaux, nous avons eu le plaisir de visiter le grand et bel établissement qu'il venait de monter pour MM. Maurel et Prom, habiles fabricants de cette ville, et de constater l'intelligente organisation de tout le matériel qui est, en effet, disposé de la manière la plus rationnelle et en même temps la plus commode et la plus avantageuse pour le service.

D'un côté, dans un local spécial, parfaitement tenu, se trouve le moteur à vapeur, d'une force nominale de 50 chevaux, alimenté par plusieurs jeux de chaudières qui ne fonctionnent pas constamment ensemble, afin d'en laisser toujours au moins un jeu en repos.

Au rez-de-chaussée, sur une superficie de 22 mètres de longueur sur 14 mètres de largeur, sont placées dans l'axe même du bâtiment trois paires de grandes meules verticales en granit, servant à l'écrasement de

la graine, et sur le prolongement quatre presses préparatoires qui effectuent une première compression à froid, pour l'huile de table, précédées de quatre chauffoirs à vapeur qui servent particulièrement au *rebat*, et qui permettent d'activer l'opération, en mettant alors pour la seconde et la troisième pression une plus grande quantité de matière sous les presses hydrauliques; celles-ci, au nombre de 44, sont rangées sur trois faces près des murs de l'usine pour faciliter le service général; les huiles qu'elles extraient tombent dans des seaux et de là dans des rigoles ou conduites communes, qui les amènent à deux pompes élévatoires, pour être élevées dans les réservoirs ou bassins destinés à les recueillir.

Toutes ces presses reçoivent leur action de deux simples et ingénieux appareils, auxquels l'auteur a donné le nom de *réservoirs de force*, comme faisant l'office de *distributeurs* et en même temps de *régulateurs* des pressions qui doivent être transmises par les pompes d'injection.

L'application de ces appareils, logés dans une chambre spéciale près de la machine à vapeur, permet de simplifier notablement le mécanisme des presses, en ce qu'il suffit pour les alimenter toutes, de deux séries de pompes d'injection, dont l'une sert à établir une première pression de 40 à 50 atmosphères, et l'autre une pression quatre à cinq fois plus grande; par le système ordinairement employé, il eût fallu appliquer, pour produire les mêmes résultats, 82 pompes d'injection et une quantité considérable de tuyaux plus ou moins prolongés.

Des mécanismes bien entendus, appliqués à chaque presse, rendent le service extrêmement facile, en permettant de changer la pression très-rapidement et sans aucune peine.

Au premier étage sont trois paires de laminoirs, dont l'un à cylindres cannelés pour écraser les arachides, et les deux autres à cylindres unis et doubles, d'une disposition particulière, pour déchirer et concasser les graines fines, telles que le sesame, le lin, etc.

Dans l'étage supérieur, qui sert particulièrement, avec une partie du premier, de magasins à graines, se trouvent deux appareils spéciaux, dont un tarare nettoyeur, comme dans les huileries à colza, et un décortiqueur servant à enlever les pellicules de certaines graines, comme l'arachide.

Les transmissions de mouvement sont établies de façon à faire mouvoir ces divers appareils avec la vitesse convenable, et à interrompre leur action toutes les fois qu'il est nécessaire; c'est ce que l'on pourra aisément reconnaître sur les dessins d'ensemble que nous en donnons. En décrivant chaque machine pour son propre compte, nous ferons voir, en même temps, les particularités intéressantes et les perfectionnements récents qui ont été apportés dans certaines parties par le constructeur.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU MATÉRIEL

FIG. 1 ET 2, PL. 36.

Pour donner une idée exacte de l'organisation d'une huilerie importante, comme celle de MM. Maurel et Prom, nous avons représenté sur le dessin, pl. 36, en élévation (fig. 1), et en plan (fig. 2), la disposition générale de tout le matériel qui compose une telle usine, depuis la machine à vapeur, jusqu'aux plus simples appareils.

On remarquera d'abord que les générateurs à vapeur qui, dans ce genre de fabrication, ne doivent pas seulement servir à l'alimentation du moteur, mais encore au chauffage des graines, sont nécessairement, par cela même, d'une puissance évaporatoire beaucoup plus considérable que celle correspondante à la force nominale de 50 chevaux.

Ainsi, ces générateurs, au nombre de trois, ayant leur fourneau distinct et séparé, se composent chacun :

1° De deux corps de chaudière A, A', de mêmes dimensions, placés parallèlement sur un même plan horizontal; le premier recevant directement la chaleur du foyer, et le second chauffé par le retour de flamme;

2° D'un grand et fort bouilleur B, placé sous le deuxième corps de chaudière, et chauffé après celui-ci par les courants d'air et de fumée qui s'échappent dans la cheminée commune placée au dehors de l'établissement.

Chaque corps cylindrique a 10 mètres de longueur et 0^m86 de diamètre; le bouilleur est de même longueur, mais son diamètre n'est que de 0^m66. Comme il est entièrement entouré de calorique, on voit que sa surface de chauffe est d'environ 20 mètres carrés. Les deux corps de chaudière, n'étant chauffés que sous la moitié de leur superficie totale, présentent ensemble une surface évaporatoire de 27 mètres carrés.

Par conséquent, on voit que la surface de chauffe totale de chaque générateur est approximativement de 47 mètres carrés, dont 13 à 14 mètres de surface directe. Il en résulte qu'en faisant marcher deux générateurs sur les trois, on a une surface évaporatoire de 94 mètres carrés, ce qui suffit largement à l'alimentation du moteur et des chauffoirs.

Ces générateurs sont logés dans un bâtiment séparé, sans étage, mais contigu au bâtiment principal de l'usine; il est assez spacieux pour contenir les trois fourneaux, en laissant sur la largeur un passage libre d'un mètre qui communique d'un bout au-devant des foyers, et de l'autre à une cour couverte dans laquelle se trouvent plusieurs filtres, destinés à épurer l'eau venant des presses hydrauliques. Comme il importe d'employer pour ces appareils de l'eau pure, on s'arrange pour faire servir toujours la même.

La superficie totale de ce bâtiment qui n'a pas d'étage est de :

$$9^m \times 18^m 50 = 166^m 9. 50$$

sans les murs.

La machine à vapeur, quoique d'une grande puissance, est du système vertical à directrices et à colonnes sans balancier; elle marche à 5 atmosphères, avec détente mais sans condensation. Son cylindre C, de 0^m 54 de diamètre, est fixé par sa base supérieure sur une forte plaque de fondation à nervures, fondue d'une seule pièce, et reposant sur un massif en pierre de taille qui laisse un espace libre autour du cylindre; cette plaque porte deux grosses colonnes de fonte D, réunies à leur sommet par une traverse au milieu de laquelle est rapporté le coussinet de l'arbre moteur *a*. Deux glissières servant de guides à la tige du piston à vapeur sont boulonnées sur le devant de ces colonnes, et laissent passer entre elles la bielle qui transmet le mouvement à la manivelle.

L'arbre de couche *a* porte le volant régulateur *b*, d'environ 5 mètres de diamètre, et met toute l'usine en activité par une seule et même roue droite *c*, qui engrène à la fois avec le fort pignon *d*, destiné à commander les meules, les chauffoirs et même les pompes alimentaires des générateurs; et avec le pignon plus petit *e*, qui fait marcher les laminoirs et les nettoyeurs, ainsi que les pompes d'injection des presses hydrauliques.

Le diamètre primitif de la roue *c* est de 1^m 45, et celui de son premier pignon *d*, de 0^m 935; par conséquent le rapport entre ces deux engrenages est de

$$0,935 \text{ à } 1,45 = 1 \text{ à } 1,56;$$

il en résulte que, lorsque la machine à vapeur, marchant à sa vitesse normale, fait 15 tours par minute, le grand arbre de commande *f*, *f'*, qui se prolonge dans l'intérieur de l'usine, en fait très-approximativement 23 dans le même temps.

Or, cet arbre *f* porte d'abord la poulie en fonte *g*, qui, d'un diamètre de 1 mètre, transmet son mouvement à une poulie plus petite *g'* de 0^m 85, et fixée à l'extrémité de l'axe des trois excentriques *h*, qui font mouvoir autant de pompes foulantes, destinées à envoyer dans les générateurs l'eau d'alimentation que l'on fait arriver dans une bêche placée au-dessous de ces pompes.

Il porte ensuite les trois pignons d'angle *i*, de 1^m 24 de diamètre, lesquels engrènent avec les roues d'angle *i'*, fixées vers le sommet de l'arbre vertical *j* de chaque moulin. Le rapport entre le diamètre de ces roues et celui des pignons étant de 1^m 68 à 1^m 24 environ, l'arbre des meules est animé d'une vitesse de 17 tours par minute, pendant que l'arbre de couche en fait 23.

Cet arbre qui, jusqu'au troisième moulin, c'est-à-dire sur une longueur de 11 mètres à 0^m 16 de diamètre, porte vers le milieu de sa partie *f'*, réduite à 0^m 06, une large poulie *k*, destinée à commander les râtaux des

quatre chauffoirs à vapeur. A cet effet, la poulie reçoit deux courroies semblables, qui actionnent des poulies égales k' , fixées sur des axes horizontaux et parallèles en fer k^2 .

Chacun de ces axes porte à ses extrémités un pignon d'angle, engrénant avec des roues plus grandes montées sur le sommet de chacun des axes verticaux en fer l' , au bas desquels sont adaptés les râteaux mobiles. Les poulies k' étant de même diamètre que celle plus large k qui les commande, leurs axes marchent à la même vitesse que l'arbre ff' , c'est-à-dire à 23 révolutions par minute, mais les pignons d'angle ayant un diamètre presque moitié plus petit que celui des roues avec lesquelles ils engrènent, les bras mobiles ne font pas plus de 14 révolutions dans le même temps.

Enfin, vers le bout du même arbre de couche sont encore deux autres poulies c' et c^2 , dont l'une, la plus étroite, fait mouvoir par la poulie m , avec laquelle elle correspond, un petit moulin à noix E (fig. 2), placé en dehors de l'usine, pour servir à triturer les *tourteaux* provenant de la dernière compression des graines, et l'autre, beaucoup plus large, commande les poulies m' et m^2 , destinées à faire marcher des pompes aspirantes et élévatoires, qui prennent l'huile des bacs, où elle est amenée par les conduites qui passent au-dessous des presses, pour être élevée dans les réservoirs ou les cylindres épurateurs.

La première partie f du grand arbre principal est portée par cinq paliers, dont deux sur les murs qui séparent l'usine de la chambre de la machine à vapeur, et les trois autres sur les traverses qui réunissent les poteaux carrés en bois n , placés de chaque côté des moulins. La seconde partie f' , composée de plusieurs bouts réunis par des manchons d'accouplement, est supportée par quatre chaises en fonte o , appliquées sous les poutres du premier plancher, et par un dernier palier b , assis sur la muraille extérieure du bâtiment.

Les axes des deux poulies k, k' , qui actionnent les bras des chauffoirs, sont portées par des consoles de fonte o' , boulonnées contre les poteaux cylindriques en bois n' , qui, comme les précédents, soutiennent les grandes poutres du premier plancher, et les poteaux semblables disposés de même à l'étage supérieur.

Le second pignon e , situé au-dessus de la roue droite c de la transmission, avec laquelle il engrène, est d'un diamètre plus petit que le premier d ; il n'a en effet que 0^m 655, au lieu de 0^m 935, de sorte que lorsque l'arbre moteur a fait 15 tours par minute, comme nous l'avons supposé à l'état normal, son axe e' en fait environ 33 et demi, car on a alors la proportion :

$$0^m 655 : 1^m 451 :: 15 : x = 33,5.$$

Cet axe e' porte, vers son milieu, la poulie à joues p , qui doit commander les pompes d'injection, et à son extrémité opposée au pignon,

une poulie égale q qui doit faire marcher les laminoirs et autres accessoires. La première, à laquelle le constructeur a donné 1^m 35 de diamètre extérieur, est en relation avec la poulie p' qui lui est presque égale, et qui, montée sur l'axe des deux séries de pompes, lui transmet une vitesse de 35 tours par minute. La seconde poulie q commande la poulie supérieure q' (fig. 1), d'un diamètre moindre, et fixée à l'extrémité de l'arbre de couche r , auquel elle transmet une vitesse d'environ 45 tours par minute.

Cet arbre r , situé sous le plancher du deuxième étage, ne doit pas seulement actionner les laminoirs logés au premier, mais encore le nettoyeur et le décortiqueur logés au second. A cet effet, il porte sur sa longueur une série de poulies, dont quatre s de grand diamètre, et quatre autres plus petites s' , qui commandent, avec des vitesses différentes, les paires de cylindres dont se compose chaque laminoir, et, en outre, une dernière poulie t , qui communique son mouvement à celle t' , rapportée sur l'arbre en fer r' , placé vers la partie supérieure du dernier étage, et muni des poulies nécessaires pour la commande du tarare et du décortiqueur. Le rapport entre ces poulies t et t' est tel, que l'axe r' peut marcher à la vitesse de 60 tours, quand celui r marche à celle de 45 tours.

Nous allons maintenant décrire les divers appareils qui composent le matériel de l'huilerie, en nous reportant à cet effet aux détails que nous avons représentés sur les pl. 36 et 37. Ces appareils comprennent, selon leur ordre de travail :

Un tarare et deux jeux de laminoirs unis, pour les graines fines ;

Un décortiqueur et un laminoir à cylindres cannelés, pour les arachides ;

Trois moulins à meules verticales ;

Quatre chauffoirs à vapeur ;

Quatre presses préparatoires et quarante et une presses hydrauliques, verticales, avec deux séries de pompes d'injection et deux réservoirs de force ;

Enfin, un petit moulin à noix pour broyer les tourteaux.

DESCRIPTION DES APPAREILS DE L'USINE

REPRÉSENTÉS PL. 36 ET 37.

Il nous paraît utile de suivre, dans la description de ce matériel, l'ordre même des opérations successives que l'on fait subir à la graine, afin d'en extraire avec régularité et économie la plus grande quantité d'huile possible. Remarquons d'abord que, pour simplifier la main-d'œuvre, les appareils sont disposés, assez généralement, comme dans les moulins à farine bien montés, dans plusieurs étages superposés, dont une grande partie sert en même temps de magasin.

Dans l'étage supérieur sont les tarares décortiqueurs, que l'on peut appliquer alternativement ou simultanément, selon que l'on traite des

natures différentes de graines en même temps, ou que l'on veut faire des mélanges. Les laminoirs se placent au premier étage, immédiatement au-dessus des moulins, qui, comme les chauffoirs et toutes les presses, se trouvent toujours au rez-de-chaussée.

TARARE OU NETTOYEUR. — Le tarare, qui ne présente d'ailleurs aucune particularité, n'a pu être figuré sur les plans d'ensemble; il se compose, comme dans un moulin à blé, d'un cylindre horizontal, formant crible, auquel on imprime un mouvement de rotation par une petite poulie u , rapportée sur l'arbre supérieur r' (fig. 1^{re}). N'ayant d'autre but que d'enlever la paille et les corps étrangers à la graine, cette machine est nécessairement très-simple et montée dans un bâti en bois; elle ne sert que pour les graines fines, telles que celles de lin, de sesame ou de colza.

Ces graines, élevées à l'aide de monte-sacs sur le dernier plancher, sont projetées dans la grande trémie K , placée à l'étage inférieur, et d'où elles sont prises par une chaîne à godets K' , qui les remonte au-dessus du tarare.

LAMINOIRS UNIS. — En sortant de ce nettoyeur les mêmes graines, dégagées de poussière et de paille, tombent, conduites par des plans inclinés, dans les petites trémies qui surmontent les deux laminoirs à cylindres unis L, L' .

Ces laminoirs présentent des particularités dans leur disposition, comme on peut en juger par le détail fig. 3, qui montre l'un des deux appareils en section verticale, faite perpendiculairement à l'axe des cylindres.

Ceux-ci sont au nombre de quatre, rangés par paires les uns au-dessus des autres, de façon que la graine qui a été d'abord comprimée par les deux premiers L , du rang supérieur, reçoive une seconde pression par les deux autres L' , qui sont un peu plus serrés. Pour qu'il y ait déchirement de la graine en même temps qu'écrasement, le constructeur a eu le soin de ne pas donner la même vitesse à chaque cylindre, c'est pourquoi ils sont commandés chacun séparément par des poulies S, S' , placées au bout de leurs axes respectifs.

Ces poulies sont toutes de même diamètre, mais celles avec lesquelles elles correspondent (fig. 1^{re} et 2), ne le sont pas, comme nous l'avons déjà fait remarquer. Ainsi les premières s , qui communiquent leur mouvement à un cylindre de chaque série, sont notablement plus grandes que les autres s' , qui transmettent leur action au cylindre voisin des mêmes paires, et tandis que les courroies de ces dernières sont droites, celles des premières sont croisées, pour déterminer le mouvement de rotation en sens contraire. Il en résulte que tandis que l'un des deux cylindres L , par exemple, marche à la même vitesse que l'arbre de couche r qui commande le tout, son voisin ne tourne pas seulement en sens inverse, mais encore à une vitesse qui est notablement plus petite.

En effet, les poulies s ont 1 mètre de diamètre, et les poulies s' n'ont que 0^m53 ; et comme toutes celles placées sur les axes des cylindres ont le même diamètre de 1 mètre, il en résulte que la moitié de ces derniers marche à 45 tours, par exemple, comme l'arbre r, et l'autre moitié ne marche environ qu'à 24 tours. Or, le diamètre extérieur de chaque cylindre est de 0^m44, ce qui correspond à une circonférence de 1^m383, par conséquent quand la vitesse circonférentielle des premiers est de

$$\frac{1^{\text{m}}383 \times 45}{60} = 1^{\text{m}}030 \text{ par seconde,}$$

celle des seconds qui sont respectivement en contact n'est plus que de

$$\frac{1,383 \times 24}{60} = 0^{\text{m}}553.$$

Cette différence dans la marche respective de chaque paire de cylindres est favorable à l'opération qu'ils doivent faire, puisque leur but est, comme nous l'avons dit, de déchirer, en l'écrasant, la graine soumise à leur action, sans en faire des plaquettes, qui se formeraient nécessairement en donnant aux cylindres la même vitesse ; de cette manière, les graines sont bien brisées et comprimées sans adhérer entre elles, en restant séparées les unes des autres.

Le degré de pression est déterminé à l'aide du levier à bascule L² (fig. 3), que l'on charge d'un poids accroché vers une extrémité, et qui, de l'autre bout coudé en équerre, appuie contre les deux colliers ou coussinets, qui reçoivent l'axe d'un cylindre de chaque série, pendant que ceux de l'axe du cylindre opposé sont maintenus par une vis de pression, qui permet d'en régler la place exacte.

Cette disposition a pour but de produire une sorte de pression élastique entre les deux cylindres, et d'éviter par suite des accidents, en permettant de s'écarter au besoin lorsqu'un obstacle se présente, comme par exemple un clou ou un caillou qui, par une trop grande résistance, pourrait occasionner la rupture de l'un des cylindres ou de leurs axes. La pression peut d'ailleurs varier, selon la matière à triturer, en faisant glisser les contre-poids sur leurs leviers.

Pour que les graines écrasées ne restent pas adhérentes à la surface des cylindres, des petites raclettes en fer sont appliquées en dessous, et maintenues contre eux par des petits leviers à contre-poids l³, mobiles sur leur milieu.

D'après l'auteur, qui s'est fait breveter pour ce système en 1855, un appareil de ce genre peut triturer jusqu'à 15,000 kilogrammes de graine par 24 heures.

DÉCORIQUEUR ET LAMINOIR CANNELÉ. — Lorsqu'au lieu de traiter des graines fines, comme celles de sesame ou de lin, l'usine doit faire de l'huile d'arachide, comme cette graine est beaucoup plus grosse, les pre-

nières opérations dont nous venons de parler ne sont pas effectuées par les mêmes appareils.

Ainsi, à la place d'un simple tarare, on fait usage d'un appareil plus puissant que l'on appelle *décortiqueur*, lequel a pour objet de détacher la grosse pellicule qui recouvre l'amande.

Cet appareil n'a pu être qu'indiqué en élévation sur la fig. 1^{re}, nous nous proposons d'en faire le sujet d'un article spécial, consacré au décortiquage de différentes graines, opération qui n'est pas sans difficulté, et qui, par cela même, offre un certain intérêt pour les constructeurs et les fabricants. On doit à un persévérant inventeur, M. Laborey, qui s'est beaucoup occupé de cette question, des appareils fort ingénieux que nous publierons bientôt.

Le décortiqueur de M. Falguière se compose d'une sorte de cylindre à râpe, renfermé dans un grand coffre en bois G, et recevant son mouvement de l'arbre de couche r' par les poulies v et v' . Il est alimenté soit par la même trémie K, dans laquelle on verse l'arachide, au lieu des graines fines, soit par une autre trémie qui serait munie d'un élévateur semblable au premier.

Les arachides décortiquées tombent aussi, pour être concassées, dans un laminoir horizontal G (fig. 2); mais celui-ci ne se compose pas de cylindres unis, à deux rangs superposés comme les précédents, il est simplement formé d'une paire de cylindres cannelés, dont la disposition ne diffère pas d'ailleurs de la première; ces cylindres sont commandés par des poulies d'égal diamètre, rapportées sur le même arbre r , avec deux courroies, dont une croisée pour imprimer le mouvement rotatif en sens inverse. Ils sont aussi tenus pressés l'un contre l'autre par deux leviers à contre-poids, comme dans le système représenté fig. 3.

MOULINS. — La fig. 4 du dessin pl. 38, montre partie en élévation et partie en section verticale l'un des trois moulins semblables que l'on a vus dans le plan général de l'usine (fig. 1^{re} et 2).

La fig. 5 est une projection horizontale de ce moulin, en supposant l'une des meules verticales coupée par son axe.

A l'exception de l'armature et de quelques accessoires, la disposition de ces moulins ne diffère pas notablement de celle que nous avons décrite (tome x^e). Les meules mobiles F qui les composent sont en granit, ainsi que le lit ou *gîte* F', sur lequel elles roulent. Ces meules ont 1^m70 de diamètre et 0^m48 de largeur; comme elles sont cylindriques, il est évident que lorsqu'elles se promènent autour de l'axe de rotation j qui les entraîne, elles sont forcées de glisser en tournant sur elles-mêmes, ce qui produit l'écrasement et le mélange intime de la matière.

Elles sont traversées à leur centre par des boîtes en fonte b' , qui renferment des bagues ou viroles en bronze servant de coussinets à l'essieu en fer b^2 , autour duquel elles doivent tourner pendant qu'il est entraîné dans la marche que lui imprime l'axe vertical j . Les ouvertures centrales

de chacune des deux meules sont un peu plus grandes que les boîtes qu'elles reçoivent, pour que la pierre ne les touche pas; mais des disques ou plateaux de fonte, percés exactement au diamètre de celles-ci, sont rapportés sur les deux côtés et reliés par des boulons, de façon à ce qu'elles puissent avoir un certain jeu dans le sens de la longueur de l'essieu, afin de se rapprocher ou de s'écarter au besoin de l'axe vertical.

Ce dernier est percé, à la hauteur du centre même des meules, d'une ouverture oblongue bien dressée sur ses deux parois verticales, pour permettre à l'espèce de manchon carré qui entoure le milieu de l'essieu de monter ou de descendre, avec ce dernier, suivant que les meules elles-mêmes s'élèvent ou s'abaissent au-dessus du gîte E' , ce qui est évidemment nécessité par la masse des graines que l'on fait passer à la fois. L'essieu est retenu à chaque extrémité des boîtes par une clavette à talon, et comme celles-ci buttent par l'autre bout contre les joues saillantes et dressées de l'arbre vertical, on comprend qu'elles ne peuvent s'en écarter ni d'un côté ni de l'autre.

Cet arbre vertical est fondu plein dans sa partie inférieure qui pivote sur une crapaudine rapportée au sommet de la petite colonne de fonte c' , scellée au centre du gîte; et il est fondu creux dans sa partie supérieure pour le passage d'une tige en fer d' , laquelle relie le balancier porte-râteau d^2 à la grande manette d^3 que l'homme, chargé de la conduite du moulin, manœuvre à sa volonté par une tringle d^4 , mise à sa portée, et qu'il accroche à un des poteaux en charpente n (fig. 1). Lorsqu'il tire cette tringle, il soulève les deux tiges parallèles e' (fig. 4) qui sont suspendues par une courte bielle à l'extrémité du balancier d^2 , et qui, à leur extrémité inférieure, portent la racle courbe en fer r^2 . Or celle-ci a pour but de ramener la matière, après qu'elle a été suffisamment écrasée vers la circonférence extérieure du pourtour en tôle F^2 , pour la faire tomber en dessous à travers deux ouvertures rectangulaires que l'on ferme par des portes à coulisse f^2 . Tant que les meules travaillent, cette racle doit être maintenue élevée au-dessus de la matière, elle tourne seulement avec tout le système sans rien faire, la tringle d^4 reste accrochée, mais dès que l'opération est arrivée au degré voulu, l'ouvrier la fait descendre, et ouvre les portes à coulisse.

Pendant le travail, il importe d'engager constamment la matière sous les meules; à cet effet, le constructeur a disposé sur le côté opposé une sorte de râteau r^3 , formée d'une lame de fer mince et cintrée qui se prolonge, comme le montre le plan fig. 5, depuis la circonférence du gîte jusqu'au pourtour F^2 ; comme la racle précédente, ce râteau est fixé à la partie inférieure de deux tiges verticales e^2 , ajustées et retenues aux cadres en fonte c^2 , boulonné contre une des faces de l'arbre central j .

Un second râteau r^4 , beaucoup plus court que le premier, mais formé de même d'une lame mince, est placé près du centre pour repousser la matière qui tendrait à s'accumuler près de la crapaudine sans passer

sous les meules. Il est porté de même par deux tiges verticales fixées au second cadre de fonte c^3 qui, boulonné sur la seconde face de l'arbre, sert en même temps de support-guide aux premières tiges e' .

La meule horizontale qui sert de *gîte* est solidement assise sur un fort massif en pierre que nous avons représenté sur la fig. 1.

Les trois moulins sont absolument identiques et peuvent, par cela même, servir indifféremment à faire l'une ou l'autre des deux opérations qu'on appelle, dans les huileries, *froissage* et *rebat*, lesquelles sont d'ailleurs tout à fait semblables, puisque la seconde ne diffère, en résumé, de la précédente, qu'en ce qu'elle comprime des matières qui ont déjà été froissées ou comprimées une première fois.

PRESSES PRÉPARATOIRES. — La première compression est tellement facile à produire qu'il n'est pas nécessaire de chauffer la matière ni d'agir avec une très-grande charge. Aussi, pour opérer l'extraction de l'huile rapidement, on fait usage de presses spéciales M (fig. 1 et 2) qui, du reste, sont aussi des presses hydrauliques semblables à celles destinées au rebat, seulement elles ne sont pas alimentées par les mêmes pompes d'injection.

Ces presses sont au nombre de quatre dans l'usine de MM. Maurel et Prom. Elles sont disposées verticalement; par conséquent elles sont simples; plusieurs fabricants préfèrent encore aujourd'hui cette disposition, qui exige de superposer les sacs et les étendelles horizontalement et les séparent par des claies, à celle des presses horizontales que l'on peut faire doubles à volonté, et dans lesquelles les sacs sont placés verticalement et séparés par des plaques en fer.

Elles ne présentent d'ailleurs, dans leur construction, rien de particulier par rapport aux presses verticales connues, comme on peut s'en convaincre par la coupe verticale fig. 8, pl. 39.

Nous montrerons comment chacune de ces presses est alimentée par les réservoirs de force dont nous avons parlé, et que nous décrirons plus loin avec détails.

CHAUFFOIRS A VAPEUR. — Comme nous l'avons dit, les matières qui ont subi une première compression renferment encore une grande quantité d'huile qui ne peut en être extraite que par des moyens énergiques. A cet effet, il faut d'abord les rebroyer à nouveau, sous les meules, ce qui constitue l'opération que l'on nomme *rebat*, puis les faire chauffer à une température assez élevée, et les soumettre ensuite à des pressions beaucoup plus considérables.

Les appareils employés au chauffage diffèrent assez sensiblement de ceux que nous avons donnés dans le dixième volume, comme on peut en juger par les détails fig. 6 et 7, qui représentent en coupe verticale et en projection horizontale l'un des quatre chauffoirs indiqués sur le plan général fig. 2, pl. 36.

Chaque chauffoir est double, c'est-à-dire qu'il se compose de deux

compartiments horizontaux qui sont superposés et formés chacun d'un double fond G et d'une enveloppe cylindrique en fonte H.

Le double fond inférieur est carré extérieurement et fondu avec une tubulure centrale qui permet de l'assembler avec une colonne creuse I, également en fonte. Cette colonne sert à la fois de support à tout l'appareil et de conduit à la vapeur, qui y arrive par un tuyau horizontal passant sous le sol, en venant soit de l'échappement du cylindre de la machine, soit plutôt directement des générateurs.

Du premier double fond, la vapeur passe dans le second qui se trouve au-dessus par un tube en cuivre latéral et qui est, à cet effet, muni d'un robinet *h* (fig. 7). Pour faciliter la construction de ces doubles fonds, on est obligé de ménager des ouvertures à leur base inférieure, afin d'enlever le sable qui formait le noyau ; ces ouvertures sont hermétiquement fermées par des plaques de tôle qui, comme les fermetures autoclaves, sont solidement retenues par un seul boulon à écrou.

Au centre de l'appareil se place l'axe vertical en fer I', qui se prolonge au-dessus, comme on le voit fig. 1, pour recevoir le mouvement de rotation de l'arbre de couche *k*², par une paire de roues d'angle. Maintenu par un collet à sa partie supérieure, cet axe pivote sur la base du double fond inférieur qui lui sert de crapaudine, et il porte deux râteaux ou bras mobiles horizontaux l², qui, en tournant, remuent la pâte contenue dans chaque compartiment et la forcent à changer de place. Ces bras légèrement cintrés servent en même temps à faire tomber la matière d'abord de la capacité supérieure dans celle inférieure par l'ouverture centrale de la première, et ensuite, lorsque l'opération est terminée, ce qui a eu lieu en quelques minutes, de la capacité inférieure dans la poche en bois J' qui sert de mesure.

Cette poche est munie de deux portes horizontales en tôle que l'ouvrier manœuvre d'un seul coup par le levier à poignée J², qui, lorsqu'il tire le registre inférieur, pousse celui du haut, et réciproquement. La quantité de matière contenue entre ces deux registres est justement celle que doit renfermer chaque sac porté à la presse.

Le chauffoir est recouvert d'un couvercle en bois *h'*, percé d'une ouverture carrée qui donne entrée à la pâte qu'on lui apporte des meules ; ce couvercle est fixé par des vis sur des nervures venues de fonte à l'intérieur de l'enveloppe H, et des petites portes latérales en tôle *j*² sont rapportées vers le bas de celle-ci pour permettre de visiter l'appareil au besoin.

PRESSES HYDRAULIQUES. — Ces presses en très-grand nombre, comme on l'a vu sur le plan général (fig. 2), sont toutes semblables et rangées régulièrement sur les trois côtés de la salle.

La fig. 8, pl. 39, montre l'une d'elles en section verticale faite par l'axe du cylindre. La fig. 9 représente le plan vu en dessus de cette presse, et la coupe horizontale de la presse voisine.

On voit qu'elles se composent chacune d'un très-fort cylindre M' , dit corps de presse, en fonte, assis sur un massif en pierre et relié par quatre colonnes en fer N (de 10 centimètres de diamètre), au sommier de fonte O auquel elles sont retenues par des plaques latérales boulonnées. Son piston P , de 0^m325 de diamètre extérieur, est fondu creux en partie, et surmonté d'un plateau carré à rigoles P' , qui y est ajusté avec soin et qui, recevant l'huile au fur et à mesure qu'il monte, la déverse par le bec latéral dans le seau en tôle Q . Ce seau est muni d'un tube vertical q^2 , qui offre l'avantage de ne prendre l'huile que par les couches supérieures pour l'amener dans les rigoles pratiquées sur toute la longueur des pierres de taille Q' , qui longent toute la série de presses, et sont encastrées jusqu'à fleur du sol.

Ces conduits en pierre ont le mérite de tenir l'huile fraîche et propre. L'un d'eux sert à conduire l'huile de table, qui est obtenue à froid, et l'autre à amener l'huile dite de fabrique qui est faite à chaud, c'est-à-dire obtenue par le rebat. Ils aboutissent chacun à un bac ou réservoir spécial, dans lequel se déposent les matières étrangères en suspension; après un certain temps de repos, l'huile est enlevée, comme nous l'avons dit, par des pompes élévatoires dont les pistons sont commandés par les poulies m' et m^2 (fig. 2), afin d'être envoyés, soit aux épurateurs, soit aux magasins à l'huile.

Pendant le travail, il suffit à l'ouvrier chargé du service de placer le seau Q , en tôle, au-dessus de la plaque de fonte mince q' , qui recouvre les rigoles et qui est percée de deux trous devant chaque presse, de façon que son tube central q^2 se trouve exactement sur le trou correspondant au conduit qui doit recevoir l'espèce d'huile qu'il est en train de fabriquer.

Chaque corps de presse est alésé dans sa partie supérieure seulement au diamètre de 0^m325 , ce qui donne une section de

$$0^m325^2 \times 0,7854 = 0^m0830 = 830 \text{ cent. carrés.}$$

Par conséquent lorsque la marche est de 50 atmosphères = 51^k65 par cent. carré, qui correspond à la faible pression, le piston reçoit et transmet une charge totale de

$$830 \times 51^k65 = 42869^k50,$$

et lorsqu'on marche à 200 atmosphères, ou 206^k68 par cent. carré correspondant à la grande pression, la charge totale devient

$$830 \times 206,67 = 271536^k10.$$

L'herméticité du joint autour du piston est obtenue, comme on sait, par un cuir embouti, logé dans une gorge circulaire ménagée au-dessus de l'orifice latéral qui reçoit la tubulure à raccord R appelé *robinet distributeur*, que l'on voit en coupe verticale sur la fig. 10, et en section horizontale sur la fig. 11.

Par mesure de précaution, le constructeur a pratiqué à quelques centimètres au-dessous de la base supérieure du cylindre une petite rainure destinée à recevoir les gouttes d'eau qui, pendant la manœuvre, pourraient s'échapper entre le piston et le cuir embouti; un orifice latéral parallèle au précédent donne issue à ces infiltrations.

Pour bien comprendre le jeu de ces presses, et reconnaître comment elles peuvent alternativement agir avec une grande ou une faible pression, nous croyons utile de décrire d'abord les pompes d'injection et les réservoirs de force, et de faire voir ensuite l'ingénieuse disposition des robinets distributeurs à l'aide desquels on peut modifier la pression à volonté.

DESCRIPTION DES POMPES ET RÉSERVOIRS DE FORCE

FIG. 12 A 19, PL. 37.

POMPES D'INJECTION. — Nous avons dit que malgré le grand nombre de presses hydrauliques employées dans l'usine de MM. Maurel et Prom, M. Falguière n'avait appliqué que huit pompes d'injection, divisées en deux séries, dont l'une pour les pressions faibles et l'autre pour les pressions élevées. Depuis l'établissement de Bordeaux, l'auteur s'est attaché à perfectionner la construction générale de son système de *réservoirs* de force, et à n'employer que deux pompes par pression.

Les fig. 12, 13 et 14 représentent en élévation, en coupe verticale et en section horizontale l'ensemble de ces quatre pompes, qui ne diffèrent que par leurs dimensions.

Ces quatre pompes sont placées parallèlement sur le couvercle en fonte qui recouvre la bêche ou réservoir d'eau T, sur lequel sont boulonnés les deux châssis en fonte T', qui servent de support à l'arbre de commande. Celui-ci est en fer forgé et porte vers l'une de ses extrémités la poulie à joues p' par laquelle il reçoit son mouvement de rotation. Cette poulie étant un peu plus petite que celle p avec laquelle elle correspond (fig. 2) marche, comme nous l'avons dit, à la vitesse de 35 tours par minute.

Chaque pompe se compose d'un corps cylindrique en fonte U, boulonné par sa base sur le couvercle de la bêche, et d'un petit piston plein p², assemblé par articulation avec une bielle à fourche en fer p³ qui, tout en lui imprimant son mouvement rectiligne, laisse passer sa tige cylindrique, laquelle passe dans une douille en cuivre qui lui sert de guide.

Au sommet de la bielle est claveté un collier en bronze formé de deux pièces qui embrassent l'excentrique circulaire en fonte p⁴, ajusté sur l'arbre de commande.

Les pistons des deux premières pompes, les plus grandes, qui doivent

produire la moindre pression et qui par cela même doivent fonctionner plus rapidement, c'est-à-dire fournir plus d'eau dans un temps donné, ont 60 millimètres de diamètre, et autant de course, ce qui correspond à un volume de

$$0^d 30^2 \times 3,1416 \times 0^d 60 = 0^{d.c.} 170$$

engendré par chaque coup, et par conséquent à

$$0^{d.c.} 17 \times 35 = 5^{lit.} 95 \text{ par minute.}$$

Les pistons sont en fonte, et leur tige est en fer; tandis que les deux autres, de dimensions moindres, sont en bronze, fondus et tournés avec leur tige. Le diamètre de ces derniers n'est que de 40 millimètres, et leur course de 50 millimètres; il en résulte que le volume qu'ils engendrent à chaque course, n'est que de

$$0^d 20^2 \times 3,1416 \times 0^d 50 = 0^{d.c.} 0624$$

et par minute, de

$$0^{d.c.} 0624 \times 35 = 2^{lit.} 18.$$

Vers la partie inférieure de chaque pompe, et sur le côté, est adaptée une boîte à clapets x en bronze, portant, d'une part, le tuyau d'inspiration x' , qui plonge dans l'eau contenue dans la bêche, et de l'autre, le tuyau de refoulement x^2 , qui se prolonge non pour communiquer directement avec les presses hydrauliques, mais bien avec les réservoirs de force.

Cette boîte n'est pas tout à fait disposée de même sur les deux jeux de pompes. On peut en reconnaître les différences par les fig. 15 et 15 bis, qui représentent les deux systèmes sur une plus grande échelle, en coupes verticales. Dans l'un et l'autre cas, chaque boîte renferme deux soupapes à siège plat (voyez le détail fig. 15 ter), dont l'une x^3 pour l'aspiration est appliquée sur le tube x' , et l'autre x^4 pour la sortie s'applique sur le conduit qui communique avec le tuyau d'échappement x^2 .

Le tube d'aspiration x' est traversé dans toute sa hauteur par une tige verticale qui descend jusque dans la bêche, afin de s'assembler par articulation, à sa partie inférieure, avec une traverse en fer, laquelle reçoit également la tige semblable de la pompe voisine pour la réunir avec la première, au moyen de deux petites tringles latérales au levier à contrepoids y .

Par cette disposition, un seul levier sert pour les deux pompes de mêmes dimensions; il a pour but de faire équilibre à une pression déterminée. A cet effet, le constructeur a attaché au contre-poids même une petite cordelette qui, passant sur des poulies de renvoi suspendues au plafond, va s'attacher par l'autre bout à un plateau en fonte y' (fig. 16) lequel se trouve à peu de distance au-dessus d'une sorte de cuvette y^2 ,

rapportée sur le bout de la tige prolongée du gros poids qui fait partie de l'appareil dit *réservoir de force*.

RÉGULATEURS OU RÉSERVOIRS DE FORCE. — Ces appareils, ainsi nommés par l'inventeur, ont pour objet, comme nous l'avons dit, de maintenir une pression constante dans les presses, de façon à éviter tout accident de rupture, et à réduire le nombre de pompes d'injection. Comme il y a deux jeux de pompes fonctionnant à des pressions différentes, il faut nécessairement avoir aussi deux régulateurs, dont l'un est calculé pour faire équilibre à une pression de 50 atmosphères, qui est celle que doivent fournir les deux premières pompes d'injection, tandis que l'autre doit équilibrer une pression quatre fois plus grande, soit de 200 atmosphères, qui correspond aux deux pompes les plus petites.

Dans le premier système, appliqué à l'usine de Bordeaux, M. Falguière avait composé chaque réservoir d'un cylindre en fonte, dans lequel marchait un piston, surmonté d'une caisse remplie de poids agissant par compression sur la tige. Cette disposition a l'inconvénient de faire fouetter ou fléchir la tige latéralement, et comme celle-ci conservait le même diamètre sur toute la longueur, il en résultait la nécessité d'employer des poids assez considérables s'élevant, pour la grande pression, jusqu'à 5,000 kilogrammes.

La disposition nouvelle que nous donnons (fig. 17 et 18), et qui a fait le sujet de la demande d'un second brevet pris par M. Falguière en 1857, obvie à ces deux inconvénients. Le contre-poids, composé d'un bloc de fonte cylindrique V, est accroché à la partie inférieure de la tige verticale en fer V', afin d'agir dans la direction même de la résistance ou de la traction normale. Comme le montre la section verticale (fig. 19), cette tige est tournée à deux diamètres différents. La partie inférieure la plus faible traverse la garniture en cuir ménagée à la base du cylindre de fonte X, formant le réservoir proprement dit; et sa partie supérieure, la plus grosse, traverse une garniture semblable, adaptée au sommet du même cylindre, qui, d'ailleurs, est de même diamètre sur toute sa longueur.

Dans le réservoir correspondant à la pression la plus faible de 50 atmosphères, ou 51^k65 par centimètre carré, les deux diamètres de la tige V' sont de 38 et 53 millimètres, ainsi le rapport des sections est de 1,134 à 2,206. La différence entre les deux surfaces est donc de

$$22^{\circ}9'06'' - 11^{\circ}34'' = 10^{\circ}9'72''.$$

Par conséquent pour faire équilibre à 50 atmosphères, c'est-à-dire pour que la tige V' ne monte pas, tant que la pression de l'eau ne dépasse pas ce chiffre, il suffit de la charger à sa partie inférieure d'un poids de

$$51^k65 \times 10^{\circ}9'72'' = 553^k69,$$

tandis que si le poids était placé à sa partie supérieure, sans différence dans les diamètres, il faudrait qu'il eût

$$51^k65 \times 22^c.406 = 1139^k40.$$

L'eau arrive dans le cylindre X par le tuyau de refoulement x^2 , prolongé comme le montrent les fig. 17 et 18, suivant la distance laissée entre les pompes d'injection et les réservoirs de force, et elle s'y maintient à la pression normale voulue pour le service; mais lorsque cette pression est dépassée, la tige V' monte, et la cuvette qui la termine (fig. 16) ne tarde pas à toucher le plateau y' , qui en s'élevant rend la cordelette à laquelle il est suspendu entièrement lâche, et par suite le contre-poids adapté au levier y (fig. 13) n'étant plus retenu fait baisser ce levier et monter les deux tringles attachées à la traverse inférieure, qui relie les tiges verticales passant dans les tubes d'aspiration x' . Ces tiges soulèvent alors les soupapes d'aspiration x^3 , qui, ne pouvant plus fonctionner, laissent marcher les pompes à vide; cela continue tant que la pression se maintient plus élevée, c'est-à-dire tant que les presses hydrauliques mises en communication avec le réservoir ne dépensent pas la force qui leur revient.

Mais dès que la pression diminue, la charge V tend à faire descendre la tige, le plateau y' redescend, et sa cordelette tire le contre-poids du levier y , qui abandonne les tringles et par suite laisse libres les soupapes d'aspiration, de telle sorte que les pompes reprennent leur fonction naturelle en refoulant de l'eau dans le réservoir.

Chaque cylindre X est solidement assujéti sur une espèce de colonne creuse en fonte X', qui lui sert de support élevé, et qui repose sur un massif en maçonnerie. Il est fermé, à chaque extrémité, par des couvercles de fonte qui renferment les garnitures de cuir embouti; et il est fondu avec deux tubulures, dont l'une reçoit le bout du tube de refoulement x^2 , et l'autre, la boîte en bronze Y, qui sert à le relier avec le tuyau x^5 , lequel doit se rendre aux presses hydrauliques.

Pour le réservoir qui correspond à la faible pression, la boîte est munie d'une soupape dite de retenue (fig. 20), afin d'éviter que l'eau de la grande pression ne puisse s'introduire dans le cylindre de cet appareil, ce qui arriverait si, par mégarde, l'ouvrier oubliait de fermer l'orifice de la petite pression avant d'ouvrir celui de la grande.

APPAREILS DE DISTRIBUTION. — Nous avons vu (fig. 8 et 9) que chaque presse hydraulique est munie d'un robinet distributeur à plusieurs tubulures, qui permet d'introduire à volonté, soit la pression la plus élevée, soit au contraire la pression la plus faible.

Pour cela l'appareil est disposé d'une manière très-ingénieuse et en même temps très-commode pour le service. Composé d'une pièce en bronze R (fig. 10 et 11), il s'applique d'un côté contre la tubulure de la presse, avec laquelle il doit faire corps, et porte, du côté opposé, une vis de rappel z , que l'on manœuvre à la main par un volant à poignée

rapportée sur sa tête. Cette vis s'appuie contre un tampon en cuivre garni d'un cuir pour fermer l'orifice qui permet la communication de la presse avec le tuyau de décharge Z appliqué au-dessous, lequel retourne l'eau à la bêche des pompes d'injection, quand la presse ne fonctionne plus et qu'on veut enlever les sacs qu'elle vient de presser.

Aux deux côtés latéraux du même distributeur sont adaptées deux vis à pointes coniques z' et z^2 , également munies de petits volants à poignée qui permettent de les faire tourner à volonté. Leur extrémité conique sert de soupape aux petits orifices pratiqués à l'intérieur des deux tubulures latérales, et dont l'un, le plus grand, de 6 millimètres de diamètre, doit communiquer avec le tuyau d'échappement de la faible pression, tandis que l'autre, le plus petit, qui n'a que 1 millimètre 1/2 de diamètre, correspond avec le tuyau de la grande pression.

Ainsi quand l'ouvrier veut, par exemple, que l'eau injectée arrive du réservoir de force le moins chargé, il ouvre la première soupape z' et ferme la seconde z^2 , en même temps qu'il maintient aussi fermé le tampon de décharge par la vis z . Il fait le contraire pour ces deux soupapes, quand il veut faire arriver à la pression l'eau de la grande pression. Quand enfin la pressée est terminée, il ferme les deux soupapes et ouvre l'orifice de décharge.

Par mesure de prudence, le constructeur a eu le soin de faire précéder chaque distributeur d'un robinet d'injection Z' , qui s'applique sur chacun des tuyaux conducteurs dont on voit le détail sur les coupes verticales (fig. 21 et 22). Ce robinet a pour objet de permettre d'interrompre le jeu d'une presse quelle qu'elle soit d'ailleurs, sans nuire en aucune manière au fonctionnement des autres. Il est muni d'une vis de rappel z^3 , dégagée par le bout qui précède sa pointe conique, pour ouvrir ou intercepter à volonté la communication entre le tube x^5 , allant au réservoir, et le tube x^6 qui se rend au distributeur, et par conséquent au corps de presse.

Toute l'eau envoyée à chaque presse hydraulique retourne après chaque pressée successive, par le tuyau de décharge Z, aux bêches ou réservoirs T des pompes d'injection ; on a évidemment intérêt à employer autant que possible la même eau, tant qu'elle est propre, pour ne pas engorger les soupapes des pompes. On doit au reste avoir le soin d'alimenter d'avance les bêches avec de l'eau pure que l'on fait filtrer préalablement ; on y arrive par le tuyau Z^2 (fig. 13 et 14) mis en communication avec un filtre.

Tous les appareils que nous venons de décrire sont exécutés avec soin et constituent un très-bon matériel d'huilerie que l'on peut présenter comme modèle à suivre.

MANUFACTURE DE TISSUS

MACHINE A PLIER ET A MÉTRER LES ÉTOFFES

PAR M. TULPIN AINÉ

CONSTRUCTEUR-MÉCANICIEN A ROUEN

(PLANCHE 38)

Dans un grand nombre de manufactures de tissus on fait usage depuis quelques années, comme on sait, de machines qui effectuent automatiquement le métrage et le pliage des étoffes. Ces deux opérations, qui dans quelques maisons se font encore à la main, exigent beaucoup de soins et une grande habitude. Le métrage surtout expose à un si grand nombre d'erreurs, qu'il a été reconnu nécessaire de trouver un moyen mécanique qui permit, tout en opérant plus rapidement qu'à la main, de donner un contrôle facile et une parfaite exactitude dans les indications.

De nombreux procédés, souvent fort ingénieux, ont été proposés; mais la plupart sont loin de satisfaire complètement à toutes les conditions à remplir. Si quelques-uns d'entre eux ne pèchent pas sous le rapport de l'exactitude, ils laissent beaucoup à désirer sous celui de la rapidité de l'exécution. Nous croyons que la machine de M. Tulpin a des avantages marqués sur ses devancières et qu'elle est appelée à rendre des services dans l'industrie des tissus. Avant d'en donner une description, nous nous proposons de rappeler brièvement les principales combinaisons employées, soit pour métrer et plier, soit seulement pour plier les étoffes.

Dans les manufactures peu importantes, on exécute encore le métrage et le pliage au moyen d'aiguilles de la longueur du pli et sur lesquelles l'ouvrier accroche le tissu. Ce moyen a plusieurs inconvénients: d'abord de fatiguer beaucoup la lisière du tissu dans lequel pénètrent les aiguilles; puis de donner, vers la fin de la pièce, des plis plus petits que les premiers, parce qu'alors ces aiguilles cèdent sous le poids et la tension de l'étoffe; et enfin d'exposer à des erreurs préjudiciables soit par la négligence, soit par la maladresse de l'ouvrier qui est obligé, pour avoir la longueur totale de la pièce, de compter le nombre de plis sans aucun moyen de vérification.

Le *rectomètre*, appareil dû à M. Mounier, de Wesserling, évite ces inconvénients. Ce serait une machine parfaite si elle opérait rapidement. Les aiguilles employées dans le procédé précédent sont remplacées par deux tiges en fer fixées à un même support qui lui-même repose à l'endroit voulu, contre un mur par exemple. La distance qui sépare ces tiges est exactement la longueur que doit avoir le pli. Des coulants en laiton numérotés glissent dans les tiges, et sont poussés un à un à chaque nouveau pli par l'ouvrier. La lisière de l'étoffe se fixe, sans se percer, sur des pointes en acier, dont les coulants sont armés sur les bords. Chaque pli se trouve donc numéroté, et à la fin de l'opération il suffit de lire le dernier coulant pour avoir le nombre de plis et par conséquent le nombre de mètres, si l'on plie au mètre. En faisant ensuite tourner l'une des tiges autour de son axe, on dégage d'un côté tous les coulants qui retiennent les plis, la pièce devient libre et l'on peut recommencer une autre opération. Cet appareil est excellent au point de vue de l'exactitude; mais n'étant actionné par aucun mouvement mécanique, il ne permet pas de plier rapidement. Cependant, un bon ouvrier peut encore métré et plier 400 à 450 mètres par heure.

Au nombre des premières plieuses mécaniques les plus remarquables il faut citer celle de Josué Heilmann, décrite dans le *Portefeuille industriel du Conservatoire*, en 1835.

Elle se compose essentiellement d'une règle fixée à l'extrémité d'un grand balancier animé d'un mouvement qui lui permet d'amener l'étoffe sous deux pinces destinées à la presser à l'endroit du pli. La règle est en deux parties terminées par des biseaux, et c'est entre eux que passe le tissu conduit alternativement sous les pinces par l'un ou l'autre biseau de la règle. A ce moment, et sous l'action d'une came, la pince se lève pour permettre au biseau de passer et de conduire le tissu jusqu'à l'extrémité de la course, là où doit être fait le pli, puis, sous l'action de contre-poids, revient presser contre l'étoffe lorsque la règle est partie. Le nombre des oscillations du balancier correspond au nombre de plis et est déterminé exactement à l'aide d'un compteur. Le pliage est effectué sur une table plate maintenue en équilibre par des contre-poids, de façon qu'elle puisse descendre au fur et à mesure que l'étoffe pliée augmente d'épaisseur.

Dans une autre machine, celle de M. Menent, de Rouen, l'étoffe, après avoir passé entre une série de cylindres, est déposée sur une table garnie de huit petites colonnes qui forment deux à deux des rainures entre lesquelles viennent tomber des baguettes pour arrêter le pli. Ces baguettes sont portées par un chariot qui conduit l'étoffe d'une rainure à l'autre, et lorsqu'il est arrivé à l'extrémité de sa course, il butte une pièce qui fait agir un déclanchement. Une baguette tombe alors entre quatre des colonnes et se place au-dessus de l'étoffe; le pli se trouve naturellement formé par le retour du chariot qui ramène le tissu sur la baguette. Quand

la pièce est au bout, il suffit d'enlever les baguettes, et l'étoffe est toute pliée. Cette machine ne peut être employée que pour le pliage. Les résultats qu'elle donnerait relativement au métrage ne seraient qu'approximatifs.

A la date du 3 février 1846, M. Haranger, à Paris, s'est fait breveter pour une machine à plier et à mesurer les étoffes, à laquelle il apporta divers perfectionnements relatés dans des certificats d'addition, en date des 12 juillet 1847 et 24 janvier 1851.

Le mode de pliage de cette machine ne peut être comparé sous le rapport de la perfection aux machines dont le pliage s'effectue sur une table plate ou courbe, car dans cette dernière, c'est simplement par le mouvement de va-et-vient d'une barre, comme dans les machines à sécher, que l'étoffe est couchée par épaisseurs nécessaires sur une tablette destinée à la recevoir; elle a principalement pour but de mesurer les étoffes et de les rouler sur un ensouple. Le mesureur est un cylindre de 1 mètre de circonférence entraîné par l'étoffe, de telle sorte que le nombre de révolutions qu'indique un compteur, fait connaître le nombre de mètres enroulés sur l'ensouple. Des combinaisons de rouleaux de tension permettent d'éviter le glissement tout en laissant la faculté de rouler l'étoffe très-serrée sur l'ensouple.

M. Enot, de Rouen, dans une demande de brevet en date du 23 août 1849, décrit une machine à plier dans laquelle le pli est arrêté de chaque côté par deux lames mises en mouvement au moyen de leviers qui se séparent l'un de l'autre, comme les branches d'un compas. L'étoffe conduite à l'endroit où doit se former le pli, les lames ouvertes se referment et l'arrêtent au pli voulu.

M. Enot ayant reconnu qu'il était bien difficile d'obtenir ainsi un pliage régulier, modifia sa machine en ce sens : il établit une transmission de mouvement par un même arbre commandant deux systèmes de leviers dont l'un fait mouvoir le plieur et l'autre les pinces qui se soulèvent alternativement chaque fois que le balancier se rapproche et qui retombent sur l'étoffe dès qu'il s'éloigne. Cette machine est simple, mais n'effectue que l'opération du pliage.

Dans un rapport fait à la Société d'Encouragement (séance du 5 décembre 1849), M. Alcan rend compte d'une machine à plier et à métrer les étoffes dans toute longueur, largeur et épaisseur, présentée par M. Ruff, à Paris. Cette machine plie sur une table plate au moyen de pinces mobiles reliées à des leviers articulés. Un rouleau meneur, disposé devant ces pinces et mobile avec elles, guide l'étoffe retenue aux deux extrémités de la table par des règles garnies de peau, sorte de pinces fixes à pivot. Une roue à rochet, graduée sur la jante, dont le mouvement de chaque dent correspond à une longueur déterminée, à 1 mètre par exemple, indique le nombre de plis ou de mètres de la pièce. Comme la nature et les dimensions des pièces sont variables, le cadre destiné à recevoir les tissus peut s'allonger ou se raccourcir, s'élargir ou se rétrécir et s'a-

baisser plus ou moins. Afin que l'étoffe arrive bien régulièrement, on la fait passer sur une traverse cannelée obliquement ou vis à élargir, semblable à celle employée dans diverses machines pour tendre les étoffes. Cette machine, dit le rapporteur, est disposée de manière à être mue par un moteur quelconque, aussi bien que par un homme. Dans ce dernier cas, un seul ouvrier peut plier et métrer 3,000 mètres à l'heure.

M. Krieger, de Paris, a pris, en 1850, un brevet pour une machine qui diffère complètement des précédentes.

Ainsi, l'étoffe est mesurée d'abord en s'enroulant autour d'une ensouple avec un *ruban type* divisé en mètres et centimètres. Lorsque la pièce est arrivée à son extrémité, on lit sur ce ruban la longueur totale; puis, en faisant marcher la machine en sens contraire, l'étoffe se déroule avec le ruban et vient s'enrouler sur une autre ensouple dont la circonférence est formée d'arcs distants l'un de l'autre, de telle sorte qu'à la fin de l'opération, il suffit d'agir sur un petit mécanisme pour faire rapprocher les arcs, et l'on peut enlever la pièce qui se trouve ainsi toute pliée. Pendant ce temps, le ruban est reçu à part pour servir ensuite au métrage d'autres pièces. Il est facile, à l'aide d'une combinaison très-simple, de commander un certain nombre d'ensouples sur un même bâti pour avoir un travail continu.

Nous citerons encore la machine de MM. Atkin et Milles, brevetée en 1857. Leur machine se compose d'une cage mue par un levier, et qui laisse tomber des baguettes à l'endroit du pli. Ces baguettes sont guidées pendant leur descente, et tombent à chaque changement de course de la cage. La table porte un certain nombre de cloisons pour permettre de plier autant de pièces que l'on veut et à la fois. Il est clair qu'il faut, dans ce cas, autant de cages qu'il y a de pièces à plier.

Cette machine ne peut servir à mesurer exactement les pièces d'étoffe. Dans les établissements où il n'est besoin que de plier une grande quantité de tissus, sans les métrer, elle peut rendre d'assez bons services.

A l'Exposition de Rouen, en 1859, nous avons remarqué deux systèmes de plieuses mécaniques : l'une due à M. Vimont, brevetée le 29 avril 1856, présentait cet avantage d'amener l'étoffe bien carrément sur la table, quoiqu'elle ne fût pas tendue d'une manière normale. En outre, la difficulté que présente pour les draps la différence d'épaisseur entre le corps et les lisières paraissait être heureusement vaincue par l'application de la pression au milieu de la largeur seulement sur un espace circonscrit.

Le second système, dû à M. Caplain, dont le brevet remonte au 4 mars 1852, présentait, dans les combinaisons de mouvements, des dispositions mécaniques très-simples et très-ingénieuses; seulement il était à regretter que le principe même sur lequel s'effectuait le pliage, sur une table cintrée, ne permettait pas d'obtenir une parfaite régularité.

Dans la machine de M. Tulpin, que nous allons décrire, cette régularité est complètement obtenue en vertu du principe même sur lequel repose

le fonctionnement. Le caractère saillant de cette machine consiste, ainsi qu'on pourra le reconnaître à l'inspection du dessin pl. 38 :

1° Dans l'application d'un rouleau mesureur invariable placé à l'arrivée des pièces à plier; cette disposition est des plus favorables, en ce qu'elle permet de mesurer très-exactement non-seulement la quantité de mètres contenus dans chaque pièce, mais encore les fractions de mètres, s'il y en a à la fin des pièces. Le développement de ce rouleau est égal à un mètre;

2° Dans l'application d'un nouveau mode de transmission de mouvement rectiligne alternatif oscillant au plieur, lequel mouvement est produit par l'action de deux leviers droits, équilibrés par des contre-poids et des petites bielles et manivelles;

3° Dans l'emploi d'un buttoir mobile à ressort qui favorise les changements de position des lames à plier, lesquelles sont pourvues de contre-poids, dans le but de les équilibrer, et par suite d'éviter les chocs au moment où les lames rencontrent le buttoir;

4° Dans la possibilité de faire varier à volonté le plieur, conséquemment la longueur des plis, ainsi que la place des chapeaux de carde qui retiennent l'étoffe pliée.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A PLIER ET MÉTRER LES ÉTOFFES

DE M. TULPIN, REPRÉSENTÉE PL. 38.

La figure 1 représente une élévation longitudinale de la machine.

La figure 2 est une coupe faite par le milieu de sa largeur.

La figure 3 en est un plan général vu en-dessus. Dans cette figure, on a rapproché les deux flasques du bâti et indiqué par des cotes leur écartement réel, ainsi que les longueurs de la table et des rouleaux.

La fig. 4 est une section transversale suivant la ligne 1-2 du plan.

Enfin la figure 5 est un détail en section, à une échelle double de l'ensemble de la boîte à ressort servant de buttoir aux leviers qui commandent le conducteur de l'étoffe.

DU BÂTI. — Il est composé de deux flasques semblables A réunies par des boulons *a*, formant entretoises, et par un certain nombre d'arbres qui servent d'axes à plusieurs organes de la machine. Il porte des évidements de forme variable qui lui donnent une grande légèreté sans compromettre sa résistance. Le double support A' et A², venu de fonte avec le bâti, reçoit l'appareil mesureur et le compteur.

Sur des bras A³, également venus de fonte avec chaque flasque, est fixé le palier dans lequel tourne l'arbre de la roue qui donne le mouvement au balancier, et, à son extrémité, ce même bras reçoit l'ensouple de l'étoffe à plier.

À la partie supérieure du bâti sont boulonnés deux arcs en fonte évidés *a*², *a*³, qui soutiennent une table en bois E, guidant le tissu vers le

plieur. Ces arcs ni la table ne sont répétés dans le plan pour laisser voir les organes placés en-dessous et qui auraient été cachés sans cela.

Dans chaque flasque on a ménagé une coulisse rectangulaire a' parfaitement dressée et dont nous expliquerons l'usage un peu plus loin. Enfin les montants du milieu sont traversés par les arcs des deux balanciers oscillants et sont fixés sur des dés, ainsi que les montants extrêmes.

MÉTRAGE DE L'ÉTOFFE. — Celle-ci est déposée préalablement dans une boîte en bois B indépendante de la machine et pouvant se déplacer à volonté sur des rails, ou bien elle est enroulée autour d'une ensouple B' qui, ainsi que nous l'avons vu, repose sur le support A³. Comme il faut toujours, pour éviter les faux plis, donner à l'étoffe une tension assez grande, on la fait passer, si elle vient de la boîte B, entre une série de barres en bois b , fixées sur des montants qui sont eux-mêmes cloués sur les côtés de la boîte. Lorsqu'elle se déroule directement de l'ensouple, on lui donne cette tension en faisant passer une corde munie d'un contrepoids autour d'une poulie calée sur l'axe de l'ensouple. La corde fait l'office de frein et force le tissu à se tendre tout en se déroulant.

L'étoffe appelée par les rouleaux en bois c , c' arrive d'abord sur le cylindre mesureur C, dont le développement est exactement de 1 mètre. Celui-ci, formé d'une série de douves en bois parfaitement dressées, puis tournées et fixées sur des croisillons en fonte, reçoit un autre rouleau C', également en bois, qui peut se déplacer à volonté dans les rainures verticales des supports A', disposés pour recevoir son axe. Les deux cylindres C et C' ne sont pas commandés directement : c'est l'étoffe qui, appelée par les rouleaux c et c' , entraîne le cylindre mesureur par friction. Il est donc nécessaire, pour que ce mouvement se fasse convenablement, que le tissu entoure ce cylindre suivant une assez grande partie de sa circonférence, afin d'éviter toute espèce de glissement.

Pour avoir le nombre de mètres et de fractions de mètre du tissu, il suffit de compter exactement, sur un petit appareil spécial appelé compteur, le nombre de tours et de fractions de tours du cylindre mesureur. La plupart des compteurs employés habituellement, étant mis en mouvement par une vis sans fin fixée sur l'arbre de commande, offrent cet inconvénient très-grand de compter toujours pendant toute la durée de la marche de la machine, qu'il y ait ou non du tissu ; de sorte que si l'ouvrier, en même temps qu'il conduit la machine, ne suit pas constamment l'étoffe, la main sur la poignée du débrayage, pour arrêter aussitôt que la pièce est arrivée à sa fin (manœuvre excessivement difficile à bien faire, pour ne pas dire impossible), le compteur accuse un chiffre inexact. Aussi, il arrive que le plus souvent on ne s'en rapporte pas au compteur ; on compte les plis après le pliage. Ce moyen est fort défectueux, et encore ne peut-il être employé que lorsqu'on plie sur le mètre ; autrement il serait impraticable.

Avec la disposition que nous allons décrire, il n'y a pas d'erreur pos-

sible : c'est le tissu qui donne le mouvement au compteur et qui constate sa propre longueur en mètres et en fractions de mètre. Plus de tissu, plus de compteur ; si la machine continue à marcher, elle ne change rien aux résultats ; enfin, s'il reste une fraction à la fin de la pièce, on la mesure très-exactement, ce qui n'arrive pas avec les compteurs ordinaires.

Voici la disposition qui réalise toutes ces conditions :

Sur l'axe du rouleau mesureur est calée une aiguille d (fig. 1 et 3) qui parcourt un cadran fixe D , divisé en 100 parties égales correspondant chacune à 1 centimètre. Cette aiguille se meut avec le rouleau, au bout de l'axe duquel est ménagé un petit excentrique qui donne un mouvement de va-et-vient au cliquet d' , lequel engrène avec une roue à rochet de 100 dents faisant partie d'un autre cadran D' , mobile et divisé également en 100 parties égales. A chaque révolution du rouleau mesureur C , le cliquet d' saute d'une dent et déplace le cadran d'une division, ce qui indique que 1 mètre de tissu a passé sur le rouleau mesureur. L'étoffe étant arrivée à sa fin, le compteur s'arrête de lui-même, et pour connaître la longueur de l'étoffe, il suffit de lire le nombre de mètres sur le cadran D' , et les fractions de mètre sur le cadran D .

PLIAGE DE L'ÉTOFFE. — Celle-ci doit être pliée pendant que s'effectue le mesurage pour que le travail soit continu. A cet effet, le tissu livré par les rouleaux d'appel passe sur la table en bois E , supportée par les arcs en fonte a^2 , a^3 , et sur un rouleau en bois E' dont l'axe peut tourner librement dans une coulisse ménagée à la partie supérieure du support a^3 . Cette table dresse l'étoffe, et lui donne une faible tension nécessaire et suffisante pour empêcher les faux plis. De là, elle est saisie par l'appareil plieur proprement dit qui dispose les plis le long d'une seconde table en bois F sur laquelle ils sont maintenus au moyen de deux traverses en fer garnies d'aiguilles et analogues aux chapeaux de cardes. Avant d'entrer dans la description des organes qui servent au pliage, il est bon de faire connaître la construction de cette table et le mode de pression exercée sur le tissu par les chapeaux de cardes.

Cette table F est formée par la juxtaposition de planchettes en bois aussi bien dressées que possible et fixées sur un cadre f en fer à T. Deux des traverses de ce cadre sont munies de chapes f' , qui servent à les relier par articulation avec deux tiges F' , autour desquelles elles peuvent tourner. Celles-ci à leur tour glissent dans les guides en fonte f^2 , boulonnés sur les montants intermédiaires du bâti ; elles reçoivent, fixées par des vis, des bagues f^3 auxquelles sont attachées les chaînes g , reliées à des secteurs qui font partie des deux balanciers en fonte G . Ceux-ci sont montés sur un même axe g' , qui repose sur le support en fonte G , G' , venus de fonte avec le bâti. L'autre bras des balanciers présente une courbe excentrée qui reçoit une forte lanière, à laquelle sont suspendus des contre-poids destinés à soulever la table F , et par suite à maintenir le tissu plié contre les aiguilles des chapeaux de cardes. Cette table peut

donc se déplacer verticalement, descendre au fur et à mesure que l'épaisseur de l'étoffe pliée augmente, et remonter ensuite sous l'action du contre-poids quand on enlève cette étoffe, guidée dans ces mouvements par les tiges F' ; de plus elle peut vaciller légèrement autour des articulations f' , ce qui permet à l'étoffe, à un moment donné, de se séparer des aiguilles d'un côté seulement, tandis que de l'autre côté les plis restent maintenus contre le second chapeau de cardé.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, les bras des balanciers G' , qui portent les contre-poids P , sont légèrement excentrés; cette disposition a pour but d'obtenir une pression constante. En effet, à mesure que le nombre des plis augmente, leur poids s'ajoute à celui de la table, et si l'effort exercé par les contre-poids restait le même, la pression tendrait à diminuer; mais comme les balanciers sont excentrés, les contre-poids agissent sur un plus grand bras de levier après la formation de chaque nouveau pli; il en résulte naturellement un équilibre qui régularise la pression et la rend uniforme pendant toute la durée du pliage.

L'étoffe venant du rouleau E' est saisie immédiatement par le plieur qui la dépose en couches parfaitement égales sur la table, ainsi que nous allons l'expliquer. Le plieur est double, et la même disposition se répète des deux côtés de la machine. Il est mis en mouvement par deux grands leviers en fonte H , évidés pour leur donner plus de légèreté; ils oscillent sur de forts boulons h , fixés à des oreilles venues de fonte avec les flasques du bâti, sous les patins des traverses intermédiaires. Des bielles H' relient ces leviers à des volants J , dont l'un des bras fait l'office de manivelle. On règle la course de celles-ci, et par suite celle des leviers H , au moyen d'une vis j , ajustée dans l'œil de la manivelle et traversant le bouton taraudé qui reçoit la tête de la bielle. Le poids de celle-ci et du levier correspondant est équilibré par une partie pleine conservée à la fonte des volants.

Le mouvement est communiqué à l'arbre J' qui porte ces volants au moyen de la roue R et du pignon r , dont l'arbre p reçoit la poulie de commande P' . Celle-ci est montée folle sur cet arbre, et fondue avec un moyeu à griffe, destiné à être engrené par le manchon p' , que l'on fait mouvoir à l'aide du levier P^2 . L'arbre de commande p est en outre muni d'une petite roue r' (fig. 3) qui, par l'intermédiaire d'une chaîne, commande une roue semblable r^2 , fixée sur l'axe du rouleau d'appel inférieur c .

Par ce mode de transmission, il est facile de reconnaître que le mouvement des volants est constant, et qu'alors, s'accomplissant régulièrement pour chaque tour, celui du balancier n'est plus uniforme: que sa vitesse augmente vers le milieu de sa course, tandis qu'il a sa vitesse minima au commencement et à la fin. Cette circonstance, qui est souvent un inconvénient dans les machines où l'on emploie ce mode de transmission de mouvement, est, au contraire, un avantage ici. En effet, il est indispen-

sable, pour obtenir des plis bien réguliers, de ne pas dépenser une certaine vitesse au moment de la formation du pli, et si elle augmente dans l'intervalle de superposition des couches, le produit de la machine n'en est que plus considérable.

L'avantage de cette disposition ressort bien mieux encore si l'on compare cette nouvelle machine de M. Tulpin avec celles qu'il construisait il y a quelques années (brevet du 31 octobre 1853), et dans lesquelles le tissu était plié aussitôt qu'il était livré par le cylindre mesureur. Il en résultait une tension variable, due au mouvement irrégulier du balancier, qui, arrivé au milieu de sa course, imprimait à l'étoffe une vive impulsion; celle-ci, étant assez forte, faisait quelquefois mouvoir le rouleau mesureur quand le balancier était arrêté et pouvait même déranger les plis précédemment faits : de là un pliage défectueux.

Ce n'est qu'après une longue suite d'expériences que M. Tulpin a reconnu tout le bon effet de donner au cylindre mesureur un mouvement uniforme, et de produire l'appel de l'étoffe par deux rouleaux superposés et commandés directement. La vitesse de ces derniers rouleaux étant en rapport avec le chemin parcouru par le balancier, si, à la mise en train, on ménage une poche pendante de 0^m,70 environ de longueur, elle suffit pour compenser l'irrégularité de vitesse des balanciers; le tissu n'offre plus alors de résistance, puisqu'il n'a plus qu'une tension insignifiante produite par son frottement sur la table supérieure, et les inconvénients inhérents au premier système ne se présentent plus.

Le plieur proprement dit, qui constitue la partie la plus importante de la machine, est composé de deux lames minces en tôle *k* et *k'*, bien dressées, isolées l'une de l'autre pour laisser passer le tissu, mais réunies à leurs extrémités par une même pièce *K*, fondue avec deux contre-poids destinés à l'équilibrer dans les différentes positions qu'elle doit occuper pour effectuer le transport de l'étoffe. A cet effet, ces pièces en fonte sont munies d'un axe qui peut tourner librement dans un double coulisseau *l* engagé à la fois dans deux coulisses : l'une *a'*, pratiquée dans le bâti, l'autre *h'*, ménagée à l'extrémité du levier *H*.

Traversant le double coulisseau *l*, l'axe de rotation des pièces en fonte *K*, qui relie les lames *k*, *k'*, reçoit un petit levier *L*, terminé par une petite pointe conique et articulée avec un levier en peu plus long *L'*, mobile sur le grand levier *H*, autour du point *l'*.

FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE. — Pour nous rendre compte de l'effet de ce mécanisme, nous supposons, afin de fixer les idées, le grand levier *H* au milieu de sa course et marchant vers la droite pour former le pli (fig. 2). Dans cette position fictive, les deux petits leviers *L* occuperont une position verticale ainsi que le grand levier de commande *H*, et les coulisseaux *l* se trouveront au milieu des deux coulisses *a'* et *h'*.

A mesure que le grand levier s'incline vers la droite, les coulisseaux, obligés de suivre une ligne horizontale, guidés par les coulisses *a'* du bâti,

glissent en même temps dans les coulisses des grands leviers qui, en s'abaissant, font tourner l'axe à contre-poids K des lames du plieur. Avant d'occuper la position extrême indiquée fig. 2, la lame *k*, qui conduit l'étoffe, appuie d'abord sur les précédents pour les détacher du chapeau de carde *e'*, qui est fixe tandis qu'ils sont encore retenus de l'autre côté par le second chapeau *e*. En même temps la table baisse sous la pression de la lame *k* qui, ne trouvant plus d'obstacle devant elle, peut passer entre la pièce pliée et le chapeau *e* pour conduire l'étoffe jusqu'à l'extrémité de sa course, points où doit s'effectuer le pliage. La position du balancier et de la lame *k'* est représentée à ce moment dans la fig. 2.

Lorsque le mouvement change, la lame *k* se retire; l'étoffe est retenue par les aiguilles et la pression de cette lame devenant de plus en plus faible, à mesure que le grand levier H tend à devenir vertical, la table F, sous l'action des contre-poids P, se rapproche du chapeau de carde; et lorsque la lame *k'* a tout à fait abandonné l'étoffe, la pression sur les plis est suffisante pour les maintenir et s'opposer à la traction exercée par la lame *k* en se retirant. Dans la même fig. 2 nous avons représenté en lignes ponctuées le balancier marchant vers la gauche. Cette fois, le pli sera formé par la lame *k*, qui a pris l'étoffe à la lame *k'*, lorsque celle-ci a fait le pli à droite. Du reste, l'opération de gauche s'effectuera absolument comme nous venons de le décrire pour le pli à droite.

Par les tracés indiqués sur les fig. 1 et 2, qui donnent trois positions différentes de la manivelle et des leviers, il est facile de se rendre un compte exact des différentes phases du mouvement.

Lorsque le balancier quitte la position verticale pour se rapprocher du chapeau de carde, il est indispensable que le levier *L'* s'incline en sens contraire, afin que ce soit la lame *k'*, par exemple lorsque le pli doit se faire à droite, qui vienne se placer entre les aiguilles et la pièce pliée. Si rien n'obligeait cette bielle à se mouvoir dans le sens indiqué, il se pourrait qu'elle s'inclinât en sens contraire et aucune combinaison décrite jusqu'ici ne pourrait l'en empêcher. Pour éviter cet inconvénient, le constructeur a disposé le buttoir à ressort représenté en détail fig. 5.

Ce buttoir est composé d'une tige en bois *m*, terminée par une partie lenticulaire et fixée à l'extrémité d'un petit arbre *m'*, ajusté à frottement doux dans une douille qui forme la tête de la colonne M, fixée sur le bâti; à son autre extrémité, cet arbre *m'* est muni d'un petit balancier *n*, aux deux bouts duquel sont suspendues deux tiges en fer *n'*, entourées chacune par un ressort à boudin renfermé dans une boîte en cuivre mince *n²*, et qui s'appuie d'une part sur une embase faisant partie de la tige, et d'autre part sur une platine *o*, rapportée à l'extrémité inférieure de la colonne M. La hauteur de la lentille que porte le buttoir en bois *m* est telle que le centre d'articulation des deux petits leviers L et *L'* rencontre le buttoir lorsque le grand levier H est vertical.

Il est facile de voir, d'après cette disposition, que malgré le mouve-

ment rapide du grand levier, qui, étant vertical, a sa vitesse maximum, le buttoir cède d'abord sous l'impulsion, mais en faisant osciller le petit balancier et par suite en comprimant l'un des ressorts, lequel réagit aussitôt et force le levier L à s'incliner en sens contraire du grand levier, ce qui est indispensable, d'après ce que nous avons vu, afin que ce soit une lame plutôt que l'autre qui vienne se présenter pour former le pli.

Cette ingénieuse disposition remplit parfaitement le but que voulait atteindre le constructeur. En effet, il a su éviter un choc violent et le remplacer par une action que l'on peut rendre aussi énergique qu'il est nécessaire en donnant une tension plus ou moins grande aux ressorts.

Lorsque la pièce est complètement pliée, on constate le métrage indiqué par les aiguilles des cadrans, puis on enlève la pièce. Cette opération a lieu aisément; il ne faut pour cela que baisser la table, ce qui permet de la détacher des aiguilles des chapeaux qui la retiennent. A cet effet, sur l'axe g' du balancier G' est calé un levier à manette S que l'on soulève pour faire tourner les balanciers, et par suite neutraliser l'action des contre-poids P. En le soulevant, ce levier vient reposer sur un siège s (fig. 2 et 4) qui fait partie d'une lame formant ressort, laquelle cède d'abord pour laisser passer la manette, et revient ensuite reprendre sa position première. Par ce moyen la table n'étant plus soumise à aucune pression et même contrairement maintenue abaissée au-dessous des chapeaux de carde, il est facile d'enlever la pièce pliée.

Pour recommencer une nouvelle opération, il suffit de fixer l'un des bouts d'une nouvelle étoffe à plier sur l'un des deux chapeaux de carde, suivant la position du plieur, et ramener ensuite le levier à manette S dans la position indiquée fig. 1 et 2 pour rétablir la pression de la table sur les aiguilles des chapeaux de carde.

Remarquons que ces chapeaux sont fixés par des oreilles et des pièces en fer e^2 , qui peuvent fléchir au besoin, afin de pouvoir prendre la position la plus avantageuse pour arrêter les plis du tissu, et que ces pièces attachées solidement au bâti peuvent, au moyen des coulisses t ménagées dans l'épaisseur des flasques du bâti, être mobilisées afin de régler à volonté leur écartement et les mettre en rapport avec la course variable que l'on peut donner au levier du plieur.

On a pu remarquer, d'après ce qui précède, que cette ingénieuse machine peut être réglée avec la plus grande facilité. Il n'y a en définitive que la vis de la manivelle du volant qui ait besoin d'être touchée chaque fois que l'on veut faire varier la longueur du pli. Elle est donc à la portée de tous les ouvriers, et ce n'est pas un de ses moindres mérites. Si nous ajoutons qu'elle peut métrer et plier 2,000 mètres à l'heure, on se fera une idée des services qu'elle est appelée à rendre dans les manufactures.

AGRICULTURE

MACHINES A MOISSONNER LES CÉRÉALES

ET A FAUCHER LES PRAIRIES

SYSTÈMES BURGESS ET KEY, MANNY ET MAZIER

FAUCHEUSE WOOD

Construite et perfectionnée par M. PELTIER jeune, à Paris.

(PLANCHES 39 ET 40)

Ainsi que nous l'avons annoncé au commencement de ce volume, en donnant la machine *locomobile à battre, nettoyer et trier les grains*, de MM. Garrett et Kerridge, et plus loin, la *faneuse Nicholson*, nous allons décrire avec détails les meilleurs systèmes de machines à moissonner et à faucher, ne craignant plus, maintenant que des expériences officielles ont été faites, de donner sur ces nouveaux instruments aratoires des renseignements que la pratique aurait pu ne pas justifier.

Nous sommes donc en mesure d'assurer que le problème de remplacer pour les moissons les bras de l'homme, armés de la faucille, de la faux ou de la sape, par les animaux est complètement résolu. Ce qui, pourtant, ne veut pas dire que ces instruments seront complètement remplacés, et que même, dans certaines circonstances locales, il ne sera pas préférable de les employer concurremment aux machines, mais que, dans les grandes exploitations, lorsque les bras font défaut, et qu'il y a urgence, pour la qualité et la quantité, d'effectuer la récolte dans un délai très-court, les agriculteurs trouveront dans les machines un auxiliaire puissant, leur offrant à la fois économie sur la main-d'œuvre et, avec la rapidité d'exécution, des avantages incontestables pour la rentrée en temps opportun des moissons et des fourrages.

Comme il arrive pour toutes les inventions, il y a eu, à bien des reprises, de nombreuses tentatives pour exécuter la moisson et le fauchage des prairies à l'aide de machines. Nous allons esquisser rapidement

l'historique des moissonneuses et des faucheuses, en nous aidant à cet effet des excellents rapports faits à la suite des concours internationaux qui ont eu lieu les 19, 20 et 21 juillet 1859 au domaine impérial de Fouilleuse sur les machines à moissonner, et les 18, 19, 20 et 21 juin 1860 à la Ferme impériale de Vincennes, sur les machines à faucher et à faner.

APERÇU HISTORIQUE.

Ne rappelant que pour mémoire quelques tentatives faites à des époques reculées, et citées par Pline et Palladius, de chars employés par les Gaulois pour arracher les épis, en laissant la paille sur pied dans les champs, nous arrivons au commencement de ce siècle.

En 1799, Boyce breveta en Angleterre une machine dans laquelle des lames de faucilles, animées d'un mouvement de rotation dans un plan horizontal, devaient couper les épis du blé ou des autres céréales. On vit ensuite apparaître successivement les machines de Plucknet, de Gladstone, de Salmon, de Scott, et enfin celle de M. Smith, directeur des forges de Deanston, près Doune en Écosse.

Cette dernière machine, qui valut à son auteur, en 1814, un encouragement de 50 guinées de la Société de Dalkert, se composait d'une scie circulaire de 1^m60 environ de diamètre, composée de six segments ou lames d'acier, réunies entre elles, et percées à la partie inférieure d'un tambour léger de forme conique, suspendu à un chariot que poussaient les attelages. Le tambour et sa scie étaient animés, au moyen des roues du véhicule, d'un mouvement de rotation très-rapide (1).

En 1821, Jeremiah Baily, du comté de Chester, aux États-Unis d'Amérique; en 1822, Henri Ogle, du Northumberland; en 1823, Brown d'Anlwick, dans le même comté; en 1828, Patrick Bell, du comté de Forsar en Écosse; enfin, en 1822, Joseph Mann, du Cumberland, présentèrent diverses machines dont les organes mieux disposés annonçaient qu'on approchait du but. La machine de Bell reçut, en 1830, un prix de 4,250 fr. de la Société d'agriculture d'Écosse. Vers 1834, quatre machines du système Bell furent envoyées à Chicaga dans l'Illinois, province des États-Unis, d'où sont revenues plus tard en Europe les machines américaines de Mac Cormick et Manny. Dès 1831, le premier de ces inventeurs avait pris un brevet pour une machine qui, en 1844, ayant reçu des perfectionnements importants, se répandit rapidement.

En France quelques essais furent aussi tentés; la première trace que nous trouvons des machines de ce genre est un brevet pris par M. Tastemain, de Senonches, le 42 mai 1826. La machine décrite dans ce brevet est composée d'un chariot sur roues poussé par deux chevaux. Les roues donnent le mouvement à une série de douze paires de ciseaux. En avant de ceux-ci se trouve un peigne à douze dents en tôle pointues par le bout, destiné à engager le blé entre les ciseaux. De plus un moulinet à quatre branches assemblées à coulisse, de façon à s'allonger ou se raccourcir, suivant la hauteur des blés, poussait le blé entre

(1) Cette machine est publiée dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* du mois de juillet 1816.

les dents du peigne. La javelle était faite au moyen d'un râteau à dents fines qu'un homme faisait agir pour jeter les blés aux fur et à mesure qu'ils tombaient sur le tablier.

Un second brevet fut pris par M. Pouydebat, le 22 août 1826. Au moyen de cette machine, le blé était coupé vers le haut de la tige, de façon à détacher les épis qui, engagés entre les dents d'une sorte de peigne, étaient jetés par un petit rouleau armé de battoirs à l'intérieur d'un cylindre cribleur destiné à dépiquer et à vanner le blé.

M. Baulimbert, de Châteauroux, prit un brevet le 13 septembre 1837 pour un *char moissonneur* comportant en principe trois lames, disposées en hélice autour d'un tambour à claire voie mue par les roues du char, et occupant toute la largeur comprise entre ces roues : ces lames mobiles coupaient le blé qui était engagé entre elles et une lame fixe dont on pouvait faire varier la hauteur par rapport au niveau du sol.

Le 27 avril 1838, un brevet fut pris par M. Grienne, de Paris, pour un moissonneur mécanique composé d'un chariot léger qui, en avançant, communiquait un mouvement de rotation horizontal à un couteau formé de deux lames courbées en développante de cercle. Au-dessus de ce couteau étaient fixées de longues dents destinées à diriger les épis sur les tranchants. Le 22 septembre de la même année une demande de brevet fut faite par M. Lefèvre, de Gaillon, pour une machine destinée à être mue à bras. Le 4 avril 1840, M. Caussin, à Berthenay, prit un brevet pour une machine moissonneuse au moyen d'une série de ciseaux qui s'ouvraient et se fermaient quand la machine était en mouvement. MM. Petry et Raillard, à Châtaillon, prirent un brevet le 20 août 1841 pour une machine faucheuse dans laquelle le travail est effectué au moyen de disques tranchants. Des bras en forme de râteau renversent le blé, de façon à le diriger sous l'action de ce disque.

Une machine mieux étudiée que les précédentes a fait le sujet d'une demande de brevet le 16 novembre 1844, par M. Lobeuf, à Chamesson. Dans cette machine la coupe se fait au moyen de lames fixes placées en V à côté les unes des autres et de lames mobiles en façon de fer de lance qui, par un mouvement de va-et-vient, coupent, en se croisant avec les côtés tranchants des lames fixes, l'obstacle qu'elles rencontrent dans ce trajet. Le ramassage s'exécute au moyen de tringles en fer, mues horizontalement de haut en bas, et chassant la plante coupée sur une toile sans fin qui la reçoit et la conduit pour faire la javelle. Le mouvement est pris sur une des roues motrices qui supportent la machine et distribué au moyen d'engrenages et de poulies.

Nous citerons encore le brevet de M. Hain Lunel du 9 août 1842 ; celui de MM. Lange frères, à Paris, du 7 octobre de la même année. Dans la machine qui fait l'objet de ce dernier brevet, la coupe du blé est effectuée par cinq lames de faux fixées à la jante d'une poulie mobile horizontalement, au moyen de courroies qui transmettent le mouvement communiqué par les roues du véhicule.

En suivant par ordre de date, nous mentionnerons les brevets Brissonnet, du 8 juillet 1843 ; Lamy, du 23 juillet 1844 ; Desaint, du 9 octobre 1844.

Dans une demande faite le 11 janvier 1845, M. Guénébault, à Poiseul-la-Ville, décrit une machine à faucher dans laquelle on trouve une partie des éléments des machines en usage. Le couteau tranchant est animé d'un mouvement de va-et-vient rapide entre des espèces de fers de lance fixés à une caisse rasant

le sol et montée entre les deux roues du véhicule. En 1845, deux demandes de brevet furent encore faites, l'une, le 2 avril, par M. Robey, l'autre, le 7 juin, par M. Sauvetale.

Dans l'année 1846 furent pris les brevets Letscher, du 13 juillet; Jollet, du 16 septembre; Nauviaire-Staup, du 7 novembre. En 1847, Mathieu et Fossey, du 9 février, Croquet, du 27 mars; Rosset, du 23 juillet.

Le 10 février 1848, M. de Constant-Rebecque, à Besançon, prit un brevet pour une machine à moissonner, dont les dispositions paraissent assez bien étudiées. Le couteau ou la scie est composé de fers de forme triangulaire, présentant une règle méplate qui se meut horizontalement au-dessus du sol entre les branches d'une sorte de râteau destiné à maintenir le blé aussi verticalement que possible, afin que la scie le coupe sans mâcher la paille. A l'extrémité de la scie se trouve un séparateur ou déversoir qui donne à la scie ce qu'elle doit couper, et qui, d'un autre côté, empêche que le blé déjà coupé ne soit retenu par celui qui ne l'est pas. Derrière la scie se trouve une toile sans fin sur laquelle tombe le blé coupé.

En 1849 furent pris les brevets Rosset, du 2 juin; Durand, du 30 octobre. En 1850, Domec-Carré et Chaland, du 13 août; Dyonnet, du 17 août; Jacquet et Roche'ort, du 28 décembre.

En 1851, on remarqua à l'Exposition universelle de Londres trois de ces machines, qui firent reconnaître que la solution du problème cherché depuis si longtemps n'était pas très-éloignée d'être trouvée. Aussi, depuis cette époque, un grand nombre d'inventions se sont produites. Il est vrai que la plupart ne sont que des perfectionnements des idées émises précédemment, ainsi que l'on a pu en juger à l'Exposition universelle de Paris, en 1855, où les machines à moissonner et à faucher étaient au nombre de seize; elles se répartissaient ainsi dans les divers pays :

France, 8; États-Unis, 3; Angleterre, 3; Canada, 4; Belgique, 1.

Après un premier examen fait par le jury d'agriculture tout entier, il a été reconnu que les seules machines qui étaient arrivées à un état de perfection assez avancé pour pouvoir fonctionner étaient celles exposées par MM. Cournier, Laurent, Mazier, de France; MM. Mac-Cormick, Manny ou Mabee, Wright, des États-Unis; MM. Crosskill, Dray, Burgess et Key, d'Angleterre; M. Moody, du Canada. Il a été décidé ensuite que toutes ces machines seraient essayées à Trappes.

La pièce qui fut moissonnée était une avoine versée en quelques endroits, dans laquelle on avait séparé neuf parcelles devant être fauchées par les 9 machines engagées; six seulement de ces machines ont effectué leur tâche; elles ont été rangées dans l'ordre suivant :

Marc Cormick, temps employé pour moissonner un hectare.				4 ^h 25'
Manny,	id.	id.	id.	4 56
Cournier,	id.	id.	id.	4 44
Wright,	id.	id.	id.	2 06
Dray,	id.	id.	id.	2 30
Laurent (Burgess et Key),		id.	id.	5 58

Ces résultats, pour un hectare, ont été calculés d'après la surface moissonnée en une heure de travail.

Après ces expériences, les constructeurs ont été invités à venir faucher une luzerne. Les machines de Mac-Cormick, Manny et Wright ont seules été amenées pour cette opération. Ces trois machines ont très-bien effectué ce travail.

PRINCIPE DE CONSTRUCTION. — Dans toutes les machines essayées à ce concours, dit le rapporteur du jury de l'Exposition de 1855, il y a des scies soumises à un mouvement rectiligne de va-et-vient à travers des guides, à l'exception de la machine de M. Cournier, qui emploie des lames de sécateur pour couper les tiges. On ne peut donc pas dire que la nature de l'outil à trancher les moissons soit l'organe qui a fait réussir le moissonnage mécanique, car la machine de M. Cournier vient se ranger immédiatement à côté de la machine qui est arrivée la première dans le concours. La vitesse dont est animé l'organe tranchant est, à la vérité, plus grande dans les machines qui ont eu le plus de succès, et beaucoup moindre dans celles de MM. Crosskill, Laurent et Moody, toutes les trois construites en imitation de celle imaginée en 1848 par B.-H. On peut donc affirmer que l'idée d'augmenter la vitesse du couteau a contribué à résoudre le problème.

Cependant le sciage, exécuté par des faux, des cisailles ou des scies rotatives, semble complètement abandonné. Le mouvement de va-et-vient paraît être infiniment supérieur pour obtenir le résultat cherché, car maintenant toutes les machines qui ont donné les meilleurs résultats dans les concours de 1859 et 1860 reposent sur ce principe. Voici, d'après le rapport même du jury de 1859, les dispositions générales des machines actuelles.

Une paire de roues, traînée sur le sol par un attelage, présente un axe roulant sur lequel peut être appliquée une résistance égale à la force de traction. Que cette résistance provienne d'un fardeau placé sur une voiture portée sur les roues, ou qu'elle soit due à un organe mécanique prenant son mouvement sur le même axe et chargé d'exécuter diverses fonctions, les conditions d'équilibre ne seront pas changées. De même qu'on ne peut placer qu'une charge déterminée sur les essieux d'une voiture, de même on ne peut demander à la roue motrice d'une machine à moissonner qu'un travail limité.

Qu'on imagine, placée concentriquement à cette roue motrice, une roue dentée s'engrenant avec un pignon, on a autour de l'axe de ce pignon un arbre de couche où l'on peut prendre, par des courroies et des poulies de renvoi, par des roues dentées, par des chaînes sans fin, tous les mouvements à exécuter.

Ces mouvements ont pour but de couper la moisson et de courber les tiges, de manière à les faire tomber sur une plate-forme d'où elles sont dirigées sur le sol en *javelles* ou en *andains*. Dans la plupart des moissonneuses, cette dernière opération n'est pas demandée à la machine elle-même, elle est confiée à un ouvrier qu'on appelle le *javeleur*.

Le sciage se fait à l'aide de scies animées d'un mouvement de va-et-vient très-rapide à travers de grandes dents séparatrices qui leur servent de guides et de supports. Ce système constitue particulièrement l'invention de Mac-Cormick. Il est traîné latéralement par rapport à l'attelage et est suivi de la plate-forme sur laquelle tombe la moisson. Le volant, qui est employé pour courber les tiges de la récolte à faucher, est de l'invention de Bell; il est placé au-dessus de la scie; quelques constructeurs le suppriment et chargent le javeleur d'en remplir la fonction en même temps qu'il doit faire tomber la récolte sur le sol.

Pour compléter cet aperçu historique, et faciliter les recherches des derniers perfectionnements apportés à ces machines, nous donnerons, à la suite des descriptions et des résultats obtenus par les meilleures moissonneuses et faucheuses, une liste de tous les brevets pris en France de 1850 à 1860 inclusivement.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A MOISSONNER
DE MM. BURGESS ET KEY,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIGURES 4 A 6 DE LA PLANCHE 39.

La fig. 1 est une projection verticale de profil de la machine, la partie de devant coupée suivant la ligne 1-2 du plan;

La fig. 2 en est un plan général vu en dessus, le siège du conducteur supposé enlevé;

Les fig. 3, 4 et 5 sont des détails sur une plus grande échelle du couteau et de son guide;

La fig. 6 indique le mécanisme au moyen duquel on règle par rapport au sol la hauteur du châssis porte-lame.

Cette machine, qui n'est autre que celle primitive de Mac-Cormick, perfectionnée par MM. Burgess et Key (en ce sens que l'aide javeleur n'est plus nécessaire), est supportée par deux roues A et *a* de diamètres inégaux. La roue A, placée à droite sur l'avant, est la roue motrice; son axe tourne invariablement dans le même plan par rapport au timon et communique le mouvement à tous les organes de la machine. L'autre roue *a* est placée en arrière, à gauche; elle peut cesser de se mouvoir dans un plan parallèle à la roue A, et pivoter de manière à permettre à la machine de tourner plus facilement dans les angles.

Les chevaux s'attellent à un timon B, garni de sa volée et de ses palonniers d'attelage B'. Le conducteur s'assied sur le siège C, relié par des supports en fer au châssis en bois C', servant à recevoir l'axe de la roue motrice A, les arbres des engrenages et les poulies de commande.

Au châssis C' est boulonné un montant en bois D, qui reçoit dans une rainure le support *d* de l'arbre D', d'un volant à quatre ailes, destiné à incliner légèrement vers la machine les tiges à couper. Les ailes E de ce volant se composent chacune d'une planchette en bois boulonnée aux extrémités de deux bras parallèles. Les bras opposés s'encastrent deux à deux dans l'arbre D' où ils sont serrés au moyen des clavettes *e*. Ce mode d'assemblage permet de faire varier à volonté le diamètre du volant.

L'autre extrémité de l'arbre D' est supportée par une traverse en bois E', reliée par des étançons *e'* et *e''* à la pièce de bois F, reliée elle-même à celle F', qui reçoit l'axe de la roue *a*.

Afin de régler la hauteur de l'arbre D' du volant, et par suite celle de ce dernier par rapport au sol, on mobilise son support de droite *d* dans la

rainure du montant D, en faisant tourner la tige filetée d' , qui traverse un écrou fixé au support d . On règle, dans la même proportion que celui de droite, la hauteur du support de gauche, en inclinant plus ou moins la traverse E' au moyen d'un écrou f , dont la rondelle, munie de deux ergots, pénètre dans les dents d'une plaque en fer fixée à l'étauçon e^2 , qui supporte cette traverse.

Le châssis C' et le train F, F' de la roue a sont reliés par la forte pièce de bois carrée G, qui reçoit les dents séparatrices g à travers lesquelles se meut la scie s . Ces dents sont fixées à la traverse G, à une distance égale les unes des autres, soit au moyen d'une tige et d'un écrou, soit par un tire-fond, ainsi que l'indiquent les fig. 3 et 5. Elles sont fondues, avec une ouverture en dessous pour livrer passage à la scie; celles des extrémités g' (fig. 4 et 5) ne sont nervées que d'un côté et sont fondues avec des pattes, qui servent à les relier à la traverse G; elles présentent ainsi une sorte de boîte servant de guide à la scie. Celle-ci est composée d'une longue bande de fer s' , à laquelle sont rivées de petites lames d'acier s , amincies sur les bords et de formes curvilignes.

Afin de relever la scie, soit lorsqu'on veut changer la hauteur à laquelle elle doit couper les tiges, soit lorsque la machine circule sans fonctionner dans des chemins difficiles où cet organe pourrait s'endommager, le châssis C' , auquel est fixée la traverse G, peut osciller sur l'essieu de la roue motrice A, et être fixé dans diverses positions au moyen du secteur G' . Comme on peut le remarquer, fig. 6, ce secteur est muni d'une coulisse dentée dans laquelle on vient serrer un écrou dont la rondelle s'applique dans la denture. Un second secteur G^2 est placé de l'autre côté de la roue A, pour agir en même temps que le premier, et un petit tube y est disposé pour le graissage de l'axe.

En appuyant sur le timon B, on fait basculer le châssis C' autour du centre x du secteur (fig. 6), qui reste fixe sur l'axe a' de la roue motrice; par conséquent, on relève l'extrémité droite de la traverse G et en même temps celle de la scie; il ne reste plus alors qu'à serrer l'écrou g' au point convenable dans la coulisse du secteur G' ; quant à sa partie gauche, elle est relevée en appuyant sur le levier L, mobile autour de son point d'attache l (fig. 1), sur un secteur L' armé de dents, dans lesquelles s'engage un loquet l' suspendu au levier; en outre, le loquet et son levier sont reliés à la pièce F' , vers l'axe de la petite roue a , par deux tringles en fer l^2 . Au moyen de ces dispositions, on n'a donc qu'à appuyer sur le levier L et à fixer le loquet l' plus bas dans le secteur L' ; de cette manière la traverse horizontale G et la scie se trouvent relevées.

Enfin la même pièce de bois F' , au moyen d'une articulation ménagée en avant de la roue a , peut être écartée de sa position normale et venir, ainsi que l'indique le ponctué de la fig. 2, se placer en dehors, en obligeant la roue a à ne plus tourner dans un plan parallèle à celui de la roue A, et, par conséquent, faciliter à la machine le passage des angles.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT. — La roue A en tournant sur le sol met en mouvement la roue dentée *h* fixée sur son axe; celle-ci engrène avec le pignon *h'*, monté à frottement sur un petit axe en fer qui reçoit la roue d'angle H et le manchon à griffes *i*, lequel est muni de son levier à manette I, au moyen duquel on rend le pignon fixe ou fou sur son axe.

La roue d'angle H engrène avec le pignon *i'*, dont l'arbre I', mobile dans des paliers fixés au châssis C', porte à son autre extrémité un petit volant *j*, formant manivelle; à celle-ci est attachée, sur un bouton sphérique, la tête de la bielle J, reliée à la boucle d'une petite tige *j'* (fig. 4 et 5) fixée à la scie qui, par ce moyen, reçoit un mouvement rapide de va-et-vient suivant les rapports qui existent entre les diamètres des deux pignons *h* et *i'*, avec leur roue de commande *h* et H.

L'arbre D' du volant E reçoit son mouvement par les deux poulies *k* et *k'* au moyen de la courroie K; il le transmet au cône en bois M, par l'intermédiaire de la poulie M' et de la courroie *m*, dont les deux bandes, passant sur les deux poulies de renvoi *m'*, viennent saisir l'axe du cône. Celui-ci se meut alors dans un plan parallèle à la traction, et son extrémité inférieure, c'est-à-dire son sommet, est armé d'un sabot en fer *n* faisant l'office de séparateur; la position de ce cône au-dessus des hélices N, N' et N², et sa rotation qui a lieu en même temps que le mouvement de celles-ci, aident au mouvement de translation des tiges coupées qu'il rejette constamment sur ces hélices. Ces dernières sont composées d'un cylindre en bois autour duquel sont fixées des spires en métal mince.

A mesure que les tiges sont coupées, elles tombent sur la plate-forme inclinée PP', disposée à l'arrière des trois hélices, lesquelles sont situées à des niveaux différents, et animées d'un mouvement de rotation continu communiqué par des courroies *n*, *n'*.

La première transmet le mouvement de la poulie O (fig. 2), calée sur l'arbre des roues d'angle, à la poulie *o*, fixée à l'une des extrémités de la première hélice N. Celle-ci, à son extrémité opposée, est munie d'une poulie qui, par l'intermédiaire de la seconde courroie *n'*, donne le mouvement aux deux autres hélices.

Les tiges coupées reçoivent ainsi un mouvement de translation horizontal qui les conduit jusque près du sol, où elles sont renversées presque perpendiculairement au chemin que parcourt l'attelage. Ce renversement est dû à la plus grande longueur de l'hélice N², qui continue à agir sur la partie supérieure des tiges coupées, alors que les autres hélices ont cessé leur action sur leur partie inférieure.

Les hélices, le cône et la plate-forme sont supportés par un système d'équerre en fer *p* venant s'articuler contre la traverse G, et pouvant se lever ou s'abaisser à volonté; le tout est suspendu au moyen de deux longues tringles *q* et *q'*, dont la première est accrochée au rebord d'équerre de la plate-forme P', et la seconde au châssis C'. Ces tringles sont toutes deux réunies au moyen d'une chaîne *p'*, passant dans un anneau

fixé à la partie supérieure du montant D ; en faisant varier la longueur de cette chaîne, on peut régler à volonté l'inclinaison du système.

Dans une demande de brevet faite en France l'année dernière, M. Burgess mentionne divers nouveaux perfectionnements apportés à son système de machine.

Le premier permet au conducteur de faire reculer la machine quand cela est nécessaire. A cet effet une roue à rochet est fixée sur un axe, non loin de la roue motrice, de façon à agir sur la périphérie de cette roue. Un pied de biche, actionné par un levier, s'engage dans la roue à rochet, et, comme ce levier est placé à la portée du conducteur, celui-ci peut faire tourner le rochet et faire ainsi reculer la machine.

Le deuxième perfectionnement a pour but de relier la traverse armée des dents et du couteau au châssis de la machine, de manière qu'ils puissent suivre les inégalités du terrain et permettre de les faire tourner ou de les relever hors du chemin quand on le désire. Ce résultat est obtenu au moyen d'un pivot ou d'une charnière montée sur le devant du châssis ; une barre qui se prolonge parallèlement à côté de ce châssis, jusqu'à l'arrière, relie la charnière, la traverse à dents et ses accessoires, à un montant placé latéralement vers l'extrémité de la barre, laquelle est supportée par une roue ; la tige qui relie la barre est ajustée de manière à régler la hauteur qu'elle doit avoir au-dessus du sol.

Enfin un troisième perfectionnement consiste à faire servir de diviseur une dent ordinaire des machines à faucher en y adoptant au-dessus, et près de la pointe, une tige ou barre recourbée en arrière, qui ne s'avance pas plus loin que les dents. Ce moyen dispense d'employer le diviseur lourd ordinaire qui s'avance au delà des dents, et qui donne lieu à des arrêts fréquents causés par l'engorgement de l'herbe dans les ouvertures restreintes qui s'y trouvent.

TRAVAIL, RENDEMENT ET PRIX DE LA MOISSONNEUSE BURGESS ET KEY.

La moissonneuse que nous venons de décrire a remporté le premier prix de la catégorie des machines étrangères, et le prix d'honneur au Concours qui a eu lieu en 1859 au domaine impérial de Fouilleuse. D'après le rapport même du jury, cette machine a coupé à plusieurs reprises, sur une largeur de 1^m 70, avec une vitesse telle, que plus de 60 ares à l'heure peuvent se trouver moissonnés ; deux chevaux la conduisent et elle ne réclame que le charretier pour la diriger.

Des machines semblables sont construites en France dans les ateliers de M. Laurent, qui en a déjà livrées un assez grand nombre. Suivant les calculs les plus exacts donnés par la *Revue agricole de l'Angleterre*, la moisson faite par les machines de MM. Burgess et Key, en Angleterre et en Écosse, revient à 15 fr. 80 cent. l'hectare. On peut couper 60 ares par heure, et en relayant les chevaux on peut faire fonctionner la ma-

chine depuis quatre heures du matin jusqu'à huit heures du soir, soit, avec deux heures de repos, quatorze heures de travail; ce qui donne environ 8 hectares et demi par jour. En admettant seulement un travail de douze heures, comme cela est le plus ordinaire, voici quelle serait la dépense en France :

Deux relais de deux chevaux, soit quatre ch., à 2 fr. 50 l'un.	10 ^f »
Un conducteur.....	3 50
Six femmes pour faire les liens.....	9 »
Six femmes pour rassembler les gerbes.....	9 »
Six hommes et six femmes pour lier les bottes.....	13 50
Total pour un jour de travail.....	45 ^f »

La machine coûte, en Angleterre, avec une scie de rechange : 1,080 fr. Les frais de transport et droits d'entrée ajoutent à cette somme 170 francs, ce qui fait 1,250 ;

Soit par an, à 10 p. 100, 125 francs, qui, divisés par trente jours de travail, donnent à peu près 4 francs par jour, qu'il faut ajouter à la somme de 45 francs ;

Soit 49 francs, lesquels, divisés par 6 hectares 20 ares, produit du travail de 12 heures, à 60 ares par heure, donnent :

$$49 : 6,20 = 7^f90 \text{ par hectare.}$$

Des circonstances locales peuvent modifier les données de ce calcul, mais seulement dans de certaines limites qu'il est facile d'apprécier, soit en admettant que le nombre d'ouvriers doit être plus nombreux ou leur salaire plus élevé; mais même dans ce cas on doit reconnaître qu'il y a une marge plus que suffisante pour assurer une économie considérable en faisant usage d'une machine, puisque l'on estime généralement que le coût de la moisson dans toute la France est en moyenne de 25 à 30 francs l'hectare par les procédés manuels; avec une bonne moissonneuse cette moyenne ne doit pas dépasser le tiers de cette somme dans les circonstances ordinaires, et au plus la moitié dans des cas exceptionnels.

DESCRIPTION DE LA MOISSONNEUSE-FAUCHEUSE MANNY

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 7 A 14, PL. 39.

La fig. 7 représente en élévation, vue de côté, la machine de M. Manny, de Rockford (États-Unis), à laquelle MM. Roberts et Peltier jeune, constructeurs à Paris, ont apporté divers perfectionnements importants.

La fig. 8 fait voir cette même machine en plan horizontal vu en dessus.

La fig. 9 en est une section verticale faite suivant la ligne 1-2 du plan.

Les fig. 10 et 11 montrent, en détails, en élévation et en plan, à une

plus grande échelle que les figures précédentes, la disposition de la transmission du mouvement de la roue motrice à la scie.

Les fig. 12 et 13 font voir l'intérieur du barillet muni d'un rochet à déclic qui réunit le pignon à l'arbre de transmission.

Enfin, la fig. 14 indique en détail la construction de la scie et des dents séparatrices.

Cette machine est composée d'un châssis en bois C dont les côtés latéraux sont reliés par la traverse G, qui porte les dents séparatrices *g*, et par des barrettes inclinées *c*, qui supportent le banc C', sur lequel se tient l'ouvrier javeleur. Ce châssis est recouvert d'un tablier P, destiné à recevoir les tiges coupées qui y sont couchées par le volant à quatre ailes E.

D'un côté, le tablier et son châssis sont supportés par la petite roue pleine en fonte *a*, et de l'autre par la roue plus grande A, fondue à sa circonférence extérieure avec des saillies destinées à s'engager dans le sol, afin d'éviter qu'elle ne glisse, sans tourner, pendant la traction. Le moyeu de cette roue tourne librement sur un essieu qui fait partie d'une pièce en fonte *a'* (fig. 11), boulonnée au châssis C.

A la forte traverse G sont fixés deux patins G', fondus avec des oreilles auxquelles est boulonnée la pièce de bois B, qui reçoit le timon B', garni de sa volée et de ses palonniers d'attelage *b*. A cette pièce est encore fixé le grand levier L, au moyen duquel le conducteur assis sur le siège C² peut, au besoin, élever ou baisser tout le système qui porte la scie, de façon à éviter un obstacle ou à régler la hauteur à laquelle la moisson doit être coupée. La position du châssis déterminée, on le maintient en place par une broche que l'on engage dans la crémaillère verticale *l*, fixée par le bas à des oreilles ménagées à la pièce en fonte *a'*, de l'essieu de la roue A, afin que cet essieu serve de centre d'oscillation au châssis porte-scie et à son tablier.

A celui-ci sont fixées latéralement des espèces de joues cintrées et inclinées en surface gauche E et E', destinées, avec le sabot séparateur F qui amène les tiges sous l'action du volant E, à faciliter les tiges coupées à se ranger convenablement sur le tablier. Pour éviter que les blés ne viennent sous la roue *a*, une grande tringle en fer *f'* (fig. 7) est placée devant elle de façon à les rejeter en dehors de la voie.

L'arbre D' du volant est supporté par deux branches D, dont on fait varier l'inclinaison au moyen d'une coulisse ménagée dans les pièces en fer *d*, qui opèrent leur réunion avec le châssis. Des tiges en fer *d'* sont en outre disposées pour maintenir tout l'ensemble de l'appareil dans un état parfait de rigidité, et un petit banc *f*, fixé sur la poutrelle qui supporte le siège du conducteur, lui permet d'y reposer les pieds.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT. — La roue motrice A reçoit à la fois un engrenage à denture intérieure R et un engrenage ordinaire, à denture extérieure R', d'un diamètre plus petit; celui-ci est fixé par trois boulons *h* au bas de la roue A, et il engrène, quand la machine est disposée

pour *moissonner* les céréales (ainsi que le représentent les fig. 9 et 10), avec le pignon r . Dans ce cas, l'engrenage intérieur R ne sert pas, mais quand on veut disposer la machine pour *faucher* les prairies, on retourne la roue sur son essieu, et on fait, au contraire, engrener le pignon r avec cette couronne dentée. Par ce moyen on obtient, comme on peut le remarquer par le rapport des deux engrenages R et R', une vitesse beaucoup plus considérable transmise à la scie, en admettant une même vitesse de traction de la machine dans les deux cas. Pour éviter que les dents des roues d'engrenage se remplissent de terre, le côté extérieur de la roue motrice est fermé par un disque en tôle a^2 .

Le pignon r n'est pas fixé sur l'arbre de transmission r' (fig. 11, 12 et 13), mais il est réuni à une boîte métallique S, munie de deux cliquets à ressort t' , engagés dans les dents du rochet t , renfermé dans cette boîte et claveté sur l'arbre r' . Il résulte de cette combinaison que la roue motrice A, en tournant, et avec elle l'engrenage R', font tourner le pignon r ; celui-ci entraîne par les cliquets t' le rochet t , et ce dernier l'arbre r' . Or, comme sur cet arbre est fixée la roue d'angle H qui engreène avec le pignon i' , dont l'arbre est muni de la petite manivelle j , celui-ci, par l'intermédiaire de la bielle J, donne le mouvement de va-et-vient à la scie.

Cette disposition de la boîte à rochet a pour but d'éviter la rupture des dents des engrenages ou pièces de la transmission, quand il arrive un changement brusque dans le sens de rotation de la roue motrice, par le fait du recul des chevaux. L'arbre r' peut alors continuer à tourner dans le sens de sa première impulsion, parce que la boîte S, tournant en sens inverse avec le pignon r , n'entraîne plus le rochet t par les cliquets t' , lesquels glissent alors sur la courbure des dents.

Quand la roue A est retournée de façon que ce soit son engrenage intérieur R qui engreène avec le pignon r , il faut nécessairement que la boîte S soit également retournée, afin que les dents du rochet t se présentent à l'action des cliquets dans une direction inverse, puisque le pignon r ne tourne plus dans le même sens, mais contrairement à celui indiqué par les flèches (fig. 10 et 12).

Les quatre paliers dans lesquels tournent les deux petits arbres de la transmission sont fondus avec une même plaque K, boulonnée solidement sur le châssis en bois C de la machine.

Le mouvement de rotation est communiqué au volant E au moyen de la poulie à deux gorges k , sur l'une ou l'autre desquelles on engage une corde que l'on fait passer sur la poulie plus grande k' fixée vers l'extrémité de l'arbre D' du volant.

La scie, dont on voit bien la construction par les détails fig. 14, est composée de lames triangulaires en acier s , amincies sur les bords et fixées sur une longue barre en fer méplat s' . A l'extrémité de cette barre est attachée la bielle J qui lui transmet le mouvement de va-et-vient; elle est guidée dans ce mouvement par huit guides en fonte u , fixés à la tra-

verse en bois G, à laquelle sont rapportées les dents séparatrices en fonte g.

TRAVAIL, RENDEMENT ET PRIX DE LA MACHINE MANNY.

Le conducteur de la machine est monté sur le petit siège C², du côté de la flèche d'attelage. Un moissonneur se place à cheval sur le banc, du côté gauche de la plate-forme sur laquelle tombent les épis; il se tient la poitrine appuyée sur la planche cintrée placée devant ce banc, et rejette les javelles sur le sol en se servant pour cela d'une fourche en bois à trois dents d'inégale longueur¹. Le service de cette moissonneuse emploie donc deux hommes, un charretier et un javaleur; deux chevaux sont nécessaires pour la mettre en mouvement; son prix est de 800 fr.

Dans ces conditions cette machine, non encore munie des perfectionnements apportés depuis par MM. Peltier et Roberts, principalement en vue de la faire fonctionner comme faucheuse, a obtenu au concours de Fougèreuse, en 1859, le troisième prix attribué à M. Roberts, de Paris. Elle a moissonné devant le jury en coupant, sur une largeur de 1^m 20, une surface de 25 ares à l'heure seulement; mais sa vitesse eût été plus considérable s'il n'y avait pas eu un très-grand nombre d'arrêts causés par la nécessité de tourner à chaque instant. Les chevaux n'allaient qu'au pas de la charrue; la javelle était déposée dans un très-bon ordre. Le chaume n'avait que 0^m 08 de hauteur. Le travail n'a absolument rien laissé à désirer. Il est vrai de dire que la machine était conduite par deux hommes qui en avaient une longue habitude: M. Durand, fermier et maire à Bornel, et son valet de ferme, Louis-Joseph Chantepie.

Lors des expériences faites à Trappes en 1855, M. Durand, convaincu de la possibilité de faire fonctionner utilement cette machine, en fit l'acquisition, et chargea Chantepie de faire la javelle. D'abord les résultats furent assez peu satisfaisants, mais avec de la persévérance, de la volonté et en cherchant aussi les modifications à faire pour rendre le travail plus parfait, le succès couronna les efforts intelligents de M. Durand qui, depuis lors, fait ses moissons avec une économie considérable de main-d'œuvre et d'argent, au moment le plus propice, sans avoir recours à des bras étrangers à sa ferme.

Nous avons eu l'avantage de rendre visite à M. Durand qui, aux renseignements qui précèdent, donnés par le rapport du jury au concours de 1859, a eu la parfaite obligeance de nous donner sur le fonctionnement et la manœuvre de cette machine des détails fort intéressants qui nous ont aidé dans notre travail. Nous devons ajouter qu'au concours

1. Le valet de ferme de M. Durand, dont plus loin nous rappelons les services rendus à l'agriculture au sujet des moissonneuses, a trouvé plus commode de s'attacher une courroie autour de la ceinture, cette courroie étant fixée par un anneau au poteau vertical placé sur la plate-forme. De cette façon le javaleur n'a pas à appuyer la poitrine contre une pièce inflexible en bois, et il est plus libre de ses mouvements.

de 1860, à la ferme impériale de Vincennes, la machine Manny a obtenu le troisième prix comme faucheuse.

DESCRIPTION DE LA MOISSONNEUSE - FAUCHEUSE MAZIER,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 5, PL. 40.

Cette machine, inventée par M. le docteur Mazier, en 1853, mais bien perfectionnée depuis par son auteur, offre des avantages que le jury du concours de 1859, en lui décernant le premier prix des machines françaises, comme moissonneuse, a fait ressortir en ces termes :

Une différence essentielle doit être signalée entre la catégorie des machines françaises et celle des machines étrangères. Tandis que les machines américaines, écossaises ou anglaises, occupent un très-grand volume, exigent des chemins très-larges, veulent de grandes portes pour pouvoir passer, et présentent une certaine complication d'organes accessoires, les inventeurs français se sont attachés à ramasser les machines sous un petit volume, à replier, à rapprocher et à restreindre les organes; ils ont cherché à faire qu'elles pussent franchir des sentiers, passer par de petites ouvertures. D'un autre côté, ils ont souvent voulu obtenir qu'un seul cheval et un seul homme pussent suffire à la besogne. Les inventeurs étrangers paraissent avoir travaillé pour les grandes exploitations, tandis que les inventeurs français semblent surtout avoir en vue la petite culture.

La machine de M. Mazier coûte 4,050 fr.; conduite par un seul cheval et deux hommes, elle a moissonné devant le jury à raison de 25 ares par heure, en coupant sur une largeur de 4^m40. Le travail était bon: la javelle se fait par un homme armé d'un râteau pour courber les tiges et déposer les gerbes coupées en dehors de la plate-forme; il n'y a point de volant. La scie a l'avantage de pouvoir tourner sur l'axe central du mouvement, de manière à être rabattue sur la droite ou sur la gauche, à volonté. De cette façon, on peut couper dans tous les sens, et le blé versé n'échappe pas à l'action de la machine. Le renversement de la scie s'effectue en très-peu d'instant, et il suffit de 2 ou 3 minutes pour démonter la machine et la replier sur elle-même. Elle présente un encliquetage ingénieux qui permet à un volant de continuer à tourner même après que le cheval s'est arrêté. Toutes les dispositions en sont ingénieuses et bien conçues.

La fig. 1^{re} représente la machine de M. Mazier en plan horizontal, vue en dessus, et prête à fonctionner; les couvercles supérieurs de la caisse sont enlevés, afin de laisser voir les organes qu'elle renferme.

La fig. 2 en est une section verticale faite suivant la ligne 1-2 de la fig. 1.

La fig. 3 est une vue de côté de la machine démontée et réduite à son plus petit volume, pour aller aux champs ou pour revenir à la ferme.

La fig. 4 montre en détail la scie et sa transmission de mouvement.

La fig. 5 indique en section verticale et horizontale la disposition au moyen de laquelle la moissonneuse est transformée en faucheuse.

Cette machine est composée de deux cadres en bois A et A', qui reçoivent

vent entre eux la caisse B également en bois, contenant les organes du mouvement. Au cadre supérieur A sont fixés les brancards B' et la barre b, munie de deux crochets d'attelage b'. La caisse est fermée à la partie supérieure par deux couvercles à charnière a et a', se réunissant vers le milieu; des cases c sont ménagées dans les coins antérieurs pour loger les outils nécessaires au montage, ainsi que les pièces de rechange.

L'essieu C traverse les deux côtés latéraux de la caisse, et reçoit à ses deux extrémités les grandes roues en fonte C', munies de nervures ondulées sur leur jante. Le moyeu de ces roues est creux (fig. 3), pour recevoir le rochet d fixé au bout de l'essieu, de façon que celui-ci se trouve entraîné par les deux cliquets à ressort engagés dans les dents du rochet quand la machine avance, et que, contrairement, quand elle recule, l'essieu ne puisse tourner, les cliquets seuls glissant sur les dents arrondies des rochets en tournant avec les roues motrices.

Derrière le cadre inférieur A' est relié par des tirants articulés d' un châssis en bois D, porté par deux petites roues D'; l'articulation des tirants d', aux points e (fig. 3), permet le soulèvement facile du châssis pendant le travail pour suivre les irrégularités du sol, et, pour le transport de la machine, donne la facilité de le soulever au moyen des cordes E enroulées sur le treuil E', monté dans deux petits paliers en fonte fixés sur le cadre supérieur. Une manivelle E² et un cliquet à ressort e' permettent d'effectuer cette manœuvre très-aisément.

Le châssis D est muni en son milieu d'une sorte de manchon en fonte f traversé par l'arbre horizontal F, terminé d'un bout par une petite manivelle f', qui transmet le mouvement à la scie, et du bout opposé, relié par un assemblage à double articulation g, à l'axe de la roue d'angle g'. Celle-ci engrène avec une roue semblable G, fixée à l'extrémité de l'arbre vertical muni de la vis sans fin G' qui, en engrenant avec la roue à dents hélicoïdales H, reçoit la commande de l'arbre C, actionné par les roues motrices. Les dents de la roue H sont maintenues constamment graissées au moyen d'une mèche en coton qui sort du petit réservoir l (fig. 2).

L'arbre de la vis G', muni du volant régulateur V, tourne sur une crapaudine h et est soutenu à sa partie supérieure par un collet en bronze, logé dans l'épaisseur de la console en fer H', qui peut se déplacer horizontalement de droite à gauche, de telle sorte qu'il suffit de tirer un peu à soi le volant V pour rompre la verticalité de l'arbre de la vis et, par conséquent, débrayer à volonté le système. Quand on veut embrayer, on soulève le goujon à ressort h', on repousse la console H' jusqu'à ce que la vis sans fin soit en prise, et on laisse retomber le goujon, dont la queue se loge dans une ouverture qui correspond à celle de l'embrayage.

La scie de cette machine est animée d'une vitesse rectiligne de va-et-vient d'environ mille oscillations par minute; elle présente à peu près les mêmes caractères que les scies moissonneuses américaines, mais elle est montée de manière à pouvoir basculer à droite et à gauche autour

de l'axe F pour tomber sur l'un ou l'autre des supports *i*, fixés au châssis D par des pattes en fer et des écrous à oreilles *i'*. Cette scie peut donc moissonner en allant et en revenant, ce qui permet d'éviter l'inconvénient de faire tracer d'avance à la faux des raies dans les champs et celui de ne moissonner qu'en tournant autour de la pièce.

La machine n'ayant qu'à pivoter sur elle-même pour se remettre de nouveau en action, on peut choisir le côté le plus commode pour attaquer la moisson, ce qui est utile quand la pièce est en partie versée.

La scie est composée d'une barre méplate horizontale J, munie de dents fixes *j*, également espacées; ces dents sont formées de deux lames métalliques étroites réunies au sommet (fig. 1, 4 et 5), et rivées en dessus et en dessous à la barre méplate J, de telle sorte qu'elles présentent un écartement pour le passage de la lame mobile en acier denté *k*, qui est la scie proprement dite. Celle-ci est reliée par un écrou à la douille *k'*, forgée avec une tige réunie par la bielle *l* à la petite manivelle *l'*, laquelle se fixe à l'extrémité de l'arbre F, qui reçoit le mouvement de rotation continu transmis par les roues motrices.

L'ensemble de ce mécanisme est renfermé dans une sorte de manche ou boîte métallique K auquel est fixée la barre J. A l'aide d'un bouton *l'* on peut ouvrir la partie cylindrique de ce manche et visiter, au besoin, les pièces qui forment la réunion de la manivelle et de la bielle.

La barre J est munie de deux forts goujons *m* au moyen desquels on attache la plate-forme inclinée M, destinée à recevoir les tiges coupées, qui sont reprises au fur et à mesure qu'elles tombent par l'ouvrier javeleur armé d'un râteau et qui est placé sur la petite tablette T, derrière la caisse B.

Cette plate-forme est munie de deux ailes mobiles ou versoir M', destiné à maintenir les tiges coupées, et d'un sabot creux en tôle N, de forme conique, attaché intérieurement par un goujon à ressort à la barre J; il fait l'office de séparateur pour détacher la portion à couper de celle qui reste encore debout.

La plate-forme est en outre supportée par une petite roue N', montée à articulation, afin de suivre aisément la direction à imprimer par la machine, à laquelle tout le système est relié au moyen de la tringle O, accrochée d'une part au crochet *n*, fixé au cadre inférieur A', et de l'autre à la barre J de la scie dont elle maintient l'écartement.

Lorsqu'on fait agir celle-ci du côté opposé à celui où elle vient de travailler, on démonte la tringle, le sabot séparateur N et la plate-forme M, on relève la scie pour la rabattre sur l'autre crochet *i*, et on replace toutes les pièces de l'autre côté dans une position identique.

Lorsque la machine est démontée, et qu'elle voyage, comme l'indique la fig. 3, la barre J est accrochée le long de la caisse, au piton *o*, et appuyée sur les équerres *o'*; le tablier est placé sur la boîte, et la lame avec d'autres lames de rechange dans une boîte spéciale.

Quand au lieu de moissonner on veut faucher avec la même machine et dans les conditions de montage que nous venons de décrire, on comprend que la scie ne pourrait fonctionner assez près du sol. Dans ce cas on emploie un manche coudé K' (fig. 5) d'une autre forme, et la tige de la bielle présente également un coude vers l'extrémité qui porte la douille k'; de cette manière, la scie vient s'attacher très-près du sol et peut fonctionner convenablement pour le fauchage.

Mais on conçoit que cette disposition ne lui permet plus d'agir indistinctement à droite et à gauche de la machine, car il est un côté où la tige de la bielle présenterait son coude en bas et relèverait la scie au lieu de la rapprocher de terre.

Au concours de 1860, à la ferme impériale de Vincennes, cette machine a obtenu le premier prix des machines françaises, comme faucheuse.

Voici comment M. Mazier calcule la quantité de blé ou de fourrage que peuvent couper ses machines.

Le pas ordinaire d'un cheval est de 65 à 70 mètres par minute; c'est donc 65 mètres en longueur que la machine coupera par minute, et en moyenne 1^m 25 en largeur, ce qui donne un résultat de 81 mètres environ de surface, soit par heure : $81 \times 60 = 4,860$ mètres,

et pour 12 heures de travail : $4,860 \times 12 = 58,320$ mètres.

En supprimant les 8,320 mètres pour les temps d'arrêts, on peut estimer à 5 hectares moissonnés ou fauchés en un jour.

Pour faire ce travail il suffit d'un bon cheval, d'un homme pour conduire et d'un autre pour faire la javelle.

Si les chevaux sont petits, on en met deux; si le blé est trop fort, on ne prend qu'un mètre au lieu de 1^m 25, ce qui donne encore 4 hectares fauchés par jour. Dans le pays où l'on engerbe aussitôt après avoir fauché, quatre personnes, hommes et femmes, cinq au plus, suffisent pour desservir la machine.

Quant à la coupe des fourrages, il suffit d'un homme et d'un cheval. Le déversoir nettoyant le passage au talon de la scie n'a pas besoin d'être surveillé. Dans les fourrages très-fournis, un homme armé d'un râteau en bois est nécessaire pour dégager la scie et le déversoir.

DESCRIPTION DE LA MOISSONNEUSE-FAUCHEUSE WOOD,

CONSTRUITE ET PERFECTIONNÉE PAR M. PELTIER,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 6 A 11, PL. 40.

Cette machine, inventée par M. W.-A. Wood, à Hoozick-Falls (État de New-York), a obtenu comme moissonneuse, au concours de 1859, à Fougères, le second prix, dans la catégorie des machines étrangères. Conduite par deux chevaux, elle exige deux hommes : un charretier et un javeleur. Elle coûte 874 francs; suivant le rapport du jury, elle a

fonctionné dans d'excellentes conditions, à raison de 40 ares à l'heure, en coupant une largeur de 1^m 50 ; elle est bien construite, s'embraye et se débraye avec facilité, à l'aide d'un levier placé sous la main du charretier, qui peut aussi, en appuyant sur un autre levier, lever ou abaisser la scie.

C'est surtout comme faucheuse que cette machine s'est fait remarquer à Vincennes au concours de 1860, où elle a obtenu le premier prix dans la classe des machines étrangères. Voici le passage du rapport à ce sujet :

« La machine inventée par M. Wood est remarquable par ses petites dimensions, par la facilité avec laquelle se démonte la scie chargée de faucher, par le peu de place qu'elle occupe ; elle passe dans presque tous les sentiers où un cheval peut s'engager. Son prix n'est que de 500 à 600 francs, et il pourra sans doute s'abaisser à 400 francs. Mais ce qui la distingue surtout, ce sont ses organes très-ingénieusement disposés. »

La fig. 6 représente cette machine en plan horizontal vu en dessus ; elle est disposée pour fonctionner comme moissonneuse et munie des derniers perfectionnements apportés par M. Peltier.

La fig. 7 montre cette même machine en élévation vue du côté du tablier et du volant supposés coupés suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 8 indique en détail le mode de débrayage de l'arbre qui transmet le mouvement à la scie.

La fig. 9 est le détail du chevalet destiné à recevoir le tablier lorsque la machine voyage.

La fig. 10 représente le versoir appliqué à l'extrémité de la scie quand la machine fonctionne comme faucheuse.

La fig. 11 est un détail en plan et en élévation de la scie.

La fig. 12 fait voir la disposition de l'encliquetage qui réunit les pignons à l'arbre de transmission.

Cette machine est composée d'un châssis en bois A, monté sur un essieu *a*, porté par deux roues motrices B, présentant extérieurement des cannelures destinées à augmenter l'adhérence sur le sol ; au châssis est fixée la flèche *b* munie de brancards d'attelage B'. Une petite caisse C, pour recevoir les outils nécessaires au montage et au démontage des pièces de rechange, est fixée sur le châssis, ainsi que le siège C' et les marchepieds *c* et *c'*.

Le siège est rapporté au sommet du montant incliné D par des boulons à écrous fraisés qui permettent de changer sa position par rapport à la flèche. Ainsi, quand la machine doit fonctionner comme moissonneuse, le siège est placé comme l'indiquent les fig. 6 et 7 ; c'est l'ouvrier javeleur qui, un pied sur la planchette *c* et l'autre sur celle *c'*, se tient, avec un râteau à la main, sur ce siège, en rejetant à sa droite, en dehors du tablier, les tiges que le volant y projette. Quand au contraire la machine se rend aux champs ou qu'elle fonctionne comme

faucheuse, sans tablier et sans volant, c'est le conducteur qui est sur le siège; celui-ci est alors tourné vis-à-vis des brancards; il suffit pour cela de dévisser les deux écrous d (fig. 6), et, plaçant le siège parallèlement à l'essieu, de le fixer dans cette position, en engageant les boulons dans les trous d' .

Les bras du volant E sont assemblés de telle sorte qu'ils peuvent glisser l'un sur l'autre et se fixer à une longueur variable au moyen des écrous à oreilles e , engagés dans la rainure des petites platines en fer rapportées sur ces bras; ils sont reliés à l'arbre E', supporté par les deux leviers F, qui sont assemblés à articulation sur les brancards, de façon à pouvoir être rapprochés plus ou moins du sol. Pour les fixer dans la position jugée convenable au travail, des secteurs en fer F' traversent ces bras et sont percés de petits trous dans lesquels on engage des chevilles.

Les deux roues motrices B sont munies de couronnes dentées G, fixées aux bras et reliées à la jante; elles engrènent avec les pignons g , montés à frottement doux aux deux extrémités de l'arbre de transmission g' (fig. 6 et 8).

Dans la machine envoyée au concours de 1860, ces pignons étaient rendus solidaires avec l'arbre au moyen d'un encliquetage à ressort disposé à l'intérieur de la boîte G' (fig. 12) et que l'on peut rendre indépendant au moyen du cliquet h , de manière à transmettre ou à supprimer, à volonté, la puissance que lui donne la roue dentée, à l'axe g' sur lequel les deux pignons sont montés. Il résulte de ces dispositions que les deux roues B, qui portent la machine, sont toutes deux motrices lorsqu'elles marchent parallèlement; mais, quand la machine tourne ou pivote, la roue seule qui décrit le plus grand chemin reste roue motrice, en entraînant l'arbre g' par le cliquet h .

Depuis, M. Peltier a modifié cette disposition en appliquant à la place de cet encliquetage un double manchon d'embrayage h' (fig. 2 et 8) relié par les tiges à coulisse H à un levier H'. A l'aide de ce levier le conducteur, placé sur son siège, n'a qu'à agir avec la jambe gauche pour faire pénétrer ou retirer de l'intérieur des couronnes G les manchons G', qui les rendent solidaires avec l'arbre g' .

Sur celui-ci est calée la roue d'angle I qui, engrenant avec le pignon i , communique à l'arbre incliné i' une vitesse de rotation accélérée qu'il transmet par le petit volant v , formant manivelle, en mouvement de va-et-vient continu communiqué par la bielle J à la scie j .

Celle-ci, à larges dents biseautées et ouvertes sous un angle d'environ 40 degrés, est fixée à une barre en fer méplat J'; elle passe entre les pointes séparatrices j' , qui sont fixées à une large bande en fer k , servant de support, et dont l'extrémité la plus large est boulonnée à une armature en fonte K, laquelle est reliée, d'une part à la partie antérieure du châssis, et d'autre part à l'essieu a , au moyen d'un manchon qui lui permet de tourner autour de cet essieu.

FAUCHEUSE. — Quand la machine est disposée pour faucher, le tablier M est enlevé comme il est dit plus haut, et l'extrémité du support *k* reçoit le petit soc *k'*, auquel est boulonné le déversoir K (fig. 10), destiné à coucher l'herbe sur la prairie immédiatement derrière la scie, en laissant une petite piste le long de l'herbe encore debout.

Le conducteur, assis sur le siège *G'*, tient les guides d'une main, et peut, de l'autre, faire manœuvrer le levier L au moyen duquel il incline plus ou moins le châssis A et lève ou baisse la scie, afin qu'elle coupe à différentes hauteurs, ou qu'elle passe au-dessus des pierres ou des autres obstacles présentés par le travail. La machine est assez petite et se manœuvre assez facilement pour tourner sur place et venir couper dans le sens le plus favorable les récoltes couchées.

Le soulèvement de la scie est obtenu au moyen de l'équerre en fer *l*, dont la branche verticale est fixée au levier L, qui a son centre d'oscillation *l'* sur un boulon fixé au châssis A, tandis que sa branche horizontale est terminée par un crochet relié par la chaîne *m* à une pièce en tôle recourbée *m'*, fixée au porte-scie. Il résulte naturellement de cette disposition qu'en tirant à soi l'extrémité du levier, le conducteur peut non-seulement relever la scie, mais avec elle le châssis A avec laquelle elle est rendue solidaire par la pièce en fonte K.

Pour maintenir ce châssis à la hauteur déterminée, un levier d'arrêt N est disposé près de celui de manœuvre L; il est muni de deux crémaillères *n* et *n'* dont les dents viennent s'accrocher dans une bride *o* que porte le levier L.

MOISSONNEUSE. — Pour transformer la faucheuse en machine à moissonner, il suffit, ainsi que nous l'avons dit, d'ajouter le tablier et le volant E; celui-ci reçoit son mouvement de la roue gauche motrice au moyen de la poulie et d'une corde O, qui commande la seconde poulie O' fixée sur l'axe du volant.

Le tablier destiné à recevoir le blé coupé est composé d'une plate-forme en bois M, munie d'une armature en fer *r* qu'on adapte à l'extrémité droite de l'essieu. Une plaque en tôle M' recouvre les engrenages placés à l'intérieur de la roue motrice, afin d'empêcher les tiges coupées de venir se prendre dans ces organes.

A la place du versoir représenté fig. 10 on adopte le séparateur R, dont le sommet précède la scie; ce séparateur armé de plusieurs tiges de fer divise les tiges encore debout et rejette sur la plate-forme celles qui sont coupées.

L'andain est fait par un homme assis sur le siège *C'* et muni d'un râteau; un autre homme conduit le cheval.

Quand la machine voyage, le tablier est démonté et placé sur le chevalet en bois S, fixé aux deux supports en fer *s*, boulonnés aux extrémités du châssis A, et M. Peltier a eu l'idée d'allonger les deux essieux pour ajouter deux roues ordinaires (ainsi que l'indique le ponctué de la

fig. 6), ce qui permet de ne pas fatiguer les roues motrices et les organes qui en dépendent.

Quand la machine doit fonctionner comme faucheuse, le chevalet *s* est retiré, et ce sont de simples petits supports *t* (fig. 6 et 7) qui sont fixés à l'arrière du châssis pour recevoir les scies de rechange.

Le poids total de cette machine et de tous ses accessoires est de 350 kilogrammes, et son prix, avec une lame de rechange, de 800 francs chez le constructeur, M. Peltier jeune, à Paris.

RÉSULTATS PRATIQUES OBTENUS PAR LA MACHINE WOOD-PELTIER.

Le 13 septembre 1860, au château de Coutençon, près Nangis, cette machine a été essayée : conduite d'abord dans une pièce de trèfle labourée en ados et presque complètement unie, elle a, malgré l'irrégularité du sol et la difficulté de *la verse*, opéré dans les conditions suivantes :

Elle a coupé 27 ares 30 centiares par heure, y compris les temps perdus, de manière à produire la coupe de 3 hectares 27 ares 60 centiares en douze heures.

Elle a ensuite été montée en moissonneuse et conduite dans un champ d'avoine, labouré en ados comme le précédent et suivant l'usage du pays. Les résultats ont été encore plus satisfaisants : attelée d'un cheval et conduite par deux hommes, elle a moissonné à raison de 35 ares 80 centiares à l'heure et de 4 hectares 29 ares en douze heures de travail.

D'après les calculs faits par M. Pepin-Lehalleur, propriétaire du château, et M. Carvallo, sur les résultats pratiques de cette machine, on peut conclure :

1° Que comme faucheuse elle économise 72 % de la dépense qui serait faite pour faucher à bras, en temps ordinaire, et en ne supposant aucun accroissement de main-d'œuvre exceptionnel;

2° Que comme moissonneuse elle économise 65 % de la dépense qui serait faite à bras dans les mêmes conditions.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES MACHINES DE MM. ALLEN, HUSSEY, LALLIER, LEGENDRE ET COURNIER.

Avant de compléter cette étude sur les machines à moissonner et à faucher par la liste des brevets pris en France depuis 1851, nous croyons intéressant de donner une description sommaire des machines qui, dans les précédents concours, ont fixé l'attention par leur bonne exécution et par les résultats relativement satisfaisants qu'elles ont donnés.

FAUCHEUSE ALLEN.

La machine inventée en Amérique par M. Allen, exécutée et perfectionnée par MM. Burgess et Key, a obtenu au concours de Vincennes le deuxième prix. Elle occupe un peu plus de place que la faucheuse Wood; son prix, en France.

est de 750 fr. Elle fait toutefois un excellent travail, qui a été trouvé par le jury être à peu près égal à celui de la machine Wood.

Cette machine se compose d'un cadre en bois supporté par une seule roue centrale, garnie à l'extérieur d'aspérités qui lui procurent plus de prise sur le sol; cette roue porte un engrenage qui commande le système chargé de transmettre le mouvement de va-et-vient aux dents de la scie.

Outre la grande roue motrice, une petite roue latérale maintient la machine dans la direction que prend l'attelage. Le conducteur a sous la main plusieurs leviers, à l'aide desquels il peut embrayer ou déembrayer la scie pendant la marche de l'engrenage moteur, ou bien abaisser ou élever la machine entière pour couper plus ou moins haut, et encore reculer pour dégager la scie lorsqu'elle est engagée, sans demander à l'attelage aucun renfort.

La récolte fauchée tombe à la place même où elle était debout avant le passage de la scie. On fait passer derrière la machine un râteau à cheval pour former les andains. Quand l'appareil fonctionne, la roue motrice et les engrenages sont recouverts d'une boîte.

MOISSONNEUSE HUSSEY.

La machine de M. Hussey, de Baltimore (États-Unis), ne diffère notablement de la machine primitive de Mac-Cormick que par l'absence du volant hélicoïdal et le mode d'expulsion des javelles hors du tablier. Elle emploie deux chevaux. L'ouvrier placé sur la machine a une double occupation : il imprime avec le pied gauche un mouvement de bascule à la plate-forme, lorsque les javelles sont en nombre suffisant, et les fait glisser à terre; cet ouvrier est obligé de se servir d'un râteau pour soutenir le pied des tiges qui vont être coupées. Dans ce système, les javelles sont placées sur le chemin même que les chevaux devront suivre dans le parcours suivant, ce qui oblige à prendre un nombre suffisant d'ouvriers pour les relever en toute hâte.

Les deux chevaux s'attellent au moyen d'une volée à la flèche supportée par un galet dont on règle la hauteur au moyen d'une vis de pression. Le charretier marche à côté des chevaux. La flèche conduit la roue motrice sur le périmètre de laquelle sont de petites saillies. Une roue dentée, concentrique avec la roue motrice, engrène avec un pignon droit sur l'axe duquel est montée une roue d'angle; celle-ci fait tourner un petit pignon qui donne le mouvement de rotation à un arbre coudé, qui transmet à la scie le mouvement de va-et-vient rapide nécessaire. Les dents de celle-ci ont leurs tranchants rayés pour augmenter leur action, et elles passent à travers des dents séparatrices.

Les tiges coupées par l'action de cette scie tombent sur la plate-forme, et l'ouvrier, assis sur un caisson qui recouvre le mécanisme, a le pied gauche passé dans une courroie, tandis qu'il appuie le pied droit sur le bâti; il peut ainsi imprimer facilement avec le pied gauche un mouvement de bas en haut à la plate-forme autour de son axe de suspension, et par suite, par ce mouvement de bascule, faire tomber, comme nous l'avons dit, les tiges coupées en arrière de la machine, en se servant, à cet effet, d'un râteau dont les dents sont d'inégale longueur, les plus éloignées étant les plus courtes.

Cette machine, du prix de 650 fr., a très-bien exécuté le sciage devant le jury, en moissonnant à raison de 30 à 35 ares par heure.

MOISSONNEUSE LALLIER.

La machine de M. Lallier, à Vénizel, présente l'avantage, comme celle de M. Mazier, d'avoir une plate-forme mobile autour d'un axe; pendant la marche, elle est maintenue dans une position convenable par un galet. On peut démonter cette plate-forme, qui est accrochée après la monture de la scie, et la poser sur le dessus des montants verticaux; la scie elle-même se relève, et l'instrument devient ainsi très-facilement transportable.

Deux roues ordinaires portent, monté sur l'essieu, un engrenage chargé de transmettre par un renvoi le mouvement de va-et-vient à la scie. Une poulie, fixée à l'essieu et reliée à une autre poulie par une corde sans fin, fait tourner le volant. Les coussinets du volant sont disposés d'une telle manière qu'on peut les élever ou les abaisser à volonté le long de deux montants verticaux. Un dé-clic, placé dans le moyeu des roues motrices, évite le danger qui pourrait résulter des faux mouvements de l'attelage.

Dans cette machine, l'ouvrier javeleur se tient debout, les pieds sur un banc et les reins appuyés sur un petit dossier. Il est armé d'un râteau, et il jette la moisson sur le côté de la plate-forme.

Par une nouvelle combinaison, M. Lallier supprime le javeleur en disposant sur la plate-forme des cylindres coniques qui rejettent les tiges sur le côté.

Cette machine, simple dans sa construction, fait un bon travail, ne coûte que 700 fr., occupe peu de place et se rassemble sous un assez petit volume. Conduite par deux chevaux et deux hommes, elle a moissonné devant le jury à raison de 27 ares par heure, en coupant sur une largeur de 4^m 10. Elle a obtenu le second prix des machines françaises.

MOISSONNEUSE LEGENDRE.

La machine de M. Legendre, de Saint-Jean-d'Angély, se compose de deux grandes roues à nervures transversales extérieures pour donner plus de prise sur le terrain. Ces roues motrices du mécanisme portent sur leur essieu une grande roue d'angle qui engrène avec un petit pignon, sur l'axe duquel est fixée une roue droite dentée qui, par un pignon calé comme la roue droite sur un arbre perpendiculaire à l'essieu, mais directement au-dessous du premier, transforme le mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne alternatif à la lame de scie.

Un tablier en tôle reçoit la paille à mesure qu'elle est fauchée, et un ouvrier, placé sur la plate-forme, fait les javelles à l'aide d'un râteau. Deux supports, inclinés à l'arrière, maintiennent le volant chargé de coucher les tiges sur le tablier. Un appareil à vis de rappel, situé à portée du conducteur, permet de relever ou d'abaisser le support de la scie. Ce support est monté à charnière pour faciliter encore sa mobilité dans les terrains inégaux.

Cette machine est conduite par un cheval et deux hommes; elle a moissonné assez bien devant le jury, qui lui a décerné le troisième prix, à raison de 23 ares par heure, en coupant sur une largeur de 4 mètres. Le prix de cette petite machine est seulement de 350 fr.

MOISSONNEUSE COURNIER.

M. Cournier, de Saint-Romans, s'est proposé le problème difficile de construire une machine qui n'aurait besoin que d'un seul cheval et de son charretier, qui ferait elle-même et qui déposerait la javelle. Il a réussi en partie, et déjà il a placé plusieurs machines qui ont fait la moisson avec quelque succès. Cette machine est construite entièrement en fer. Au lieu d'une scie, M. Cournier emploie un système particulier de sécateurs établis de la manière suivante :

Sur les dents fixes et plates à côtes qui séparent les tiges en petites javelles, glissent des couteaux mobiles autour de points centraux, par suite d'un mouvement de va-et-vient qui leur est imprimé à l'une de leurs extrémités. Les lames tranchantes de ces couteaux coupent en décrivant de petits arcs de cercle; on peut au besoin leur faire décrire une révolution entière, de manière à les faire agir par leur autre extrémité, car elles sont aiguisées des deux bouts.

À la gauche de la rangée des sécateurs est placée une sorte de bâti en fer composé de plusieurs tiges pointues, et dont la tête est armée d'un petit soc mobile faisant l'office de séparateur. Dans le cas d'un léger obstacle, sa partie antérieure se soulève au moyen d'un étrier mobile et d'une articulation autour de laquelle tout le système peut se mouvoir si l'obstacle est considérable.

L'arbre de la roue motrice est muni d'une roue droite dentée qui engrène avec un pignon dont l'axe porte un petit volant formant manivelle. Celle-ci, par l'intermédiaire d'une bielle et d'un petit balancier, donne le mouvement de va-et-vient aux sécateurs qui s'ouvrent et se ferment comme des ciseaux.

Les tiges sont abaissées sur le tablier par six volants formés de tringles en fer sur lesquelles se trouvent tendues des toiles. Ces volants sont attachés à un même axe qui reçoit son mouvement d'une chaîne sans fin enroulée sur deux poulies, dont l'une est conduite par la roue motrice.

Les tiges coupées tombent sur la plate-forme, et un ouvrier, assis sur un siège, fait les javelles, en tirant à lui une tige courbée à laquelle se trouve attaché un râteau à trois dents articulées glissant dans trois rainures de la plate-forme. Les tiges sont ainsi réunies en une javelle qui tombe en dehors de la machine. Par un mouvement inverse, l'ouvrier, en repoussant la poignée qu'il tient à la main, fait rebrousser chemin au râteau dont les dents s'abaissent pour ne se relever que quand il arrive au terme de sa course. C'est cette opération que M. Cournier a imaginé récemment de faire faire automatiquement, en ajoutant à sa machine un engrenage et un excentrique, ce qui lui permet alors de supprimer l'ouvrier javelleur.

Cette machine, très-ingénieuse, mais malheureusement un peu compliquée, fait craindre qu'elle ne soit exposée à se déranger souvent; son prix n'est pas très-élevé: il est de 750 fr. Elle a fonctionné devant le jury, qui a décerné à M. Cournier une mention honorable; elle a coupé à raison de 30 ares par heure, en prenant sur une largeur de 4 mètre.

LISTE DES BREVETS PRIS EN FRANCE DE 1851 A 1861

POUR LES MACHINES A MOISSONNER ET A FAUCHER.

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
IGNARD.....	Appareil dit moissonneuse-chaumaise Ignard.	5 août 1851.
BROOMANN.....	Machine à faucher.....	6 septembre 1851.
EVRAS.....	Moissonneuse roulante.....	8 janvier 1852.
COURNIER.....	Machine à moissonner le blé.....	3 février 1852.
HUSSEY.....	Procédé perfectionné ou combinaison de procédés, d'appareils et de mécanismes destinés à moissonner, à couper et à enlever le froment, l'herbe, le chanvre, le seigle, les fèves, les avoines et autres récoltes semblables, machine dite à moissonner et à enlever.....	20 février 1852.
LEVRIEN.....	Faucheuse mécanique.....	25 février 1852.
RICHON.....	Machine dite ciseau moissonneur Richon, propre à scier les blés et à couper la bruyère, l'ajonc, la fougère et autres plantes qui croissent dans les landes, les bois et les marais.....	1 ^{er} mars 1852.
LAUR.....	Machine à faucher.....	20 septembre 1852.
BROUX.....	Système de machine à faucher.....	15 janvier 1853.
JOHNSON.....	Perfectionnements apportés dans les machines à moissonner et leurs accessoires.....	4 mars 1853.
SMITH.....	Perfectionnements dans les machines à moissonner.....	5 avril 1853.
MAZIER.....	Appareil propre à moissonner, dit moissonneur (additions des 31 mars 1854, 19 avril 1854, 6 février 1856, 15 juillet 1857 et 31 mai 1858).	30 avril 1853.
RORET.....	Machine à faucher et à moissonner.....	19 novembre 1853.
JOHNSON.....	Perfectionnements dans les machines ou appareils destinés à être employés dans l'agriculture (addition du 25 août 1855).....	23 novembre 1853.
DRAY.....	Perfectionnements dans les machines pour couper le blé et autres céréales.....	17 août 1854.
BURGESS.....	Perfectionnements dans les machines à faucher et à moissonner.....	21 octobre 1854.
LEGENBRE.....	Machine à faucher les prairies et les céréales, dite faucheuse Legendre.....	29 janvier 1855.
DÉGUILHIENS.....	Machine à moissonner.....	12 février 1855.
VARLOT.....	Machine dite moissonneuse, servant à couper les céréales et les prairies.....	14 mars 1855.
DE COEFFARD.....	Moissonneuse à bras.....	15 mars 1855.
JACQUET-MOCCAND.....	Moissonneuse.....	19 avril 1855.
SIMON.....	Moissonneuse.....	5 juin 1855.
BAILLLOT.....	Machine à faucher et à moissonner combinée.....	18 juin 1855.
SIMON.....	Machine à faucher avec perfectionnements, dite faucheuse mécanique.....	11 juillet 1855.
NIPPERT.....	Perfectionnements aux machines à faucher.....	18 décembre 1855.
HEATH et CARVL.....	Machine à faucher les céréales et les herbes.....	31 janvier 1856.
BANDET et C ^e	Machine à moissonner et à faucher.....	11 mars 1856.
CHATAING.....	Faucheuse à vapeur.....	5 avril 1856.

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
DUROUSSEAU-DELA-COMBE.....	Machine rotative à faucher et à moissonner.....	29 avril 1856.
COURNIER.....	Perfectionnements à la machine à moissonner les blés, pour laquelle il avait déjà pris un brevet le 3 février 1852.....	29 avril 1856.
GEISMER.....	Machine à moissonner.....	19 mai 1856.
FRACASSIN.....	Machine à moissonner et à faucher les récoltes.....	8 juillet 1856.
STUBENBAUCH.....	Faucheuse-moissonneuse.....	2 août 1856.
LERÔY.....	Mouvement de va-et-vient applicable aux machines à faucher et à moissonner.....	24 septembre 1856.
GUYOT.....	Genre de faucheuse-moissonneuse (addition du 16 juin 1857).....	20 octobre 1856.
TERROLLE.....	Machine à moissonner et à faucher.....	29 octobre 1856.
RAY.....	Perfectionnements dans les machines à faucher.....	30 avril 1857.
ROBIN.....	Machine à moissonner.....	23 mai 1857.
TRÔUSSEAU.....	Perfectionnements dans les machines à moissonner.....	13 juin 1857.
RUER.....	Moissonneuse.....	12 octobre 1857.
FLEISCHMANN.....	Moissonneuse à râteau javeleur.....	20 octobre 1857.
RAYNAUD.....	Machine à moissonner.....	10 novembre 1857.
PICOT.....	Machine à moissonner (additions des 7 novembre 1859 et 30 mars 1861).....	7 janvier 1858.
SONNET.....	Machine à faucher.....	15 avril 1858.
MARCUS.....	Machine à moissonner.....	20 avril 1858.
HUNTER.....	Perfectionnements dans les machines à faucher l'herbe et le blé.....	29 avril 1858.
ROBIN.....	Machine à moissonner et à faucher (additions des 14 mai 1859 et 30 mai 1860).....	21 juin 1858.
WOOD.....	Perfectionnements dans la construction des moissonneuses et des faucheuses.....	26 mai 1858.
SIMON.....	Moissonneuse.....	14 juin 1858.
PARMANTIER.....	Machine à faucher (addition du 1 ^{er} août 1859).....	2 août 1858.
AUBERT.....	Instrument dit coupeur à moissonner (addition du 14 février 1859).....	17 août 1858.
LALLIER.....	Faucheuse moissonneuse (add. du 21 mai 1860).....	23 août 1858.
ROLLET-PINCHON...	Faucheuse-moissonneuse.....	4 septembre 1858.
ROUSSELET.....	Moissonneuse-faucheuse locomobile.....	9 septembre 1858.
LACHAUD.....	Machine dite faucheuse.....	11 octobre 1858.
SONNET.....	Machine moissonneuse (add. du 26 février 1859).....	10 mars 1858.
SEYMOUR et MORGAN.	Perfectionnements apportés aux moissonneuses.....	6 octobre 1858.
CHENOWETH.....	Perfectionnements aux machines à moissonner.....	9 décembre 1858.
BANNEAU.....	Machine dite moissonneuse, destinée à couper le blé.....	17 décembre 1858.
LEGROS.....	Machine à moissonner (add. du 14 novembre 1859).....	13 décembre 1858.
D'ANTHENAISE.....	Machine moissonneuse rotative à mouvement continu (addition du 10 avril 1860).....	14 janvier 1859.
JACQUEMIN.....	Machine moissonneuse perfectionnée.....	1 ^{er} avril 1859.
MOREAU.....	Moissonneuse à bras coupant le blé à sillon (addition du 11 juin 1860).....	9 avril 1859.
CHAMBRE.....	Machine à moissonner.....	19 avril 1859.
DUFOUR.....	Machine à moissonner et à faucher.....	11 juin 1859.
LETESSIER.....	Faucheuse et moissonneuse (additions des 9 octobre 1860 et 24 janvier 1861).....	30 juin 1859.

Noms des brevetés.	Titres des brevets.	Dates.
PETIT.....	Machine à moissonner.....	27 juin 1859.
SAGETTE.....	Moissonneur, moulin à faucher les blés et les prairies.....	1 ^{er} juillet 1859.
DE BAECKER.....	Machine à moissonner, en faisant la javelle....	14 juillet 1859.
MONGIN et GACHE.....	Machine destinée à faucher et à moissonner...	22 juillet 1859.
VINET.....	Faucheuse-moissonneuse.....	16 août 1859.
MARIE.....	Système de machine à faucher ou à moissonner (additions des 9 mai, 6 et 30 juin 1860).....	10 septembre 1859.
BARU.....	Faucheuse et moissonneuse.....	10 octobre 1859.
CHARPENTIER.....	Machine à moissonner.....	11 octobre 1859.
GILBERT et CLAUDON.....	Machine faucheuse et moissonneuse.....	14 octobre 1859.
LOTZ.....	Coupage à faucille tournante appliqué aux machines à moissonner et à faucher.....	19 novembre 1859.
CARPENTIER.....	Perfectionnements apportés dans les moissonneuses agricoles (add. du 10 novembre 1860).....	19 novembre 1859.
FOUINAT-LACOURT.....	Moissonneuse et faucheuse.....	7 décembre 1859.
BARNOUD.....	Machine à faucher et à moissonner mue par l'homme et par la vapeur.....	17 décembre 1859.
BURGESS.....	Perfectionnements apportés aux machines à moissonner et aux machines à faucher.....	9 janvier 1860.
LACHAUD.....	Faucheuse-moissonneuse.....	21 janvier 1860.
AUDEBERT.....	Machine à moissonner, dite moissonneuse Audibert (addition du 10 janvier 1861).....	27 janvier 1860.
RECORDON.....	Machine à moissonner et à faucher.....	19 mars 1860.
HAROU.....	Genre de moissonneuse.....	31 mars 1860.
MEYNIER.....	Machine à moissonner et à faucher.....	21 avril 1860.
MAILLET.....	Moissonneuse à bras (addition du 25 avril 1861).....	26 avril 1860.
THONIER.....	Machine dite moissonneuse Thonier (addition du 20 avril 1861).....	1 ^{er} mai 1860.
DAUNIZEAU.....	Système de moissonneuse.....	10 mai 1860.
ROBERTS.....	Machine à faucher et à moissonner.....	3 mai 1860.
BURGESS.....	Perfectionnements apportés aux machines à faucher et à moissonner.....	25 mai 1860.
GUÉRIN.....	Moissonneur.....	15 mai 1860.
DEGUILHIENS et FAI-TOT.....	Perfectionnements apportés aux machines à faucher et à moissonner.....	8 juin 1860.
BOULLET et RICHER.....	Machine faucheuse-moissonneuse à brouette...	15 juin 1860.
BURY.....	Moissonneuse à scie circulaire.....	11 juin 1860.
PELTIER.....	Perfectionnements aux machines à faucher.....	19 juin 1860.
FOURQUIER.....	Moissonneuse circulaire.....	13 juillet 1860.
SCHLOSSER.....	Machine à faucher et à moissonner.....	14 juillet 1860.
PARMANTIER.....	Perfectionnements à une faucheuse-moissonneuse à bras.....	30 juillet 1860.
BLAVIER.....	Faucheuse mécanique.....	29 août 1860.
GOREL.....	Machine à moissonner, dite peigneuse-battense.	19 septembre 1860.
DRAY.....	Perfectionnements dans les machines à moissonner et à faucher.....	4 septembre 1860.
BOINOT.....	Système de moissonneuse à sillon, pouvant servir également à plat.....	15 septembre 1860.
MULAT-BONCORPS.....	Machine à moissonner, dite moissonneuse Mulat.	3 octobre 1860.
DUCHATAUX.....	Machine à moissonner et à faucher.....	10 octobre 1860.

Noms des brevets.	Titres des brevets.	Dates.
DOSSEUR-DOYEN....	Machine à faucher et à moissonner.....	24 octobre 1860.
DEWAROQUIER....	Machine agricole moissonneuse et faucheuse..	3 novembre 1860.
LIMET.....	Machine à faucher et à moissonner.....	23 novembre 1860.
BURGESS.....	Perfectionnements dans les machines à faucher et à moissonner.....	5 décembre 1860.
DURAND.....	Appareil à lier la gerbe applicable aux ma- chines à moissonner faisant la javelle, et plu- sieurs perfectionnements applicables à la ma- chine à moissonner de Seymour et Morgan..	22 décembre 1860.
ROBIN.....	Moissonneuse.....	31 décembre 1860.
MORRIS.....	Machine à faucher et à moissonner.....	16 février 1861.
BAMLETT.....	Perfectionnements dans les machines à faucher et à moissonner.....	8 février 1861.
DUPOND.....	Machine moissonneuse et faucheuse.....	18 mars 1861.
FAURE.....	Perfectionnements aux faucheuses.....	6 avril 1861.
OVIZE.....	Mécanique à faucher.....	23 avril 1861.
MERVILLE.....	Moissonneuse-faucheuse.....	24 avril 1861.

ERRATA

Page 65, ligne 16, *au lieu de* : Pelletier, *lisez* : Peltier.

Pages 81, 82, 84, 85 et 86, ligne 1, *au lieu de* : titres des brevetés, *lisez* : titres des brevets.

Page 87, ligne 10, *au lieu de* : planches 6, 7 et 8, *lisez* : planches 7, 8 et 9.

Page 259, ligne 38, *ajoutez à la suite de* : gravés inférieurs : notamment les racles et contre-racles, et rendait leur service difficile et incomplet. Dans la machine Tulpin, au contraire, la symétrie des vides a un but défini. C'est de rendre le placement et le déplacement des rouleaux, ainsi que le service des racles faciles, particulièrement pour ces derniers organes dont le fonctionnement a besoin d'être contrôlé à chaque instant.

Page 259, ligne 39, *au lieu de* : leviers horizontaux était placé, *lisez* : horizontaux des premier et quatrième couloirs était, etc.

Page 259, ligne 41, *après* : mouvement, *ajoutez* : condition des plus défavorables en ce que la surface plane qui en résultait, formant *tangente* sur le boulon d'assemblage des deux leviers, ne tardait pas à s'onduler par les différentes positions du levier, et devenait une suite de *crans* formant pour ainsi dire engrenage, ce qui avait pour conséquence de détruire en partie l'effet de la pression. Dans la machine Tulpin ce grave inconvénient a disparu par le déplacement du point d'attache du levier inférieur reporté vers le milieu du bâti, et par la réunion des deux leviers au moyen d'une bielle articulée.

Page 259, ligne 42, *au lieu de* : vis de bâtis, *lisez* : vis de poussée.

Page 259, ligne 44, *après* : par la vis, *ajoutez* : et la paralysait en partie. Dans la machine Tulpin, ces vis sont portées par des écrous à tourillons. Cette disposition est un des principaux avantages de cette machine, en ce qu'elle permet à la vis de poussée de toujours rester horizontale, quelle que soit la position du levier, et conséquemment communicative au cylindre gravé une pression toujours égale et directe.

5° Les roues d'auges montées sur la tête de la vis de réglage des chariots de la première couleur ont pour but de permettre au conducteur de la machine d'avoir sous la

main et au moyen de la clef à douille la facilité de conserver le rapport de son dessin pendant la marche, sans aucun déplacement pour lui.

6° La facilité également donnée au conducteur de la machine de régler lui-même et sans se déplacer les embarrages mobiles de la pièce et du doublier.

Page 261, ligne 2, *au lieu de* : parfaitement pour tous, *lisez* : parfaitement dans l'axe pour, etc.

Page 266, ligne 47, *au lieu de* : contre les coussinets et une plaque en bronze, *lisez* : les coussinets qui sont maintenus d'une manière invariable par un tasseau en fonte fixé à ces coussinets au moyen de trois vis.

Page 271, ligne 18, *au lieu de* : et par suite on fait plonger, *lisez* : on fait approcher le rouleau fournisseur du rouleau gravé, quel que soit son diamètre.

Page 271, ligne 36, *au lieu de* : au bout de l'entretoise, *lisez* : au bout de la vis divergente *a'*.

Page 280, ligne 41, *au lieu de* : creux en bronze *a*, *lisez* : creux en fonte *a*.

Page 355, ligne 15, *au lieu de* : fig. 1, pl. 4, *lisez* : fig. 1, pl. 24.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME TREIZIÈME

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE

I

AVERTISSEMENT.	4
FOUR ET RÉDUCTEUR DES MINÉRAIS, par M. CORBIN-DESBOISSIÈRES, ingénieur et ancien maître de forges.	3
EXAMEN DES HAUTS-FOURNEAUX.	4
RÉDUCTION DES MINÉRAIS.	9
<i>Description du four de réduction représenté par les figures de la planche 1^{re}.</i>	9
Disposition générale.	10
PRÉPARATION DU COMBUSTIBLE PROPRE A L'ALIMENTATION DU FOUR.	11
CONDUITE DU FOUR DE RÉDUCTION.	13
MACHINES A VAPEUR HORIZONTALES A DEUX CYLINDRES ACCOU- PLÉS, POUR L'EXTRACTION DE LA HOUILLE, par M. A. QUILLACQ, ingé- nieur-constructeur à Anzin. (Planches 2 et 3.).	14
Balances hydrostatiques.	15
Du tour ou treuil.	16
Barillets ou machines à molettes.	17
DES MACHINES A VAPEUR APPLIQUÉES A L'EXTRACTION.	17
<i>Description de la machine d'extraction à cylindres accouplés repré- sentée planches 2 et 3.</i>	21
Bâtis. — Cylindres et pistons à vapeur.	22
Distribution et détente. — Changement de marche.	23
Mouvement du régulateur ou vanne de mise en train.	24
Arbre, bielles et manivelles.	24
Machine d'alimentation. — Des bobines.	25
Mollettes et charpentes. — Frein à vapeur.	26
FONCTION ET CONDUITE DE L'APPAREIL.	28
SONNERIES MÉCANIQUES.	29

PRIX ET POIDS DE LA MACHINE A DEUX CYLINDRES, CONSTRUITE PAR M. QUILLACQ.	32
DIMENSIONS PRINCIPALES D'UN APPAREIL A DEUX CYLINDRES ACCOUPLES, et placé sur le puits Turenne de la Compagnie des mines d'Anzin. . .	32
DIMENSIONS PRINCIPALES DES GÉNÉRATEURS.	33
CABLES ET ACCROCHAGES.	34
RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES faites par M. CABANY, ingénieur des mines d'Anzin, sur l'appareil établi au puits Turenne, par M. A. QUILLACQ.	34
TRAVAIL PENDANT LE 1 ^{er} TOUR.	36
TRAVAIL OBSERVÉ PENDANT LES 34 TOURS.	36
TRAVAIL PENDANT LE 34 ^e TOUR.	37
TRAVAIL MOYEN.	38
TABLEAU DES PRESSIONS obtenues sur la machine du puits Turenne le 3 mars 1860.	39
CONCLUSION.	40
<i>Première partie</i> du TABLEAU GÉNÉRAL DES EXPÉRIENCES faites sur l'appareil du puits Turenne le 3 mars 1860. — OBSERVATION.	40
<i>Deuxième partie</i> du TABLEAU DES EXPÉRIENCES faites sur l'appareil du puits Turenne le 3 mars 1860.	41
EXAMEN DES CABLES EN CHANVRE, EN ALOÈS ET EN FILS MÉTALLIQUES.	42
Câbles ronds en chanvre et en aloès.	43
Câbles plats en chanvre et en aloès.	43
Comparaison entre le chanvre et l'aloès.	44
Câbles coniques. — Câbles en fil de fer.	46
Fils de lin. — Fil de fer. — Câble fabriqué.	47
Applications diverses	47
11	
FILATURE DU COTON. — CARDE DOUBLE A CHAPEAUX CIRCULAIRES ROTATIFS, par M. E. NOUFLARD, directeur de filature chez M. CRÉPET, à Rouen. (Planches 4 et 5.).	49
<i>Description de la cardé double représentée par les fig. 1 à 7 des planches 4 et 5.</i>	51
Dispositions générales. — Des tambours et cylindre fournisseurs. .	52
Des chapeaux circulaires et des débourreurs.	54
Commande générale.	57
Tableau des dimensions principales.	58
POT TOURNANT A MÈCHES COMPRIMÉES.	59
RENDEMENT D'UNE CARDE DOUBLE de M. NOUFLARD; comparaison avec la cardé ordinaire.	64
MOTEUR A GAZ de M. LENOIR, ingénieur à Paris.	62
AGRICULTURE. — MACHINE LOCOMOBILE A BATTRE, NETTOYER ET TRIER LES GRAINS, par MM. GARRETT et KERRIDGE, constructeurs à Leiston-Works, Saxmundhaun (comté de Suffolk).	64

<i>Description de la machine locomobile à battre et nettoyer les grains représentée planche 6.</i>	69
Tambour batteur et contre-batteur.	70
Secoueur et tarare.	71
Ventilateur.	72
Transport du grain.	73
Second nettoyage et triage.	74
TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA MACHINE. — Résultat d'expériences faites sur les machines à battre.	76
TABLEAU résumant les expériences faites par MM. MOLL et TRESCA en 1855.	77
BREVETS PRIS EN FRANCE POUR LES MACHINES A BATTRE.	79
 MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER. — MONTE-CHARGE DOUBLE A VAPEUR, ÉTABLI A LA GARE DE BERCY, POUR DESSERVIR DEUX HALLES D'ENTREPÔT ÉTAGÉES, par MM. LECONTE, ingénieur en chef, et DELPECH, ingénieur du matériel et directeur des ateliers du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. (Planches 7, 8 et 9.)	
<i>Description de la machine motrice du monte-charge représentée par les fig. 1 à 10 de la planche 7.</i>	91
Du bâti et des cylindres à vapeur.	94
Transmission de mouvement.	92
<i>Description du monte-charge représenté par les fig. 11 à 21 des planches 8 et 9.</i>	94
Dispositions générales.	95
Mécanisme du monte-charge.	97
Mécanisme de l'avertisseur.	99
MANŒUVRE DES MONTE-CHARGES.	101

III

MOULINS A BLÉ. — MINOTERIE PORTATIVE A MEULES VERTICALES AVEC TARARE ET BUTOIR CYLINDRIQUE, par M. FALGUIÈRE, constructeur de machines à Marseille. (Planche 10.)	
<i>Description du nettoyeur à blé représenté par les fig. 1 à 3 du dessin planche 10.</i>	104
<i>Description du moulin à meules verticales représenté par les fig. 4 à 6.</i>	106
<i>Description du blutoir à farine représenté par les fig. 7 et 8.</i>	110
 AGRICULTURE. — MACHINE A FANER, DITE FANEUSE NICHOLSON. — SCARIFICATEUR VERLIER, pouvant se monter comme extirpateur, instruments construits par M. PELTIER jeune, fabricant dépositaire, à Paris. (Planche 11.)	
<i>Description de la machine à faner représentée par les fig. 1 à 6 de la planche 11.</i>	115
SCARIFICATEUR-EXTIRPATEUR VERLIER.	120
<i>Description du scarificateur-extirpateur représenté par les fig. 7 à 10 de la planche 11.</i>	121

NOTICE INDUSTRIELLE. — CÉMENTATION DU FER, par M. CARON.	423
SUR LA CONSTITUTION CHIMIQUE DES FONTES ET DE L'ACIER; remarques faites par M. FRÉMY, à l'occasion de la précédente communication.	425
LOCOMOTIVE DITE MACHINE-TENDER, pour fortes rampes, A HUIT ROUES ACCOUPLÉES, par M. L. PETIET, ingénieur, chef de l'exploitation au chemin de fer du Nord. (Planches 12, 13 et 14.).	427
<i>Description de la machine-tender pour fortes rampes représentée par les fig. 1 à 10 des planches 12, 13 et 14.</i>	431
APPAREIL DE VAPORISATION. — Foyer.	431
Corps cylindrique.	432
Boîte à fumée. — Cheminée. — Cendrier.	433
Soupape de sûreté. — Robinets et bouchons de vidange.	434
Tuyau de prise de vapeur et régulateur. — Tuyaux d'échappement.	435
Alimentation. — Caisse à eau.	436
Coffres à coke.	438
CHASSIS et SUPPORTS. — Châssis. — Marchepieds	438
Suspension.	439
Frein.	440
MÉCANISME ET APPAREIL MOTEUR. — Cylindre et piston.	440
Transmission de mouvement. — Mécanisme de distribution.	441
DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA MACHINE POUR FORTES RAMPES.	442
Boîte à feu et chaudière. — Surface de chauffe.	442
Boîte à fumée. — Alimentation. — Prise de vapeur. — Échappement.	443
Moteur. — Mécanisme de transmission. — Châssis et supports.	444
<i>Expériences établissant le maximum de puissance permanente des ma- chines pour fortes rampes.</i>	445
TABLE DES DIMENSIONS PRINCIPALES. — SURFACES DE CHAUFFE ET VO- LUMES DE 20 TYPES DE MACHINES LOCOMOTIVES.	446 447
Première expérience. — Composition du train.	448
Deuxième expérience. — Composition du train.	449
POIDS ET PRIX DE REVIENT de 40 machines à marchandises, construites par M. POLONCEAU.	455

IV

FILATURE DU COTON. — RÉUNISSEUR DE CARDES A ÉTIRAGE VA- RIABLE, par M. DANGUY jeune, constructeur-mécanicien à Rouen. (Planche 15.).	459
Prix de la journée des ouvriers employés dans les filatures de l'Europe.	460
TABLEAU DU PRIX DES COTONS EN LAINE et des filés en numéros ordi- naires (27/29 chaîne, 36/38 trame), sur la place de Mulhouse de 1844 à 1856.	462
<i>Description du réunisseur représenté par les figures de la planche 15.</i>	464
CALCUL DES VITESSES ET PRODUIT DE LA MACHINE.	467

MÉTALLURGIE DU ZINC. — NOUVELLE MÉTHODE DE TRAITEMENT AU HAUT-FOURNEAU A CUVE, par MM. A. MULLER et LENCAUCHEZ, ingénieurs civils à Paris. (Planche 16.)	171
Minerais..	171
Propriétés du zinc.	172
MÉTALLURGIE DU ZINC.	173
NOUVELLE MÉTHODE de MM. MULLER et LENCAUCHEZ.	177
DÉVELOPPEMENT DES CONSIDÉRATIONS PRÉCÉDENTES.	180
Description du haut-fourneau représenté par les figures de la planche 16.	183
Haut-fourneau.	183
Chambres de condensation et réfrigérants.	185
MARCHE DE L'OPÉRATION MÉTALLURGIQUE.	187
ANALYSE DE LA CALAMINE TRAITÉE A LA VIEILLE-MONTAGNE.	192
CALCULS RELATIFS A LA MARCHÉ DU FOURNEAU.	193
Conformation du combustible.	193
Composition de la brique ou de l'aggloméré.	194
Volume d'une double charge. — Volume du haut-fourneau.	194
Vitesse de la descente des charges. — Chauffage de la cuve.	195
Quantité de calorique absorbée en 1 heure par les charges dans le fourneau.	195
Quantité de gaz pour chauffer la cuve.	195
Réfrigérant des chambres de condensation.	195

V

CONSTRUCTION DES MACHINES — DIVERS SYSTÈMES DE BOITES POUR LE GRAISSAGE A L'HUILE DES ESSIEUX DE WAGONS. (Planche 7.)	197
PREMIER SYSTÈME DE GRAISSAGE par la capillarité, au moyen de mèches et tampons.	200
Boîte Newton.	201
Boîte du chemin de fer Saxon-Bavarois.	202
Boîte américaine.	204
Boîte d'Orléans. — Boîte Decoster.	205
Boîte Neesen.	207
Boîte Vitcau.	208
Boîte du Nord.	210
DEUXIÈME SYSTÈME DE GRAISSAGE au moyen de rouleaux, disques ou galets.	211
Boîte Reifert. — Boîte Valod.	212
Boîte Nozo.	213
TROISIÈME SYSTÈME, graissage de la fusée dans un bain d'huile.	214
Boîte Proust.	214
Boîte Delannoy. — Boîte Dietz.	216
Boîte Juzet.	217
GRAISSAGE HYDROSTATIQUE. — Boîte Dormoy.	218
RÉSULTATS OBTENUS PAR L'APPLICATION DES BOITES A HUILE.	219
Économie d'huile.	219

TABLEAU COMPARATIF de la consommation de divers systèmes de graissage à l'huile employés en Prusse.	220
TABLEAU COMPARATIF de l'usure du bronze des coussinets graissés à l'huile et de ceux graissés à la graisse.	221
COMPARAISON au point de vue du démarrage entre les boîtes à huile et celles à graisse.	223
Considéran ^t s à l'appui du jugement rendu par la Cour impériale de Paris, le 22 août 1860; M. DECOSTER contre les COMPAGNIES DU NORD, D'ORLÉANS et M. CAIL.	225
MACHINE A AIR DILATÉ PAR LA COMBUSTION DU GAZ, de M. LENOIR, ingénieur, et construite par M. MARINONI, mécanicien à Paris. (Planche 18.).	230
<i>Description de la machine motrice à air dilaté représentée par les figures de la planche 18.</i>	<i>236</i>
Disposition générale du moteur.	236
Arrivée et distribution du gaz et de l'air dans les cylindres.	237
Échappement des produits de la combustion.	238
Système rafraîchisseur des parois du cylindre moteur.	238
APPAREIL DE RUHMKORFF.	239
Distributeurs de l'électricité. — Inflammateurs.	240
MISE EN MARCHÉ. — EMPLOI DE LA VAPEUR D'EAU.	241
PRIX COMPARATIF des machines LENOIR et des moteurs à vapeur.	242
TABLEAU des prix des moteurs à air dilaté et des moteurs à vapeur.	243
AVANTAGES des machines LENOIR.	243
FRAIS D'ENTRETIEN COMPARATIFS des machines LENOIR et des machines à vapeur.	245
CALCUL DU TRAVAIL MAXIMUM dans les machines à air dilaté, par MM. THIRION et DE MASTAING, ingénieur à Paris.	248

VI

IMPRESSION DES TISSUS. — MACHINES A IMPRIMER A QUATRE COULEURS, POUR MOUCHOIRS ET INDIENNES, construite par M. TULPIN aîné, mécanicien à Rouen, pour MM. GARELINE-JACOB, manufacturiers à Yvanova (Russie). (Planches 19, 20 et 21.).	254
MACHINE A IMPRIMER EN CREUX A LA PLANCHE PLATE.	256
DE L'IMPRESSION EN CREUX AUX ROULEAUX.	257
Machines à plusieurs couleurs.	259
EXAMEN DES ORGANES QUI COMPOSENT LES MACHINES A ROULEAUX.	263
Rouleau gravé.	263
Rouleau presseur. — Drap et doublier.	264
Rouleaux fournisseurs. — Racles.	264
<i>Description de la machine à imprimer à quatre couleurs de M. TULPIN aîné, représentée par les fig. 1 à 10 des planches 19, 20 et 21.</i>	<i>265</i>
Du cylindre presseur. — Des rouleaux gravés.	266

Premier rouleau.	268
Quatrième rouleau.	269
Des racles et contre-racles.	270
De l'étoffe et du doublier.	272
DESCRIPTION DE LA COMMANDE. — Bâti.	273
Rouleau presseur.	274
Rouleaux gravés.	275
Rouleaux fournisseurs. — Vis divergente.	276
PRIX DE FAÇON DE L'IMPRESSION AUX ROULEAUX.	277
CUISINE A COULEURS, perfectionnée par M. TULPIN aîné. (Planche 21.).	279
Préparation des couleurs.	279
<i>Description de la cuisine à couleurs représentée par les fig. 11 et 12 de la planche 21.</i>	280
FILATURE DU COTON. — ROTA-FROTTEUR A BOBINE, perfectionné par M. DANGUY jeune, mécanicien à Rouen. (Planches 22 et 23.).	282
<i>Description générale du métier représenté par les planches 22 et 23.</i>	284
Mouvement principal.	284
Mouvement des cylindres cannelés.	285
Mouvement des frotteurs.	286
Mouvement des broches.	288
Mouvement du chariot.	294
Marche de l'appareil.	292
Mise en train et réglage de la machine.	295
TABLEAU indiquant les rechanges à remplacer pour les numéros filés de 16 à 50.	296
CALCULS relatifs aux organes de transmission du rota-frotteur.	297
PRODUIT DE LA MACHINE.	300
INSTALLATION D'UNE FILATURE DE PRÉPARATION du système de M. DANGUY.	301

VII

CONSTRUCTION DES MACHINES. — ÉTUDES ET PROPORTIONS DES VOLANTS RÉGULATEURS APPLIQUÉS AUX MACHINES MOTRICES ET AUX OUTILS, par M. ARMENGAUD aîné, ingénieur à Paris. (Planches 24 et 25.).	302
PRINCIPES DES FONCTIONS DU VOLANT.	303
NOTIONS ÉLÉMENTAIRES SUR LE PRINCIPE DE LA FORCE VIVE.	306
DÉTERMINATION DE LA FORMULE DU POIDS DES VOLANTS.	312
RECHERCHES DES IRRÉGULARITÉS DE TRAVAIL TRANSMIS DU PISTON A LA MANIVELLE DANS LES MACHINES A VAPEUR.	316
Loi suivie par les efforts transmis à l'arbre moteur.	317
Égalité entre le travail développé et le travail transmis.	319
DÉTERMINATION DES EXCÈS DE TRAVAIL MOTEUR ET RÉSISTANT.	322
APPLICATION DE LA VAPEUR DE L'EXCÈS DE TRAVAIL A LA FORMULE DU POIDS DES VOLANTS.	326
EXEMPLE DE LA DÉTERMINATION DU POIDS D'UN VOLANT.	330

RECHERCHE DE LA VALEUR DE L'EXCÈS DE TRAVAIL DANS DIVERS CAS PARTICULIERS. — Machines à détente.	332
Détente pendant les 9/10 de la course du piston.	336
Machines accouplées marchant sans détente.	336
RÉSUMÉ DES RÈGLES QUI CONDUISENT A LA DÉTERMINATION DE LA FORMULE DU POIDS DES VOLANTS.	343
TABLE DES COEFFICIENTS NUMÉRIQUES servant à déterminer le poids des volants, suivant le système de machine et le degré de régularité de marche.	345
RECHERCHE DU COEFFICIENT DES LIMITES DE VARIATION DE LA VITESSE ANGULAIRE.	346
TABLEAU COMPARATIF de la force vive des volants appliqués à diverses machines existantes, en prenant pour base la formule générale et le coefficient applicable à chaque système particulier.	350
Examen du tableau précédent.	351
APPLICATIONS DIRECTES DES FORMULES EMPLOYÉES POUR LES PROPORTIONS DES VOLANTS.	352
Volant-type. — Détermination du diamètre.	352
Détermination du poids d'après PV^2	353
Section de la jante d'après le poids et le diamètre.	354
Volant-type. (Fig. 1 ^{re} , planche 24.).	355
TABLE ET TRACÉ GRAPHIQUE APPLICABLES AU CALCUL DU POIDS DES VOLANTS.	359
PREMIÈRE TABLE DES VITESSES CIRCONFÉRENTIELLES DE LA JANTE D'UN VOLANT, d'après le diamètre moyen et la vitesse de rotation.	360 et 364
DEUXIÈME TABLE servant à déterminer la section de la jante d'un volant en fonte de fer.	362 et 363
Usage des tables précédentes. — Tracé graphique.	364
VOLANTS DE DIFFÉRENTES CONSTRUCTIONS. (Planches 24 et 25.).	366
Volant en deux parties, par M. Farcot. (Fig. 5 à 6.).	366
Volant en quatre parties, par MM. Cail et C ^e . (Fig. 5 à 44.).	367
Volant avec bras et parties de couronnes séparées, par M. Bourdon.	368
Volants de grandes dimensions. (Fig. 17 à 24.).	369
Détails divers. (Fig. 22 à 26.).	370
Mise en équilibre des volants. — Grand volant de forges, par MM. Thomas et Laurens.	374
Volants-poulies.	373
Volant-engrenage à dents de fonte, par M. Th. Powell. (Fig. 38 à 40.)	374
Volant-engrenage à dents de bois, par MM. Houdouart et Corbran.	375
Volant-engrenage à dents de bois, par MM. Stéhélin et C ^e	376
MACHINE SOUFFLANTE VERTICALE A ACTION DIRECTE SANS VOLANT construite par M. L. A. QUILLACQ, ingénieur-constructeur à Anzin (Nord). (Planche 26.).	379
Description de la machine soufflante représentée par les fig. 1 à 5 de la planche 26.	379
CRUE ROULANT A VAPEUR A PIVOT MOBILE AVEC SA CHAUDIÈRE, par M. L. A. QUILLACQ. (Planche 26, fig. 6 à 8.).	382

CRISTALLISATION DE DIVERS SELS ET EXTRACTION DU SULFATE DE SOUDE PAR LE FROID ARTIFICIEL, par M. CARRÉ, ingénieur-chimiste à Paris. (Planche 27).	386
<i>Description de l'appareil destiné à l'extraction du sulfate de soude représenté planche 27.</i>	389
MARCHE DE L'APPAREIL.	393

VIII

FILATURE DE COTON. — LAMINOIR EN GROS, par M. DANGUY jeune, constructeur à Rouen. (Planche 28).	395
Premier, second et troisième passage.	398
<i>Description du laminoir en gros représenté planche 28.</i>	399
COMMUNICATION DE MOUVEMENT.	401
CALCUL DU BANC D'ÉTRICAGE.	402
<i>Cylindres cannelés.</i> — Premier, deuxième, troisième et quatrième cannelé.	403
Rouleaux d'appel. — Rouleaux réunisseurs. — Chariot.	404
APPLICATION ET PRIX DE LA MACHINE.	405
FABRICATION DES CONBUSTIBLES AGGLOMÉRÉS. — MACHINE A MOULER DESTINÉE A TRANSFORMER LES MENUS CHARBONS ET POUSSIERS DE COKE EN BOUDINS PLEINS ET CREUX, par M. DAVID, ingénieur à Paris. (Planche 29).	406
<i>Description de la machine à mouler de M. David représentée planche 29.</i>	407
MARCHE DE L'APPAREIL.	409
Moules pour les boudins creux.	410
TRAVAIL DE LA MACHINE.	410
MÉTALLURGIE DU FER. — FOUR A PUDDLER CHAUFFÉ AU GAZ DE TOURBE et établi à l'usine de Neustadt (Hanovre), par M. LANGENHEIM, ingénieur. (Planche 30).	412
OUTILLAGE DES FORGES. — CISAILLES AVEC MOTEUR A VAPEUR ADHÉRENT, installées pour le service des laminoirs à tôles de l'usine de Neustadt, et exécutées par M. BORSIG, constructeur à Berlin, sur les dessins de M. LANGENHEIM, ingénieur. (Planche 31).	415
CISAILLE A GUILLOTINE A DOUBLE MOUVEMENT PARALLÈLE.	416
<i>Cisaille circulaire représentée par les fig. 4 à 7.</i>	418
CONSTRUCTION DE MACHINES. — ROBINETS ET VALVES DE DIVERS SYSTÈMES POUR DISTRIBUTION DES LIQUIDES, DES VAPEURS ET DES GAZ. (Planches 32, 33 et 34).	421
ROBINETS A BOISEAU CONIQUE ET A CLEF. — Robinet-type représenté fig. 1 et 2, planche 32.	423

Robinet à deux brides (type français).	427
Robinet à deux brides de M. Thiébaud.	428
Modèles de M. Thiébaud.	428
Modèle de M. Simon.	429
Robinet à deux brides de M. Simon. — Modèle allemand.	430
Robinet à brides, type anglais.	431
Modèle belge. — Modèles de robinets spéciaux.	432
M. Nillus. — Robinet de bain.	432
Robinet de jauge. — Robinet jumeaux.	433
Robinet graisseur. — Système modifié par M. Farcot.	433
Robinet de niveau d'eau. — Robinet cintré.	434
Robinet en fonte de fer.	435
COMPOSITION DES ROBINETS.	435

IX

ROBINETS VALVES A SOUPE, A SIÈGE FIXE ET A CLAPET MOBILE. (Planche 33.).	437
Types de M. Thiébaud.	437
PRIX COMPARATIF DES ROBINETS A CLEF EN BRONZE ET DES ROBINETS A SOUPE EN FONTE ET EN BRONZE.	438
Système Jaquet.	439
Système à soupape de M. Rolland. — Système à double soupape.	440
Robinet à soupape en caoutchouc. — Robinets-vannes.	441
PRIX DE REVIENT DES ROBINETS-VANNES.	442 et 443
Système Herdevin. — Robinet-vanne à coin.	443
Système Hubert.	444
Système d'Orléans.	445
Clapet à charnière. — Système Petit.	445
Système de MM. Neustadt et Bonfond. — Système Bonnin.	446
Système de M. Devanne. — Robinets se fermant seuls.	447
Robinet à piston.	448
Robinet en caoutchouc.	449
Robinet de chasse.	450
PRIX DE REVIENT DES ROBINETS A CLAPETS.	451
Système Laforest et Boudeville.	451
Robinet à flotteurs. — Bornes-fontaines et boîtes d'arrosage.	452
Bouches sous trottoirs de M. Cadet.	453
Ventouses.	454
Robinet de jauge. — Robinet d'alimentation.	455
Robinet à obturateurs. — Vannes à coulisses.	456
Robinet à papillon. — Système Gargan. — Cannelles.	457
Cannelles à aspirateur. — Robinet à sifflet.	458
Petit robinet graisseur.	459
Robinet à gaz.	460

MACHINES A VAPEUR. — RÉGULATEUR ÉQUILIBRÉ A BRAS ET A BIELLES CROISÉES, par MM. FARCOT et fils, ingénieurs-mécaniciens à Saint-Ouen.	463
<i>Description du régulateur à bras croisés représenté par les fig. 1 à 4 de la planche 35. — Dispositions générales.</i>	467
RÉGULATEUR A ANNEAU MOBILE, par M. DUVOIR, représenté fig. 5, plan- che 35.	470
HUILERIE DE BORDEAUX. — MACHINES ET APPAREILS APPLIQUÉS A LA FABRICATION DES HUILES D'ARACHIDE, DE SÉSAME ET AUTRES GRAINES.	
Usine montée par M. FALGUIÈRE, constructeur à Marseille.	472
DISPOSITIONS GÉNÉRALES DU MATÉRIEL.	474
<i>Description des appareils de l'usine représentés planches 36 et 37.</i>	477
Tarare ou nettoyeur. — Laminoirs unis.	478
Décortiqueur et laminoir cannelé.	479
Moulins.	480
Presses préparatoires. — Chauffoirs à vapeur.	482
Presses hydrauliques.	483
<i>Description des pompes et réservoirs de force, fig. 12 à 19, planche 37.</i>	485
Pompes d'injection.	485
Régulateurs ou réservoirs de force.	487
Appareils de distribution.	488

X

MANUFACTURE DES TISSUS. — MACHINE A PLIER ET A MÉTRER LES ÉTOFFES, par M. TULPIN aîné, constructeur-mécanicien à Rouen. (Plan- che 38.).	490
<i>Description de la machine à plier et métrer les étoffes de M. Tulpin, représentée planche 38. — Du bâti.</i>	494
Métrage de l'étoffe.	495
Pliage de l'étoffe.	496
Fonctionnement de la machine.	498
AGRICULTURE. — MACHINES A MOISSONNER LES CÉRÉALES ET A FAU- CHER LES PRAIRIES, systèmes BURGESS et KEY, MANNY et MAZIER. — FAUCHEUSE WOOD, construite et perfectionnée par M. PELTIER jeune, à Paris. (Planches 39 et 40.).	
APERÇU HISTORIQUE.	502
<i>Description de la moissonneuse Burgess et Key représentée par les fig. 1 à 6 de la planche 39.</i>	506
Transmission de mouvement.	508
TRAVAIL, RENDEMENT ET PRIX DE LA MOISSONNEUSE BURGESS ET KEY.	509
<i>Description de la moissonneuse-faucheuse Manny représentée par les fig. 7 à 14, planche 39.</i>	510
TRAVAIL, RENDEMENT ET PRIX DE LA MOISSONNEUSE-FAUCHEUSE MANNY.	513

<i>Description de la moissonneuse-faucheuse Mazier, représentée par les fig. 1 à 5, planche 40.</i>	514
<i>Description de la moissonneuse-faucheuse Wood, construite et perfectionnée par M. Peltier, représentée par les fig. 6 à 11 planche 40.</i>	517
Faucheuse-moissonneuse.	520
RÉSULTATS PRATIQUES OBTENUS PAR LA MACHINE WOOD-PELTIER.	521
<i>Description sommaire des machines de MM. Allen, Hussey, Lallier, Legendre et Cournier.</i>	521
Faucheuse Allen.	521
Moissonneuse Hussey.	522
Moissonneuse Lallier.	523
Moissonneuse Legendre.	523
Moissonneuse Cournier.	524
LISTE DES BREVETS PRIS EN FRANCE de 1854 à 1864 pour les machines à moissonner et à faucher.	525
ERRATA.	529

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS, MÉCANICIENS, INGÉNIEURS ET MANUFACTURIERS

QUI ONT ÉTÉ CITÉS DANS CE VOLUME

Pour leurs Ouvrages, pour leurs Inventions, ou pour leurs Travaux

A	
ABBOG. Banc à broches.....	59
ALCAN. Plieuse mécanique.....	492
ALLEN. Moissonneuse.....	521
ARMENGAUD aîné. Études et proportions des volants.....	302
ATKIN. Plieuse mécanique.....	493
B	
BAILLOUD. Boîtes à huile.....	225
BALARD. Solidification du mercure.....	387
BAULIMBERT. Moissonneuse.....	503
BELL. Impression en creux.....	258
<i>Id.</i> Moissonneuse.....	502
BELOU. Machine à air dilaté.....	231
BERARD. Appareil à laver la houille.....	15
BERTHIER. Métallurgie du zinc.....	194
BOISSEAU. Extraction de la houille.....	19
BONA. Essai des courroies.....	47
BONNIÈRE fils. Huile pour graissage.....	52
BONNEFOND. Robinets.....	446
BONNIN. Robinets.....	446
BORSIG. Cisaille à vapeur.....	415
BOUDEVILLE. Robinets.....	451
BOURDON. Force des volants.....	351
<i>Id.</i> Volants.....	368
<i>Id.</i> Modérateur à boule.....	470
BOUTEVILLAIN. Robinets.....	435
BOYER. Moissonneuse.....	502
BOYER. Force des volants.....	351
BRICOGNE. Bottes à graisse.....	210
BRISSENET. Moissonneuse.....	503
BROQUIN. Prix des cannelles.....	458
BROWN. Robinets.....	456
BRULEY. Robinets.....	461
BUCHANAN. Impression des tissus.....	260
BURAT (Amédée). Câbles d'extraction.....	46
BURGESS. Moissonneuse.....	501
BUSSÉ. Boîte à graisse.....	212
BUTTGENBACH. Extraction de la houille...	19
C	
CABANY. Expériences sur les machines d'extraction.....	34
CADET. Bouches sous trottoirs.....	453
CAIL et C ^e . Boîtes à huile.....	225
<i>Id.</i> Volants.....	367
<i>Id.</i> Soupapes.....	440
CAPLAIN. Plieuse mécanique.....	498
CARON. Cémentation.....	123
CARRÉ. Cristallisation des sels.....	386
CARUEL-DUPONT. Machine soufflante.....	378
CAUSSIN. Moissonneuse.....	508
CAVÉ. Volant.....	369
CAVÉ. Cisaille à vapeur.....	415
CHAGOT. Extraction de la houille.....	19
CHAMEROY. Borne-fontaine.....	454
CHENARD. Expériences sur les machines d'extraction.....	34
CHESNEAU. Machine à imprimer.....	261
CHRISTIAN. Robinet-graisseur.....	459
COLAS. Volants-poulies.....	373
COMBES. Boîtes à huile.....	225
CONSTANT-REBECQUE (de). Moissonneuse..	504
CORBIN-DESBOISSIÈRES. Four de réduction des minerais.....	1
CORBRAN. Volant-engrenage.....	375
COUILLARD. Moulage des agglomérés.....	407
COURNIER. Moissonneuse.....	524
CRÉPET. Carte à coton.....	49
CROSSKILL. Moissonneuse.....	504

D	
DANGUY jeune. Réunisseur de cardes.....	150
<i>Id.</i> Rota-frotteur.....	282
<i>Id.</i> Laminoin en gros pour fila- ture du coton.....	395
DAVID. Moulage des charbons.....	406
DECOSTER. Appareil de graissage.....	198
<i>Id.</i> Boîte à graisse.....	205
<i>Id.</i> Boîte à graisse (procès).....	225
DEGRAND. Machine à air dilaté.....	234
DELAITRE. Boîtes à huile.....	215
DELANNOY. Boîtes à huile.....	216
DELAUNAY. Expertise des boîtes à huile..	225
DELPECH. Monte-charge à vapeur.....	87
DANNERY. Carte à coton.....	49
DESAINTE. Moissonneuse.....	503
DESPREZ. Cémentation du fer.....	125
DEVANNE. Robinets à clapet.....	447
DIRTZ. Boîte à graisse.....	216
DOLLFUS (Émile). Filature.....	161
DOLLFUS, MING et C ^e . Machine à imprimer.	259
DOLLFUS (Charles). <i>Id.</i> <i>Id.</i>	259
DONNY. Appareil d'extraction.....	13
DORMOY. Boîte à graisse.....	218
DOUGLAS-GATTON. Machine locomotive....	152
DUBIED. Machine à imprimer.....	269
DUBUS aîné. Tambours de cardes.....	53
DUCOMMUN. Machine à imprimer.....	260
DUHAMEL. Torsion des cordages.....	43
DUPUIT. Composition des robinets.....	436
<i>Id.</i> Prix des robinets-vannes.....	442
<i>Id.</i> Soupapes des robinets.....	450
DURAND. Moissonneuse.....	513
DUVOIR. Régulateur.....	470
E	
EDWARDS. Robinets.....	425
ELLET. Chemin de fer.....	152
ENOT. Plicieuse mécanique.....	492
ERICSSON. Machine à air dilaté.....	231
F	
FAIVRE. Robinets en caoutchouc.....	449
FALGUIÈRE. Minoterie.....	104
<i>Id.</i> Usine à huile.....	472
FARCOT. Coussinets à coins.....	93
<i>Id.</i> Volant.....	336
<i>Id.</i> Robinets.....	433
<i>Id.</i> <i>Id.</i> à soupapes.....	441
<i>Id.</i> Régulateur équilibré.....	463
FISCHER. Boîte à huile.....	205
FLACHAT. Guide du mécanicien.....	127
<i>Id.</i> Expériences sur les machines à fortes rampes.....	145
FONTAINE. Machines d'extraction.....	19
FORTIN-HERMANN. Prix des robinets-vannes	412
FRANCHOT. Moteur à air.....	230
FRÉMY. Cémentation du fer.....	125
G	
GAGE-STICKNEY. Ventilateur.....	72
GARGAN. Robinets.....	457
GANDILLOT. Robinets.....	433
GARRETT. Machine à battre locomobile....	64
GAUDET. Volants.....	373
GILMER. Volant de machine à vapeur.....	374
GIRARD. Appareil d'extraction.....	26
GODIN. Câbles et courroies.....	46
GOINS de THERMANDE. Câbles plats.....	43
GRIENNE. Moissonneuse.....	503
GUENEAULT. Moissonneuse.....	503
GUINIER. Robinets.....	447
<i>Id.</i> Robinets à flotteur.....	452
GUYET. Robinets.....	457
H	
HAIN-LUNEL. Moissonneuse.....	503
HALL. Machine à imprimer.....	258
HARANGER. Plicieuse mécanique.....	492
HEATON DE LA GOUPILLIÈRE. Théorie des régulateurs.....	470
HELMANN (Josué). Plicieuse mécanique....	491
HERDEVIN. Robinets.....	443
HERTZIK. Machine à imprimer les tissus..	259
HODGE. Boîte à graisse.....	205
HOUDOUART. Volants.....	375
HUBERT. Robinet-vanne.....	444
HUGON. Machine à air dilaté.....	231
HUGURNIN. Machine à imprimer les tissus.	260
HURGAVE. <i>Id.</i> <i>Id.</i> <i>Id.</i>	258
HUSSEY. Moissonneuse.....	522
J	
JACQUET. Machines d'extraction.....	19
JAQUET. Robinets.....	439
JEREMIAH-BAILY. Moissonneuse.....	502
JOHN CURR. Câbles en chanvre.....	43
JOHN SOMERS-DAWSON. Graissage des es- sieux.....	211
JUNET. Boîte à graisse.....	217
K	
KEANE-FITZGERAD. Volants.....	302
KERRIDGE. Machine locomobile à battre...	64
KEY. Moissonneuse.....	501
KLEIN (de). Boîte à graisse.....	201
KRECHLIN (André) et C ^e . Boîte à huile..	265
KRECHLIN (André). Machine à imprimer..	259
KRAUSHAAR. Cannelles.....	458
KRIEGER. Plicieuse mécanique.....	193
KURTZ. Machine à air dilaté.....	231
L	
LABOREY. Machine à décortiquer.....	480
LAGOUE. Battour-étaleur.....	49
LAFORÉST. Robinets.....	451
LAFOND. Composition des robinets.....	435
LAINÉ. Prix des cannelles.....	458
LALLIER. Moissonneuse.....	523
LAMBERT. Robinets.....	449
LAMPADIUS. Métallurgie du zinc.....	177
LAMY. Moissonneuse.....	503
LANOR frères. Moissonneuse.....	503
LEBENDRE. Moissonneuse.....	523

LANGENHEIM. Four à puddler.....	412
<i>Id.</i> Cisaille.....	415
LAURENS. Machines à air chaud.....	231
<i>Id.</i> Volants.....	371
LAURENT. Moissonneuse.....	504
LEBŒUF. <i>Id.</i>	508
LECHATÉLIER. Guide du mécanicien.....	127
<i>Id.</i> Boîte à huile.....	201
LECŒUR. Banc à broches.....	405
LECONTE. Monte-charges.....	87
LEGAVRIAN. Force des volants.....	351
<i>Id.</i> Volant-engrenage.....	376
LEFÈVRE. Impression des tissus.....	254
LEFÈVRE. Moissonneuse.....	503
LEMONNIER. Balance de sûreté.....	134
LENGAUCHEZ. Métallurgie du zinc.....	171
LENOIR. Moteur à gaz.....	62
<i>Id.</i> <i>Id.</i>	230
LETHUILLIER-PINEL. Si'flet d'alarme.....	459
LIVESSY. Impression sur tissus.....	258
LONGUÈRE. Sonnerie de mines.....	30

M

MAC-CORMICK. Moissonneuse.....	502
MACHECOURT. Machines d'extraction.....	19
MALLET (Robert). Graissage.....	211
MANN (Joseph). Moissonneuse.....	502
MANNY. Moissonneuse.....	501
MARCHAND. Cémentation.....	125
MARINONI. Machine à gaz.....	230
MASTAING (de). Machine à air dilaté.....	231
<i>Id.</i> <i>Id.</i>	248
<i>Id.</i> Volant de machine à vapeur.....	374
MATHIEU, CHAUFFOUR et C ^e . Graissage.....	200
MAUREL. Huilerie.....	472
MAY. Robinets.....	456
MAZELINE. Machine à mouler les charbons.....	407
MAZIER. Moissonneuse.....	501
MÉHU. Machine d'extraction.....	15
MÉKLE. Machine à battre.....	79
MÉMENT. Plieuse mécanique.....	491
MÉRLIER-LEFÈVRE. Fabrication des cordages.....	43
MIRG. Machines à imprimer les tissus.....	259
MILLES. Plieuse mécanique.....	493
MILLION. Machines à air chaud.....	231
MOLL. Machines à battre.....	75
MOODY. Moissonneuse.....	504
MORIN. Formule des volants.....	344
MOUNIER. Rectomètre.....	491
MULLER. Métallurgie du zinc.....	171

N

NEESEN. Boîte à graisse.....	207
NEUSTADT. Robinet à clapet.....	446
NEWTON. Boîte à graisse.....	201
NICHOLSON. Faneuse.....	115
NILLUS. Robinets.....	432
NORMANVILLE. Graissage.....	214
NOUFLARD. Carde double à coton.....	49
NOZO. Locomotive.....	131
<i>Id.</i> Boîte à graisse.....	213

O

OBERKAMPF. Machine à imprimer.....	254
OGLE (Henri). Moissonneuse.....	502
OPPENEAU. Boîte à huile.....	207

P

PAGET (Friedrich). Boîte à graisse.....	244
PATRICK BELL. Moissonneuse.....	502
PAYEN. Câbles en fil de fer.....	17
PELTIER. Faucheuse.....	65
<i>Id.</i> Faneuse.....	115
<i>Id.</i> Moissonneuse.....	501
PERRIN. Robinets.....	461
PERROT. Machine à imprimer les tissus.....	259
PERSOZ. Impression des tissus.....	256
PETIET. Machine-tender.....	127
PETIN. Volants.....	373
PETIT. Robinets.....	445
PETRY. Moissonneuse.....	503
PLUCKNET. Moissonneuse.....	502
POLONCEAU. Guide du mécanicien.....	127
<i>Id.</i> Prix de machines-locomotives.....	155
<i>Id.</i> Boîte à graisse.....	207
POMME. Boîte à galets.....	200
PROM. Usine à huile.....	472
PONSON. Exploitation des mines.....	15
POUYDEBAT. Moissonneuse.....	503
POWELL. Force des volants.....	351
<i>Id.</i> Volant.....	374
PROUST. Boîte à graisse.....	214
PROUVOST. Machine à vapeur dilatée.....	231

Q

QUILLACQ. Machine d'extraction.....	14
<i>Id.</i> Machine soufflante.....	378
<i>Id.</i> Grue roulante.....	382

R

RAILLARD. Moissonneuse.....	503
RAIMBAUX. Machines d'extraction.....	17
RANSOMES. Machines à battre.....	67
RATTIER. Robinets.....	455
REDTENBACHER. Proportions des robinets.....	430
REGNAULT. Métallurgie du zinc.....	173
REIFERT. Boîte à graisse.....	212
RICHARD. Robinets.....	449
RISLER. Machine à imprimer.....	258
ROBERT. Machines d'extraction.....	19
ROBERTS. Moissonneuse.....	511
ROBERT SALMON. Faneuses.....	115
ROLLAND. Robinets.....	440
RUHKORFF. Bobine d'induction.....	239
RUFF. Plieuse mécanique.....	492
RUSSELL (John). Robinets.....	435

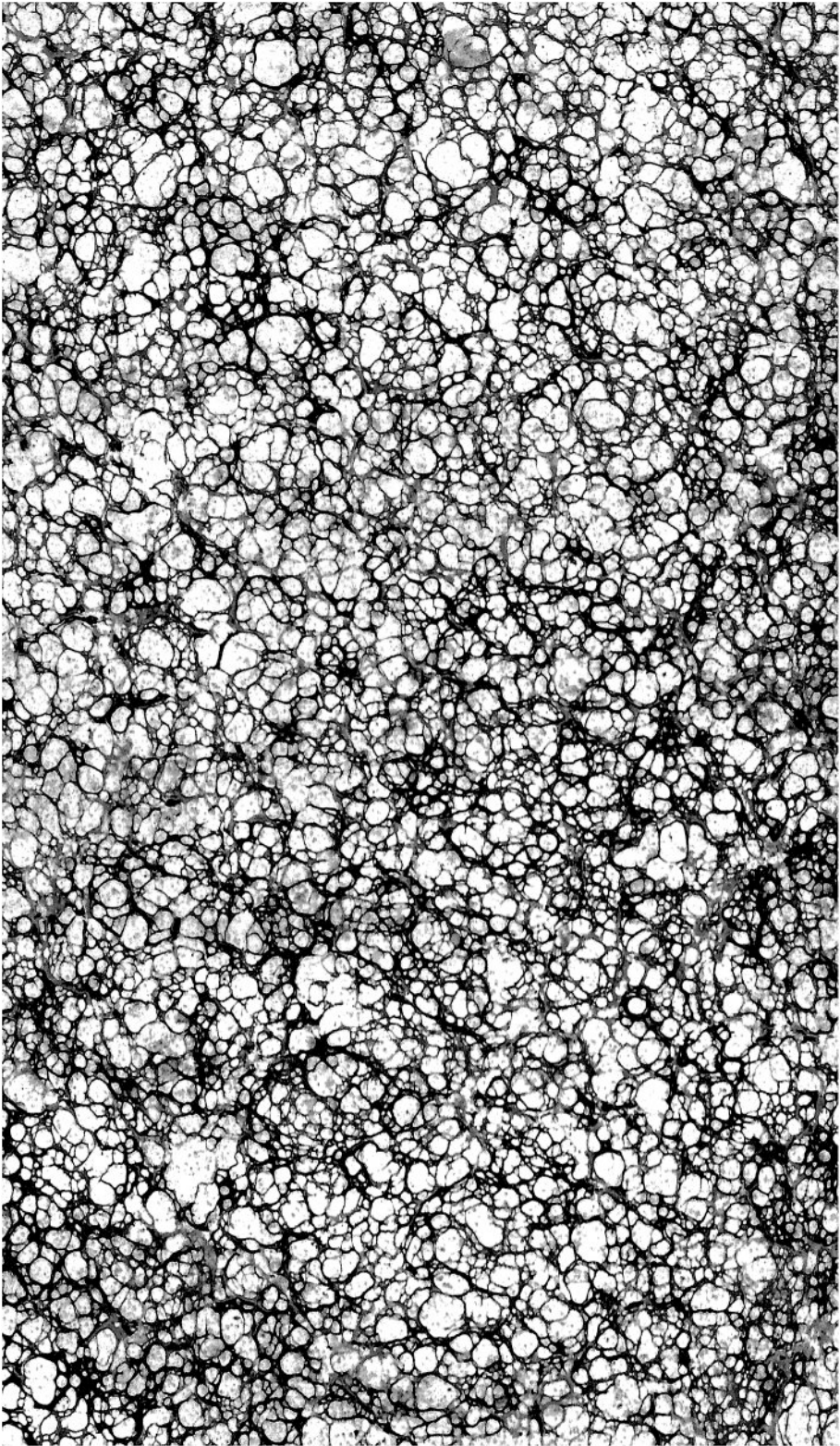
S

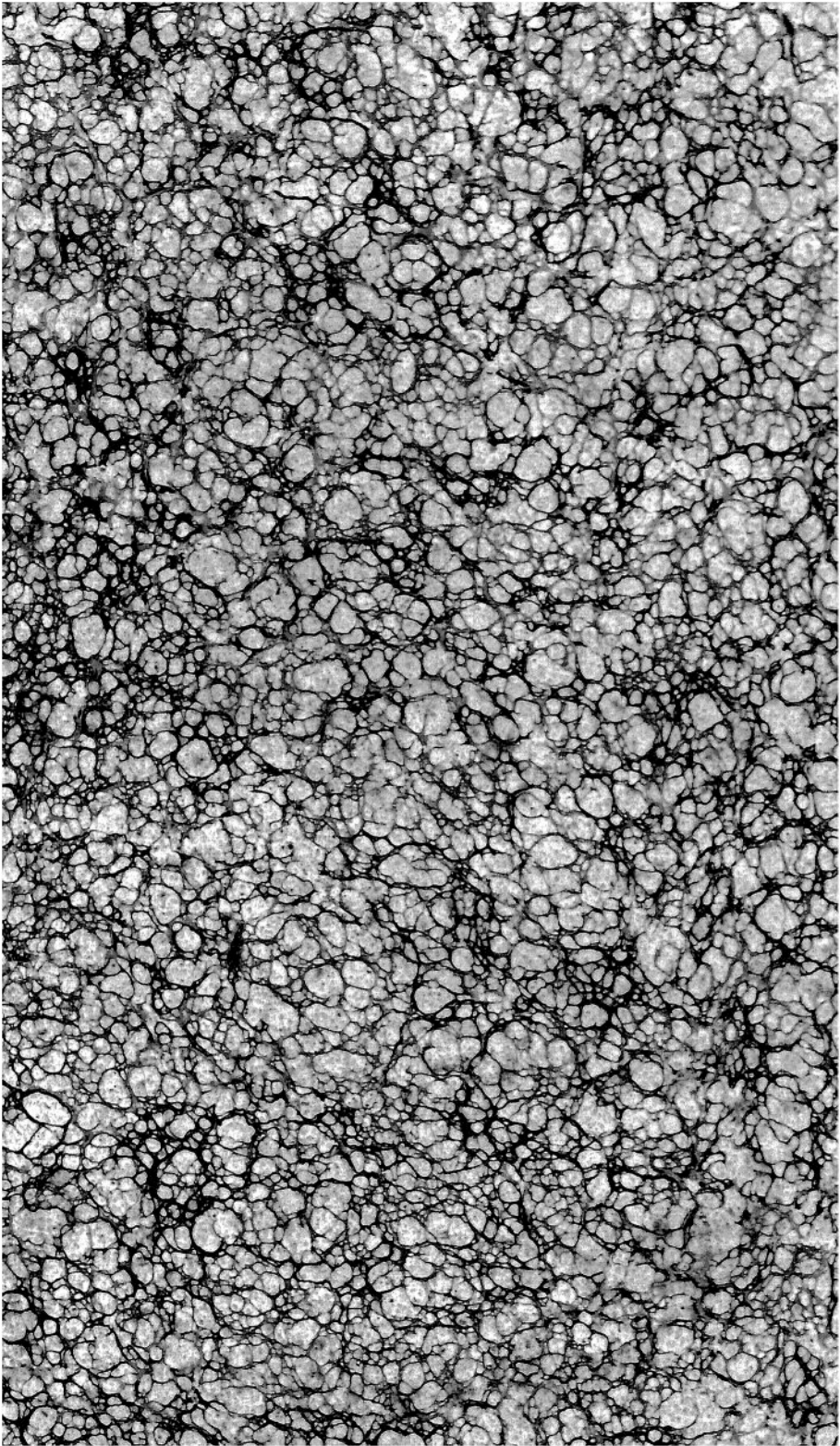
SAINT-CRISTOPHE (de). Graissage.....	218
SALMON. Moissonneuse.....	502
SAUNDERSON. Cémentation.....	125
SCHIELE. Robinets.....	434
SÉGUIN. Génération de la vapeur.....	230

SILBERMAN. Métallurgie du zinc.....	191	TULPIN aîné. Machine à imprimer.....	254
SIMON. Robinets.....	429	<i>Id.</i> Cuisine à couleurs.....	279
SIMS. Machines à battre.....	67	<i>Id.</i> Machine à plier les tissus...	490
SMITH. Faneuse.....	115		
<i>Id.</i> Moissonneuse.....	502	V	
SOMMEILLER. Locomotives.....	129	VACHON père et fils. Trieur mécanique..	67
SOMERS-DAWSON (John). Boîte à huile...	211	VALLÉE. Balance de sûreté.....	134
STÉHÉLIN. Volants.....	376	VALLOD. Boîte à graisse.....	212
		VARKINSON (Adam). Machine à imprimer.	256
T		VAROQUIÉ. Machine d'extraction.....	15
TASTEMAIN. Moissonneuse.....	502	VERLIER. Scarificateur.....	121
THIÉBAUT. Robinet.....	428	VERPIREUX. Machine-tender.....	129
<i>Id.</i> Robinet-valve.....	437	VIDART. Boîte à galets.....	201
THIRION. Machine à air dilaté.....	248	VIMONT. Pliieuse mécanique.....	493
<i>Id.</i> Machine à vapeur.....	374	VINCENT. Boîte à graisse.....	200
THOMAS. Machine à air dilaté.....	231	VITEAU. <i>Id.</i> <i>Id.</i>	208
<i>Id.</i> Volants.....	371		
THOUROUDE-DANGUY. Renvideur mécani- que.....	50	W	
TIM. Boîte à graisse.....	204	WATT. Pendule conique.....	463
TRESCA. Machine à battre.....	76	WELAKE (Thomas). Faucheuse.....	115
<i>Id.</i> Régulateur équilibré.....	464	WELLD. Mull-jenny.....	49
TROTIER. Robinets.....	449	WINANK. Boîte à graisse.....	211
TROUBÉ. Impression des tissus.....	261	WOOD. Faucheuse.....	65
		<i>Id.</i> Moissonneuse.....	501

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS









100096N/1