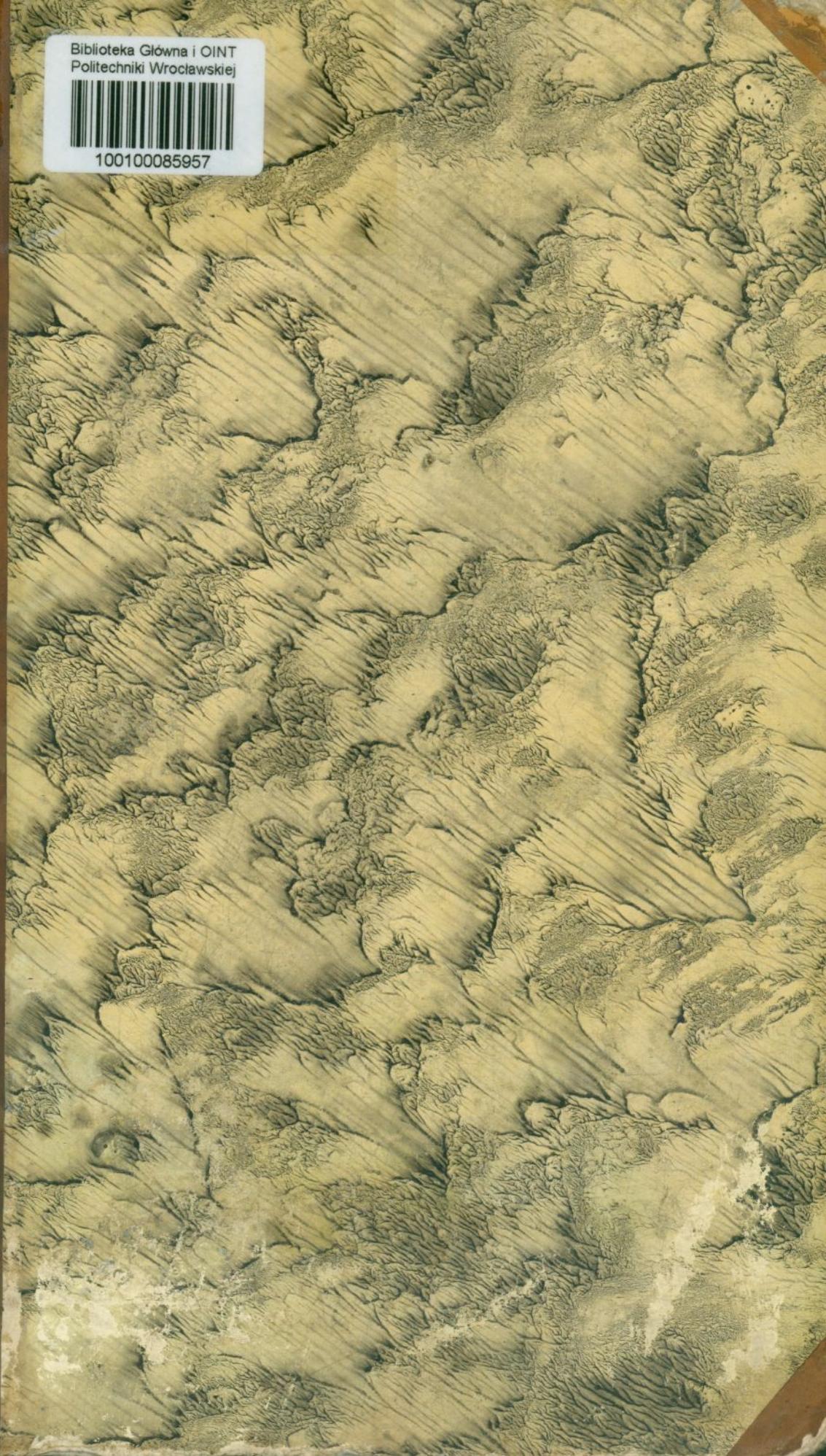


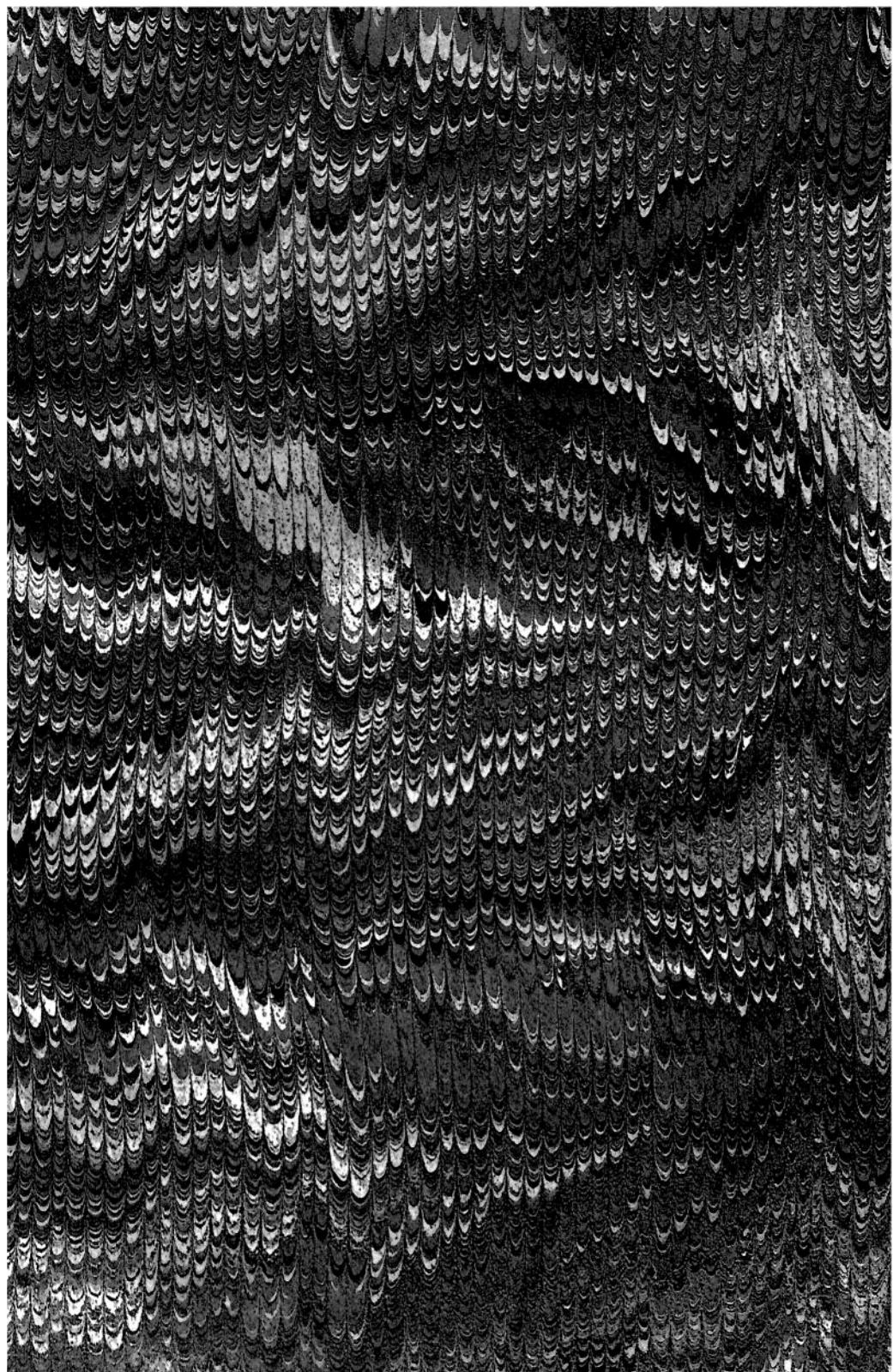
Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100085957







R 96
m

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

— — — ◎ — — —
PARIS.—IMPRIMERIE CLAYE ET TAILLEFER
RUE SAINT-BENOIT, 7.

— — — ◎ — — —

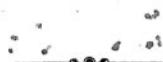
PUBLICATION INDUSTRIELLE
DES
MACHINES
OUTILS ET APPAREILS
LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS
EMPLOYÉS
DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE
PAR
M. ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT ET DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

TROISIÈME ÉDITION

Revue, corrigée et augmentée de nouvelles Notices industrielles

Qui peut mettre un terme à la perfectibilité humaine?



TEXTE



TOME PREMIER

1912. 499.

PARIS

CHEZ L'AUTEUR, 19 QUATER, RUE SAINT-SÉBASTIEN

L. MATHIAS, 15 QUAI MALAQUAIS

1848



22.3.1924



100072N/1

PRÉFACE

Cette publication a pour objet de faire connaître avec détails les machines les plus nouvelles et les plus utiles employées dans l'industrie agricole et manufacturière, les appareils et les procédés les plus usuels et les plus perfectionnés des différentes fabrications, comme aussi les instruments, les outils les plus importants, et qui deviennent chaque jour d'une nécessité indispensable dans les ateliers de construction.

En faisant une telle publication, nous nous proposons non-seulement de donner des documents précis sur chacune des machines, sur chacun des appareils que nous décrivons, mais encore de faire connaître avec soin les perfectionnements qui y ont été apportés, les inconvénients plus ou moins graves que les constructeurs ou les fabricants ont cherché à éviter. Nous donnons aussi, autant qu'il dépend de nous, le prix et le poids des machines, et souvent même celui des produits fabriqués.

Nous adressant à toutes les classes industrielles, en général, par conséquent à toutes les classes éminemment travaillantes, nous savons combien leur temps est précieux, nous savons combien peu d'instants elles peuvent consacrer à des recherches ou à des études théoriques; pour les industriels, c'est la partie positive à laquelle on doit particulièrement s'attacher, persuadé qu'il est plus facile de se faire comprendre par des chiffres que par des formules algébriques. Nous cherchons donc à joindre à nos dessins, à nos documents, des règles simples, des règles pratiques, et pourtant aussi rigoureuses, aussi précises que celles données par la science dont elles ne sont d'ailleurs que les applications.

L'accueil bienveillant que nous avons reçu, dès le début de cette publication, ajoute encore au désir que nous avons d'être utile à tous les industriels, et nous fait un devoir de poursuivre ce travail avec toute l'activité possible, pour mettre nos souscripteurs au courant des inventions et des améliorations nouvelles. Les deux premières éditions de ce volume sont entièrement épuisées; nous espérons que cette troisième édition sera aussi bien accueillie: elle a été revue avec beaucoup de soin, et augmentée de nouvelles notices industrielles.

Nous présentons ci-après un résumé des principales machines contenues dans les six premiers volumes, il pourra donner une idée de l'importance des matériaux qui y sont traités.

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES MATIÈRES

TRAITÉES DANS LES SIX PREMIERS VOLUMES

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE.

AGRICULTURE.																																																																																																																																															
Hache-paille et coupe-racines.....	II	6	Vol. Liv.																																																																																																																																												
Herse-charrue.....	III	3	Locomotive à détente variable.....	IV	1																																																																																																																																										
Batteur à blé.....	III	4	<i>Id.</i> à cyl. extér. et dét. variable..	V	1-2																																																																																																																																										
Charrue-omnibus, buttoir, semoirs, etc...	IV	3	Manomètres à air libre.....	V	3																																																																																																																																										
Trieur des grains.....	V	7	Marche des trains (tableau indicateur)...	V	6																																																																																																																																										
BATEAUX À VAPEUR.																																																																																																																																															
Machine du <i>Vautour</i>	II	3-4	Plaques tournantes.....	V	9																																																																																																																																										
Chaudière du <i>Tancrède</i>	II	4	Détente variable.....	V	9																																																																																																																																										
Machine à vapeur pour bateau.....	II	4	Gros tour à chariot pour roues de wagons.	V	9																																																																																																																																										
Pompes à eau pour bateaux.....	II	6	Nouvelle locomotive de Stephenson.....	VI	7																																																																																																																																										
Roues à hélices du <i>Napoléon</i>	III	8	Tender du Nord.....	VI	8																																																																																																																																										
Propulseurs (divers systèmes de)	III	9	CHEMINS DE FER ATMOSPHÉRIQUES.																																																																																																																																												
Manomètres à air libre.....	V	3	Tracés de divers systèmes.....	VI	2																																																																																																																																										
Roues à pales mobiles.....	V	9	<i>Id.</i>	VI	2																																																																																																																																										
Machine à mater.....	VI	1	<i>Id.</i>	VI	2																																																																																																																																										
BRIQUES.																																																																																																																																															
Machines à faire les briques.....	II	8	Voie, soupe et wagon (Saint-Germain) ..	VI	3																																																																																																																																										
Mélangeur à mortier.....	VI	1	Wagon-directeur <i>Id.</i>	VI	3																																																																																																																																										
BROYAGE.																																																																																																																																															
Broyeur à cylindre pour chocolat.....	IV	1	Treuils et pompes à air (Saint-Germain et																																																																																																																																												
Machine à broyer le cacao, etc.....	VI	1	Saint-Ouen)	VI	3																																																																																																																																										
Mélangeur à mortier.....	VI	1	Machines motrices (Saint-Germain)	VI	3																																																																																																																																										
Machine à broyer diverses substances....	VI	4	Chaudières à foyers cylindriques.....	VI	4																																																																																																																																										
CHAUDIÈRES À VAPEUR.																																																																																																																																															
Chaudières à vapeur avec appareil à gaz...	I	8	CLOUS ET ÉPINGLES.																																																																																																																																												
Grands fours à coke et chaudière à vapeur	I	10	Chaudières américaines.....	III	9	Machine à clous d'épingles.....	II	9	Expériences sur les chaudières.....	IV	1	<i>Id.</i> à fabriquer les boulons et rivets.	V	2	Indicateurs de niveau, Flotteurs, etc.....	IV	2	<i>Id.</i> à fabriquer les chevilles.....	VI	7	Grilles (divers systèmes de).....	IV	10	Machine à fabriquer les épingles.....	VI	9	Manomètres à air libre.....	V	3	Machine à bouter les épingles.....	VI	10	Flotteurs (divers systèmes de).....	V	10	COMMUNICATION DE MOUVEMENT.		Chaudières à tubes de Saint-Germain.....	VI	4	Divers appareils de sûreté.....	VI	9	Courroies.....	II	2	CHAUDRONNERIE.				Machine à percer et découper la tôle.....	I	7	Engrenages.....	V	6	<i>Id.</i> à rivet les tôles.....	I	9	Paliers graisseurs.....	VI	4	<i>Id.</i> à percer la tôle.....	II	3	Roue en cuir.....	VI	4	<i>Id.</i> à cinturer la tôle.....	III	7	COMPTEURS.		<i>Id.</i> à tirer les tuyaux de cuivre.....	V	10	CORDERIE.				Calorifères à air.....	III	9	Compteur à gaz.....	IV	8	Chauffage de la Nouvelle Force.....	V	4	<i>Id.</i> décimal sans engrenages.....	VI	5	CHAUSSAGE.				Locomotive <i>la Gironde</i>	III	2-3	COTON.		<i>Id.</i> tracé géométrique.....	III	3	CHEMINS DE FER.				Batteur-étaleur double.....	IV	7-8	Banc à tubes.....	IV	10	Nettoyeur épulchreur.....	V	1	Banc à broches à mouvement différentiel..	VI	8-9	DRAPS.				Machine à foulir.....	III	1	<i>Id.</i> <i>Id.</i>	V	4	Tonduse longitudinale.....	VI	8	FÉCULERIES.				Lavage et tamisage.....	IV	5	Râpe mécanique et élévateur.....	V	5
Chaudières américaines.....	III	9	Machine à clous d'épingles.....	II	9																																																																																																																																										
Expériences sur les chaudières.....	IV	1	<i>Id.</i> à fabriquer les boulons et rivets.	V	2																																																																																																																																										
Indicateurs de niveau, Flotteurs, etc.....	IV	2	<i>Id.</i> à fabriquer les chevilles.....	VI	7																																																																																																																																										
Grilles (divers systèmes de).....	IV	10	Machine à fabriquer les épingles.....	VI	9																																																																																																																																										
Manomètres à air libre.....	V	3	Machine à bouter les épingles.....	VI	10																																																																																																																																										
Flotteurs (divers systèmes de).....	V	10	COMMUNICATION DE MOUVEMENT.																																																																																																																																												
Chaudières à tubes de Saint-Germain.....	VI	4	Divers appareils de sûreté.....	VI	9	Courroies.....	II	2	CHAUDRONNERIE.				Machine à percer et découper la tôle.....	I	7	Engrenages.....	V	6	<i>Id.</i> à rivet les tôles.....	I	9	Paliers graisseurs.....	VI	4	<i>Id.</i> à percer la tôle.....	II	3	Roue en cuir.....	VI	4	<i>Id.</i> à cinturer la tôle.....	III	7	COMPTEURS.		<i>Id.</i> à tirer les tuyaux de cuivre.....	V	10	CORDERIE.				Calorifères à air.....	III	9	Compteur à gaz.....	IV	8	Chauffage de la Nouvelle Force.....	V	4	<i>Id.</i> décimal sans engrenages.....	VI	5	CHAUSSAGE.				Locomotive <i>la Gironde</i>	III	2-3	COTON.		<i>Id.</i> tracé géométrique.....	III	3	CHEMINS DE FER.				Batteur-étaleur double.....	IV	7-8	Banc à tubes.....	IV	10	Nettoyeur épulchreur.....	V	1	Banc à broches à mouvement différentiel..	VI	8-9	DRAPS.				Machine à foulir.....	III	1	<i>Id.</i> <i>Id.</i>	V	4	Tonduse longitudinale.....	VI	8	FÉCULERIES.				Lavage et tamisage.....	IV	5	Râpe mécanique et élévateur.....	V	5																																						
Divers appareils de sûreté.....	VI	9	Courroies.....	II	2																																																																																																																																										
CHAUDRONNERIE.																																																																																																																																															
Machine à percer et découper la tôle.....	I	7	Engrenages.....	V	6																																																																																																																																										
<i>Id.</i> à rivet les tôles.....	I	9	Paliers graisseurs.....	VI	4																																																																																																																																										
<i>Id.</i> à percer la tôle.....	II	3	Roue en cuir.....	VI	4																																																																																																																																										
<i>Id.</i> à cinturer la tôle.....	III	7	COMPTEURS.																																																																																																																																												
<i>Id.</i> à tirer les tuyaux de cuivre.....	V	10	CORDERIE.				Calorifères à air.....	III	9	Compteur à gaz.....	IV	8	Chauffage de la Nouvelle Force.....	V	4	<i>Id.</i> décimal sans engrenages.....	VI	5	CHAUSSAGE.				Locomotive <i>la Gironde</i>	III	2-3	COTON.		<i>Id.</i> tracé géométrique.....	III	3	CHEMINS DE FER.				Batteur-étaleur double.....	IV	7-8	Banc à tubes.....	IV	10	Nettoyeur épulchreur.....	V	1	Banc à broches à mouvement différentiel..	VI	8-9	DRAPS.				Machine à foulir.....	III	1	<i>Id.</i> <i>Id.</i>	V	4	Tonduse longitudinale.....	VI	8	FÉCULERIES.				Lavage et tamisage.....	IV	5	Râpe mécanique et élévateur.....	V	5																																																																										
CORDERIE.																																																																																																																																															
Calorifères à air.....	III	9	Compteur à gaz.....	IV	8																																																																																																																																										
Chauffage de la Nouvelle Force.....	V	4	<i>Id.</i> décimal sans engrenages.....	VI	5																																																																																																																																										
CHAUSSAGE.																																																																																																																																															
Locomotive <i>la Gironde</i>	III	2-3	COTON.																																																																																																																																												
<i>Id.</i> tracé géométrique.....	III	3	CHEMINS DE FER.				Batteur-étaleur double.....	IV	7-8	Banc à tubes.....	IV	10	Nettoyeur épulchreur.....	V	1	Banc à broches à mouvement différentiel..	VI	8-9	DRAPS.				Machine à foulir.....	III	1	<i>Id.</i> <i>Id.</i>	V	4	Tonduse longitudinale.....	VI	8	FÉCULERIES.				Lavage et tamisage.....	IV	5	Râpe mécanique et élévateur.....	V	5																																																																																																						
CHEMINS DE FER.																																																																																																																																															
Batteur-étaleur double.....	IV	7-8																																																																																																																																													
Banc à tubes.....	IV	10																																																																																																																																													
Nettoyeur épulchreur.....	V	1																																																																																																																																													
Banc à broches à mouvement différentiel..	VI	8-9																																																																																																																																													
DRAPS.																																																																																																																																															
Machine à foulir.....	III	1																																																																																																																																													
<i>Id.</i> <i>Id.</i>	V	4																																																																																																																																													
Tonduse longitudinale.....	VI	8																																																																																																																																													
FÉCULERIES.																																																																																																																																															
Lavage et tamisage.....	IV	5																																																																																																																																													
Râpe mécanique et élévateur.....	V	5																																																																																																																																													

FILTRAGE.		Vol. Liv.	MACHINES HYDRAULIQUES.		Vol. Liv.
Appareils de filtrage à eau.....	IV	6	Roues à tympan.....	VI	1
Filtres à noir pour raffineries.....	VI	7	Machine d'épuisement du Cornouailles...	VI	10
FONDERIES.					
Ventilateurs à ailes droites et courbes.....	II	7	MACHINES-OUTILS.		
Fourneaux à manche.....	III	9	Machine à faire les tenons des dents.....	I	1
Machine à broyer le charbon.....	VI	4	<i>Id.</i> à mortaiser.....	I	2
FORGES.					
Petit martinet à vapeur.....	II	8	<i>Id.</i> à raboter.....	I	3
Marteau vertical à vapeur.....	IV	8	Tour à engrenages et à pointes.....	I	5
Cisaille à mouvement continu.....	VI	2	Machine à raboter.....	I	6
Grosse cisaille à vapeur.....	VI	2	<i>Id.</i> à percer et alésier.....	I	8
Squeezer ou presse à cingler.....	VI	4	<i>Id.</i> à alésier verticalement.....	I	10
Divers marteaux verticaux.....	VI	8	Grande plate-forme pour tailler les engrenages.....	II	1
GAZ-LIGHT.					
Chaudière à vapeur avec appareil à gaz.....	I	8	Machine à raboter.....	II	5
Compteur à gaz.....	IV	8	Tour à vitesses variables.....	II	7
Indicateurs de pression.....	V	5	Machine à mortaiser, alésier et raboter...	II	7-8
Robinet à gaz.....	V	5	Machine à percer verticale.....	II	9
GRUES.					
Grande grue en fonte et en bois.....	I	6	<i>Id.</i> à tarauder les boulons.....	III	1
Grue dynamométrique.....	IV	4	<i>Id.</i> à canneler les cylindres.....	III	2
Machine à mater.....	VI	1	<i>Id.</i> à raboter.....	III	4
HAUTS-FOURNEAUX.					
Application de la chaleur perdue.....	II	2	<i>Id.</i> à tailler les engrenages.....	III	4-5
INDUSTRIES DIVERSES.					
Fours à coke.....	I	10	<i>Id.</i> à faire les mortaises.....	III	6
Fabrique de bougies stéariques.....	III	7-8	Tour parallèle.....	III	8
Cloche à plongeur.....	IV	2	Machine à raboter.....	IV	2
Eaux gazeuses.....	IV	2	<i>Id.</i> à percer et à river.....	IV	6
Réfrigérant pour brasseries.....	IV	6	Diviseur universel.....	IV	7
Planchers en fer et en briques.....	V	5	Gros tour en l'air.....	IV	7
Alcoomètre-Vidal.....	V	5	Machine à shéper ou fraiser.....	IV	6
Machine à couvrir les fils.....	V	8	Dimensions des dents d'engrenages.....	IV	6
Machine à polir.....	VI	4	Tour à chariot et machine à percer.....	IV	7
Machine à plomber les colis.....	VI	8	Gros tour à chariot pour roues de wagons.....	IV	9
Machine à refendre les cuirs.....	VI	9	Machine à raboter.....	IV	10
IMPRESSION.					
Machine à graver les cylindres d'impression.....	II	2	Petit tour universel.....	VI	5
Machine à relever les molettes.....	II	5	MINES.		
LAINE.					
Machine à peigner.....	III	6-7	Vis pneumatique.....	II	7
<i>Id.</i> à laver.....	IV	3	Machines accouplées sans volant.....	V	5
Bobinoir.....	IV	4-5	Roues à tympan.....	VI	1
Réunisseuse.....	IV	9	Machines d'épuisement du Cornouailles...	VI	9-10
Nettoyeur-éplucheur.....	V	1	MONNAIE.		
Chargeuse et peigneuses diverses.....	VI	5	Banc à tirer les lames d'argent.....	VI	7
Carde boudineuse.....	VI	10	Presse monnetaire.....	VI	7
LIN.					
Machine à peigner.....	I	2	MOTEURS A VAPEUR.		
Carde à étoupes.....	III	2	Machine à basse pression et double effet.....	I	4-5
Étaleur à lin long.....	III	6	<i>Id.</i> à rotule.....	I	8
Machine à teiller.....	III	8	<i>Id.</i> à détente variable.....	I	10
<i>Id.</i>	IV	4	<i>Id.</i> à haute pression.....	II	1
Peigneuse circulaire.....	VI	4	<i>Id.</i> à moyenne pression.....	III	5-6

MOTEURS HYDRAULIQUES. Vol. Liv.

Roue à coursier circulaire.....	I	1
Régulateur à air.....	I	9
Turbines hydrauliques.....	I	10
Id. Id.....	II	9
Roues à augelets en fonte et en fer.....	II	10
Id. Id. en fonte, en fer et en bois.	II	10
Turbines à vannes partielles.....	IV	5
Roue à augelets avec coyaux creux.....	IV	9
Roues à aubes.....	VI	1
Divers systèmes de turbines.....	IV	6

MOULINS.

Appareil à nettoyer les blés.....	I	3
Moulins à blé perfectionnés	I	7
Meules annulaires.....	III	1
Machine à rhabiller.....	III	1
Id. à comprimer les blés.....	III	10
Id. accouplées sans volant.....	V	5
Moulins à courroies.....	V	5
Accélérateur-Cabanes.....	V	5
Trieur des grains.....	V	7
Moulins à blé (ensemble).....	VI	6

PANIFICATION.

Pétrin mécanique.....	IV	6
-----------------------	----	---

PAPETERIES.

Machine à moirer et à gaufrer.....	II	6
Piles à papier.....	IV	3
Machine à couper le papier.....	IV	9-10
Id. à couper les chiffons	V	5

POMPES.

Pompes à eau pour bateaux.....	II	
Id. triple aspirante et foulante.....	III	10
Id. à incendie.....	IV	9
Id. de presse hydraulique.....	V	9
Id. à air de Saint-Germain et Saint-Ouen.	VI	3

PONTS.

Pont en fonte de la Brusche.....	II	10
Id. de Sundhofen.....	V	1

PRESSES.

Presse horizontale.....	II	2
Id. jumelle.....	III	10
Presse hydraulique, à foin.....	V	3
Id. typographique.....	V	3
Id. Id.....	V	4
Id. hydraulique continue.....	V	9
Id. à plomb.....	V	9

SCIERIES.

Scie mécanique à une seule lame.....	III	3
Grande scierie pour les bois en grume....	III	5
Scierie alternative.....	IV	7
Grande scierie à lame sans fin.....	V	3

SOIE.

Machine à faire les canettes.....	V	4
-----------------------------------	---	---

SUCRERIES. — RAFFINERIES.

Moulin à cinq cylindres.....	II	6
Id. à écraser le noir.....	III	4
Appareils d'évaporation à air libre.....	IV	1
Id. à double effet.....	IV	6
Pompes à air et condensateur.....	IV	7
Appareils à revivifier le noir.....	IV	8
Moulin horizontal.....	V	2
Appareil à cuire dans le vide.....	V	4
Monte-pains à vapeur.....	V	5
Râpe à pousoirs mécaniques.....	VI	5
Filtres à noir.....	VI	6

TANNERIES.

Machine à couper les écorces.....	III	3
Id. à comprimer les cuirs.....	III	7

TREUILS.

Machines accouplées sans volant.....	V	5
Treuils du chemin atmosphérique de Saint-Germain.....	VI	3

TISSAGE.

Métier à deux coups.....	I	9
Machine à faire les canettes.....	V	4
Lisage et piquage des cartons.....	V	9

Les matériaux sont disposés pour le 7^e volume.

La *Publication Industrielle* paraît par une, deux ou trois livraisons, et forme chaque année un atlas de 40 planches in-folio, sur papier vénin satiné, et un volume de texte de plus de 500 pages en caractères neufs et compacts, format grand in-8^e jésus.

Le prix de chaque volume est de 30 francs pour Paris, 35 fr. pour les départements, 40 fr. pour l'étranger.

ROUE HYDRAULIQUE DE COTÉ,

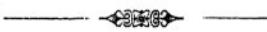
DE GRANDES DIMENSIONS,

A AUBES PLANES ET A COURSIER CIRCULAIRE. RECEVANT L'EAU EN DÉVERSOIR,

ÉTABLIE

Par MM. CARTIER et ARMENGAUD ainé (1),

A PARIS.



Il a été publié sur les roues hydrauliques plusieurs ouvrages très-recommandables et qui ne laissent rien à désirer sous le rapport théorique. Des savants, des ingénieurs distingués, se sont occupés de faire, dans ces derniers temps surtout, des études sérieuses sur ces moteurs.

Tout le monde connaît aujourd'hui les travaux des de Parcieux, Smeaton, d'Aubuisson, Bossut, etc., les expériences aussi délicates que précises de MM. Poncelet et Lesbros, et celles plus récentes de M. Morin, ingénieur et professeur au Conservatoire royal des arts et métiers.

Certes, après des expérimentateurs aussi distingués, nous ne pouvons avoir la prétention de présenter, sur les roues hydrauliques, des règles plus certaines, plus positives que celles qu'ils ont données. Mais qu'il nous soit permis, du moins, de publier sur la construction et l'établissement de ces roues des documents qui, nous osons l'espérer, pourront être de quelque intérêt pour les praticiens.

La roue de côté, par laquelle nous commençons cette publication, n'a pas l'avantage, sans doute, d'être une machine nouvelle : nous ne la donnons pas comme telle, mais nous croyons du moins qu'elle pourra avoir celui d'intéresser par sa bonne construction, par les améliorations utiles qui ont été apportées dans la disposition de ce genre de roue, et par les règles pratiques qui accompagneront nos descriptions et qui pourront être aisément comprises de tous les industriels.

Cette roue a été établie à Corbeil, dans les anciens moulins dits *de la*

(1) Voir 1^{re} livr. tome VI de ce Recueil, les roues de côté à palettes droites prolongées, établies également par MM. Cartier et Armengaud ainé.

Réserve (1) qui consistaient, il y a encore peu d'années, en six roues à palettes marchant par l'impulsion de l'eau, et faisant chacune mouvoir une paire de meules de deux mètres de diamètre, suivant le système de mouture qui était généralement adopté en France. Alimentée par un bras de l'*Essonne*, qui, de ce point, se jette dans la *Seine*, cette roue a fait marcher douze paires de meules, avec les appareils accessoires de nettoyage et de blutage, suivant le mode de mouture américain. Comme la *Seine* est susceptible de variations de niveau extrêmement considérables, la hauteur de la chute n'est pas constante; elle est même telle que de 3^m à 3^m 25 elle peut quelquefois se réduire à zéro.

Aussi, avant d'arrêter le diamètre et la position du centre de la roue, il fallut évidemment prendre une hauteur moyenne et convenable pour marcher pendant la plus grande partie de l'année, et en utilisant le mieux possible le volume d'eau.

Il fut reconnu qu'on pouvait adopter une hauteur de chute de 2^m 475, à partir de l'arête supérieure ou de la *crête du déversoir* (2), au niveau inférieur moyen, et en admettant que, dans le cas des crues d'eau, la roue pourrait encore marcher lors même qu'elle plongerait de 30 à 35 centimètres sans qu'il y ait une différence sensible sur le rapport de l'effet utile du moteur à la force dépensée.

La roue fut donc construite sur les données suivantes :

1^o Une hauteur de chute de 2^m 475;

2^o Une dépense moyenne de 1^{me} 20 ou 1200 litres par seconde.

Cette dépense d'eau fut facile à déterminer à l'aide de deux *vannes motrices* (3), établies en amont des moulins, et dont les dimensions avaient été antérieurement réglées par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées, comme la hauteur du niveau supérieur ou de la crête du déversoir.

(1) En 1842, M. Darblay, devenu propriétaire de cette usine, crut devoir y faire établir deux turbines en remplacement de la roue qu'il vendit à un filateur des environs. Les frais énormes que lui causèrent les constructions pour l'établissement de ces turbines lui firent dire à nous-même, qu'il regrettait d'avoir entrepris de tels travaux, et d'avoir fait ce changement.

(2) Un déversoir est un barrage en pierres de taille ou en moellons, établi sur une rivière pour limiter la hauteur du niveau de l'eau. Il sert à laisser écouler spontanément l'excédant d'eau qui surviendrait dans le bief de l'usine et éviter par là que la *hauteur du repère* ne soit trop sensiblement dépassée. Un déversoir doit avoir une largeur déterminée par l'administration des ponts et chaussées, qui la règle selon le régime des eaux et aussi suivant les localités; il doit, en outre, être accompagné de *vannes de décharge arasées* à 0^m 08 ou 0^m 10, au-dessus du repère, et placées comme lui en amont de l'usine.

(3) Ces vannes motrices ne sont autres que des vannes verticales, s'ouvrant de bas en haut, pour permettre l'écoulement de l'eau par le fond ou par la partie inférieure. La dépense s'effectue alors par *pression ou avec charge sur l'orifice*. On verra plus loin comment se calcule cette dépense.

Les constructeurs ont dû nécessairement calculer la dépense effectuée par ces vannes, à diverses époques de l'année, afin d'en conclure une dépense moyenne telle que celle adoptée ci-dessus.

Avant de donner les règles pratiques que nous nous proposons de faire connaître et qui sont relatives soit aux dépenses d'eau, soit aux dimensions principales de la roue, nous croyons devoir commencer par décrire la disposition générale du coursier, du vannage et de son mouvement, et ensuite faire voir la construction entière de la roue, de son arbre, comme les assemblages des diverses parties qui la composent.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU COURSIER ET DE SON VANNAGE.

COURSIER CIRCULAIRE. — La roue est emboîtée entre deux murs parallèles et dans un coursier circulaire en bonne maçonnerie. Le premier mur A, nommé *éperon*, ou mur d'appui (pl. 2), ne s'élève que jusqu'au-dessous du centre de l'arbre de la roue, est construit en pierres de taille solidement assises sur un massif en moellons avec mortier de chaux hydraulique et ciment, et liées entre elles par des tirants en fer; sa paroi intérieure, du côté de la roue, est dressée et exactement verticale pour coïncider, à 2 ou 3 millimètres près, avec le plan formant la section des aubes. Le second mur B, nommé mur *de tampanne*, n'est autre que celui du bâtiment des moulins, lequel est revêtu en pierres de taille, qui, pénétrant dans l'épaisseur du mur, alors pris en sous-œuvre, saillissent de 0^m 16, afin de présenter leur surface extérieure exactement parallèle à celle de l'éperon; ce revêtement n'existe que vers les aubes de la roue, depuis l'admission l'eau, ou arête supérieure du déversoir, jusqu'au fond ou seuil inférieur du coursier circulaire C.

Ce coursier est construit en pierres de taille assemblées et bien assises sur un fort massif en moellons (1). Toute cette maçonnerie est faite en mortier de chaux hydraulique, et jointoyée en ciment romain; elle est de plus garantie en amont par un fort lit de terre glaise, ou d'argile, qu'on a bien étendu d'eau (2) (*Planche 1^{re}*). La surface apparente du coursier doit

(1) Cette construction est évidemment la plus solide, mais elle est aussi la plus coûteuse, elle exige des pierres de fortes dimensions; souvent on établit des coursiers en moellons ou en briques, qui, bien exécutés, présentent toute la solidité désirable et sont beaucoup plus économiques; on en construit quelquefois en bois, au moyen de madriers cintrés placés de distance en distance et sur lesquels on fixe les planches qui forment la surface extérieure du coursier.

(2) On sait que des couches d'argile ou de sable fin ont la propriété d'empêcher les infiltrations en détournant le cours des sources qui viendraient traverser des terrains ou des constructions qu'elles ne tardent pas à dégrader. Ces couches ou courrois doivent être dans des directions à peu près perpendiculaires à celles des filets d'eau dont on veut interrompre le cours; on leur donne 40 à 50 centimètres d'épaisseur.

être exactement cylindrique et concentrique à la circonference extérieure de la roue ; aussi , avant de mettre celle-ci en place , il faut préalablement dresser cette surface , ce qui peut se faire soit à l'aide d'un *faux arbre* , soit à l'aide de l'arbre même qui doit porter la roue (1).

A cet effet on pose d'abord sur les deux fortes pierres d'assise D , dont l'une est à l'intérieur du bâtiment (*voy. pl. 2*) , et l'autre sur le mur d'appui , deux longues plaques en fonte E que l'on y encastre en grande partie , et que l'on fixe ensuite par des boulons à clavette qui traversent toute l'épaisseur de la pierre. Sur ces plaques sont ajustés les paliers en fonte F , qui intérieurement sont garnis de bois de gayac.

L'arbre , muni de ses tourillons , et tout fretté , est placé dans ses coussinets à la hauteur exacte qu'il doit avoir ; on y monte les croisillons ou tourteaux en fonte G , à huit branches , destinés à recevoir les bras de la roue , et sur lesquels on adapte , mais d'une manière provisoire seulement , des montants en bois que l'on relie par une large règle ou une longue planche dont le rebord est bien dressé et parallèle à l'axe de la roue ; ce rebord doit d'ailleurs se trouver à une distance du centre , déterminée par le rayon même donné à la roue. Il est aisé de comprendre qu'en faisant tourner l'arbre sur ses coussinets , l'arête extérieure de la planche engendre une surface cylindrique qui est justement celle que doit avoir le coursier ; on peut donc aisément achever la taille des pierres qui le forment jusqu'à atteindre cette surface.

Le fond , ou la partie inférieure du coursier , se prolonge suivant un plan légèrement incliné jusqu'au delà de la roue , en aval ; cette légère inclinaison , qui , du reste n'est pas d'un décimètre par mètre , et qui ne se prolonge que de 3 à 4 mètres , est convenable pour faciliter l'écoulement de l'eau.

COL DE CYGNE. — La partie supérieure du coursier est formée par une forte pièce de bois H , qui doit avoir pour longueur toute la largeur donnée à la roue , plus celle nécessaire pour son encastrement dans les bajoyers ou les deux murs latéraux. La paroi apparente de cette pièce est cintrée suivant le contour cylindrique du coursier. Comme l'eau doit être dépensée par un orifice en déversoir , et réglée par une vanne plongeante , on a été dans l'obligation de prolonger ce coursier par une plaque de fonte I , appelée *col de cygne* , et contre le bord de laquelle la vanne doit glisser. Il est essentiel de construire ce col de cygne en fonte , plutôt que de le faire en bois , parce que , dans ce dernier cas , comme on serait obligé de lui donner plus d'épaisseur pour résister à la pression de l'eau qui afflue contre lui dans toute son étendue , il aurait l'inconvénient d'éloigner la vanne de la circonference de la roue.

(1) Il est bien préférable de se servir de l'arbre même , au lieu d'un faux arbre , pour ne pas être amené à des erreurs qui pourraient être plus ou moins graves.

Dans les cas ordinaires, le col de cygne est d'une seule pièce, mais à cause de la grande largeur qu'il a fallu donner à la roue et au coursier, il était indispensable de l'établir séparément en deux pièces; et pour cela on a placé au milieu de la largeur un poteau en fonte J, à fortes nervures (*voyez* le plan, fig. 2, et les détails, fig. 3 à 5), scellé, par sa partie inférieure, dans la maçonnerie qui forme le fond du canal d'arrivée de l'eau; il se lie plus haut par deux boulons à la pièce de bois H, et sa partie supérieure est aussi boulonnée au chapeau de vanne L. Les deux parties du col de cygne sont appuyées et vissées, d'un côté, contre la face droite du poteau, et, de l'autre, incrustées de 0^m 06 seulement, dans les murs latéraux du coursier et en même temps dans les poteaux de vanne M. Ces deux parties sont, de plus, assemblées sur le seuil en bois H avec lequel elles sont boulonnées, et de distance en distance elles sont renforcées par des côtes, ou nervures, qui les empêchent de fléchir sous l'énorme pression qu'elles éprouvent en amont.

Ce col de cygne est placé à une hauteur telle que son rebord supérieur se trouve à 0^m 30 au-dessous de la *crête du déversoir*. Cette distance mesure la plus grande hauteur qu'on puisse donner à l'orifice. Comme il arrive parfois que le niveau supérieur baisse de plusieurs centimètres, il est utile de placer ainsi le col de cygne plus bas, afin de pouvoir également effectuer la dépense d'eau.

Les deux poteaux M sont en chêne, logés et scellés dans l'épaisseur des murs; leurs sommets sont réunis par le chapeau L qui, comme eux, est en bois de chêne, de 0^m 216 et 0^m 270 d'équarrissage.

VANNAGE. — Les deux parties qui composent toute la largeur de la *vanne plongeante* N, sont aussi en chêne, et ajustées dans les rainures faites le long des poteaux en bois, ou ménagées dans le poteau en fonte. Pour faciliter son glissement, et pour en même temps la garantir d'une usure trop rapide, en diminuant le frottement, on a eu le soin de fixer avec des vis à bois, sur les bords extrêmes, des plates-bandes en fer méplat de 0^m 060 de large sur 0^m 007 d'épaisseur. Suivant M. Morin, le coefficient de frottement est de 0, 65 pour le fer ou la fonte en contact avec le chêne, lorsque les surfaces sont mouillées d'eau et qu'elles ont été quelque temps en contact; il se réduit à 0, 26 quand ces surfaces sont en mouvement les unes sur les autres.

Cette vanne présente une surface latérale, exactement plane du côté qui s'appuie et qui glisse contre la facette existante à l'arrière du rebord du col de cygne (fig. 5, pl. 3), et cette facette elle-même est bien dressée dans toute sa longueur, afin que le contact ait lieu dans toute son étendue, et pour éviter ainsi que l'eau ne puisse s'infiltrer par ce point. Mais la paroi opposée de la vanne n'est pas parallèle à la première: pour lui donner plus

de résistance et éviter qu'elle ne cède à la pression, chaque partie de cette vanne porte à son extrémité, vers les poteaux en bois, 0^m 081 d'épaisseur, et au milieu, vers le poteau en fonte, elle en a 0^m 110. Lorsque la hauteur de la vanne dépasse la largeur ordinaire d'une planche de chêne, ce qui a le plus généralement lieu, il faut évidemment réunir plusieurs planches ou madriers de même épaisseur que l'on assemble à languette comme on le voit sur le dessin, et qu'on relie quelquefois par des traverses en bois ou *parmes*.

Il faut que la vanne ait assez de hauteur pour que, dans sa position la plus élevée, lorsque l'usine est arrêtée, son arête supérieure se trouve à 0^m 11 ou 0^m 12 au-dessus du couronnement ou de la crête du déversoir, et que son arête inférieure soit encore à la même distance au-dessous du rebord supérieur du col de cygne, afin de ne pas craindre, d'une part, que l'eau puisse passer au-dessus de la vanne, et, d'un autre côté, qu'elle s'infiltre entre cette dernière et le col de cygne. Ainsi, comme la hauteur de l'orifice a été limitée à 0^m 30, on voit que celle de la vanne ne pouvait pas être moins de 0^m 52 ; on lui a donné 0^m 55.

Dans les roues de côté, qui dépensent l'eau par des orifices en déversoir, dont l'arête supérieure est toujours à une certaine distance au-dessous de la ligne horizontale passant par le centre, la direction de la vanne ne peut être verticale, elle doit être inclinée d'une quantité telle, que, lorsqu'elle se trouve baissée au-dessous du niveau, à une distance déterminée par l'épaisseur de la lame d'eau, son sommet, formant le seuil ou bord inférieur de l'orifice d'écoulement, soit le plus près possible de la circonférence extérieure des aubes ; mais il faut aussi qu'elle ne soit pas susceptible de rencontrer ces aubes lorsqu'on la relève pour fermer l'orifice. Il suffit, à cet effet, de tracer le rayon passant un peu au-dessus du *filet moyen*, lequel est à très-peu près aux 3/5 de la hauteur de l'orifice, et la perpendiculaire à ce rayon tirée tangentielle à la circonférence extérieure de la roue, donne la direction de la vanne.

MOUVEMENT DE LA VANNE PLONGEANTE. — Quoique cette vanne soit en deux parties séparées par le poteau en fonte, il n'en faut pas moins faire monter ou descendre ces deux parties comme si elles n'en formaient qu'une seule ; mais alors, au lieu d'y adapter deux crémaillères seulement, comme cela arrive dans la plupart des circonstances, il était nécessaire d'en mettre quatre, mues par autant de pignons de même diamètre, ajustés sur un arbre horizontal commun.

Ces crémaillères, représentées sur les fig. 1, 2, 3 et 4, sont en fonte, dentées sur une longueur suffisante pour donner à la vanne la course nécessaire ; elles sont chacune terminées, à leur partie inférieure, par une oreille ou chape, qui sert à les assembler, à charnière, à une équerre

coudée en fer *a*, que l'on fixe, sur le sommet ou le seuil de la vanne, par deux boulons à clavette. Les pignons *b* (fig. 3 et 5) sont aussi en fonte et à joues, afin que, tout en conduisant les crémaillères, ils maintiennent celles-ci dans la direction rectiligne qu'elles doivent parcourir. Mais, comme dans leur mouvement la pression des dents tendrait nécessairement à faire déverser ces crémaillères en arrière, on les soutient aussi par des galets en fonte *c*, tournés et ajustés libres sur des axes ou goujons en fer, fixés chacun à un support coudé en fonte *d*. Quatre supports semblables, convenablement placés et boulonnés sur la traverse qui forme le chapeau de vanne, portent l'arbre de couche *e* des pignons. Cet arbre est en fer, et en deux parties réunies par une paire de manchons *f* (fig. 3, pl. 3), lesquels ont été préalablement assemblés et alésés, pour s'ajuster à la fois sur ces deux parties, et s'y maintenir au moyen de vis de pression.

L'arbre *e* se prolonge au delà du chapeau de vanne, du côté où il traverse le mur de tamponne, pour porter, à l'intérieur du bâtiment, une roue en fonte dentée *g* commandée par une vis sans fin *h* (fig. 1). Cette vis est ajustée à la partie inférieure d'un arbre vertical *i*, qu'on a prolongé jusqu'au-dessus du plancher du premier étage, où il porte un volant à manivelle, afin que de cet étage, on puisse aisément, et sans être obligé de descendre au rez-de-chaussée (1), régler la hauteur de la vanne, et par suite la dépense d'eau sur la roue, comme encore pour arrêter toute l'usine au besoin.

Une tringle en fer mince *j* est aussi adaptée, à charnière, au sommet de la crémaillère la plus proche du mur de tamponne, et s'élève verticalement jusqu'au-dessus du premier plancher, où elle est coudée pour traverser le mur et porter un index, espèce d'aiguille qui indique, sur une règle graduée, la marche de la vanne ; on peut aisément connaître à chaque instant, par ce moyen, l'épaisseur de la lame d'eau qui passe au-dessus de cette dernière.

Pour graduer cette règle, on a placé le seuil, ou arête supérieure de la vanne, exactement dans le plan horizontal passant par la crête du déversoir, et à ce point correspond le chiffre 0, au-dessous duquel on a fait un certain nombre de divisions en centimètres et en demi-centimètres. Par conséquent, si le niveau de l'eau se trouve à fleur de la crête du déversoir, et qu'on fasse descendre la vanne d'une certaine quantité, cet abaissement est exactement indiqué par l'aiguille ; et si le niveau se trouve au-dessous

(1) Cette idée de manœuvrer la vanne plongeante du premier étage, est d'autant plus heureuse, que maintenant, dans un moulin bien établi, toutes les opérations de rhabillage, de régler la mouture, de soulager les meules, etc., se font à cet étage. Le garde-moulin n'est pas obligé, comme dans un grand nombre d'établissements, de quitter les meules et descendre au rez-de-chaussée pour voir ou *tâter* la boulange. Nous donnons plus loin les dessins d'un moulin de ce genre ; il sera facile d'en comprendre tous les avantages.

de la crête, la différence de hauteur marquée par l'aiguille sur la règle graduée, avec celle mesurée près du déversoir, donne évidemment la hauteur réelle de l'orifice depuis le seuil jusqu'au niveau supérieur.

La vis sans fin, montée sur l'arbre vertical *i*, est à un seul filet dont le pas est de 0^m025; il en résulte que, pour chaque tour de cette vis, la roue avec laquelle elle engrène ne marche que d'une dent; et, comme elle en porte 40, on voit qu'on devra faire 40 tours de manivelle pour lui communiquer une révolution entière. Or, comme elle est montée sur l'axe des pignons *b*, dont le diamètre primitif est de 0,080, il en résulte que, lorsqu'ils font un tour, les crémaillères marchent de

$$0^m 080 \times \pi, \text{ ou } 0^m 080 \times 3.1416 = 0^m 251,$$

et que, pour chaque tour de manivelle, elles ne marchent que de

$$\frac{0^m 251}{40} = 0^m 00627.$$

Cette disposition d'engrenage à vis sans fin, adoptée pour le mouvement de la vanne, est d'autant plus convenable que, d'une part, elle permet de varier la position de cette vanne d'une très-petite quantité à la fois, et cependant sensible à la main de l'homme, et que, d'un autre côté, elle permet de déployer très-peu d'effort pour la lever. En effet si nous cherchons à nous rendre compte quel doit être cet effort, nous remarquons que :

1^o le poids de cette vanne (bois seulement) est de . . . 353 kil.

2^e le poids des plates-bandes en fer qui garnissent ses bords extrêmes, plus celui des 4 crémaillères et des 4 équerres en fer qui les attachent à la yanne = 67 kil.

Le poids total est donc de 420 kil.

Or, l'effort nécessaire pour mouvoir une telle vanne, en montant, peut être exprimé par la formule suivante :

$$1/2 \, h \times S \times 1000^k \times f + P,$$

dans laquelle :

S, exprime la surface de la yanne pressée par l'can, en mètres carrés.

1/2 h, la hauteur verticale mesurée en mètres, depuis le niveau supérieur jusqu'au centre de cette vanne :

f, le coefficient de frottement qui, suivant M. Morin, est de 0,65 au com-

mencement du mouvement, et de 0,26 pendant le mouvement; la moyenne serait par conséquent

$$\frac{0,65 + 0,26}{2} = 0,455;$$

P, est le poids de la vanne et des accessoires qui s'y attachent.

Or quand elle est baissée à 0^m24 au-dessous du niveau du réservoir, la distance de ce niveau au centre de la vanne est de

$$0^m 24 + \frac{0^m 55}{2} = 0^m 515$$

(0^m55 étant la hauteur réelle de la vanne), et, comme la surface de cette vanne

$$= 0^m 55 \times 6^m 32 = 3^{mq} 476,$$

on a donc

$$0^m 515 \times 3^{mq} 476 \times 1000 \times 0,455 + 420 = 1234^k 45$$

qui, ajoutés au frottement des tourillons des arbres sur leurs coussinets, et des engrenages, produisent une charge d'environ 1260 kilog.

Cette quantité, multipliée par la course 0^m00627, que nous supposons devoir être parcourue en une seconde, donne 7,9 kilogrammètres pour le travail à faire; or, on sait qu'un homme peut aisément déployer une puissance tangentielle de 8^{km} par seconde, lorsqu'il est appliqué à une manivelle en travaillant pendant plusieurs heures; sa force peut être bien plus considérable lorsqu'il ne doit agir que pendant quelques instants.

Pour descendre la vanne, la charge n'est plus que de

$$0,515 \times 3^{mq} 476 \times 1000 \times 0,455 - 420 = 814^k 45,$$

et l'effort à faire :

$$= 814,45 \times 0,00627 = 5,11^{km},$$

en admettant que cette vanne se trouve dans une position inférieure que nous lui avons supposée tout à l'heure.

La charge est évidemment encore moindre lorsque la vanne est dans une position plus élevée.

ARBRE DE LA ROUE HYDRAULIQUE,
AJUSTEMENT DE SES TOURILLONS.

L'arbre P de la roue est en bois, comme on peut en juger par les dessins; sa longueur entière est de 8^m 60, sa section est octogonale dans presque toute la longueur, excepté à l'ajustement de la roue droite en fonte dentée Y, qui doit servir à transmettre le mouvement aux moulins; en cette partie la section de l'arbre est un carré dont le côté n'a pas moins de 0^m 75, ce qui correspond à une surface de plus de 0^{m²} 56. On conçoit aisément qu'il fallait donner à un tel arbre cette forte dimension, non-seulement à cause de sa longueur, mais encore à cause de la charge de toute la roue qui, comme on pourra le voir, peut s'élever à plus de 18,000 kilog., quand elle est en mouvement.

Des arbres de telles dimensions ne se rencontrent pas aisément, quand on tient à les faire d'une seule pièce; on a souvent beaucoup de difficultés à en trouver qui soient bien sains, et de plus sans défaut sur toute leur étendue. Celui-ci, sorti de la forêt de Rambouillet, provient d'un gros chêne, abattu depuis plusieurs années. Il avait alors 11^m 00 de longueur, 0^m 80 d'équarrissage à l'une des extrémités, et 0^m 73 à l'autre bout; ainsi son volume était donc de 6^{m³} 435, ce qui correspond à un poids d'environ 6,500 kilogrammes, poids considérable et qui a occasionné les plus grandes peines pour le sortir de la forêt.

Ce fut près de l'établissement même que l'on s'occupa de le forer, à ses deux extrémités, pour y ajuster les tourillons en fer l, par lesquels il est supporté; on dut prendre les plus grandes précautions pour cette opération, et à cet effet, après l'avoir percé à l'aide de *mèches* et de *tarières*, on se servit d'un *porte-lames*, composé d'une tige de fer ronde qui, à l'une de ses extrémités, était armée d'une lame d'acier et supportée en deux parties de sa longueur, par des coussinets placés parallèlement, de manière qu'en poussant ce porte-lames, à l'aide d'une vis de rappel, à mesure qu'on le faisait tourner, on était certain de le faire constamment marcher dans la direction de l'axe même de l'arbre, direction que l'on peut connaître par avance en traçant à l'extérieur des lignes convenables. On tournait le porte-lames à l'aide d'un tourne-à-gauche, et à chaque révolution il avançait de près de 0^m 003; le diamètre de la dernière lame, qui a terminé l'alésage, était justement égal au petit diamètre de la tige des tourillons.

Nous avons dit que ces derniers sont en fer bien corroyé; on les a ajustés préalablement avec une grande précision dans les manchons en fonte à quatre ailes Q (*Voy.* le détail pl. 3, fig. 6 et 7); ils y sont, de plus, maintenus par une forte clavette méplate.

Il arrive souvent que les tourillons sont fondus avec le manchon, ce qui est plus simple ; mais on le fait plutôt pour des roues de dimensions moins considérables ; il est évident que dans le cas actuel il eût fallu donner à ces tourillons un diamètre sensiblement plus fort, s'ils avaient été en fonte (1), ce qui eût augmenté les frottements, et par conséquent les pertes de force.

Les tourillons, ainsi ajustés dans leur manchon, sont ensuite tournés non-seulement sur la surface cylindrique, qui forme les tourillons proprement dits, mais encore sur toute la longueur de leur tige que l'on a eu le soin de faire conique, afin qu'en la chassant dans l'arbre, elle comprime les pores du bois et se trouve par cela même plus serrée. Pour permettre l'entrée des ailes du manchon dans le bout de l'arbre, on a fendu celui-ci en quatre parties jusqu'à 0^m 35, longueur des ailes, en donnant aux entailles la section même de ces dernières ; puis, laissant de chaque côté une épaisseur de bois de 0^m 032 à 0^m 035, on a formé d'autres entailles parallèles aux précédentes. Cela fait, on a enfoncé les tourillons aux deux extrémités de l'arbre, et de manière que les ailes des manchons correspondent aux premières entailles. Étant ainsi en place, ces tourillons ne seraient pas assez solidement maintenus, quelle que soit la grande précision apportée dans cet ajustement : il faut avoir encore le soin de *fretter les fusées* ou les deux bouts de l'arbre.

Cette opération du *frettage* exige aussi beaucoup d'attention et de célérité ; les frettées *m*, employées à cet usage, sont tirées de barres de fer méplates de 0^m 03 d'épaisseur sur 0^m 06 de large ; on les contourne en cercle à chaud et on les soude à la forge ; mais comme les deux bouts de l'arbre ont été préalablement découpés en cône, il faut donner à ces cercles le diamètre et la conicité convenables pour qu'ils opèrent toute la pression désirale, et qu'ils puissent cependant être chassés très-fortement sans détériorer le bois.

A cet effet, le forgeron qui est chargé de ce travail doit présenter chaque cercle sur un gabarit, espèce de *borne en fonte*, ayant une surface extérieure conique semblable à celles des fusées de l'arbre ; comme on donne à chaque fusée une longueur de 0^m 35 à 0^m 36, égale à celle des ailes du manchon, on place généralement trois frettées ; l'ouvrier s'arrange pour que la première, la plus grande, ne puisse entrer à froid que jusqu'au milieu de la fusée, et alors, pour la faire entrer à la place qu'elle doit occuper, il la fait chauffer bien également, au rouge noir seulement, puis deux hommes viennent la présenter sur la fusée et l'y chassent à coups de mar-

(1) Voir la table relative aux diamètres des tourillons de roues hydrauliques, 10^e livraison du 11^e vol. de ce Recueil.]

teau très-vifs et répétés, afin que la frette n'ait pas le temps de se refroidir; on a en même temps la précaution de verser de l'eau sur le bois, pour qu'il ne brûle pas. La seconde frette, préparée de la même manière que la première, et dont le diamètre intérieur ne doit être que celui de l'extrémité de la fusée, est chauffée et ajustée à la place qu'elle doit occuper, comme la précédente.

Quand ces trois frettées ont été ainsi fortement chassées à leur place respective, on enfonce dans chacune des entailles qui ont été préalablement pratiquées aux deux extrémités de l'arbre, des coins en bois *n*, dont l'épaisseur, à une extrémité, est plus forte que la largeur des entailles. Ces coins tendent à comprimer, contre les ailes en fonte, les languettes qui ont été conservées de chaque côté de ces ailes, et par conséquent, en augmentant l'adhérence, elles resserrent en même temps les pores du bois. Dans les parties qui n'ont pas encore été touchées, on enfonce de même des calles en bois, entre les frettées et les bords extérieurs des ailes, et aussi, lorsque, après un certain temps, on s'est aperçu que les frettées ne sont pas suffisamment imprimées dans le bois, et que par conséquent on croit remarquer qu'elles ne serreraient pas assez, on cherche à intercaler, entre elles et l'arbre, des coins plus ou moins minces de distance en distance; mais cette opération est généralement superflue quand on a apporté dans l'ajustement les précautions nécessaires que nous venons d'expliquer.

Enfin, pour compléter cet ajustement, on doit encore introduire dans le bout des fusées quelques calles en bois, et quelques autres en fer, que l'on chasse avec force dans de petites entailles formées à l'aide d'un instrument pointu et à double tranchant, ayant la forme d'une *langue de carpe* dont il conserve le nom.

L'arbre, ainsi muni de ses tourillons, a été mis en place, porté sur les paliers en fonte *F* qui, intérieurement, sont garnis de coussinets en bois de gayac. Ces coussinets, moins coûteux que ceux en bronze et dont l'emploi est au moins aussi durable, sont bien préférables aux coussinets de fonte qu'ils remplacent. Ces derniers, employés avec avantage dans de certaines circonstances, comme par exemple dans le cas où ils reçoivent des arbres peu chargés et tournant avec une grande vitesse, ne peuvent être généralement appliqués aux tourillons de roues hydrauliques; non-seulement ils s'usent très-rapidement, mais encore il arrive fort souvent que l'usure n'est pas régulière et que les tourillons s'ovalisent.

Chaque palier est recouvert d'un chapeau demi-circulaire, en fonte, qui ne touche pas le tourillon; il ne sert qu'à conserver la graisse ou l'huile dont on doit toujours avoir le soin de garnir les coussinets.

Pour le diamètre à donner à ces tourillons, qui portent une grande charge, et en général aux tourillons de roues hydrauliques de divers sys-

tèmes, nous croyons devoir renvoyer aux règles pratiques et aux tables exposées dans la 10^e livraison, tome II, de ce recueil.

DÉTAILS DE LA ROUE HYDRAULIQUE.

TOURTEAUX ET BRAS DE LA ROUE. — Les cinq tourteaux *G*, ou croisillons de fonte à huit branches, sont montés sur l'arbre à égale distance (1); leur ouverture intérieure est plus grande que la section de l'arbre, afin de permettre d'introduire des coins en bois que l'on y chasse avec force et dans des directions différentes. On doit, tout en cherchant à bien assujéti ces tourteaux, s'attacher à les centrer aussi exactement que possible, par rapport à leur contour extérieur; puis, pour que les coins ne tendent pas à glisser, on cloue sur tout le contour de l'arbre, de chaque côté des tourteaux, des parties en bois qui ont aussi l'avantage de cacher le joint.

Chacune des huit branches qui garnissent les croisillons forme une espèce de boîte rectangulaire, composée de trois côtés n'ayant pas plus de 0^m 013 à 0^m 014 d'épaisseur.

Les bras *R* de la roue sont en bois de chêne, emboités, par une extrémité, dans ces branches, et fixés chacun par deux boulons à écrous; la nervure peu saillante *o*, qui termine chaque branche, est encastrée dans l'épaisseur de ces bras, pour retenir ceux-ci et diminuer l'effet de l'effort de traction sur les tiges de boulons qui n'ont pas plus de 0^m 018 de diamètre.

Ce mode d'assembler les bras de la roue avec son arbre est bien préférable à celui que l'on employait dans les premiers temps, et qui consistait soit à traverser l'arbre de part en part, ce qui l'affaiblissait considérablement et exigeait par cela même qu'on lui donnât des dimensions beaucoup plus fortes, soit à y fixer, dans toutes les directions, des montants ou traverses qui, outre l'inconvénient de compliquer l'assemblage et de rendre la roue fort lourde, avait encore celui de la faire moins solide.

L'autre extrémité des bras est taillée en forme de tenon, pour s'assembler avec les cordons ou couronnes *S* de la roue. Les fig. 10 et 11, pl. 3, montrent bien cet assemblage; mais, pour maintenir le tenon dans sa mortaise, il est indispensable d'employer une bride en fer méplat *p*, qui embrasse le cordon, et vient, par ses deux branches, s'encastrer des deux côtés du bras; on traverse ensuite ce dernier et les brides par une clavette en fer légèrement conique, laquelle, lorsqu'on la serre, opère un fort tirage qui tend à faire joindre les deux pièces très-fortement; il est

(1) Comme l'échelle adoptée pour le dessin n'a pas permis de faire voir toute la largeur de cette roue, on n'a pu représenter que trois de ces croisillons sur la planche 2; mais il est facile d'en déterminer la place respective.



utile que cette clavette glisse entre deux clés à talons, également en fer, pour que le serrage ait lieu sur toute la largeur du bras.

DES CORDONS OU COURONNES. — Les cordons S sont aussi en bois de chêne de 0^m 108 d'épaisseur sur 0^m 160 de large dans le sens du rayon; il en existe évidemment autant que de tourteaux. Chaque cordon se compose de huit cintres dont les joints d'assemblage se trouvent toujours entre deux bras; ces joints se font suivant des lignes concourant au centre de la roue; on y chasse au milieu une languette qui leur est perpendiculaire; puis sur les côtés plans et parallèles des cordons, on incruste des plates-bandes en fer méplat *r*, qui, d'un bout, se terminent par une espèce de talon ou légère partie coudée, entaillée dans le bois. Ces plates-bandes, comme les brides *p*, n'ont que 6 à 7 millimètres d'épaisseur, sur 0^m 048 de largeur; elles sont percées chacune de trois trous, dont deux cylindriques pour le passage des boulons à ergots qui doivent les fixer à l'un des cintres, et le troisième est rectangulaire pour le passage des clavettes et des deux clés à talons, dans le cintre contigu, et au moyen desquelles on doit rapprocher les deux parties du joint.

DES COYAUX OU BRACONS. — Il est aisé de concevoir que, par les assemblages adoptés pour la construction des bras et des couronnes, les *coyaux* T, sur lesquels doivent être fixées les aubes de la roue, ne doivent pas se rencontrer dans les joints, car ceux-ci se trouveraient trop affaiblis par les mortaises qu'on est obligé de pratiquer dans toute la largeur des cordons pour l'ajustement des queues de ces coyaux. Il faut pour cela que le nombre de coyaux et, par conséquent, le nombre d'aubes soient divisibles par celui des bras ou des cintres qui composent une couronne.

Les queues des coyaux ont une largeur de 0^m 081, à l'extérieur de la couronne, et sont formées par des lignes concourant au centre de la roue; leur épaisseur est égale à 0^m 055, leur tenon n'a que 0^m 030 en dedans des couronnes; elles sont traversées par des clés ou coins en bois, qui doivent être fortement serrés pour les retenir; leur ajustement dans les cordons doit d'ailleurs être fait avec beaucoup de soin: il est même prudent de vérifier de temps à autre si quelques-unes de ces pièces ne bougent pas, afin de remédier à leur ajustement, sans quoi on risquerait d'occasionner des accidents.

Chaque coyau se prolonge à l'extérieur des cordons d'une quantité égale à la profondeur donnée aux aubes: leur côté, sur lequel celles-ci sont posées, forme le prolongement même du rayon, mais le côté opposé ne lui est pas parallèle; le coyau diminue de largeur de manière à n'avoir que 0^m 054 vers la circonférence extérieure.

Pour des roues dont les aubes sont beaucoup plus profondes, et dont les coyaux sont eux-mêmes par suite sensiblement plus longs, leur équarris-

sage doit nécessairement augmenter. Ainsi on leur donne 0^m10 à 0^m11 sur 0^m07 à 0^m08 à la partie la plus forte près des couronnes, quand ils doivent avoir 1^m à 1^m20 de longueur.

DES AUBES ET CONTRE-AUBES. — La plupart des roues à aubes, à coursier circulaire, ont été, jusqu'à ces derniers temps, construites avec des aubes existant sur toute la profondeur; mais, sur le conseil d'un ingénieur recommandable, M. Bélanger, professeur à l'École centrale, plusieurs roues de ce genre ont été établies avec des contre-aubes inclinées. Ces dernières, placées au fond, forment environ un angle de 45 degrés avec le plan des aubes sur lequel elles s'appuient, et à peu près le même angle avec les secondes contre-aubes, qui alors sont cylindriques puisqu'elles s'appliquent contre le pourtour extérieur des couronnes.

Par cette disposition on peut éviter cette espèce de choc produit par la chute de l'eau qui, en sortant de l'orifice, tend à se projeter le long de l'aube et frapper la contre-aube cylindrique qui lui est perpendiculaire.

Lorsqu'il existe une contre-aube inclinée, on conçoit que ce choc doit être sensiblement amorti, l'eau qui arrive vers elle tend à monter suivant son plan incliné, et retombe immédiatement sur l'aube. Cette action ne peut être que favorable au mouvement de la roue; aussi on reconnaît, en effet, que, lorsqu'elle est en marche, l'admission se fait sans secousses, sans produire ces espèces de réactions que l'on a pu remarquer dans certaines roues à coursier.

Chaque aube U se compose d'une ou de plusieurs planches en bois de chêne, mais plus souvent en bois d'orme, de 0^m025 à 0^m027 d'épaisseur, lavées à la scie seulement (il est évident qu'il serait inutile de les raboter); elle est fixée sur les coyaux par deux boulons à tête de champignon et à tige carrée au collet, avec des écrous à quatre ou six pans. Le bord extérieur, seulement, doit être dressé et un peu en biseau, afin de laisser le moins possible de jeu entre elle et la paroi du coursier: il ne faut pas compter plus de 2 à 3 millimètres.

Comme le bois se renfle par l'humidité, il arrive souvent que lorsqu'on a dressé toutes les aubes d'une roue, au bout de très-peu de temps, elles frottent le long du coursier; il faut avoir le soin de vérifier si ce frottement est sensible, parce qu'il serait susceptible de faire briser les aubes: on doit leur donner un léger coup de rabot sur l'arête extérieure. On est obligé de renouveler cette opération pendant les premiers jours de marche de la roue.

Les contre-aubes cylindriques V sont seulement clouées sur la circonférence extérieure des couronnes: elles sont aussi de même bois que les aubes et de même épaisseur, aussi les planches dont elles se composent peuvent aisément prendre le cintre de ces couronnes; on n'a aucune pré-

paration à faire par avance. Les contre-aubes inclinées X coupées, sur les deux bords opposés, en biseaux, pour s'appliquer sur les aubes planes et sur les contre-aubes cylindriques, sont clouées sur des tasseaux triangulaires en bois *s*, que l'on a préalablement fixés sur les coyaux.

Quand ces divers assemblages et ajustements sont bien faits, il est bien rare que quelques parties de la roue se dérangent, elle peut marcher des années entières sans qu'on ait besoin d'y faire aucune réparation; mais, comme nous l'avons dit, il est très-important que les joints soient bien confectionnés, que les calles ou clavettes soient fortement serrées. Il est prudent, enfin, de vérifier de temps à autre si rien ne bouge, ou ne tend à prendre du jeu dans quelques parties, afin de pouvoir y porter remède aussitôt.

On a pensé, pendant longtemps, que les aubes ne devaient pas plonger dans l'eau inférieure, et à cet effet on recommandait de placer la roue assez élevée, et de former un ressaut à l'extrémité du coursier immédiatement au-dessous de l'axe de la roue, comme dans les roues à aubes courbes du système de M. Poncelet. Mais, depuis plusieurs années, on a pu facilement reconnaître cette erreur, car tant que les aubes ne plongent que d'une quantité égale à l'épaisseur de la lame d'eau qui y est admise, l'effet utile n'en est pas diminué, au contraire la chute est mieux utilisée. Lorsque le niveau inférieur est susceptible de varier, comme dans le cas de la roue que nous étudions, les aubes plongent d'une plus grande quantité, et comme le niveau supérieur ne change pas, la hauteur de la chute est nécessairement réduite, et, par suite, la puissance de la roue; toutefois elle peut encore tourner, eu égard au décroissement d'effet utile, qui reste à très-peu près proportionnel à la chute, tant que les aubes ne sont pas noyées de plus de 0^m 25.

Une roue de ce genre, mais avec des aubes de 0^m 65 de profondeur, établie par les mêmes constructeurs à la Ferté-sous-Jouarre, où elle est alimentée par la rivière le *Petit-Morin*, qui se jette dans la Marne, fait encore bien marcher les moulins lorsqu'elle plonge de 0^m 40 dans l'eau inférieure; les aubes se dégagent aisément et sans crachement, comme on pourrait le penser.

Les mêmes ingénieurs ont aussi établi, à Beaumont, près de Chalon-sur-Saône, sur une chute variable de 1 mètre à 1^m 60, une roue de côté à coursier de 5^m 50 de diamètre extérieur, avec des aubes de 1^m 30 de profondeur et en partie prolongées dans l'intérieur de la roue, parce qu'elle est susceptible de se mouvoir étant noyée à plus de 0^m 65 de profondeur, et d'admettre, par suite, de très-fortes épaisseurs de lames d'eau. Dans le cas de ces aubes très-profondes on supprime complètement les contre-aubes, et cependant l'eau n'entre pas dans l'intérieur de la roue, comme

on serait tenté de le croire. Pour que la même roue puisse admettre de faibles lames d'eau, comme cela peut avoir lieu dans quelques mois de l'année, on s'est arrangé pour pouvoir placer entre les deux grandes aubes qui ont 0^m 72 d'écartement à la circonférence extérieure, une autre intermédiaire plus courte, que l'on enlève alors dans les fortes eaux.

ENGRENAGE PLACÉ SUR L'ARBRE DE LA ROUE. — Pour transmettre le mouvement de la roue hydraulique au gros mécanisme des moulins, et, par suite, aux appareils accessoires, on a monté sur son arbre une roue droite en fonte Y, de 4^m 670 de diamètre primitif, et composée de deux parties réunies au moyeu par quatre forts boulons, puis, aux extrémités et au milieu des bras, par d'autres boulons plus courts (fig. 6 et 7, pl. 3). La denture de cet engrenage est en fonte brute de 0^m 27 de largeur et 0^m 0733 de pas. Il porte 200 dents et engrène à la fois avec deux pignons droits Z, en fonte, ayant 1^m 26 de diamètre primitif; ces pignons, ajustés, libres sur leurs arbres, peuvent y tourner fous, lorsqu'on débraye les manchons en fonte, par lesquels leur mouvement doit se transmettre. (Voy. le plan général, fig. 2.)

Le moyeu de la roue est quarré, afin de se placer sur la partie quarrée correspondante de l'arbre, et n'y pas ajusté exactement, mais au contraire avec un jeu de 0^m 020 à 0^m 025, pour permettre de la centrer par rapport à sa circonférence extérieure. On a eu le soin d'incruster par avance, sur chacune des quatre faces de l'arbre, des platines en fer t , afin de recevoir la pression des boulons qui traversent le moyeu, et que l'on serre au degré convenable. Ces boulons ne sont pas taraudés dans la fonte, parce que les filets n'y résisteraient pas suffisamment, mais ils ont des écrous quarrés en fer, logés dans l'épaisseur même du moyeu (fig. 6 et 7); et des contre-écrous à six pans plus minces, placés en dehors, les maintiennent solidement pour les empêcher de se desserrer.

DÉVERSOIR ET VANNES DE DÉCHARGE. — Le déversoir, placé en amont de la roue hydraulique, et que nous n'avons pu figurer sur les dessins, a plus de 10 mètres de large; ainsi il peut servir de régulateur tant que les crues ne sont pas très-considérables (elles sont extrêmement rares sur l'Essonne); les crues et les abaissements subits résultent plutôt des moments d'arrêt des usines supérieures que de l'irrégularité proprement dite de la rivière.

Deux vannes de décharge, dont l'une A' est en partie représentée sur le plan fig. 2, sont à la suite du déversoir, près de la roue. Ces vannes prennent de fond et ont chacune 0^m 76 de largeur; la hauteur de leur seuil au niveau supérieur est de 1^m 08. Ainsi, lorsqu'elles sont entièrement ouvertes, elles peuvent dépasser au moins 3 mètres cubes d'eau par seconde. Ces vannes sont en chêne et mobiles dans des poteaux également

en chêne, réunis par un chapeau commun; on les manœuvre chacune à l'aide d'une vis de rappel en fer à double filet, fixée à la partie supérieure, et traversant un écrou en cuivre, que l'on tourne avec une manivelle double; chaque écrou est maintenu dans une pièce de fonte adaptée sur le chapeau, et qui l'empêche de monter, sans cependant nuire à son mouvement de rotation; ainsi, en tournant l'écrou, on fait monter ou descendre la vis qui le traverse, et, par suite, la vanne qui y est suspendue.

Une grille B', composée de plusieurs barreaux, en fer méplat, de 0^m06 de large sur 0^m007 d'épaisseur, et espacés de 0^m08 à 0^m09, est placée en travers du bras de la rivière pour arrêter tous les corps flottants, et les empêcher d'arriver sur la roue, ce qui pourrait occasionner des accidents plus ou moins graves. Ces barreaux, placés dans une direction légèrement inclinée, traversent une pièce de bois qui est scellée, par ses extrémités, dans les murs latéraux, et sont soutenus, à leur partie inférieure, dans une seconde pièce parallèle à la première; elles se terminent par une poignée qui permet de les enlever aisément, ce qui a lieu quand, ayant fermé la vanne plongeante, on ouvre celle de décharge pour laisser emporter tous ces corps légers et nettoyer ainsi la rivière. La seconde pièce de bois, scellée comme la première, par ses extrémités, se trouve au-dessus d'une excavation, que l'on pratique au fond du canal, pour y recevoir les corps lourds, qui y auraient été emmenés par le courant et qui viendraient obstruer la grille et la charger; de cette sorte, on ne diminue pas sensiblement la section du canal d'arrivée de l'eau. On place souvent la grille en aval de la vanne de décharge, afin qu'en ouvrant celle-ci, la plus grande partie des objets qui viennent s'y arrêter, puissent s'en échapper.

Une excavation C' est aussi pratiquée en amont, derrière la vanne; elle est assez large pour qu'au besoin on puisse y descendre et nettoyer. Toute cette partie doit être en maçonnerie, et couverte, lorsqu'il est possible, avec de larges dalles.

CALCULS DES DÉPENSES D'EAU

EFFECTUÉES PAR DES ORIFICES RECTANGULAIRES A MINCES PAROIS.

Comme il importe, dans la plupart des circonstances, de savoir déterminer le volume d'eau qui s'écoule par une vanne de décharge ou par une vanne motrice verticale, afin de connaître le volume, et, par suite, la valeur du cours d'eau, nous commençons par donner une table qui permettra de déterminer ces dépenses d'une manière extrêmement simple, et mettra ces opérations à la portée de tous les industriels, de tous les praticiens.

Cette table a été calculée d'après la formule suivante :

$$D = l \times h \times \sqrt{2gH} \times m \times 1000$$

formule dans laquelle :

D représente le volume d'eau dépensé en litres par 1'' ;
l la largeur de l'orifice ouvert, exprimée en mètres ;
h la hauteur verticale de cet orifice, également en mètres ;
H la charge, ou la hauteur de pression, mesurée depuis le centre de l'orifice jusqu'au niveau supérieur du réservoir ;
g exprime l'action de la pesanteur, et est égale à 9^m81 ;
 $\sqrt{2gH}$ vitesse due à la hauteur *H* ;
m coefficient qui varie, en pratique, de 0^m59 à 0^m66, en admettant que la contraction soit complète, c'est-à-dire qu'elle ait lieu sur les quatre côtés de l'orifice, et les charges étant relevées au-dessus de cet orifice.

Ce cas de contraction complète se présente souvent en pratique : nous avons cru devoir calculer la table dans cette hypothèse ; toutefois nous avons eu le soin de donner à la suite les multiplicateurs à employer pour les contractions sur 3, sur 2 et même sur un seul côté de l'orifice. Dans la construction d'une nouvelle usine, il est bon de chercher à éviter les contractions le plus possible, et pour cela il faut placer l'orifice de vanne de manière que les côtés et le fond se trouvent sur le prolongement même des parois du réservoir.

Nous donnons, dans la première colonne de la table, les hauteurs de pression, variables depuis 0^m10 jusqu'à 4^m00, et dans la deuxième colonne, les vitesses dues à ces hauteurs.

Dans les colonnes suivantes sont les résultats des dépenses effectuées par des orifices de 1 mètre de largeur, ouverts à des hauteurs différentes de 0^m04 à 0^m50, et ne variant que de 0^m01.

I^{RE} TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÈTRE DE LARGE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	VITESSES correspon- dantes par seconde.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE, POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE					
		4 cent.	5 cent.	6 cent.	7 cent.	8 cent.	9 cent.
m.	mètres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 40	4. 400	36	44	53	61	69	78
0. 45	4. 745	44	54	65	73	83	94
0. 50	4. 981	50	62	75	86	98	109
0. 25	2. 245	57	70	82	96	110	124
0. 30	2. 426	61	76	91	106	120	135
0. 35	2. 620	66	82	98	114	130	146
0. 40	2. 802	71	88	107	122	139	156
0. 45	2. 972	75	93	111	130	148	165
0. 50	3. 132	79	98	117	136	155	174
0. 55	3. 285	83	103	123	143	163	183
0. 60	3. 403	86	107	128	148	170	191
0. 65	3. 600	90	112	135	157	177	200
0. 70	3. 705	93	116	139	161	184	208
0. 75	3. 836	96	120	143	167	190	215
0. 80	3. 961	99	124	148	172	196	220
0. 90	4. 208	105	131	157	183	207	236
1. 00	4. 430	110	138	165	192	219	246
1. 10	4. 645	116	145	173	201	229	257
1. 20	4. 852	121	151	181	210	240	267
1. 30	5. 050	126	157	187	218	249	279
1. 40	5. 244	130	162	194	226	258	289
1. 50	5. 425	134	168	201	233	266	300
1. 60	5. 603	138	173	207	241	275	309
1. 70	5. 775	142	177	213	248	283	318
1. 80	5. 943	146	182	218	253	290	326
1. 90	6. 105	150	187	224	261	298	335
2. 00	6. 264	154	191	229	267	305	343
2. 10	6. 419	157	196	235	274	342	351
2. 20	6. 570	161	204	241	280	320	359
2. 30	6. 718	165	205	248	286	327	368
2. 40	6. 862	168	210	251	293	334	375
2. 50	7. 003	172	214	257	299	341	382
2. 60	7. 143	175	218	262	305	348	391
2. 70	7. 279	178	223	267	311	353	398
2. 80	7. 412	182	227	271	316	364	405
2. 90	7. 542	185	231	276	323	367	413
3. 00	7. 672	188	235	281	327	374	420
3. 25	7. 985	193	242	290	338	385	433
3. 50	8. 288	201	251	301	350	400	450
3. 75	8. 577	208	260	314	363	414	465
4. 00	8. 859	215	268	321	374	427	481

SUITE DE LA TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÈTRE DE LARGHE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE, POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE						
	10 cent.	11 cent.	12 cent.	13 cent.	14 cent.	15 cent.	16 cent.
m.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 10	86	94	102	110	119	126	134
0. 15	165	175	185	195	205	215	225
0. 20	222	233	245	257	268	279	290
0. 25	236	249	262	275	288	301	314
0. 30	249	264	278	292	306	320	334
0. 35	262	277	292	308	323	338	353
0. 40	273	289	306	322	338	355	371
0. 45	283	301	319	336	353	371	388
0. 50	293	312	330	349	367	385	404
0. 55	303	322	342	361	380	399	418
0. 60	312	330	351	372	392	412	430
0. 65	321	340	362	384	404	425	440
0. 70	328	349	372	394	416	438	460
0. 75	336	359	382	404	427	450	472
0. 80	346	367	394	414	438	461	485
0. 90	359	384	409	434	459	484	509
1. 00	372	399	426	452	479	505	532
1. 10	385	414	441	468	496	524	552
1. 20	398	427	456	485	514	543	572
1. 30	310	340	374	401	431	461	491
1. 40	321	353	384	416	446	477	509
1. 50	332	365	397	429	462	493	526
1. 60	342	376	409	443	476	509	542
1. 70	352	387	422	456	491	524	559
1. 80	362	398	434	469	504	539	574
1. 90	371	408	444	480	516	552	588
2. 00	380	418	455	492	530	566	603
2. 10	389	428	466	504	542	580	617
2. 20	398	438	477	517	555	594	633
2. 30	408	448	488	527	567	606	646
2. 40	416	457	498	538	579	620	660
2. 50	424	466	507	549	590	631	673
2. 60	438	476	518	561	603	645	687
2. 70	442	486	529	573	616	660	702
2. 80	450	495	539	584	628	673	716
2. 90	458	503	548	592	637	683	726
3. 00	466	514	557	602	648	693	739
3. 25	481	530	578	624	672	720	768
3. 50	500	550	599	647	697	747	797
3. 75	517	568	619	671	722	773	825
4. 00	533	587	640	693	745	799	852

PUBLICATION INDUSTRIELLE.

SUITE DE LA TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÈTRE DE LARGE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE , POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE						
	17 cent.	18 cent.	19 cent.	20 cent.	21 cent.	22 cent.	23 cent.
m.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 10	442	450	458	467	»	»	»
0. 15	475	488	494	503	513	524	534
0. 20	504	513	523	535	547	559	571
0. 25	526	539	552	564	578	590	595
0. 30	548	562	576	591	605	620	634
0. 35	568	584	599	614	630	646	661
0. 40	587	604	624	637	654	670	688
0. 45	605	624	641	662	675	693	711
0. 50	622	640	658	677	696	717	734
0. 55	638	657	678	690	716	736	756
0. 60	650	670	692	714	734	754	772
0. 65	670	692	714	730	755	773	799
0. 70	682	703	725	747	770	792	815
0. 75	694	718	740	763	786	816	833
0. 80	714	732	754	785	812	838	856
0. 90	734	759	783	809	834	860	885
1. 00	756	784	810	836	863	890	916
1. 10	778	806	834	862	890	918	946
1. 20	504	529	558	586	615	643	674
1. 30	521	551	580	610	640	674	704
1. 40	540	571	604	627	664	695	726
1. 50	553	589	624	654	687	720	757
1. 60	575	608	644	673	708	742	776
1. 70	593	627	660	695	733	764	800
1. 80	610	644	680	715	751	787	823
1. 90	625	661	698	734	770	807	844
2. 00	638	677	715	753	790	828	865
2. 10	655	694	733	771	800	848	887
2. 20	674	705	750	790	829	869	908
2. 30	686	722	767	807	848	888	929
2. 40	701	742	783	825	866	907	948
2. 50	715	757	799	841	884	926	968
2. 60	732	773	815	858	901	944	987
2. 70	747	790	833	873	919	962	1006
2. 80	760	804	847	890	934	979	1023
2. 90	771	816	864	906	952	997	1042
3. 00	784	830	876	922	968	1014	1060
3. 25	816	864	942	960	998	1056	1104
3. 50	847	896	946	996	1046	1096	1146
3. 75	876	928	979	1034	1082	1134	1183
4. 00	905	958	1041	1063	1118	1171	1224

SUITE DE LA TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÈTRE DE LARGE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE, POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE						
	24 cent.	25 cent.	26 cent.	27 cent.	28 cent.	29 cent.	30 cent.
m.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 10	»	»	»	»	»	»	»
0. 15	244	254	264	275	286	296	307
0. 20	282	294	306	318	329	340	353
0. 25	317	329	345	356	373	382	395
0. 30	348	363	377	392	406	421	434
0. 35	377	393	409	424	439	455	471
0. 40	404	420	437	454	471	487	504
0. 45	429	446	464	482	500	518	536
0. 50	452	471	490	509	527	546	564
0. 55	473	494	514	534	554	573	593
0. 60	492	516	538	559	573	602	624
0. 65	521	543	564	586	608	629	651
0. 70	537	559	584	604	626	649	670
0. 75	556	579	602	625	649	672	695
0. 80	574	598	626	645	679	693	718
0. 90	614	636	662	688	713	735	762
1. 00	643	670	697	724	740	777	804
1. 10	674	702	731	758	777	815	843
1. 20	703	733	762	791	820	850	880
1. 30	732	762	793	823	854	884	915
1. 40	758	790	822	853	885	916	948
1. 50	785	818	849	883	916	949	981
1. 60	809	843	877	911	944	978	1040
1. 70	833	871	904	939	973	1008	1043
1. 80	859	895	930	966	1004	1037	1073
1. 90	880	917	954	991	1027	1064	1100
2. 00	903	944	978	1016	1054	1092	1129
2. 10	926	964	1003	1042	1080	1118	1157
2. 20	947	987	1026	1066	1105	1145	1184
2. 30	969	1009	1050	1090	1130	1170	1214
2. 40	989	1031	1072	1113	1154	1196	1237
2. 50	1010	1052	1094	1136	1172	1220	1262
2. 60	1030	1070	1116	1159	1202	1244	1287
2. 70	1049	1094	1137	1181	1224	1269	1312
2. 80	1068	1113	1157	1202	1246	1291	1336
2. 90	1088	1133	1178	1223	1268	1314	1359
3. 00	1106	1152	1198	1245	1291	1337	1383
3. 25	1152	1200	1248	1296	1344	1392	1440
3. 50	1195	1245	1295	1345	1395	1444	1494
3. 75	1237	1289	1340	1392	1442	1494	1546
4. 00	1278	1331	1384	1437	1491	1544	1597

SUITE DE LA TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÈTRE DE LARGE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE, POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE						
	31 cent.	32 cent.	33 cent.	34 cent.	35 cent.	36 cent.	37 cent.
m.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 40	»	»	»	»	»	»	»
0. 45	»	»	»	»	»	»	»
0. 20	364	376	388	400	415	424	436
0. 25	408	422	434	447	460	473	483
0. 30	449	463	477	491	507	520	534
0. 35	486	503	518	535	548	564	580
0. 40	521	538	555	572	588	605	622
0. 45	554	572	588	606	624	642	660
0. 50	583	602	622	640	659	677	696
0. 55	613	633	651	672	692	712	732
0. 60	635	655	676	696	717	737	758
0. 65	672	694	716	738	760	780	803
0. 70	694	715	737	759	782	804	826
0. 75	718	741	758	788	814	834	863
0. 80	744	765	789	815	837	861	885
0. 90	787	813	839	864	889	915	940
1. 00	834	857	884	914	938	965	984
1. 10	871	899	927	955	983	1012	1040
1. 20	909	939	969	998	1027	1057	1086
1. 30	945	976	1007	1037	1067	1098	1128
1. 40	980	1014	1043	1074	1103	1138	1169
1. 50	1014	1047	1079	1112	1145	1178	1210
1. 60	1046	1079	1113	1147	1180	1214	1248
1. 70	1078	1112	1147	1182	1217	1251	1286
1. 80	1109	1144	1180	1216	1252	1288	1324
1. 90	1137	1174	1211	1247	1284	1321	1357
2. 00	1167	1205	1242	1279	1317	1355	1392
2. 10	1196	1234	1273	1312	1350	1389	1427
2. 20	1224	1263	1303	1342	1382	1421	1461
2. 30	1254	1292	1332	1373	1414	1453	1494
2. 40	1278	1320	1361	1402	1443	1483	1526
2. 50	1305	1366	1389	1431	1473	1515	1557
2. 60	1334	1374	1417	1460	1502	1545	1588
2. 70	1356	1400	1444	1487	1531	1575	1619
2. 80	1381	1425	1470	1514	1559	1604	1648
2. 90	1405	1450	1495	1541	1586	1632	1677
3. 00	1429	1475	1521	1568	1614	1660	1706
3. 25	1488	1536	1584	1632	1679	1728	1776
3. 50	1544	1594	1644	1693	1743	1793	1843
3. 75	1597	1649	1701	1753	1805	1857	1909
4. 00	1650	1703	1756	1810	1833	1916	1969

SUITE DE LA TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÈTRE DE LARGE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE, POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE						
	38 cent.	39 cent.	40 cent.	41 cent.	42 cent.	43 cent.	44 cent.
m.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 10	»	»	»	»	»	»	»
0. 15	»	»	»	»	»	»	»
0. 20	450	462	484	500	552	566	580
0. 25	499	513	527	544	552	566	580
0. 30	549	564	577	594	606	620	633
0. 35	595	610	626	641	657	673	688
0. 40	638	653	671	688	705	722	737
0. 45	677	695	712	731	749	766	785
0. 50	715	734	753	772	790	809	828
0. 55	751	771	791	811	831	851	871
0. 60	778	798	819	840	860	881	901
0. 65	824	846	867	881	901	922	953
0. 70	849	872	894	915	938	961	983
0. 75	880	904	925	948	971	995	1017
0. 80	909	933	957	981	1005	1028	1053
0. 90	965	991	1017	1042	1067	1093	1118
1. 00	1018	1045	1070	1097	1124	1151	1171
1. 10	1068	1096	1124	1152	1180	1208	1236
1. 20	1115	1145	1174	1203	1233	1262	1291
1. 30	1159	1189	1220	1250	1281	1311	1342
1. 40	1204	1232	1266	1298	1329	1361	1393
1. 50	1243	1276	1308	1341	1374	1407	1439
1. 60	1283	1315	1351	1384	1419	1453	1486
1. 70	1324	1356	1391	1425	1460	1495	1529
1. 80	1359	1395	1431	1467	1503	1538	1574
1. 90	1394	1431	1468	1504	1541	1577	1614
2. 00	1430	1468	1506	1543	1581	1618	1656
2. 10	1465	1504	1543	1582	1620	1659	1697
2. 20	1500	1540	1579	1619	1658	1698	1737
2. 30	1534	1574	1615	1655	1696	1736	1776
2. 40	1567	1608	1650	1690	1732	1773	1814
2. 50	1599	1644	1683	1725	1768	1809	1851
2. 60	1631	1674	1717	1760	1803	1845	1889
2. 70	1662	1706	1750	1794	1837	1881	1924
2. 80	1692	1737	1782	1826	1871	1915	1960
2. 90	1722	1767	1813	1858	1904	1949	1994
3. 00	1752	1798	1844	1890	1936	1982	2029
3. 25	1824	1872	1919	1967	2015	2063	2111
3. 50	1893	1943	1992	2042	2092	2142	2192
3. 75	1958	2010	2062	2114	2166	2218	2270
4. 00	2023	2076	2129	2182	2236	2289	2343

SUITE DE LA TABLE

DES DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR UNE VANNE VERTICALE DE UN MÉTRE DE LARGE,

AVEC CHARGE OU PRESSION SUR L'ORIFICE

(La contraction étant supposée complète).

HAUTEUR des PRESSIONS en mètres.	DÉPENSES D'EAU EN LITRES PAR SECONDE, POUR DES HAUTEURS D'ORIFICE DE						
	45 cent.	46 cent.	47 cent.	48 cent.	49 cent.	50 cent.	51 cent.
m.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.
0. 10	»	»	»	»	»	»	»
0. 15	»	»	»	»	»	»	»
0. 20	»	»	»	»	»	»	»
0. 25	592	605	619	634	648	661	»
0. 30	649	663	677	691	706	719	633
0. 35	703	718	734	749	764	773	789
0. 40	754	771	787	804	820	836	853
0. 45	802	820	838	856	874	893	910
0. 50	847	866	885	903	922	940	958
0. 55	888	908	928	948	967	988	1013
0. 60	920	941	961	982	1002	1023	1043
0. 65	953	997	1018	1040	1062	1084	1105
0. 70	1008	1028	1050	1072	1093	1115	1137
0. 75	1044	1064	1087	1110	1133	1156	1179
0. 80	1076	1100	1124	1148	1172	1194	1218
0. 90	1144	1169	1194	1220	1245	1271	1296
1. 00	1204	1231	1257	1284	1311	1337	1364
1. 10	1283	1303	1321	1348	1377	1405	1433
1. 20	1321	1350	1380	1409	1438	1468	1497
1. 30	1372	1403	1433	1463	1494	1525	1555
1. 40	1424	1456	1488	1519	1551	1583	1614
1. 50	1472	1505	1537	1570	1603	1635	1668
1. 60	1520	1554	1588	1622	1656	1690	1724
1. 70	1564	1599	1634	1669	1703	1741	1776
1. 80	1609	1636	1681	1716	1753	1789	1824
1. 90	1650	1688	1718	1761	1797	1834	1871
2. 00	1694	1731	1769	1807	1845	1882	1920
2. 10	1736	1774	1812	1852	1890	1928	1967
2. 20	1776	1816	1856	1895	1935	1974	2014
2. 30	1817	1857	1898	1938	1978	2018	2059
2. 40	1856	1897	1938	1979	2021	2062	2103
2. 50	1894	1936	1978	2020	2062	2104	2147
2. 60	1932	1975	2017	2051	2103	2146	2189
2. 70	1969	2011	2056	2100	2143	2187	2231
2. 80	2004	2049	2093	2138	2182	2227	2272
2. 90	2040	2085	2130	2176	2221	2266	2312
3. 00	2075	2121	2167	2213	2259	2305	2351
3. 25	2139	2207	2255	2303	2354	2399	2447
3. 50	2244	2294	2344	2394	2440	2490	2540
3. 75	2320	2370	2423	2474	2525	2577	2629
4. 00	2394	2449	2504	2559	2614	2669	2724

Depuis la première édition de ce recueil, nous avons vu avec satisfaction qu'on avait reconnu toute l'utilité de cette table, en la trouvant répétée d'une manière moins complète, il est vrai, dans quelques ouvrages élémentaires sur la mécanique. Nous devons faire particulièrement remarquer que l'on peut compter sur toute son exactitude, parce que nous l'avons calculée avec un coefficient variable, déterminé d'après les expériences de MM. Poncelet et Lesbros, et non pas avec un coefficient constant 0^m 61 à 0^m 62, comme le font généralement la plupart des constructeurs qui se servent de la formule.

Nous verrons combien, au moyen de cette table, sont simplifiés les calculs des dépenses d'eau par orifices chargés.

RÈGLES ET APPLICATIONS.

RÈGLE. — Pour déterminer la dépense d'eau effectuée par un orifice rectangulaire à mince paroi, ou par une vanne verticale avec charge ou pression sur l'orifice, lorsque la contraction est complète, la règle se réduit, au moyen de la table précédente, à une simple opération, laquelle consiste à chercher dans cette table le nombre correspondant à la hauteur de l'orifice et à la charge sur son centre, et à multiplier ce nombre par la largeur donnée de l'orifice.

EXEMPLE. — Quelle est la dépense d'eau effectuée par l'orifice d'une vanne verticale de 1 mètre 50 de large, la hauteur de cet orifice étant de 0^m 25, et la hauteur de pression, depuis le centre de cet orifice jusqu'au niveau supérieur, étant de 2^m 20, avec contraction complète?

On trouve dans la table, en regard de 2^m 20 et dans la colonne correspondante à la hauteur 25 cent., le nombre 987,

on a donc $1^m 5 \times 987 = 1480,5$ litres pour la dépense réelle par seconde.

Il serait également facile d'évaluer, très-approximativement, la dépense d'eau correspondante à des données qui seraient différentes de celles contenues dans la table.

1^{er} EXEMPLE. — Quel est le volume d'eau écoulé par une vanne verticale de 0^m 80 de large, la hauteur de l'orifice ouvert étant de 16 centimètres, et la charge sur le centre de 2^m 55?

Cette charge de 2^m 55 n'est pas dans la table, mais elle se trouve comprise entre 2^m 50 et 2^m 60; la dépense correspondante à l'orifice de 16 c. sur un mètre de large, sera donc comprise entre 673 et 687; elle est donc à très-peu près 680, par conséquent

$$680 \times 0^m 80 = 544 \text{ litres par } 1'',$$

dépense cherchée.

2^e EXEMPLE. — Si la hauteur de l'orifice était de 16^o5, au lieu de 16, les autres données restant les mêmes, comme cette hauteur est comprise entre 16 et 17 centimètres, la dépense effectuée par un mètre de large serait évidemment comprise entre les nombres 673 et 715, pour la charge de 2^m50, et entre les nombres 687 et 732, pour la charge de 2^m60 ; elle serait donc, à très-peu près, une moyenne entre ces quatre nombres,

$$\text{ou } 673 + 715 + 687 + 732 : 4 = 701,6 \text{ litres.}$$

on a donc

$$701 \text{ lit. } 6 \times 0^{\circ}8 = 561 \text{ litres par } 1''$$

pour la dépense effective.

CONTRACTION NON COMPLÈTE. — Lorsqu'un ou plusieurs côtés de l'orifice se trouvent sur le prolongement même des parois du réservoir, la contraction est sensiblement diminuée, et alors le coefficient de contraction est plus considérable.

Dans ce cas, pour calculer la dépense effective, on devra multiplier les nombres de la table par :

1. 125 si la contraction n'a lieu que sur un seul côté.
 1. 072 *id.* sur deux côtés.
 1. 035 *id.* sur trois côtés.

EXEMPLE. — On demande la dépense d'eau qui s'écoule par un orifice de 0^m25 de hauteur, et 1^m30 de largeur, avec une charge de 0^m80 sur son centre, débouchant à l'air libre, le seuil se trouvant sur le prolongement même du fond du canal, c'est-à-dire la contraction ayant lieu sur trois côtés de l'orifice?

On trouve, d'après la table, que la dépense est de 598 litres pour un mètre de large, par conséquent

$$598 \times 1^{\text{m}} 31 = 777 \text{ litres}$$

pour la largeur de 1^m30, lorsque la contraction est complète ; on a donc dans le cas proposé :

$$777 \times 1,035 = 804 \text{ litres par 1''}$$

pour la dépense réelle cherchée.

LARGEUR DES ORIFICES CHARGÉS. — Si, connaissant le volume d'eau à dépenser, on se donnait la hauteur d'un orifice chargé, par lequel ce vo-

lume dût s'écouler et la hauteur de pression sur son centre, on pourrait déterminer la largeur que devrait avoir cet orifice, par la simple règle suivante :

Diviser la dépense donnée par le volume de la table qui correspond à la hauteur de l'orifice et à la charge sur son centre; la contraction étant supposée complète.

Si la contraction n'était pas complète, il faudrait aussi diviser le résultat trouvé par l'un des coefficients.

1,035 pour la contraction sur trois côtés.

1,072 *id.* sur deux côtés.

1,125 *id.* sur un seul côté.

EXEMPLE. — Un volume d'eau disponible, de 300 litres, doit s'écouler par une vanne verticale ouverte à 0^m08, avec une charge de 0^m50; quelle est la largeur qu'il conviendrait de donner à cette vanne, pour effectuer une telle dépense?

On trouve, dans la table, 120 litres pour la dépense effectuée par une vanne de 1 mètre de large, avec la hauteur et la pression données, par conséquent

$$300 : 120 = 2^m 50$$

pour la largeur cherchée, en admettant une contraction complète.

Cette largeur se réduirait dans le cas des contractions non complètes à

$$300 : 120 : 1,035 = 2^m 41$$

$$300 : 120 : 1,072 = 2^m 33$$

$$300 : 120 : 1,125 = 2^m 22$$

HAUTEUR DES ORIFICES. — Si l'on était limité par la largeur à donner à l'orifice, et qu'on dût alors chercher sa hauteur, pour effectuer la dépense d'eau disponible, sous une pression déterminée, il faudrait opérer de la manière suivante :

Diviser la dépense en litres par la largeur en mètres, et chercher, dans la table, le nombre correspondant à la hauteur de pression.

EXEMPLE. — La dépense d'un cours d'eau est de 420 litres par 1'', la largeur de la vanne par laquelle cette dépense doit s'effectuer est limitée à 3^m11, et la hauteur de pression est supposée de 0^m30; quelle est la hauteur de l'ouverture de cette vanne?

On a

$$420 : 3^m 11 = 135 \text{ litres.}$$

Ce nombre 135 correspondant à la pression 0^m30, se trouve dans la colonne qui comprend la hauteur 9 centimètres, c'est donc celle de l'ouverture cherchée.

VANNE INCLINÉE. — Il arrive des circonstances où la vanne est inclinée; dans ce cas, si la contraction est nulle sur les côtés et le fond de l'orifice, le coefficient augmente sensiblement. Alors, pour calculer la dépense effective, il faut multiplier les nombres de la table précédente

par 1,33, si la vanne est inclinée à 45°, ou 1 de base sur 1 de hauteur,
et 1,23, *id*, 60°, ou 1 de base sur 2 de hauteur.

EXEMPLE. — On voudrait connaître le volume d'eau dépensé par un orifice incliné à 45 degrés, de 0^m17 de hauteur verticale, sur 1^m25 de large, la hauteur de pression, ou la charge d'eau, sur le centre de l'orifice, étant de 1^m20; les deux côtés verticaux et le fond de l'orifice étant dans le prolongement des parois du réservoir.

On trouve dans la table

$$498 \times 1^m 25 = 622,5 \text{ litres};$$

l'orifice étant vertical et la contraction complète;
par conséquent

$$622,5 \times 1,33 = 828 \text{ litres par } 1'',$$

dépense cherchée.

VANNES D'ÉCLUSES. — Lorsque les vannes verticales ont leur seuil très-près du fond du radier d'amont, comme en général les vannes d'écluses, pour déterminer la dépense dans ce cas,

Multipliez le résultat donné dans la table par 1,04.

EXEMPLE. — Quel est le volume d'eau dépensée en une seconde, par une vanne d'écluse, dont l'orifice est ouvert à 0^m38 de hauteur sur 0^m80 de large, avec une pression de 2^m20 sur le centre?

La table donne 1500 litres pour la dépense faite par un orifice de 1^m de large; on a donc

$$1500 \text{ lit.} \times 0^m 8 \times 1,04 = 1248 \text{ litres par } 1''$$

pour la dépense effective.

Lorsque deux vannes d'écluses sont ouvertes en même temps, et ne se trouvent pas à plus de trois mètres de distance, pour calculer la dépense;

Multipliez les nombres donnés sur la table par 0,915.

EXEMPLE. — Si les orifices de deux vannes d'écluses, placés à 2 mètres l'une de l'autre, avaient ensemble une largeur de 1^m 50, et étaient ouverts à la même hauteur de 0^m 45, avec une charge sur le centre de 1^m 90, quelle serait la dépense effective par 1''?

On trouve dans la table 1650 litres sous la pression de 1^m 90, et une largeur de 1^m, on a donc

$$1650 \times 1^m 50 \times 0,915 = 2265 \text{ litres par 1''}.$$

Dans les différents cas considérés plus haut, nous avons toujours supposé que l'écoulement se faisait par un orifice découvert et débouchant à l'air libre ; si l'orifice était noyé, le calcul serait le même, en ayant le soin de prendre pour hauteur de pression, ou charge sur le centre de l'orifice, la différence des hauteurs mesurées depuis ce centre jusqu'aux deux niveaux.

Il arrive souvent que l'orifice est accompagné d'un coursier ou canal plus ou moins incliné ; mais dans les limites ordinaires de la pratique la présence de ce coursier n'influe pas sensiblement sur la dépense : nous ne croyons pas utile d'y avoir égard.

CALCUL DES DÉPENSES D'EAU PAR ORIFICES EN DÉVERSOIR.

Nous croyons qu'il est indispensable de donner aussi une table relative aux dépenses d'eau effectuées par des orifices en déversoir, afin de faire voir ensuite comment les calculs peuvent être facilement appliqués à des roues de côté à coursier circulaire.

La formule pratique, employée par les ingénieurs pour déterminer le volume d'eau qui s'écoule, dans l'espace d'une seconde, par un orifice en déversoir est celle-ci :

$$D = l \times H \times \sqrt{2gH} \times m \times 1000$$

formule dans laquelle

D représente, comme précédemment, le volume d'eau dépensé en litres par seconde.

l, la largeur du déversoir en mètres,

H, la hauteur de l'orifice, mesurée verticalement, depuis l'arête supé-

rieure du déversoir, jusqu'à la ligne horizontale, déterminée par un niveau au point où la dénivellation n'est plus sensible,

g exprime l'action de la pesanteur, et est égale à $9^{\text{m}} 81$

$\sqrt{2gH}$ donne la vitesse correspondante à la hauteur H

m , coefficient qui varie suivant les hauteurs d'orifices, ou épaisseurs d'eau, et est moyennement égal à $0^{\text{m}} 405$.

Nous avons donc calculé la table suivante en supposant :

1° Que la largeur de l'orifice d'écoulement est de 1 mètre ;

2° Que la hauteur d'orifice varie de 5 millimètres en 5 millimètres, depuis $0^{\text{m}} 03$ jusqu'à $0^{\text{m}} 755$. Cette hauteur est exprimée en centimètres dans la 1^{re} colonne de la table, et la vitesse qui lui correspond est donnée en mètres dans la 2^e colonne ;

3° Le déversoir étant supposé ne pas être de même largeur, mais plus étroit que le réservoir ou le canal d'arrivée de l'eau, auquel cas MM. Poncet et Lesbros donnent pour m les valeurs numériques suivantes :

Pour la hauteur H de $0^{\text{m}} 03 \ 0^{\text{m}} 04 \ 0^{\text{m}} 06 \ 0^{\text{m}} 08 \ 0^{\text{m}} 10 \ 0^{\text{m}} 15 \ 0^{\text{m}} 20 \ 0^{\text{m}} 22$ (1).
Le coefficient m devient $0.412 \ 0.407 \ 0.401 \ 0.397 \ 0.395 \ 0.393 \ 0.390 \ 0.385$.

Les dépenses d'eau correspondantes, dans cette circonstance, sont données par la 3^e colonne de la table ; elles sont exprimées en litres ou kilogrammes.

4° Le réservoir étant sensiblement de même largeur que le déversoir, et sa profondeur n'étant pas beaucoup plus grande que la hauteur de la lame d'eau au-dessus du seuil ou de la crête du déversoir, dans ce cas, suivant M. d'Aubusson (expériences de M. Castel), le coefficient m est moyennement égal à 0,42. Les dépenses correspondantes sont alors données dans la quatrième colonne de la table.

(1) Pour les hauteurs plus grandes que 0,22, nous avons admis que le coefficient reste constamment égal à 0,385.

II^{ME} TABLE

RELATIVE AUX DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR DES ORIFICES EN DÉVERSOIR,
DE UN MÈTRE DE LARGEUR.

HAUTEURS DU NIVEAU au-dessus du déversoir , en centimètr.	VITESSES correspon- dantes à ces hauteurs en mètres.	DÉPENSES EN LITRES PAR 1'' sur un mètre de large.		HAUTEURS DU NIVEAU au-dessus du déversoir , en centimètr.	VITESSES correspon- dantes à ces hauteurs en mètres.	DÉPENSES EN LITRES PAR 1'' sur un mètre de large.	
		1 ^{er} cas.	2 ^{me} cas.			1 ^{er} cas.	2 ^{me} cas.
cent.	mètr.	lit.	lit.	cent.	mètr.	lit.	lit.
3. 0	0. 768	40	40	21. 0	2. 030	166	179
3. 5	0. 829	42	42	21. 5	2. 054	171	185
4. 0	0. 885	45	45	22. 0	2. 078	176	192
4. 5	0. 940	47	48	22. 5	2. 101	182	199
5. 0	0. 990	20	21	23. 0	2. 124	188	205
5. 5	1. 039	23	24	23. 5	2. 148	194	212
6. 0	1. 085	26	27	24. 0	2. 170	202	219
6. 5	1. 130	29	31	24. 5	2. 193	207	226
7. 0	1. 171	32	34	25. 0	2. 215	212	233
7. 5	1. 212	36	38	25. 5	2. 237	220	240
8. 0	1. 252	40	42	26. 0	2. 259	226	247
8. 5	1. 291	43	46	26. 5	2. 280	233	254
9. 0	1. 330	47	50	27. 0	2. 302	239	261
9. 5	1. 365	51	54	27. 5	2. 323	245	268
10. 0	1. 400	56	59	28. 0	2. 344	253	276
10. 5	1. 435	60	63	28. 5	2. 363	259	283
11. 0	1. 470	64	68	29. 0	2. 385	266	290
11. 5	1. 502	68	73	29. 5	2. 405	273	298
12. 0	1. 534	72	77	30. 0	2. 426	280	306
12. 5	1. 567	77	82	30. 5	2. 446	287	313
13. 0	1. 598	82	87	31. 0	2. 464	293	321
13. 5	1. 628	86	92	31. 5	2. 486	301	329
14. 0	1. 658	92	98	32. 0	2. 505	309	337
14. 5	1. 688	97	103	32. 5	2. 525	315	344
15. 0	1. 716	101	108	33. 0	2. 545	323	353
15. 5	1. 744	107	114	33. 5	2. 564	330	361
16. 0	1. 772	111	119	34. 0	2. 583	338	369
16. 5	1. 800	117	125	34. 5	2. 604	345	377
17. 0	1. 826	121	130	35. 0	2. 620	353	385
17. 5	1. 852	127	136	35. 5	2. 638	360	393
18. 0	1. 879	132	142	36. 0	2. 657	368	402
18. 5	1. 905	138	148	36. 5	2. 676	375	410
19. 0	1. 934	143	154	37. 0	2. 694	382	419
19. 5	1. 956	149	160	37. 5	2. 712	392	428
20. 0	1. 984	154	166	38. 0	2. 730	399	436
20. 5	2. 006	160	173	38. 5	2. 748	408	445
4 ^{re} .	2 ^{me} .	3 ^{me} .	4 ^{me} .	4 ^{re} .	2 ^{me} .	3 ^{me} .	4 ^{me} .

SUITE DE LA TABLE

RELATIVE AUX DÉPENSES D'EAU EFFECTUÉES PAR DES ORIFICES EN DÉVERSOIR,
DE UN MÈTRE DE LARGEUR.

HAUTEURS DU NIVEAU au-dessus du déversoir, en centimètr.	VITESSES correspon- dantes à ces hauteurs en mètres.	DÉPENSES EN LITRES PAR 1'' sur un mètre de large.		HAUTEURS DU NIVEAU au-dessus du déversoir, en centimètr.	VITESSES correspon- dantes à ces hauteurs en mètres.	DÉPENSES EN LITRES PAR 1'' sur un mètre de large.			
		PAR 1'' sur un mètre de large.				PAR 1'' sur un mètre de large.			
		1 ^{er} cas.	2 ^{me} cas.			1 ^{er} cas.	2 ^{me} cas.		
cent.	mètr.	lit.	lit.	cent.	mètr.	lit.	lit.		
39. 0	2. 766	415	453	57. 5	3. 359	743	811		
39. 5	2. 784	423	462	58. 0	3. 374	753	822		
40. 0	2. 802	431	471	58. 5	3. 388	762	832		
40. 5	2. 819	439	479	59. 0	3. 402	771	842		
41. 0	2. 836	447	488	59. 5	3. 416	781	853		
41. 5	2. 854	455	497	60. 0	3. 430	791	864		
42. 0	2. 871	463	506	60. 5	3. 443	801	875		
42. 5	2. 888	472	515	61. 0	3. 460	811	886		
43. 0	2. 905	481	525	61. 5	3. 474	821	896		
43. 5	2. 921	488	533	62. 0	3. 488	831	907		
44. 0	2. 938	497	543	62. 5	3. 502	841	918		
44. 5	2. 955	506	552	63. 0	3. 516	851	929		
45. 0	2. 972	514	561	63. 5	3. 530	861	940		
45. 5	2. 989	523	571	64. 0	3. 544	871	951		
46. 0	3. 005	531	581	64. 5	3. 558	882	963		
46. 5	3. 020	540	590	65. 0	3. 571	892	974		
47. 0	3. 036	549	599	65. 5	3. 585	902	985		
47. 5	3. 052	558	609	66. 0	3. 599	912	996		
48. 0	3. 069	567	619	66. 5	3. 613	922	1007		
48. 5	3. 085	576	629	67. 0	3. 626	932	1018		
49. 0	3. 100	584	638	67. 5	3. 639	943	1030		
49. 5	3. 116	593	648	68. 0	3. 652	954	1042		
50. 0	3. 132	603	658	68. 5	3. 666	965	1054		
50. 5	3. 148	612	668	69. 0	3. 680	976	1066		
51. 0	3. 163	621	678	69. 5	3. 693	987	1078		
51. 5	3. 178	630	688	70. 0	3. 706	998	1090		
52. 0	3. 194	639	698	70. 5	3. 719	1008	1101		
52. 5	3. 210	648	708	71. 0	3. 732	1019	1113		
53. 0	3. 225	658	718	71. 5	3. 745	1030	1125		
53. 5	3. 240	667	728	72. 0	3. 759	1041	1137		
54. 0	3. 255	676	738	72. 5	3. 772	1052	1149		
54. 5	3. 270	685	748	73. 0	3. 785	1063	1161		
55. 0	3. 285	694	758	73. 5	3. 798	1073	1172		
55. 5	3. 300	704	769	74. 0	3. 810	1084	1184		
56. 0	3. 315	713	779	74. 5	3. 823	1095	1196		
56. 5	3. 330	724	790	75. 0	3. 836	1106	1208		
57. 0	3. 344	733	800	75. 5	3. 849	1117	1221		

RÈGLES ET APPLICATIONS.

RÈGLE. — Au moyen de cette table, le calcul, pour déterminer la dépense d'eau effectuée par un orifice en déversoir, se réduit à la règle suivante :

Multipliez la largeur de la vanne ou du déversoir, exprimée en mètres, par le résultat de la 3^e colonne, correspondant à la hauteur de l'orifice dans la première,

Si le déversoir n'est pas de même largeur que le canal d'arrivée de l'eau, et qu'il ne soit d'ailleurs pas accompagné d'un coursier, c'est-à-dire que l'eau verse immédiatement dans l'air.

Et par le résultat de la 4^e colonne correspondant à la même hauteur,

Si le canal d'arrivée de l'eau est égal en largeur à celle du déversoir, et que sa profondeur ne soit pas sensiblement plus grande que la hauteur au-dessus du seuil ou de l'arête supérieure du déversoir.

1^{er} EXEMPLE. — On demande de déterminer le volume d'eau écoulé, par seconde, au-dessus d'une vanne en déversoir, dont la longueur est de 2^m 50, la hauteur de l'orifice de 0^m 22, en admettant la première circonstance.

On voit, dans la 3^e colonne de la table, que la dépense effectuée par un orifice de un mètre de large, à la hauteur de 0^m 22, est de 176 litres ; on a donc :

$$176 \times 2^m 50 = 440 \text{ litres par } 1'',$$

pour le volume cherché.

2^e EXEMPLE. — On voudrait déterminer la dépense, avec les mêmes données, dans la deuxième circonstance où le réservoir est de même largeur que le déversoir.

Dans la 4^e colonne, le nombre qui donne la dépense effectuée par un mètre de large, à la hauteur de 0^m 22, est de 192 litres.

Le volume est donc :

$$192 \times 2^m 50 = 480 \text{ litres par } 1''.$$

REMARQUE. Si la hauteur donnée était comprise entre deux des nombres exprimés dans la table, il faudrait prendre, pour avoir approximativement la dépense correspondante, une moyenne proportionnelle entre les deux résultats qui correspondent à ces nombres.

EXEMPLE. — Quelle est la dépense d'eau qui s'effectue par un déversoir de 3 mètres de large, la hauteur au-dessus du seuil étant de 0^m 183 ?

Dans la première circonstance, la dépense effectuée sur 1 mètre de large serait comprise entre 132 et 138 litres, la moyenne est à très-peu près 136, par conséquent,

$$136 \times 3^m = 408 \text{ litres par } 1'',$$

pour la dépense effective.

Et dans la deuxième circonstance, la dépense, sur 1 mètre, étant comprise entre 142 et 148, serait d'environ 146.

D'où

$$146 \times 3 = 438 \text{ litres par } 1'',$$

pour la dépense réelle.

LARGEUR D'UN ORIFICE EN DÉVERSOIR. — Lorsqu'on connaît le volume d'eau par seconde, et qu'on veut déterminer la largeur à donner, soit à un déversoir, soit à une vanne, qui doit être disposée en déversoir, pour pouvoir effectuer la dépense sous une hauteur donnée, il suffit d'opérer de la manière suivante :

Cherchez dans la table quel est le nombre correspondant à cette hauteur (lequel exprime la dépense sur 1 mètre de large), et divisez le volume donné exprimé en litres par ce nombre, on a la largeur cherchée en mètres.

1^{er} EXEMPLE. — Quelle est la largeur à donner à un déversoir qui doit effectuer une dépense de 0^{m.c.} 6, ou 600 litres par seconde, sous une hauteur au-dessus du seuil de 0^m 12?

On trouve dans la 3^e colonne de la table, en regard de 0^m 12, le nombre 72
On a donc :

$$600 : 72 = 8^m 33,$$

pour la largeur cherchée.

2^e EXEMPLE. — On demande la largeur d'une vanne en déversoir, pour dépenser un volume d'eau de 448 litres par seconde, sous un hauteur de 0^m 205?

On a, d'après la table, 160 litres, pour la dépense effectuée par une largeur de 1 mètre, sous la hauteur de 0^m 205.

La largeur de la vanne est donc :

$$448 : 160 = 2^m 80.$$

DÉTERMINER LA HAUTEUR DE L'ORIFICE. — Il peut arriver des circonstances où l'on soit limité dans la largeur à donner à la vanne en déversoir; il faut alors déterminer la moindre hauteur à donner à l'orifice pour pouvoir effectuer la dépense d'eau voulue, ce qui devient facile par la règle suivante :

Divisez la dépense exprimée en litres par 1'', par la largeur-limite en mètres, et cherchez dans la table le nombre qui, dans la 3^e colonne, se rapproche le plus du quotient trouvé; le nombre en regard, dans la 4^e colonne, sera la hauteur cherchée, à très-peu près.

EXEMPLE. — Par quelle hauteur d'orifice en déversoir doit s'effectuer une dépense de 350 litres, si on est limité par une largeur de 2 mètres?

On a

$$350 : 2 = 175 \text{ litres.}$$

On trouve, dans la 3^e colonne de la table, 176 litres qui correspondent à 0^m22 de la 1^e colonne; ce serait donc la hauteur cherchée à 1 millimètre près.

OBSERVATION. Quand on ne peut mesurer la hauteur H exactement, on doit chercher à prendre celle *h*, immédiatement au-dessus de l'arête supérieure du déversoir, et alors on multiplie cette nouvelle hauteur par 1,178, pour avoir la valeur de H, à laquelle correspondent les nombres de la 3^e ou de la 4^e colonne, suivant que la largeur du déversoir est moindre ou égale à celle du réservoir.

1^{er} EXEMPLE. — Déterminer la dépense d'eau effectuée par un déversoir de 4 mètres de large, l'épaisseur de la lame d'eau ou *h*, mesurée au-dessus du seuil, étant de 0^m11, la largeur du déversoir étant environ les 4/5 de celle du réservoir?

On a

$$0^m 11 \times 1,178 = 0^m 13,$$

pour la hauteur H du niveau au-dessus de l'arête du déversoir.

A cette hauteur correspond, dans la 3^e colonne, 82 litres :

On a donc

$$82 \times 4 = 328 \text{ litres par 1''}$$

pour la dépense effective cherchée.

2^e EXEMPLE. — Quelle serait la dépense, dans les mêmes conditions, si le réservoir était de même largeur que le déversoir, et que sa profondeur fût environ de la hauteur supposée?

On aurait encore

$$0^m 11 \times 1,178 = 0^m 13$$

pour la hauteur H.

Cette hauteur correspond à 87 litres de la 4^e colonne.

On a donc

$$87 \times 4 = 348 \text{ litres par 1''}$$

pour la dépense réelle.

DÉVERSOIR ACCOMPAGNÉ D'UN CANAL OU COURSIER. Il peut arriver

qu'un orifice en déversoir soit accompagné d'un coursier, ou canal légèrement incliné ou même horizontal, et qu'il se trouve resserré par rapport au fond ou aux parois du réservoir; la dépense d'eau est alors sensiblement altérée. Dans ce cas, pour déterminer la dépense, il faut

Multiplier les nombres de la 3^e colonne de la table par 0,83,
lorsque la hauteur de l'orifice est de 0^m20 et au-dessus,

par 0,80, si la hauteur est de 0^m15,
et par 0,76, si la hauteur est de 0^m10.

RÈGLES ET DONNÉES PRATIQUES

SUR LES ROUES HYDRAULIQUES DE CÔTÉ, A AUBES PLANES ET A COURSIER CIRCULAIRE.

LARGEUR DE LA ROUE.— La principale dimension à déterminer dans une roue hydraulique est sa largeur considérée dans le sens de l'axe. Si, d'un côté, cette largeur est trop faible, elle ne permettra d'effectuer toute la dépense d'eau disponible que sous de trop fortes épaisseurs de lames d'eau et en marchant avec de grandes vitesses; si, d'un autre côté, elle est trop grande, la roue devient trop volumineuse, plus chère à établir, et, dans le cas des sécheresses, l'épaisseur de la lame d'eau serait trop faible pour lui permettre de marcher, à la vitesse convenable, sans une grande perte d'effet utile.

Or, des données de M. Bélanger, comme des expériences nombreuses de M. Morin, il résulte que la meilleure disposition à adopter pour la construction d'une roue de côté, à aubes planes, emboîtée dans un coursier circulaire, est celle dans laquelle l'orifice est formé par une vanne en déversoir, et lorsque cette vanne est abaissée de 0^m20 à 0^m25 au-dessous du niveau général du déversoir.

La largeur de la roue de côté, qui nous occupe, a été déterminée d'après les deux données suivantes :

1^o En admettant que l'épaisseur de la lame d'eau ou la hauteur de l'orifice en déversoir fût ordinairement de 0^m23;

2^o En adoptant pour dépense moyenne 1200 litres par seconde, comme nous l'avons dit plus haut.

Nous pouvons aisément voir, par la table précédente, qu'avec une hauteur d'orifice de 0^m23, on peut effectuer une dépense de 188 litres par seconde, et que, par conséquent, la largeur à donner à la vanne, pour effectuer la dépense de 1200 litres, est de

$$1200 : 188 = 6^m 38.$$

Les constructeurs lui ont donné 6^m48.

Mais il faut observer aussi que cette largeur est diminuée de toute celle du poteau en fonte qui est placé au milieu, et qui est de 0^m 16 ; ainsi la largeur de la vanne n'est réellement que de 6^m 32.

DIAMÈTRE DE LA ROUE. — Le diamètre d'une roue de ce genre n'est pas rigoureusement déterminé, car il n'influe pas directement sur l'effet utile qu'elle peut rendre ; cependant on conçoit qu'il ne doit pas être trop petit, car alors l'eau pourrait s'admettre trop près de la ligne horizontale passant par le centre et même au-dessus de cette ligne, ce qui serait un grave inconvénient ; de même qu'il ne doit pas être trop grand, car des dimensions exagérées ne font qu'augmenter le volume et le poids de la roue, et par suite, la charge et les frottements des tourillons.

En général, pour des chutes de 2 à 3 mètres, il convient de donner au rayon extérieur de la roue, au moins la hauteur moyenne de la chute, augmentée de deux fois l'épaisseur de la plus forte lame d'eau qui doit passer au-dessus de la vanne plongeante.

Ainsi, dans le cas ci-dessus, la hauteur de la chute étant limitée à 2^m 475,

Le rayon de la roue ne pouvait pas avoir moins de	2 ^m 475
Plus deux fois l'épaisseur de la lame qui peut s'élever à	0 ^m 600
C'est-à-dire.	<u>3^m 075</u>

Ce qui correspond à un diamètre de 6^m 150 :

on lui a donné 6^m 50.

Des roues de même système, établies sur des chutes de 2^m 60 à 2^m 70, n'ont quelquefois pas plus de diamètre extérieur.

VITESSE DE LA ROUE. — La vitesse qu'il convient de donner à une roue hydraulique de côté doit être, suivant la théorie, égale à la moitié de celle due à la hauteur de l'orifice, c'est-à-dire de 1^m 00 à 1^m 10 dans ce cas ; cependant la pratique prouve qu'on peut, sans inconvénient, s'écartez assez sensiblement de cette règle, et faire marcher la roue avec une vitesse de 1^m 50 à 1^m 60 par 1'' au besoin, ce qui peut être, dans diverses circonstances, d'un très-grand avantage.

La roue représentée sur les dessins, fait moyennement 3 tours par minute, et les engrenages de transmission de mouvement sont calculés pour faire faire aux meules, dans le même temps, 120 révolutions, vitesse reconnue, pratiquement, la plus convenable, dans le système de mouture américaine, pour des meules de 1^m 30 de diamètre.

La vitesse moyenne à la circonference extérieure des aubes est donc de 1^m 021 par seconde ; ainsi, lorsque la hauteur de l'orifice est de 0^m 24, dans lequel cas la vitesse correspondante de l'eau est de 2^m 170, comme le mon-

tre la 2^e colonne de la table, le rapport de la vitesse de la roue à celle de l'eau = 0,47. Si la hauteur de l'orifice se réduit à 0^m15, ce qui suppose que la dépense ne serait que de

$$101 \text{ lit.} \times 6^m 32 = 638 \text{ litres par } 1'',$$

la vitesse de l'eau correspondante n'est plus que de 1^m716, et, dans ce cas, le rapport de la vitesse de la roue (qui reste la même) à celle de l'eau, devient 0,595.

NOMBRE D'AUBES, LEUR CAPACITÉ. Quoique le nombre d'aubes ne puisse être rigoureusement fixé, il importe cependant que leur écartement ne soit pas beaucoup plus grand que la plus forte épaisseur de la lame d'eau passant sur la vanne. Nous avons vu que, par le système de construction adopté pour la roue, il est nécessaire que le nombre d'aubes puisse être divisible par le nombre de bras, afin qu'il ne se rencontre pas un coyau, dans l'assemblage même d'un bras avec la couronne. Or, comme le diamètre extérieur de la roue est de 6^m50, ce qui correspond à une circonférence de 20^m42, en lui donnant, comme on l'a fait, 64 aubes, le plus grand écartement existant entre celles-ci est de 0^m32; avec cette distance, on ne doit généralement pas admettre une épaisseur de lame d'eau plus de 0^m25 à 0^m26, car, à 0^m27, elle commence à cracher, l'admission ne peut se faire complètement, l'eau rejoaillit dans l'intérieur et il se produit des secousses continues. Ainsi donc, il faut compter pour l'écartement à donner aux aubes d'une roue hydraulique recevant l'eau par un orifice en déversoir, environ le tiers ou au moins le quart en plus de la hauteur de cet orifice, et s'arranger d'ailleurs pour que le nombre d'aubes soit divisible par le nombre de bras.

Pour des roues de 3^m50 à 4^m75 de diamètre, il suffit de six bras par chaque cordon, et pour des roues de 5 à 7 mètres, on doit compter toujours 8 bras par cordon; ce nombre doit évidemment augmenter pour des roues au-dessus de 7 mètres, cas extrêmement rare.

Quant à la capacité formée par les aubes, le coursier et les murs latéraux, elle doit être au moins le double du volume d'eau dépensé. Ainsi on pourra donc toujours déterminer la profondeur à donner aux aubes, en connaissant la plus grande dépense à effectuer; en effet, admettant, comme il a été trouvé aux moulins de la Réserve, que le plus grand volume d'eau disponible soit de 1340 litres (ou 1^m34) par seconde, puisque la vitesse de la circonférence extérieure de la roue est de 1^m021, la quantité d'aubes contenues dans cet espace est égale à

$$1^m 021 : 0^m 32 = 3,19, \text{ donc } 1^m 34 : 3,19 = 0^m 43 \text{ environ,}$$

volume d'eau contenu dans chaque aube ou auget pendant la marche de la roue; si la capacité de l'auget est double, elle doit donc être de 0^m86,

mais le produit de la largeur réduite 6^m 32 de la roue par la distance 0^m 32 de deux aubes consécutives, est égal à 2^m 022 ;

$$\text{on a donc } 0^m 86 : 2^m 022 = 0^m 42$$

pour la profondeur des aubes ; mais comme la distance des aubes n'est pas la même au fond qu'aux extrémités, comme d'ailleurs le fond est encore rétréci par les contre-aubes inclinées à 45 degrés, et qu'enfin la capacité est diminuée par l'épaisseur même des planches dont ces aubes et contre-aubes sont composées, il faut évidemment augmenter cette profondeur ; c'est pourquoi les constructeurs lui ont donné 0^m 49, depuis le bout de l'aube jusqu'à la circonférence extérieure des cordons.

EFFET UTILE DE LA ROUE.¹

La force absolue d'un cours d'eau est le produit du volume d'eau dépensé par 1'' (exprimé en kilogrammes) par la hauteur de chute exprimée en mètres. Ainsi lorsque la dépense est de 1300 litres ou 1300 kilog. par 1'', et que la hauteur totale de la chute est de 2^m 475, le produit de 1300 k par 2^m 475, exprime en *kilogrammètres* la force absolue ; on peut encore l'évaluer en chevaux-vapeur, en divisant le résultat par 75 ; on aurait donc

$$\text{environ } 3217^{\text{km}} : 75 = 43 \text{ chevaux.}$$

Les roues de côté, à aubes planes, à coursier circulaire, et recevant l'eau en déversoir, lorsqu'elles sont bien établies, comme nous venons de le voir, peuvent utiliser 70 à 75 pour 0/0 de la force absolue du cours d'eau. Les expériences de M. Morin démontrent en effet qu'on peut, dans la plupart des cas, atteindre ce chiffre, et certes, après un expérimentateur aussi habile, nous n'aurions pas besoin de constater ce rapport ; cependant, ayant eu occasion de faire, sur la roue de Corbeil et sur plusieurs autres roues semblables, quelques expériences comparatives, nous sommes bien aise de les résumer ici, pour faire voir surtout quelle est la quantité de blé moulu dans un temps donné. Il est, en effet, essentiel dans toutes les circonstances, de connaître le travail dont un moteur est capable, parce que c'est sur ce travail que l'on établit ses comptes de revient, les comptes de fabrication, et souvent, par suite, les bénéfices présumables que l'on peut réaliser.

Ces expériences furent faites conjointement avec M. Guenet, ingénieur de mérite, qui voulut bien nous aider dans cette circonstance avec son obligeance accoutumée.

Il résulte de ces expériences qu'en dépensant une force moyenne de 20 chevaux sur la roue de Corbeil, et en faisant marcher avec cette puis-

sance six paires de meules, dont 4 du 1^{er} système en amont, et 2 autres du second système en aval, on a pu nettoyer et moudre, en 17 heures, 47,73 hectolitres de blé, d'un poids total de 5520 kilog. Il est à remarquer que, pendant ce temps, les gros engrenages de chaque système étaient en mouvement avec les arbres verticaux qui se prolongent jusqu'à 5^e étage, ainsi que les appareils de nettoyage et de blutage, les vis sans fin à blé et à boulange, les rateaux, les monte-sacs, etc. On voit donc qu'avec cette force on a réduit par heure 310 kilogrammes, ce qui revient à dire qu'avec le travail absolu d'un cheval ou 75 kilogrammes par 1'', on peut écraser 15^k 5 de blé par heure ou 0^k 0043 par seconde; par conséquent 1000^{km} de travail moteur dans une seconde correspondent à 0^k 0573 de blé moulu.

Si nous admettons pour l'instant que la roue utilise 0,70 de la puissance motrice absolue, nous pourrons dire que l'ouvrage fait par 1000^{km} de cette puissance absolue correspond à une force utile de 700^{km}; mais, suivant M. Taffe, dans un tel moulin, on doit compter les 4/7 de la force utile employés pour les gros mouvements et la mise en marche de tous les accessoires: il ne reste donc réellement que 300^{km} sur les 1000^{km} de force absolue qui sont directement appliqués à moudre les 0^k 0573 de blé par seconde, c'est-à-dire qu'avec 1000^{km} de travail utilisé, on moud par 1'', 0^k 19; or, suivant M. Navier, 1000^{km} de puissance utile correspondent à 0^k 18 de blé moulu par seconde. On peut donc en conclure que la roue de Corbeil utilise plus de 70 pour 0/0 de la puissance motrice absolue.

Sur une roue du même genre, établie au moulin de l'Étang, chez M. La-perche, à Provins, on obtient les résultats suivants:

Avec six paires de meules on a pu moudre 8025^k de blé en 24 heures.

L'épaisseur de la lame d'eau ou la hauteur verticale de l'orifice en déversoir étant de 0^m 25, la chute totale est de 2^m 80 et la largeur donnée à la roue est de 2^m 76; la dépense d'eau par seconde était donc

$$212 \times 2^m 76 = 585 \text{ litres (voyez la table n}^{\circ} 2)$$

$$\text{et la force totale absolue} = 585 \times 2^m 8 = 1638^{\text{km}}$$

ou 21,9, soit 22 chevaux-vapeur.

Ainsi avec la force absolue d'un cheval on a moulu 15^k 2 de blé par heure.

Nous devons remarquer que, dans les deux circonstances précédentes, les blés étaient beaux et de bon choix, et ont rendu 60 à 62 pour 0/0 en farine première qualité destinée à la boulangerie de Paris. Or, plus l'on cherche, dans cette fabrication, à obtenir des farines premières, plus on doit dépenser de force motrice pour moudre une quantité donnée de blé. Nous avons eu occasion de nous rendre compte de cette assertion aux moulins de Plombières, près Dijon, qui, montés par les mêmes constructeurs, avec deux moteurs hydrauliques, disposés comme celui de

Corbeil, des engrenages aussi bien faits, des appareils de nettoyage et de blutage semblables, ont donné des quantités de travail supérieures à celles que nous venons de citer. En effet, la dépense d'eau faite sur l'une des roues, s'effectuant par un orifice en déversoir de 0^m 29 de hauteur sur 3^m 25, était

de 865 litres par seconde (voyez la table n° 2);

la chute étant de 2^m 76, la force totale absolue du moteur était donc

$$865 \times 2^m 76 = 2388 \text{ km} = 32 \text{ chevaux-vapeur.}$$

La quantité de blé moulu a été de 1400^k en 24 heures, ce qui correspond à 18^k par cheval-vapeur et par heure, il y avait 7 paires de meules en action, et les meules étaient très-vives et toutes nouvellement rhabillées. Ces moulins travaillent pour la boulangerie de Lyon, qui emploie autant, et quelquefois plus de farines secondes que de farines premières.

Cette différence de travail obtenue avec une même force motrice est encore bien plus sensible, lorsqu'on compare ces moutures à celles faites pour l'administration de la guerre; non-seulement les diverses qualités de farine ne sont pas séparées, mais encore on n'en extrait que 15 à 16 pour 0/0 au plus de résidu; il en résulte que la mouture est plus grossière, les meules ont moins besoin d'être affleurées, et la dépense de force est moindre pour concasser une même quantité de blé dans un temps donné.

POIDS DE LA ROUE HYDRAULIQUE ET DE SES ACCESSOIRES.

Il est souvent essentiel de se rendre compte du poids de toutes les pièces qui composent une roue hydraulique, soit pour pouvoir en estimer le prix de revient suivant les localités, soit pour en calculer la charge, et par suite les dimensions de l'arbre et de ses tourillons. Ayant sur la roue qui nous occupe des données précises, il nous est facile de les transcrire, persuadé d'ailleurs qu'elles ne seront pas sans intérêt, du moins pour les constructeurs.

PIÈCES QUI COMPOSENT LA ROUE DES MOULINS DE LA RÉSERVE.

	Poids des pièces.
Un arbre en chêne de 8 ^m 60 de long et d'une section moyenne de 0 ^m 47 ^{déc.} quarrés, pesant environ.	3730 kil.
2 tourillons en fer avec manchons à 4 ailes en fonte, pesant ensemble.	396
6 fortes frettes en fer ajustées sur les fusées de l'arbre. .	216
5 tourteaux en fonte montés et calés sur l'arbre.	1250
<i>A reporter.</i>	<hr/> 5592

	<i>Report.</i>	5592
40 bras en chêne assemblés sur ces tourteaux pour porter les couronnes.	1040	
5 couronnes, ou cordons, composées chacune de 8 morceaux.	1160	
320 coyaux en chêne.	720	
320 clés et 320 goussets aussi en chêne.	320	
80 clavettes droites en fer et 160 clavettes à talons également en fer.	86	
80 boulons à tête quarrée et écrous à 6 pans		
80 id. à tête de champignon avec argot	ensemble	138
640 id. id. et à collet quarré		
80 plates-bandes et 40 étriers en fer méplat de 0 ^m 06 de large sur 0 ^m 006 d'épaisseur.	163	
64 aubes en orme de 6 ^m 48 de largeur dans le sens de l'axe, et de 0 ^m 025 d'épaisseur.		5300
64 contre-aubes planes inclinées, et 64 contre-aubes cintrees, également en orme et de même épaisseur		
Roue droite dentée en fonte de 4 ^m 67 de diamètre, en deux parties.	4200	
	TOTAL.	18719 kil.

Ainsi les deux tourillons de l'arbre de cette roue supportent ensemble un poids de plus de 18700 kilogrammes, qui doit encore être augmenté de la charge d'eau lorsque la roue est en marche.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 1, 2 ET 3.

La fig. 1^{re} de la 1^{re} planche représente une coupe verticale de la roue hydraulique faite suivant la ligne 1-2 de la planche 2^e, et vue du côté du mur de tamponne, qu'on a supposé enlevé sur le dessin pour laisser voir le premier engrenage moteur, et les engrenages qui servent à mouvoir la vanne.

La fig. 2^e de la 2^e planche est une coupe horizontale faite suivant la ligne brisée 3-4-5-6 de la fig. 1^{re}.

Ces deux planches sont dessinées au 25^e d'exécution, ou à 4 centimètres par mètre.

Pl. 3, fig. 3 et 4. Élévation et plan horizontal, suivant la ligne 7-8, d'un fragment du vannage de la roue. L'échelle adoptée sur cette figure n'a pas permis de faire voir la vanne dans ses véritables dimensions, que les cotes donnent d'ailleurs exactement.

Fig. 5. Coupe verticale et transversale de cette partie du vannage, suivant la ligne 9-10, et vue du côté du poteau de vanne en fonte.

Fig. 6 et 7. Vue par le bout de l'arbre de la roue hydraulique, et coupe verticale faite d'une part par l'axe de cet arbre, et suivant la ligne 11-12 de la roue dentée.

Fig. 8 et 9. Vue de face et coupe par l'axe d'un fragment de tourteau et d'un bras de la roue hydraulique.

Fig. 10 et 11. Vue de face et coupe, suivant la ligne 13-14, de l'autre extrémité du même bras, et d'un fragment de la couronne avec laquelle il est assemblé.

Fig. 12. Détails d'un coyau d'une aube et d'une portion de jante.

Fig. 13. Coupe verticale de la jante, suivant la ligne 15-16 de la figure précédente, et vue de côté du coyau.

Fig. 14. Seconde coupe verticale de la couronne, suivant la ligne 17-18.

Fig. 15. Coupe horizontale d'une autre partie de cette couronne, suivant la ligne 19-20.

Fig. 16. Dernière coupe verticale suivant la ligne 21-22.

Toutes les figures de la planche 3 sont dessinées à l'échelle de 2/25^{es} ou 8 centimètres par mètre.

NOTICE INDUSTRIELLE.

PROCÉDÉ POUR EXTRAIRE LE GAZ D'ECLAIRAGE DE LA TOURBE, PAR. M. LOWE DE LONDRES.

M. Lowe a obtenu, le 8 octobre 1846, une patente pour la préparation d'une nouvelle matière propre à la fabrication du gaz d'éclairage; il procède de la manière suivante :

Il prend de la tourbe sèche, découpée en cubes ou blocs, la place dans une chaudière en fonte, y ajoute de la poix, de la résine fondu, du goudron, ou toute autre matière analogue à bon marché; puis il chauffe le tout pendant environ une heure, jusqu'à ce que les blocs soient bien pénétrés; il les laisse ensuite égoutter, sécher, et les soumet à la distillation, comme on fait de la houille.

On peut substituer à ce mode de pénétration celui qui est employé pour les bois, à savoir : le vide et la pression en vase clos. Lorsque le goudron de houille est employé comme matière carburante, l'inventeur trouve avantageux d'y introduire 5 à 10 p. 100 de chaux vive.

M. Lowe épure le gaz dans un appareil composé de deux cylindres superposés, remplis de coke. Dans le cylindre inférieur tombe en pluie de l'eau ammoniacale faible; dans le second une eau acide, également faible; le gaz traverse cette colonne de bas en haut.

MACHINE A PERCER

APPLIQUÉE A FAIRE

LES TENONS DES DENTS EN BOIS DES ENGRENAGES,

Par M. CARTIER,

Ingénieur-Mécanicien, à Paris.

COPIES

Si la construction des machines est une des branches les plus importantes de l'industrie manufacturière, elle est aussi l'une de celles qui demandent le plus d'étude et d'intelligence. Il ne faut pas seulement, aujourd'hui, qu'un constructeur sache bien établir une machine, un appareil quelconque, il faut encore qu'il sache trouver les moyens d'exécuter cet appareil ou cette machine avec économie, tout en y apportant une grande précision; il faut enfin qu'il perfectionne ses outils ou qu'il en invente constamment de nouveaux.

M. Cartier, ancien mécanicien de Paris, a tellement compris l'importance de l'*outillage* pour la confection des pièces de machines, qu'il a constamment cherché à simplifier la main-d'œuvre, à remplacer le travail de l'homme par des moyens mécaniques.

Nous aurons l'occasion de parler de plusieurs des machines-outils qu'il a conçues et exécutées avec une rare perfection, et, dès aujourd'hui, nous commencerons par publier une machine intéressante autant par sa simplicité que par le travail qu'elle est capable de faire: elle pourra donner une première idée des capacités de son auteur; nous voulons parler de sa *machine à percer avec l'application d'un chariot pour faire les tenons des dents de bois des engrenages droits et coniques*.

Jusqu'à ces derniers temps, on préparait les *tenons* ou les *queues* des dents de bois à l'aide d'une scie de menuisier; mais, quand il se présentait de fortes dentures de 18 à 20 centimètres de largeur, et quelquefois plus, il fallait souvent deux hommes pour rendre la manœuvre de cette scie moins fatigante, moins pénible. Ce moyen, qui est encore en usage dans la plupart des ateliers de construction, est non-seulement fort long, mais il

n'évite pas de retoucher au rabot, après le sciage, chacune des faces du tenon, qui doit être exactement ajusté dans les *cabinets* de l'engrenage.

Dans quelques établissements, on a bien aussi disposé des scies circulaires pour débiter ces tenons avec plus de célérité. Ces scies, d'un avantage incontestable, dans un grand nombre de circonstances, laissent pourtant, quant à cette application, quelque chose à désirer (celles du moins que nous avons eu l'occasion de voir); elles ne permettent pas d'obtenir les faces des tenons avec une exactitude suffisante. On conçoit, du reste, qu'il doit être difficile, avec une scie circulaire, de faire la queue d'une dent d'engrenage conique, par exemple, dans laquelle il faut que les faces soient à la fois inclinées dans deux directions différentes.

Avec la machine de M. Cartier, on peut, sans difficulté, former les tenons en leur donnant la pente et l'épaisseur convenables.

Le principe de cette machine consiste :

1^o Dans l'application d'un porte-lames fixé à la partie inférieure de l'arbre vertical d'une machine à percer à mouvement continu;

2^o Dans la disposition d'un chariot mobile portant les plateaux en bois destinés à la confection des dents.

Il sera facile de comprendre cette nouvelle et ingénieuse disposition à l'aide du dessin, planche 4^e, et de la description suivante.

APPLICATION DU PORTE-LAMES A L'ARBRE VERTICAL D'UNE MACHINE A PERCER.

On sait que le bois (1), destiné à la confection des dents des engrenages, est débité, par avance, en plateaux de la dimension voulue pour la préparation de deux dents; ces plateaux ne sont séparés en deux parties, par leur milieu, que lorsque les queues sont faites. Ainsi, sur chaque plateau, on a quatre portions de surface à raboter, pour former les côtés plats des tenons, et quatre portions plus petites pour les champs.

L'outil employé par M. Cartier, pour opérer ce rabotage successif de chacun des côtés des tenons, est une lame en acier à cintrée vers le tranchant (voy. fig. 4 et 5, pl. 4); cette lame est ajustée dans un cylindre en fer très-court A, où elle est retenue par une clavette qui la presse en dessus, et par une vis de pression qui la serre sur le côté. La forme cintrée donnée à la lame est très-essentielle dans le travail; on conçoit en effet que, pour qu'elle puisse couper le bois sans le déchirer, il faut que l'élément tranchant se trouve, autant que possible, dans la direction du copeau

(1) On emploie plus généralement le charme ou le cormier pour la confection des dents des engrenages; il importe que le bois soit très-sec et bien dur, et pour cela il est essentiel qu'il ait été débité depuis plusieurs années, et renfermé dans des lieux bien sains.

qu'il doit enlever, c'est-à-dire que cet élément soit, pour ainsi dire, une portion du cercle qu'il décrit dans son mouvement de rotation. Le cylindre A, que nous appellerons le *porte-lames*, est surmonté d'une tige légèrement conique, exactement ajustée dans le bout alésé de l'arbre vertical B, et fixée par une vis de pression.

Cet arbre n'est autre que l'axe même d'une machine à percer, verticalement, les pièces de fer ou de fonte ; il peut, comme celui-ci, monter et descendre à volonté ; seulement on doit lui communiquer un mouvement de rotation extrêmement rapide. On sait, en effet, que, dans toutes les machines à travailler le bois par mouvement continu, la vitesse doit être très-grande. Vers la partie supérieure de l'arbre est placée une poulie en fonte C, à plusieurs diamètres, pour permettre de varier la vitesse et la proportionner à la dureté du bois et à l'étendue de la surface à raboter. Cette poulie est commandée par une seconde semblable, mais sensiblement plus grande, et montée sur un arbre spécial dont on intercepte le mouvement à volonté.

Deux chaises en fonte D, D', munies de coussinets en bronze, maintiennent l'arbre B sans l'empêcher de tourner ni de marcher verticalement. Elles sont adaptées contre une colonne de fonte E, laquelle est creuse et fondu avec les deux pieds ou montants verticaux à nervures F, qui sont réunis par une traverse horizontale à leur partie inférieure. Cette colonne forme, avec ses pieds, tout le bâti de la machine, qui, par cette disposition, a l'avantage de pouvoir se placer dans un endroit quelconque de l'établissement, ce que l'on ne peut faire souvent avec plusieurs systèmes de machines à percer verticales qui exigent d'être appliquées contre un mur ou au moins contre un poteau de l'atelier. Elle repose, par sa base, sur une pierre de taille encaissée dans le sol, et se boulonne, par son sommet, à une poutre G placée transversalement au-dessus.

Au moyeu de la poulie C, est formée une gorge cylindrique, embrassée par les deux branches d'une fourchette en fer b, fixée sur la chaise supérieure D, et destinée à maintenir constamment cette poulie à la même hauteur, quelle que soit la place occupée par l'arbre (fig. 1 et 2) ; une rainure c, dans laquelle se loge la clavette qui lie la poulie avec cet arbre, est pratiquée dans une longueur suffisante, pour permettre de donner à celui-ci toute la course nécessaire et correspondante à la plus grande largeur de denture.

Un volant en fonte H est monté au sommet de l'arbre vertical, au-dessus de la poulie, pour régulariser le mouvement du porte-lames. Ce volant, qui n'existe généralement pas dans les machines à percer, est ici très-nécessaire ; car, comme dans son mouvement de rotation la lame n'attaque le bois que par intermittence, il est aisé de concevoir qu'elle serait sus-

ceptible de butter ou de s'engorger dans le bois, soit parce que la courroie glisserait, soit parce qu'on voudrait prendre un trop fort copeau à la fois.

Le plateau rectangulaire en fonte I, sur lequel se place le chariot mobile qui porte le bois à raboter, est adapté contre les deux pieds du bâti par deux forts boulons. Sa face supérieure est exactement horizontale et bien dressée, et il est renforcé en dessous par deux fortes nervures latérales d. Il est percé sur toute son étendue d'un grand nombre de trous, pour recevoir les boulons qui doivent y fixer le chariot ou les pièces à forer, quand celui-ci est enlevé et que la machine doit être occupée à percer.

Comme nous ne donnons pas ici cet appareil pour une machine à percer proprement dite, quoiqu'il puisse réellement être appliqué comme tel, nous avons dû supprimer les leviers et tout le système qui détermine la pression du foret ou le mouvement descensionnel de l'arbre dans l'opération du forage. On verra, dans le deuxième volume, une machine bien complète et toute spéciale pour percer les métaux.

CHARIOT MOBILE PORTANT LES PLATEAUX EN BOIS,
DESTINÉS A LA CONFECTIÖN DES DENTS DES ENGRÈNAGES.

La disposition du chariot sur lequel on fixe les plateaux que l'on destine à la confection des dents, est analogue à celle d'un support à chariot employé dans les tours parallèles ou à engrenages. Il se compose d'une pièce fixe en fonte J, boulonnée sur le plateau de la machine et à une certaine distance en avant du porte-lames, distance d'ailleurs déterminée par la longueur des tenons à raboter. D'un côté, cette pièce porte deux oreilles e fondues avec elle, et traversées par des boulons qui l'assemblent à une plaque rectangulaire K, et du côté opposé elle porte aussi deux pattes en fer rapportées et taraudées, pour former écrous aux vis buttantes f, au moyen desquelles on peut soulever cette plaque, et lui faire occuper une position horizontale ou inclinée.

Deux coulisseaux en fer g, bien dressés et exactement parallèles, sont assujétis sur la plaque rectangulaire K, pour recevoir entre eux la pièce à coulisse L, qui est la partie mobile du chariot. Deux fortes vis verticales h sont assujéties sur cette pièce à coulisse et traversent les extrémités d'une règle en fer M, qui, à l'aide des écrous à oreilles i, permet de serrer au degré convenable les plateaux en bois N que l'on doit travailler. Dans les fig. 1 et 2, ces plateaux sont placés verticalement les uns contre les autres, parce qu'on suppose raboter les champs ou les côtés les plus minces; on peut alors, suivant leur épaisseur, en mettre un certain nombre proportionné à la course du chariot, et pour les maintenir à droite et à gauche, on place de chaque côté une cale en bois j assez large pour remplir l'espace laissé entre les vis h et les derniers plateaux; ces cales peuvent évi-

demment servir pour chaque série de plateaux de même épaisseur. Dans les fig. 3 et 4, les plateaux sont placés horizontalement, on ne peut généralement alors en raboter qu'un à la fois.

Des coussinets sont ajustés aux extrémités de la pièce à coulisse L, pour supporter la vis de rappel O, au moyen de laquelle on la fait avancer graduellement, et en tournant cette vis à l'aide de la manivelle montée à son extrémité. L'écrou de cette vis est en deux parties, et formé par les deux mâchoires en fer k, assemblées à charnière, par leur partie inférieure, contre l'extrémité du support fixe J, auquel une oreille est ménagée à cet effet. Ces deux mâchoires se rapprochent au moyen d'un levier à bascule l, qui peut osciller autour d'un goujon fixé à la partie supérieure du coude m fondu avec le support. De chaque côté de ce goujon l'œil du levier porte une goupille qui pénètre dans des rainures rectangulaires pratiquées vers le sommet des mâchoires (fig. 9).

Par cette simple disposition, il est aisé de concevoir que si, appuyant sur la boule du levier à bascule, on le fait déverser d'un côté ou de l'autre, les deux goupilles, dont il est armé à sa partie inférieure, se rapprocheront de l'axe vertical passant par le centre d'oscillation, et feront en même temps rapprocher les deux mâchoires; par suite, les deux parties de l'écrou se toucheront et coïncideront avec la vis, ce qui doit avoir lieu quand la machine est en marche, pour que cette vis fasse avancer le chariot et le bois à raboter. Si, au contraire, on place le levier vertical comme dans le détail fig. 9, les deux goupilles se trouvent plus écartées de l'axe, les deux mâchoires sont alors séparées et l'écrou n'engrène plus avec la vis qui, ainsi, devient libre, ce qui permet de ramener rapidement le chariot à sa position primitive en le tirant sans tourner la vis de rappel.

Aux deux extrémités de la pièce à coulisse L sont fixés, chacun par une vis, les supports coudés en fer P qui, d'une part, portent des galets mobiles sur la partie dressée et horizontale de la pièce fixe J, et d'une autre part, portent les vis verticales n, qui, au moyen d'un écrou et d'un contre-écrou, soutiennent à la hauteur convenable la règle en fer Q, à laquelle on peut donner une certaine inclinaison ou la placer horizontale. La surface supérieure de cette règle est dressée, étant destinée à supporter l'extrémité du porte-lames qui, pendant le travail, s'y appuie de son propre poids. Ainsi, la place et la direction données à cette règle déterminent la hauteur à laquelle le porte-lames doit être soutenu, et en même temps l'inclinaison, dans un sens, de la surface rabotée.

JEU ET TRAVAIL DE LA MACHINE.

Ayant préparé à l'avance un calibre exact tracé sur les cabinets de la roue à denter, on doit d'abord régler le chariot à la distance convenable

pour que toute la longueur du tenon puisse être attaquée par la lame, sans que celle-ci soit gênée dans son passage ; il faut aussi faire en sorte que la règle directrice Q, qui est parallèle à la vis de rappel, se trouve dans un plan vertical passant par l'axe de la machine, comme elle est représentée sur les fig. 1 et 2. Si la denture à tailler appartient à une roue droite, le plan supérieur de la règle directrice doit être placé horizontalement, afin que le porte-lames soit constamment soutenu à la même hauteur pendant la marche du chariot ; on élève ensuite la règle de pression M assez haut pour pouvoir placer entre elle et la plaque mobile L, les plateaux de bois N destinés aux dentures.

Comme la surface *rs* du tenon (fig. 2) ne doit pas être parallèle à la surface droite extérieure de la denture, afin de lui donner de l'entrée dans le cabinet, il faut donner aux plateaux, et par suite à la plaque mobile du chariot, une légère inclinaison, jusqu'à rendre la ligne *rs* horizontale, ce dont on peut s'assurer par avance en se guidant sur le plateau I de la machine. Nous avons vu qu'on peut aisément régler l'inclinaison de cette plaque mobile au moyen des vis buttantes *f*.

Pour la régularité et la rapidité du travail, on doit débiter tous les champs d'une même série de dentures, avant de commencer le rabotage des plats. Ce travail doit s'exécuter exactement de la même manière et avec la même lame ; il est donc important d'apporter autant d'attention pour placer les dents à plat, et une à une seulement, sur la plaque mobile, et de donner encore à celle-ci l'inclinaison voulue, comme on peut le voir fig. 4.

Lorsque les dentures appartiennent à des engrenages d'angle, il faut que les faces des tenons soient inclinées dans deux directions différentes par rapport à la face plane du plateau de bois destiné à la confection des dents. A cet effet, on n'incline pas seulement le plateau mobile du chariot comme on l'a fait sur le dessin (fig. 1 et 4), mais il faut encore incliner la règle directrice Q ; puisque le porte-lames est abandonné à son propre poids, il est évident que, pendant le mouvement de cette règle, il sera plus ou moins soulevé et la lame rabotera alors la surface voulue.

La vitesse de rotation du porte-lames est de 400 à 500 tours par minute pour des surfaces de 100 à 150 centimètres quarrés. Ainsi, comme le rayon extérieur de la lame, réglée dans la position que nous lui avons donnée sur le dessin, est de 0^m120, l'espace parcouru par l'arête tranchante extrême est de :

$$2 \times 0,120 \times 3,1416 \times 500 = 377^m$$

par minute. Sa vitesse par seconde est donc :

$$\frac{377}{60} = 6^m28.$$

Le tenon d'une dent en cormier, ayant 0^m08 de longueur et 0^m14 de largeur, a été raboté sur toute une face en une minute ; et comme la course du chariot, qui doit toujours être plus grande que la largeur de la surface rabotée, n'était pas moins de 0^m16, on voit que, par chaque révolution du porte-lames, l'épaisseur du bois enlevé par l'outil devait être d'environ

$$\frac{0,16}{500} = 0^{\text{mill.}}32,$$

c'est-à-dire à très-peu près un tiers de millimètre.

On mettait une demi-minute pour opérer le changement de face d'un tenon de cette dimension ; c'est donc une minute et demie pour le temps employé à faire une face entière. Les champs qui avaient la même longueur de 0^m08, sur 0^m018 de largeur, étaient proportionnellement rabotés avec plus de rapidité, mais aussi on passait plus de temps pour les réunir et les ranger, de sorte qu'en résumé on peut dire que les quatre côtés de chaque tenon étaient rabotés en six minutes. A ce compte, on voit qu'on peut faire les tenons de dix dents semblables en une heure, ou environ 110 tenons de la dimension précédente en une journée de onze heures.

La force employée pour faire mouvoir une telle machine est assez considérable, à cause de la grande vitesse qu'on est dans l'obligation de donner au porte-lames ; elle peut s'élever quelquefois à un demi-cheval-vapeur. On sait qu'en général toutes les machines animées d'une grande vitesse absorbent beaucoup de force, et toutes celles appliquées à travailler le bois doivent nécessairement agir avec célérité pour obtenir de bons résultats.

DIVERSES APPLICATIONS DE LA MACHINE.

La disposition d'un outil tranchant, monté sur un axe de rotation, peut avoir bien des applications dans diverses branches d'industrie ; il est aisé de comprendre que ce doit être en effet le moyen le plus avantageux et le plus économique pour travailler le bois et lui donner toute espèce de formes, car c'est le meilleur mode d'opérer avec rapidité. Aussi nous sommes persuadé que dans une foule de circonstances on pourra se servir de ce principe pour raboter le bois et le façonner de toute manière. Ainsi on pourrait aisément faire des tenons et des mortaises dans différentes pièces, en combinant les dimensions du chariot convenablement.

Dans une plate-forme, l'outil propre à tailler les dents de bois ou de cuivre est aussi une lame d'acier mobile sur un axe de rotation, mais ici l'outil a les deux mouvements, circulaire et rectiligne ; la pièce travaillée est immobile. Il importe aussi, pour les dentures en bois de fortes dimensions, de donner à la lame qui dégrossit une forme cintrée, comme celle que l'on vient de voir.

Dans la fabrication mécanique des tonneaux, on fait également l'application d'outils tranchants pour *parer* les douves, par exemple ; ces outils sont animés d'un mouvement rotatif extrêmement rapide, pendant que les douves ont un mouvement de translation très-lent, mais proportionnel au premier (1). M. E. Philippe a exécuté de belles machines pour cet objet.

M. Peyod, mécanicien qui s'est beaucoup occupé de la construction des scieries et des machines à travailler le bois, a depuis peu fait aussi une heureuse application de ce principe, en établissant une machine propre à la confection des coins en bois employés dans les chemins de fer pour assujétir les rails dans des chaises ou supports en fonte. Il a disposé plusieurs lames sur un arbre horizontal qu'il fait tourner avec une très-grande rapidité. Ces lames ayant la forme convenable, suivant celle des coins, sont en outre cintrées dans le sens du mouvement pour couper et enlever des copeaux de bois avec autant de facilité que le fait un rabot de menuisier. A l'aide d'une telle machine, on peut raboter sur les deux faces plus de deux mille coins par journée de dix heures.

M. L.-Victor Roguin prit en 1817 un brevet d'invention de quinze ans pour une machine propre à raboter les bois de toute nature et de toutes dimensions, et à pratiquer des rainures, des languettes et des moulures. Dans cette machine, l'outil composé d'une fraise taillée sur sa circonférence, avait un mouvement de rotation et la pièce à raboter s'avancait sous lui. L'année suivante, M. Antoine Roguin, cessionnaire du brevet de son frère, prit un brevet d'addition et de perfectionnement pour cette machine dans laquelle il donna alors à l'outil le double mouvement de rotation et de translation ; cet outil n'était plus une fraise, mais des fers de rabot montés convenablement autour d'un mandrin.

En 1835, M. Fanzvoll prit un brevet d'invention de dix ans pour une machine à raboter, établie sur un principe tout à fait différent de celui de M. Roguin, et remplissant exactement le même but, mais peut-être avec plus d'exactitude. M. Fanzvoll a cherché à imiter le travail même du rabot de menuisier : ainsi la machine consiste en un rabot qui se promène sur toute la longueur de la planche ou de la pièce de bois qu'il doit raboter.

Ces machines à raboter sont extrêmement avantageuses pour la fabrication de toutes ces belles moulures que les menuisiers emploient aujourd'hui avec tant de bonheur dans les décosrations intérieures des appartements. Elles ne sont pas moins avantageuses dans la fabrication des cadres et ornements de toutes espèces.

(1) Dans la fabrication des tonneaux, l'opération du *parage* des douves consiste à raboter leur face intérieure, à chaque extrémité seulement, pour les rendre d'égale épaisseur. Cette opération se fait aujourd'hui simultanément avec celles du *rognage* et du *jâble*, à l'aide de scies circulaires montées sur les mêmes axes que les outils à raboter.

Nous ne terminerons pas sans mentionner M. E. Philippe, ingénieur-mécanicien, breveté pour la fabrication mécanique des parquets, composés d'un grand nombre de morceaux de bois assemblés à rainures et languettes; M. Sautreuil, mécanicien à Fécamp, qui prit aussi un brevet d'invention de quinze ans, en avril 1830, et un brevet de perfectionnement en septembre 1838 pour une machine propre à la confection des objets de menuiserie, tels que parquets, lambris, moulures, corniches, croisées, etc., (1).

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 4.

Fig. 1^{re}. Élévation vue de face de la machine et du chariot appliqué à la confection des tenons de dents.

Fig. 2. Vue de côté, ou coupe verticale suivant la ligne 1-2 de la figure précédente.

Fig. 3. Coupe verticale, faite par l'axe du chariot, suivant la ligne 3-4 de la fig. 4, et vue parallèlement à la fig. 1^{re}.

Fig. 4. 3^e coupe verticale, faite par l'axe de la colonne et du porte-lames, suivant la ligne 5-6 de la fig. 1.

Fig. 5. Élévation et plan du porte-lames A et d'un plateau en bois N qu'il doit raboter.

Fig. 6. Coupe horizontale suivant la ligne 7-8 de la fig. 4, et plan de la chaise en fonte D'.

Fig. 7. Seconde coupe horizontale suivant la ligne 9-10 de la fig. 1, pour montrer la forme des pieds en fonte F et de la traverse qui les unit à leur partie inférieure.

Fig. 8. Coupe verticale et plan de la fourchette en fer b.

Fig. 9. Projections verticales des deux mâchoires en fer k, qui forment écrou à la vis de rappel O.

Fig. 10. Projections verticales de l'un des supports coudés en fer P.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/15 d'exécution.

(1) Nous avons publié dans les III^e, IV^e et V^e volumes différentes espèces de scies, soit à placage, soit pour débiter les bois en grume. Dans le VII^e volume nous donnerons l'intéressante machine de M. Garand pour obtenir du placage continu sans déchet ni sciure.

MACHINE A PEIGNER LE LIN ET LE CHANVRE,

CONSTRUISTE EN ANGLETERRE SUR LE PRINCIPE DE CELLE

De M. Ph. DE GIRARD,

Ingénieur en chef des Mines du royaume de Pologne (1).



La filature du lin et du chanvre, par procédés mécaniques, est encore, ne craignons pas de l'avouer, toute nouvelle en France, quoique depuis fort longtemps plusieurs de nos mécaniciens distingués se soient occupés, avec une rare persévérance, de la construction de diverses machines spécialement appliquées à cette fabrication (2). Ce n'est réellement que depuis peu d'années qu'on a sérieusement pensé à former des établissements sur une grande échelle, pour exploiter cette belle industrie et la rendre véritablement nationale. Rivalisant bientôt avec les filatures de laine et de coton, elle est sur le point de prendre une extension prodigieuse, à voir les maisons qui s'occupent aujourd'hui de la construction des machines à lin.

Ainsi la maison Decoster, à Paris, qui compte à peine six années d'existence, et qui a déjà construit de ces machines pour plusieurs millions ; celle de Pihet, dont le vaste établissement est si riche en outils de toute espèce, et d'où il sort, chaque année, des centaines de machines ; la grande maison de MM. Schlumberger, à Guebwiller, en Alsace, qui est aussi fort bien montée pour l'exécution de toutes espèces de machines de filature ; celle de M. A. Kœchlin, à Mulhouse, qui compte aujourd'hui parmi les grands établissements français ; celle de M. Feray, à Essonne, celle de M. Scrive-Labbe, à Lille, premier importateur en France d'un assortiment complet de machines à lin perfectionnées (3) ; celle du Phénix,

(1) Voir aussi la nouvelle peigneuse circulaire (système Busk), établie par MM. Lacroix et publiée dans la 4^e livraison du 1^{re} volume.

(2) Nous donnons dans le 11^{re} volume de ce Recueil l'histoire de la filature de lin, par M. de Girard, avec les dessins des machines et métiers qui sont actuellement en usage dans ce genre de fabrication.

(3) M. Scrive-Labbe importa d'Angleterre, en 1834, un assortiment de mille broches,

en Belgique, et plusieurs à Rouen et dans d'autres contrées de la France, etc.

Nous sommes bien loin de croire pourtant que tous les perfectionnements dont cette industrie a été l'objet depuis un certain nombre d'années, soient à leur plus haut période ; nous sommes persuadé, au contraire, de voir les procédés, les moyens de fabrication s'améliorer chaque jour ; on n'en doit pas moins se féliciter des heureux résultats qu'elle a donnés en un laps de temps aussi court. Comme nous l'avons dit, nous nous ferons un devoir de publier, autant qu'il dépendra de nous, les machines les plus essentielles, relatives à cette branche si importante de l'industrie manufacturière ; nous croyons utile de commencer par les dessins de la belle et ingénieuse machine à peigner le lin, dont le principe est dû à M. de Girard, ingénieur français, l'un de nos génies les plus remarquables pour la mécanique, et à qui l'industrie linière doit ses premières inventions, qui datent déjà de plus de trente ans.

Parmi les diverses machines à peigner, établies jusqu'à ce jour, on peut dire que celle de M. de Girard, construite comme les fait aujourd'hui M. Decoster, est une de celles qui présentent le plus d'avantages. On sait que le peignage du lin et du chanvre est peut-être, de toutes les opérations qui précèdent la filature (celles qu'on nomme les *préparations*), la plus difficile et la plus essentielle, celle qui exige, de la part de l'ouvrier, le plus d'intelligence et le plus de pratique. Il faut dire aussi qu'en France les ouvriers qui peignent à la main sont, pour la plupart, tellement habiles, qu'il n'est pas facile de remplacer leur travail par celui d'une machine, à cause des espèces si variables des lins ou des chanvres à diviser. On conçoit, en effet, qu'une machine qui doit toujours effectuer un même travail, opérer constamment sur des matières de même nature, peut être construite pour faire ce travail avec toute la précision, toute la célérité désirables. Mais lorsque la machine doit opérer sur des matières qui ne présentent pas le même degré de dureté, de finesse ou de ténacité, comme cela a lieu pour le lin ou le chanvre, dont les variations de qualités sont si nombreuses, on comprend alors qu'une telle machine devient très-difficile à établir, et que, lors même qu'elle sera bien exécutée, il faudra toujours un ouvrier très-habile et très-intelligent pour la conduire, pour la diriger de manière à ce qu'elle se prête aux exigences des diverses natures de matières qu'il soumettra à son action.

M. de Girard comprenait d'autant mieux l'importance de ces difficultés, pour lesquelles il obtint naturellement la remise des droits d'entrée, comme premier importateur. Il a établi dans ses ateliers de construction cinq mille broches, maintenant en activité dans sa manufacture. Son intention était bien de construire pour le public, mais il paraît aujourd'hui avoir abandonné ce projet. M. Feray, d'Essonne, importa aussi un assortiment complet de machines de filature de lin peu de temps après M. Scribe, et a monté une fort belle usine près de Corbeil.

en travaillant avec tant de persévérance à sa machine à peigner, qu'il connaissait parfaitement la matière ; aussi s'en est-il occupé pendant fort longtemps, en faisant des essais de tous genres, avant d'arriver au résultat qu'il obtient aujourd'hui. Il sera facile de reconnaître que cet habile ingénieur a dû chercher à imiter, jusqu'à un certain point du moins, le travail de l'homme, en agissant sur des mèches de lin, au moyen de peignes qui s'y enfoncent et s'en retirent successivement, et qui, de cette sorte, en dégagent les étoupes, et parviennent ainsi à donner des lins bien divisés. Nous allons tâcher de faire comprendre, par la description suivante, le jeu et le travail de cette machine qui est aussi simple dans sa construction qu'ingénieuse dans ses principes. Mais, avant de commencer cette description, disons un mot de l'opération du peignage du lin en général.

PEIGNAGE DU LIN.

L'opération du peignage a pour but de diviser le lin autant que possible, d'en séparer les filaments ou brins qui se trouvent comme collés, même après le rouissage et le teillage, et d'en extraire enfin toutes les étoupes. Pour obtenir un bon peignage, il n'est pas seulement important de faire cette division à un degré convenable et suffisant, il faut encore qu'elle soit régulière, qu'elle soit égale dans toute la longueur des mèches, et qu'on obtienne ce résultat avec le moins de déchet possible.

Dans le peignage à la main, l'ouvrier emploie ordinairement 3, 4 et quelquefois 5 peignes différents, armés d'aiguilles qui varient de grosseur et d'écartement. Pour les gros lins il se sert de peignes dont les aiguilles sont les plus fortes et les plus écartées ; pour les lins de bonne qualité qui ont été bien rouis, il emploie les peignes les plus fins sans souvent se servir du plus gros. Un peigneur intelligent et habile sait toujours bien traiter les diverses sortes de lin qu'il doit diviser, suivant leur nature, ou leur qualité. Il est aisé de comprendre qu'il commence toujours cette opération du peignage par attaquer la mèche vers le bout, pour la démêler et la dégager de ses étoupes ; il avance ensuite graduellement vers le milieu, en ayant le soin de ne pas la promener sur les peignes, mais de la piquer pour ainsi dire, et de l'en retirer presque immédiatement pour la repiquer de nouveau ; de cette manière il détache aisément les étoupes et sans aucun embarras. On conçoit aussi qu'il ne doit pas tenir la mèche par l'une de ses extrémités pendant qu'il peigne l'autre ; mais au contraire, il la serre le plus près possible de la portion qu'il travaille.

Dans le peignage mécanique, on doit aussi chercher à produire les mêmes effets, et pour cela il importe que la mèche soit pincée dans presque la moitié de sa longueur (ou au moins sur un peu plus du tiers), pour être bien

maintenue ; il faut aussi qu'elle soit soumise successivement à l'action de différents peignes dont les aiguilles varient de grosseur et d'écartement ; puisque l'objet de ces aiguilles est d'opérer la division du lin, elles ne produisent un bon effet que dans l'instant où elles s'enfoncent dans la mèche, elles doivent donc en sortir presque aussitôt. Cette disposition, qui est de la plus grande importance pour obtenir un bon peignage, ne paraît pas avoir été suffisamment observée par les mécaniciens qui se sont occupés de ces machines, et nous croyons pouvoir affirmer que celle de M. de Girard est la seule qui remplisse exactement cette condition.

Dans toutes les autres machines, les aiguilles se promènent sur une grande partie de la longueur des mèches, inconvenient d'autant plus grave qu'on ne fait, par cela même, qu'augmenter inutilement les déchets. Quoique aujourd'hui on sache bien employer les étoupes que l'on file presque aussi bien que le lin, il n'en est pas moins évident qu'elles ne peuvent donner des résultats aussi beaux, elles exigent d'ailleurs plus de travail, et donnent elles-mêmes des déchets plus ou moins considérables tout à fait en pure perte.

La peigneuse de M. de Girard se compose de peignes détachés, montés sur des branches parallèles et opposées qui reçoivent, à l'aide de manivelles, un mouvement de rotation continu. Par ce mouvement, les aiguilles des peignes opposés se croisent, s'éloignent et se rapprochent alternativement, et, par cela même, pénètrent des deux côtés à la fois dans les mèches soumises à leur action. Ces dernières, pincées entre les mâchoires en bois, s'avancent graduellement pour se présenter successivement aux différents peignes, dont les aiguilles sont plus ou moins fines et en nombre plus ou moins grand. On conçoit aisément que de ce que chaque peigne décrit un mouvement circulaire, les aiguilles ne font que s'enfoncer dans la mèche et en sortent presque aussitôt, elles ne s'y promènent pas ; par conséquent elles divisent le lin, en détachant bien les étoupes sans peine, sans embarras. Ces étoupes sont amenées, au fur et à mesure qu'elles tombent, par des cylindres conducteurs, sur un grand tambour en bois couvert d'un drap, ayant un mouvement de rotation très-lent, et d'où elles sont ensuite enlevées par un enfant chargé de ce soin.

Ainsi, en résumé, les parties principales qui constituent la machine à peigner de M. de Girard consistent :

1^o Dans des mâchoires, ou pinces, entre lesquelles on serre les mèches de lin qui doivent être soumises à l'action des peignes, les mâchoires ayant un mouvement de translation très-lent ;

2^o Dans des peignes détachés, ayant un mouvement de rotation continu et attaquant la mèche des deux côtés à la fois, sans se promener sur toute la longueur ;

3° Dans des cylindres et un tambour destinés à recevoir les étoupes à mesure qu'elles se dégagent des mèches.

Ce sont ces diverses parties que nous allons successivement étudier dans tous leurs détails, à l'aide des figures représentées sur la planche 5^e.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE.

CONSTRUCTION DU BATIS. — Cette machine pour laquelle M. de Girard prit un brevet de quinze ans, en 1832, ne tarda pas à être imitée en Angleterre, d'où elle nous est revenue avec des modifications plus ou moins heureuses, qui, en général, ne paraissent pas être approuvées par l'inventeur. Nous avons dû la représenter telle qu'elle a été construite dans ce pays, suivant le dessin exact que nous devons à l'un de nos meilleurs amis, M. Colin, directeur du bel établissement de Girardow, près Varsovie, et ingénieur très-recommandable, à qui nous devons la communication des documents que nous publions sur cette machine. Elle est établie aujourd'hui avec divers changements par M. Decoster, mécanicien d'une ardeur et d'une capacité vraiment remarquables, et à qui madame de Girard a fait la cession du privilége de l'inventeur.

Dans la machine représentée, le bâti se compose de deux châssis verticaux et parallèles A, en fonte mince, renforcés par des moulures convenablement disposées; à des hauteurs calculées on a ménagé des traverses et des oreilles servant à recevoir les coussinets de chacun des axes de la machine, ce qui en rend l'ajustement et la pose très-simples et très-faciles.

Ces châssis sont boulonnés sur une dalle en pierre ou sur une charpente encastrée dans le sol de l'établissement; ils sont, de plus, réunis vers leur partie inférieure par des entretoises en fonte B, et à leur partie supérieure par des tirants en fer α , qui, en même temps, maintiennent leur écartement.

La hauteur entière des châssis est de 2^m20, leur plus grande largeur, prise à la base, n'est pas de plus de 0^m92, et leur écartement est également de 0^m92, mesuré du milieu de l'épaisseur de l'un au milieu de l'autre. Ainsi la machine seule n'occupe pas un espace de 1 mètre quarré. Mais il importe de laisser, au moins sur trois côtés, un emplacement suffisant, soit pour permettre de circuler aisément autour, soit pour recevoir les tables nécessaires aux deux hommes chargés de desservir continuellement la machine, de sorte que l'on doit généralement compter sur un emplacement qui n'ait pas moins de 2^m50 sur 3 mètres.

DES PINCES OU MACHOIRES, ET DE LEURS CONDUCTEURS. — Le lin que l'on veut soumettre à l'action de la machine, pour le diviser et en extraire les étoupes, doit être disposé d'avance par mèches ou paquets d'un poids d'environ 125 à 150 grammes, que l'on pince entre les mâchoires MM', disposées comme l'indiquent les fig. 1 et 2, et le détail, fig. 3. La mèche doit

être étalée régulièrement sur toute la largeur de la mâchoire, et enfoncée jusque vers le tiers, au moins, de sa longueur, afin d'être suffisamment maintenue pour éviter autant que possible que les brins ne se rompent, d'où résulterait trop de déchet et des étoupes longues et mauvaises qui se travailleraient mal sur les cardes. Cette observation est surtout rigoureuse pour les extrémités de la mèche ; c'est pour cela qu'en Angleterre on fait même l'application d'une machine spéciale pour dégager les bouts ; les mèches sont alors pincées dans presque toute leur longueur.

Les mâchoires se composent chacune de deux *ais* ou *plateaux* en bois *M, M'*, dentelés à leur extrémité inférieure pour former *mordaches*, afin que le lin soit bien pincé et qu'on ne risque pas que quelques parties s'en détachent ; mais l'une de ces mordaches, la première, est garnie d'un drap pour ne pas couper le lin par une trop forte pression. A leur partie supérieure elles sont garnies de plaques de tôle *l* qui se réunissent à charnière et qui permettent qu'on les écarte au degré convenable. La plaque, qui se trouve fixée sur la branche *M'*, se prolonge en équerre et forme une espèce de crochet au moyen duquel on peut attacher la mâchoire et la suspendre à la chaîne sans fin *p*, à laquelle on donne un mouvement de translation extrêmement lent, comme nous le verrons plus loin. Sur cette même branche *M'*, et vers sa partie inférieure, sont incrustés et fixés à vis les pitons *o*, dans lesquels on fait entrer les deux bras arrondis de la pièce en fer *m*, qui présente la forme d'un T ; la tige du milieu de cette pièce est cylindrique et ajustée libre dans des guides en fer *n*, dont les oreilles méplates sont vissées sur la première mordache *M*. Elle est aussi munie d'un bouton au moyen duquel on peut la faire glisser, soit pour dégager les bras de leurs pitons, et par conséquent permettre d'ouvrir la mâchoire, soit au contraire pour les y engager, et, par suite, fermer cette dernière.

Mais comme il importe que les mordaches soient toujours très-fortement serrées pour que le lin soit bien pincé et qu'il ne puisse s'échapper, malgré la force avec laquelle les peignes doivent le tirer, on conçoit bien qu'on ne pourrait effectuer cette opération de fermer les pinces en poussant la pièce *m* à la main ; on ne peut la manœuvrer qu'à l'aide d'une clé, et encore en les plaçant convenablement sur une table disposée à cet effet. Chaque paire de mâchoires, chargée d'un paquet de lin, est portée à la machine par l'ouvrier qui les accroche successivement sur la chaîne sans fin *p* et les fait appuyer sur deux règles conductrices en fonte *N, N'* ; dans la première de ces règles sont ménagées, sur toute la longueur, des rainures dans lesquelles se loge la chaîne qui, de cette sorte, se trouve soutenue dans sa marche horizontale, et ne peut s'écartez de la ligne qu'elle doit parcourir. Cette règle se boulonne à des oreilles venues de fonte avec

les supports courbés O, adaptés par des vis contre les châssis du bâtis, et à ses extrémités elle porte deux roues dentées *q* sur lesquelles passe la chaîne ; l'axe de l'une de ces roues est ajusté dans une coulisse qui lui permet de s'éloigner ou de se rapprocher à volonté pour régler, au degré convenable, la tension de la chaîne.

La règle inférieure N' a aussi, comme la première, l'une de ses faces dressée pour que les pinces, qui s'y appuient, soient constamment conduites, pendant leur trajet, dans un même plan vertical ; elle est également fixée aux mêmes supports de fonte O coudés à cet effet.

MOUVEMENT DE TRANSLATION DES MÈCHES. — Les pinces qui portent chacune leur mèche de lin étant accrochées à la chaîne sans fin vers la gauche de la machine, sont successivement transportées vers la droite en suivant une direction horizontale. Ce mouvement de translation est communiqué à la chaîne d'une manière extrêmement simple ; à l'extrémité de l'arbre coudé en fer E est ajustée une vis sans fin *r*, à un seul filet, qui engrène avec une roue dentée P montée libre sur un goujon en fer, lequel porte aussi une autre roue, plus petite, placée derrière la précédente, et faisant corps avec elle. Cette roue que nous n'avons pu figurer sur le dessin (fig. 1^{re}) que par un cercle ponctué, est dentée convenablement pour recevoir les maillons de la chaîne *p* qu'elle entraîne ainsi dans son mouvement de rotation. Il est bien facile de se rendre compte de la vitesse de cette chaîne, et, par suite, de la marche rectiligne des pinces et de leur mèche.

L'arbre E, comme l'arbre principal de la machine, fait environ 150 révolutions par minute, la vis sans fin *r* tourne donc avec cette vitesse ; et, comme la roue P, qu'elle commande, porte 50 dents, on voit que celle-ci ne devra faire que 3 tours par minute ; il en est de même de celle placée derrière, et qui engrène avec la chaîne ; or, le diamètre de cette roue est de 0^m 10, sa circonférence égale donc 0^m 314, par conséquent la chaîne marche de

$$0^m 314 \times 3 = 0^m 942 \text{ par } 1'$$

$$\text{et de } 0^m 942 : 150 = 0^m 006$$

environ par chaque révolution des arbres et des peignes.

Mais cette vitesse n'est point constante, elle doit nécessairement varier suivant la vitesse de la machine comme suivant la nature des lins à diviser ; ce ne peut être que l'ouvrier ou le contre-maître chargé de la direction de la machine qui puisse régler ces vitesses convenablement.

DES PEIGNES ET PORTE-PEIGNES. — Les peignes, généralement employés dans les machines de préparation pour la filature du lin, sont montés sur garnitures de cuivre, ou d'un alliage composé de *zinc*, *étain*, *plomb* et *régule d'antimoine*, dans une proportion convenable. Les premières se

composent simplement d'une plaque de cuivre *g* (fig. 5), préalablement divisée sur toute une face, et percée de trous, dans laquelle on chasse les aiguilles en acier *i*, qui sont variables de grosseur et d'écartement entre elles.

Ces aiguilles doivent toujours être trempées à un degré tel qu'elles puissent conserver une élasticité suffisante pour ne pas se courber à un effort de flexion, et en même temps avoir une ténacité assez forte pour ne pas se rompre à un effort instantané.

La confection de ces aiguilles est donc un objet auquel on attache une très-grande importance, et, il nous faut malheureusement l'avouer, on n'est pas encore arrivé, en France, à un degré de perfection aussi avancé qu'en Angleterre, du moins pour les aiguilles fines, malgré les efforts que nos fabricants ont pu faire jusqu'ici pour atteindre ce but.

La position, comme la grosseur et la forme à donner à ces aiguilles sont aussi très-importantes. La forme conique, à section circulaire, est la plus convenable ; celles dont la section est elliptique et carrée sont abandonnées.

Les aiguilles les plus fortes employées pour le peignage portent 2 1/2 à 3 millimètres de diamètre à la tête ; on les dispose, très-écartées, sur deux rangs et en diagonale sur les garnitures qui doivent les recevoir. Celles plus faibles, qui n'ont pas 2 millimètres de diamètre, sont plus serrées que les premières, et disposées sur trois rangs également en diagonale sur les garnitures.

Enfin, vers la droite de la machine et à la partie supérieure, les dents des peignes sont beaucoup plus fines et plus serrées, elles sont sur cinq à six rangs, et quelquefois sur dix à douze rangs, cas extrêmement rare ; les dents les plus écartées se trouvent vers la gauche, et à la partie inférieure de la machine ; on conçoit en effet que la plus grande partie du peignage doit se faire vers le haut, l'extrémité inférieure étant toujours suffisamment peignée ; les dents les plus fines et les plus rapprochées se trouvent vers la droite. Voyez la fig. 1^{re}, sur laquelle on a indiqué, par des points seulement, la projection des aiguilles, quoiqu'elles ne soient pas apparentes, afin de faire comprendre leur disposition et leur plus ou moins grand écartement.

Du reste, qu'on le remarque bien, il est extrêmement difficile de donner des règles positives pour la disposition des aiguilles, leurs degrés de rapprochement ou de décroissement, à cause des natures si variables et si multipliées des lins que l'on est susceptible de peigner ; on conçoit aisément, en effet, que les lins durs et cassants ne peuvent pas être divisés comme des lins doux et fins ; que les premiers exigent plus d'attention, plus de soins de la part de l'ouvrier que les seconds.

La plaque dans laquelle sont encastrées les dents des peignes est fixée par trois vis sur une règle en fer L, qui elle-même se prolonge d'un bout pour s'assujétir par des boulons ou des rivures sur le montant en fonte K (*voyez* fig. 5). Un chapeau h, en cuivre mince ou simplement en fer-blanc, enveloppe entièrement l'assemblage de la règle et de la plaque, et vient cacher la racine des dents du peigne jusqu'à vers la ligne xx' , afin d'empêcher que les filaments du lin ne s'engagent, soit dans le fond des dents, soit dans les angles ou contre les vis de jonction; cette enveloppe se recourbe vers les extrémités, où elle se fixe, d'une part, contre le montant K, et de l'autre sur le bout de la règle L, au moyen d'une espèce de ressort k, qui y est assujetti, et qui vient pincer une petite pièce soudée à l'intérieur de l'enveloppe; on fixe même à l'extrémité du chapeau, contre la face de la règle qui se présente du côté des dents, une espèce d'oreille j arrondie par le bout et servant à remplir l'espace occupé par la largeur du montant K, pour éviter aussi que les mèches ne se rencontrent avec les angles de ce montant.

Il est facile de voir, par les fig. 1 et 2 de la pl. 5, qu'il existe sur la machine six montants K, K', placés en regard les uns des autres, et de chaque côté des mèches de lin suspendues aux pinces; chaque montant porte un certain nombre de peignes; les deux du milieu en ont jusqu'à six de chaque côté, et les autres extrêmes en peuvent avoir chacun sept; mais l'on doit remarquer, par la fig. 1^{re}, que ces peignes sont alternatifs, c'est-à-dire que les deux premiers du haut, par exemple, sont fixés au montant du milieu; les deux seconds sont fixés aux montants extrêmes, puis les deux suivants à celui du milieu; et ainsi de suite, de sorte que la machine peut travailler avec 48 à 50 peignes distribués moitié de chaque côté des mèches soumises à leur action (1).

MOUVEMENT DES PEIGNES. — Dans l'opération du peignage, il importe que les aiguilles n'agissent pas d'une manière continue sur toute la longueur des mèches soumises à leur action; il faut, au contraire, faire en sorte qu'elles y pénètrent et en sortent presque aussitôt, en parcourant un espace très-court. De là cet avantage immense que les aiguilles se retirent après avoir fait leur effet, divisent le lin sans le déchirer, et produisent un meilleur peignage et moins d'étoupes. La machine de M. de Girard est peut-être encore, de toutes celles qui ont été inventées pour le même objet par divers mécaniciens, la seule qui remplisse exactement cette condition :

(1) Nous devons faire remarquer qu'une erreur a été commise sur le dessin fig. 2: les peignes y sont représentés en regard l'un de l'autre, ils ne devraient pas l'être. De même les peignes attachés au montant du milieu, au lieu d'être à droite et à gauche sur le prolongement l'un de l'autre, auraient dû être disposés, au contraire, de telle sorte que ceux de gauche, par exemple, se trouvassent vis-à-vis de l'espace laissé entre ceux de droite.

pour y parvenir, il a lié les montants porte-peignes à des arbres coudés faisant fonctions de manivelles, auxquelles on donne un mouvement de rotation plus ou moins rapide.

Ces arbres sont en fer forgé : le premier D porte à l'une de ses extrémités les deux poulies C C', dont l'une y est fixée pour recevoir son mouvement de rotation d'un moteur continu ; l'autre est folle pour interrompre ce mouvement à volonté, à l'aide d'une fourchette en fer b, entre les branches de laquelle passe la courroie de commande et dont l'axe est porté par un support en fer c, boulonné contre les règles directrices N, N' ; une tige horizontale en fer d lie l'extrémité supérieure de la fourchette à la partie inférieure de la tige verticale e, par laquelle on peut manœuvrer cette fourchette et pousser la courroie à droite ou à gauche sur l'une ou l'autre des poulies. Cette disposition permet non-seulement de débrayer à la main, mais encore de laisser effectuer ce débrayage par la machine même, s'il arrivait que l'ouvrier négligeât de le faire. Lorsqu'en effet une paire de mâchoires est parvenue à l'extrémité de sa course, à droite de la machine, on conçoit que si le mouvement de celle-ci continue toujours, la chaîne sans fin marche aussi, et bientôt la pince viendra buter contre la partie supérieure de la tige e, par conséquent poussera cette tige de gauche à droite, et par suite, dans le même sens, l'extrémité inférieure de la fourchette, qui ainsi fera passer la courroie de la poulie fixe C à la poulie folle C'.

L'arbre D est mobile dans des coussinets en bronze, serrés à un degré convenable par des chapeaux à vis de pression et ajustés dans des oreilles venues de fonte avec les deux côtés du bâti de la machine ; chacune des parties coudées est aussi embrassée par des coussinets ajustés à l'extrémité inférieure des montants K, pour permettre à ceux-ci d'avoir un mouvement très-libre et très-doux. Le second arbre D', en tout semblable au précédent, est un peu moins long que celui-ci parce qu'il ne porte pas de poulie, mais il est exactement coudé comme lui, afin de recevoir les trois branches opposées des porte-peignes ; son mouvement lui est communiqué d'une manière très-simple, et avec la même vitesse, à l'aide des quatre roues droites égales G, H, H' et I. La première de ces roues est ajustée sur le bout de l'axe D en deçà des poulies ; les deux autres H H', de même diamètre, sont ajustées libres sur des goujons en fer f, fixés à une traverse de fonte J boulonnée contre l'un des côtés du bâti ; la quatrième roue I est alors montée sur le bout de l'axe D', à laquelle elle transmet ainsi le même mouvement de rotation.

Les deux autres arbres E E' sont placés au-dessus des deux précédents dont ils reçoivent le mouvement, à l'aide de deux bielles en fer F qui les relient par l'une de leurs extrémités.

Les coudes ou manivelles de ces deux arbres sont de même longueur

que celles des premiers pour recevoir la partie supérieure des montants KK', qui y sont également assemblés par des coussinets en bronze, assujétis par des chapeaux et des boulons. Ainsi, le mouvement des quatre arbres étant simultané, il est évident que les porte-peignes auront un mouvement rotatif continu.

Nous devons faire remarquer que dans les machines de M. de Girard, comme dans celles construites par M. Decoster, la distance des deux axes EE' est un peu moindre que celle des deux premiers DD'; de même que les porte-peignes KK' sont aussi un peu plus écartés vers le bas que dans le haut. Du reste, les peignes inférieurs se croisent à peine de 3 à 4 millimètres.

Il ne faut pas que les aiguilles se croisent dans toute leur longueur, parce qu'elles s'engageraient trop fortement dans les mèches de lin, d'où résulteraient des déchets notables. Il ne faut pas non plus qu'elles se croisent d'une trop petite quantité, car alors il pourrait souvent arriver que les parties intérieures de la mèche ne seraient pas peignées. M. de Girard et M. Decoster ont bien compris l'importance de l'écartement à donner à ces peignes opposés, et ce n'est sans doute qu'après de nombreux essais qu'ils ont reconnu qu'il était convenable de faire croiser les aiguilles vers le haut de 12 à 13 millimètres environ, et de ne les mettre qu'en contact, pour ainsi dire, vers le bas : c'est ce que nous avons essayé de rendre sur le tracé géométrique (fig. 4), dans lequel on suppose deux systèmes de porte-peignes opposés le plus rapprochés possible ; leurs aiguilles se croisent vers le haut, et celles du bas ne font que se toucher. Les deux autres systèmes sont, au contraire, le plus éloignés possible.

Il est vrai que la partie inférieure de la mèche est alors fort peu peignée ; il reste des boutons, des étoupes dans le bout, qu'on enlève, du reste, très-facilement, à l'aide de peignes dont les aiguilles sont très-rapprochées et appropriées d'ailleurs à la finesse du lin.

Cette disposition d'un grand nombre de peignes séparés et fixés aux montants ou branches mobiles KK', est très-essentielle pour permettre de changer à volonté les peignes selon les espèces de lin à diviser ; les changements peuvent être extrêmement multipliés, aussi multipliés, pour ainsi dire, que les variétés de lin. Mais il faut évidemment, pour que ces combinaisons diverses soient bien appliquées, que la machine soit dirigée par un ouvrier intelligent qui connaisse les difficultés.

DES CYLINDRES CONDUCTEURS ET DU TAMBOUR.— On a pu voir, par la fig. 2, qu'à la partie inférieure des montants mobiles KK', il a été ménagé des espèces de becs, avancés intérieurement du côté des mèches, pour diviser les étoupes et les obliger à tomber sur les cylindres conducteurs en bois QQ', entre lesquels elles sont comprimées, et d'où elles s'échappent

pour être reçues sur le grand tambour de bois S, dont la surface extérieure est couverte d'un drap.

Un enfant est occupé à relever les étoupes à mesure qu'elles s'amassent sur ce tambour, et doit aussi s'empresser d'enlever celles qui pourraient s'attacher à la partie inférieure des montants mobiles.

L'un des cylindres, celui de gauche, est commandé au moyen d'une roue dentée R, montée au bout de l'axe en fer qui le porte; cette roue engrène avec un pignon droit s, ajusté sur l'un des goujons fixes f, et faisant corps avec la roue H' pour tourner avec elle; le second cylindre Q marche en sens contraire, entraîné par le simple contact. Une brosse v frotte sur toute la longueur de ce dernier pour détacher les filaments ou brins d'étoupes qui resteraient sur sa surface. Le bois v' de cette brosse est assujetti sur deux petits supports rapportés, à coulisse, aux traverses du bâti, pour lui permettre de se rapprocher, au besoin, du cylindre.

Le diamètre et la vitesse de rotation à donner aux cylindres et au tambour ne doivent pas être arbitraires: il faut évidemment que leur mouvement soit déterminé d'après celui des étoupes; on conçoit en effet que si, par exemple, l'on donne une trop grande vitesse aux cylindres, il ne peut se former une nappe continue, comme on doit chercher à le faire et comme on l'obtient dans les cardes: si, au contraire, la vitesse est trop lente, les étoupes s'amassent, s'engorgent, n'étant pas assez promptement entraînées; mais, comme la quantité d'étoupes est variable suivant la qualité du lin, ou le mode du travail, il serait utile, il nous semble, de disposer ces cylindres de manière à permettre de les rapprocher ou de les écarter au besoin, comme aussi de varier leur mouvement en adoptant des pignons et des roues de rechange.

Le mouvement du tambour S est évidemment dépendant de celui des cylindres; aussi, sur l'axe du premier, à côté de la roue dentée R, est ajustée une petite poulie t qui commande, par une courroie, la grande poulie T, montée à l'extrémité de l'arbre du tambour. Il est aisément de voir que celui-ci est formé d'un grand nombre de douves en bois, fixées par des vis ou des boulons sur des croisillons en fonte, montés à demeure sur l'arbre en fer V. Ce dernier est porté par des coussinets en bronze, ajustés sur les entretoises venues de fonte avec les côtés du bâti de la machine.

Un rouleau de pression U, en bois, monté sur des tourillons en fer, vient s'appuyer latéralement sur la surface du tambour pour y faire appliquer les étoupes à mesure qu'elles y arrivent. Les tourillons de ce rouleau sont portés par les oreilles à coulisse u, qu'on fait venir à la fonte avec les côtés du bâti.

JEU ET TRAVAIL DE LA MACHINE A PEIGNER.

PRÉPARATION DU LIN AVANT DE LE SOUMETTRE A L'ACTION DU PEIGNAGE.

— L'inspecteur qui, dans un établissement de filature, est chargé de noter le travail et de surveiller les ouvriers, doit peser le lin par paquets de 40 à 50 kilogrammes, par exemple, et le distribuer à des femmes qui s'occupent de le dresser. Chaque femme prend donc un paquet ainsi pesé, et le transporte à la place où elle travaille; elle a d'abord le soin de teiller le lin, c'est-à-dire de séparer grossièrement les parties qui seraient trop sales, pour les porter ensuite à la *batteuse*, machine composée seulement d'un volant à quatre ailes, qui tourne avec une très-grande vitesse; le volant est à moitié renfermé dans une caisse rectangulaire, et recouvert sur l'autre moitié, celle supérieure, par une enveloppe de planches qui laisse entre elle et la circonférence extérieure du battant très-peu d'écartement; ce lin peut être alternativement introduit par des ouvertures ménagées aux deux parties opposées de cette enveloppe, immédiatement au-dessus de la caisse rectangulaire.

Après que le lin le plus sale a été ainsi battu, que les pailles qu'il contenait se sont brisées et détachées, l'ouvrière revient à sa place pour préparer des poignées d'un poids d'environ 1/8 de kilogramme: ce poids n'est pas rigoureusement exigé, il n'est déterminé qu'approximativement. Elle pose ces poignées, ou mèches de lin, en croix les unes sur les autres, et sur un banc qu'elle occupe près d'elle; elle prend ensuite chaque mèche, et l'arrange autant que possible pour que les brins soient également répartis sur toute la longueur, puis elle la secoue en tenant la mèche d'une main par l'une de ses extrémités, et en frappant de l'autre de manière à lisser le lin et en faire détacher déjà quelques étoupes. Cela fait, elle enveloppe l'un des bouts autour d'un crochet adapté, à cet effet, à un poteau situé au-dessus de son banc; elle tire à elle fortement, afin d'arracher et d'enlever les brins qui ne sont pas arrêtés, et elle les pose sur le banc; elle continue ainsi jusqu'à ce qu'elle ne puisse rien retirer, puis elle change de bout pour répéter la même opération. Les mèches de lin ainsi préparées, elle en forme des tresses qu'elle s'empresse de nouer pour les porter à la machine à peigner. Elle a eu le soin d'indiquer, en faisant ces tresses, de quel côté se trouve la racine du lin, parce que c'est toujours cette racine qu'elle met en torsade.

Lorsque cette machine est en activité, elle doit toujours être garnie de pinces, au moins dans toute la largeur de son bâti; les extrémités des deux conducteurs le sont plus ou moins, suivant l'activité des deux ouvriers chargés de la desservir.

Ces deux hommes ont chacun une table élevée, placée en face ou à côté de la machine, et qui leur sert à étendre et à poser les pinces entre lesquelles ils doivent serrer les mèches de lin à peigner. Nous avons dit que ces mèches sont pesées d'avance à 125 ou 150 grammes au plus; ils les étendent le plus également possible sur toute la largeur de la mâchoire, et comme chaque mèche ne peut évidemment être peignée que par moitié, on cherche à la pincer sur un peu plus du tiers de sa longueur.

Pour faciliter cette opération de serrer et desserrer les mâchoires, afin d'y placer ou de retirer la mèche de lin, vers le milieu de la table sont fixés deux liteaux parallèles formant une certaine saillie, et d'une distance déterminée par la largeur des pinces, afin que celles-ci puissent s'y loger librement. Au centre de la table, et entre ces liteaux, est une pièce de fer fortement boulonnée, qui sert d'arrêt ou de point d'appui à l'ouvrier, quand il ferme une mâchoire. De chaque côté de cette pièce, et toujours entre les liteaux, sont pratiquées dans la table des ouvertures rectangulaires, pour recevoir les parties de la mâchoire qui forme charnière et saillie, et de plus sur la même ligne sont des plans inclinés formés d'un morceau de madrier assez élevé, et dont la surface supérieure est suffisamment inclinée pour y coucher l'une des branches de la pince, lorsqu'on l'ouvre ou qu'on la ferme.

Deux goujons tournés, fixés sur un des liteaux, à droite et à gauche de la pièce d'arrêt placée au centre de la table, servent alternativement de points fixes à une clé en fer, ou espèce de levier, disposé pour serrer assez fortement les coins de la mâchoire: à cet effet, elle est d'un bout terminée par un oeil circulaire que l'on engage sur l'un des deux goujons précédents. Vers le milieu est une ouverture allongée, dans laquelle il fait passer la petite poignée de la mordache, puis, au moyen du manche qui termine l'autre bout de la clé, il la pousse à droite ou à gauche, selon qu'il veut fermer ou ouvrir la pince pour enlever une mèche de lin qui a été peignée, ou pour en placer une nouvelle.

Autour de la machine est un plancher élevé au-dessus du sol de l'établissement à la hauteur convenable (de 0^m50 environ), comme les tables, afin que les ouvriers puissent la desservir aisément, et sans être gênés par une trop grande hauteur.

Quand la machine est garnie de ses pinces chargées de leurs mèches, les ouvriers qui la dirigent doivent avoir le soin d'y placer des peignes dont les aiguilles soient d'une grosseur et d'un écartement convenables, selon la nature, la qualité des lins à peigner.

Nous l'avons dit, la disposition des aiguilles et des peignes est d'une très-grande importance, dans cette opération, pour obtenir un bon peignage, et la machine de M. de Girard offre cet immense avantage, qu'elle

permet de varier les peignes autant qu'il est nécessaire ; mais il faut évidentement que l'intelligence de l'ouvrier ou du contre-maître chargé de la diriger, vienne en aide ; c'est à lui de distinguer ses lins, pour les travailler suivant leur degré de finesse ou de grosseur, de dureté ou de mollesse, suivant même leur degré de propreté, suivant enfin qu'ils auront été plus ou moins bien rous et teillés ; et comme les variations de lin sont extrêmement nombreuses, on conçoit qu'il faut un homme bien exercé dans ce genre de travail. Il serait donc extrêmement difficile de poser des règles à cet égard.

Ainsi, un lin propre et moelleux, par exemple, pourra être parfaitement divisé avec des peignes dont les dents seraient écartées, et le peignage obtenu pourra devenir très-beau. Mais si du lin de même qualité a été mal brisé après le rouissage, s'il renferme des pailles qui soient collées, pour ainsi dire, aux filaments, il est évident que, si on le passe dans les mêmes peignes que le lin précédent, le peignage sera loin d'être le même ; à peine paraîtra-t-il avoir été fait. Il faut changer complètement les numéros des peignes, en mettre de très-serrés, et ralentir la marche des pinces.

Laissons parler sur ce sujet M. Coquelin, auteur d'un Essai sur la filature mécanique du lin et du chanvre, ouvrage rédigé avec talent, et dans lequel l'auteur, en faisant l'historique de cette importante industrie, explique avec clarté les diverses opérations qu'exige un système complet de filature de lin ; nous sommes bien aise de citer littéralement ses observations à l'appui de la description précédente :

« Supposons, dit M. Coquelin, un lin d'une qualité moyenne, demandant un peignage ordinaire, ni trop gros, ni trop fin ; voici comment les peignes pourront être disposés :

« Première branche supérieure de chaque côté :

« Au point où le lin entre dans la machine, deux rangs d'aiguilles moyennement serrés ; un peu plus loin deux rangs serrés ; encore plus loin trois rangs ; enfin, à l'extrémité de la branche, au point où le lin sort de la machine, cinq ou six rangs.

« Deuxième branche supérieure :

« Deux rangs clairs, puis deux rangs serrés, et enfin trois rangs.

« Troisième branche :

« Deux rangs clairs, puis deux rangs serrés.

« Sur toutes les autres branches, deux rangs clairs dans toute la longueur.

« Cette disposition, comme on le pense bien, n'a rien d'absolu. Elle doit varier selon les espèces de lin que l'on emploie ; quelquefois les peignes supérieurs ont bien moins de six rangs, et quelquefois ils en ont jusqu'à

douze, ce qui est, du reste, la limite extrême. Ces peignes de douze rangs ne s'emploient même que rarement, et pour des lins susceptibles d'une très-grande division. Quand vient l'occasion de s'en servir, ils donnent au lin une finesse telle que le peignage à la main ne saurait en approcher. Mais, même dans ce cas, on ne doit employer que des peignes de deux rangs sur les branches inférieures.

« Ce n'est pas un des moindres avantages de cette machine, que nulle autre ne se prête aussi bien aux besoins si variés du peignage, et ne s'harmonise aussi facilement avec la nature du lin qu'on doit travailler.

« Les peignes adaptés sur les branches étant mobiles, peuvent toujours se changer à volonté; et comme ils portent depuis deux jusqu'à douze rangs d'aiguilles, il y a un grand nombre de combinaisons possibles. Les changements y sont aussi possibles que dans le peignage à la main, et ils y sont plus nombreux, aussi nombreux que les variétés mêmes du lin.

« Mais, par cela même que cette machine est susceptible d'autant de combinaisons diverses que la diversité des lins l'exige, elle est plus difficile qu'une autre à manœuvrer. Ces machines brutales, comme il y en a tant, qui vont toujours du même train, sans égard pour la nature si variable de la matière qu'elles travaillent, ne demandent chez ceux qui les gouvernent, ni connaissances ni soins. Elles peuvent être conduites par des hommes de peine, par les premiers venus. Celle-ci demande au contraire, sinon dans les ouvriers qui la servent, au moins dans le chef d'atelier qui en règle les dispositions, une certaine intelligence et une connaissance assez approfondie de son métier. Il en est d'elle, si je puis me servir de cette comparaison, comme d'un cheval fin, qui n'a de valeur qu'entre les mains d'un écuyer habile; pour l'écuyer maladroit, une rosse vaut beaucoup mieux. C'est sans doute pour cette raison que, dans quelques établissements, elle n'a pas répondu aux espérances que l'on avait fondées sur elle, tandis que dans d'autres on ne voudrait plus s'en passer à aucun prix. Si cette habileté qu'elle exige est un défaut qu'on puisse lui reprocher, c'est un défaut qui tient à la nature des choses, et qui se rencontrera inévitablement dans tout peignage bien entendu.

« J'ai dit qu'il me semble impossible de trouver, en dehors de cette peigneuse, rien de vraiment satisfaisant. Et en effet, de quelque manière que l'on s'y prenne, il faudra toujours que la machine inventée remplisse les conditions essentielles :

« 1^o Peigner le lin des deux côtés à la fois;

« 2^o Produire un mouvement de va et vient des peignes, au lieu de labourer la mèche dans toute sa longueur;

« 3^o Agir avec des branches détachées, tant pour rendre ce mouvement

de va et vient possible, que pour permettre de varier l'effet du peignage, etc.

« Dès lors, je ne vois plus en quoi le système nouveau différera du système actuel, au moins dans ses données premières. Aussi M. Decoster, qui a fait du peignage une étude si longue et si approfondie en France et en Angleterre, au lieu de s'ingénier à inventer un procédé nouveau, comme il l'a fait avec bonheur pour d'autres opérations de la filature, s'est-il appliqué uniquement à perfectionner celui-là. Je ne veux pas dire assurément que les perfectionnements qu'il a reçus soient les derniers, et qu'on n'en trouvera plus d'autres ; car qui peut à cet égard poser des limites ? Mais j'ai la ferme conviction que le procédé en lui-même ne sera jamais remplacé.

« On comprend qu'il est impossible de donner ici des règles précises sur la manière de se servir de la machine, et de disposer les peignes, puisque cela dépend tout à fait de la qualité des lins que l'on emploie. Ce qui précède suffit pour mettre sur la voie, la pratique et une attention soutenue feront le reste. Je n'ajouterai que quelques observations.

« Il faut d'abord, comme on l'a vu, que la finesse des peignes soit graduée, depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la machine, c'est-à-dire dans la longueur d'une branche. La gradation à établir n'est pas toujours la même. Le moyen le plus simple de reconnaître si elle est convenable pour la nature du lin, c'est de regarder sur le tambour la masse des étoupes produites. Si le tambour est plus chargé dans la première partie que dans la seconde, c'est que les premières aiguilles sont trop faibles et trop serrées comparativement aux autres. Réciproquement, si le tambour se charge plus sur la fin, c'est que les premières aiguilles n'ont pas produit assez d'effet. En général, une gradation bien établie dans ce sens doit donner une masse d'étoupes partout égale sur le tambour.

« Il faut ensuite que les peignes soient gradués de haut en bas. Ici on n'a plus de guide certain ; mais on peut essayer divers peignes, et voir quels sont ceux qui donnent, avec le moins de déchet, un résultat satisfaisant. La gradation, dans ce sens, ne doit guère s'étendre au delà des trois premières branches. Les autres branches n'admettent généralement que des peignes de deux rangs clairs. Cependant il faut avoir égard, en ceci, non-seulement à la nature du lin, mais encore à la longueur des mèches. Dans tous les cas, il doit y avoir une grande différence entre la première branche et la seconde, tant parce que la première branche agit sur la partie tout à fait moyenne, que parce qu'elle agit seule sur cette partie, tandis que partout ailleurs l'effet augmente de l'action des branches supérieures.

« On a reproché à la machine de faire des nœuds dans les étoupes. C'est ce qui arrive en effet quelquefois, particulièrement pour les lins gras, tels

que ceux de Bergues. Mais ce défaut peut être évité : le meilleur moyen c'est de bien débloquer les mèches, c'est-à-dire de dégager les bouts avant le peignage, et de les débloquer d'autant mieux que le lin est gras. Il faut aussi raisonnablement graduer l'action du peignage. Pour peu que l'on raisonne, on comprendra que ce défaut ne tient pas à la machine, mais qu'il vient de la manière de s'en servir.

« Comme les branches inférieures sont très-écartées, elles ne peignent que bien peu les extrémités des mèches, et on a vu pourquoi. A la rigueur on pourrait dire qu'elles ont moins pour objet de travailler ces extrémités que de faciliter le jeu des peignes supérieurs en dégageant les étoupes qui s'amassent dans le bas. Mais pour cela même elles n'enlèvent pas toutes ces étoupes, et en laissent toujours une partie dans la mèche. Au surplus, les machines qu'on peut le mieux opposer à celle-ci laissent aussi des étoupes dans les bouts, et elles sont d'autant meilleures qu'elles en laissent davantage : quoi qu'il en soit, cela nécessite un dernier travail, qui consiste à repasser les mèches à la main, sur des peignes proportionnés à la finesse du lin. C'est une troisième opération par où il faut finir. Mais il ne faut pas croire que cette dernière opération ne soit nécessaire que dans le système que je viens de décrire. De quelque machine que l'on se serve, il faut finir par là, et quand M. de Girard suppose qu'en disposant sa peigneuse comme elle l'était autrefois, on serait dispensé de ce soin, je crois pouvoir affirmer qu'il est dans une grande erreur. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'avec les dispositions actuelles cette dernière opération a acquis un peu d'importance (1).

« Je n'ai rien à dire sur le départ des étoupes, puisqu'il s'effectue de lui-même, ainsi qu'on l'a vu précédemment, sans que le conducteur de la machine s'en mêle ; seulement il faut avoir le soin de relever ces étoupes quand elles s'amassent sur le tambour. C'est la fonction d'un enfant, posté là à cet effet. Quelquefois, mais bien rarement, des brins s'entortillent sur les branches inférieures, le même enfant doit avoir le soin de les enlever aussitôt.

« Les étoupes qui s'amassent sur le tambour sont de deux sortes, plus grosses sur la première partie, plus fines sur la seconde. On les divise vers le milieu du tambour et on en forme deux masses distinctes qui doivent être travaillées séparément. On a ainsi, tout compte fait, quatre sortes d'étoupes :

« 1^o Les mauvais bouts qui proviennent du *débloquage* ;

(1) M. Colin nous a assuré qu'il n'en était pas ainsi dans les machines à peigner de M. de Girard, telles qu'il les a établies à Girardow : depuis son entrée à cette manufacture, plus de 1,500 quintaux de lin ont été peignés par ces machines, sans qu'aucune mèche ait été repeignée à la main. **ARM.**

« 2^o Les grosses étoupes du tambour ;
« 3^o Les fines étoupes du tambour ;
« 4^o Enfin, celles qui proviennent du dernier travail à la main, pour finir les mèches.

« Dans les grandes filatures, on fera bien de travailler ces quatre espèces séparément. Dans les petites, où il faudrait attendre peut-être trop long-temps pour avoir de chaque espèce une quantité suffisante pour nourrir les machines, on pourra, si l'on veut, réunir les deux dernières en une. Au besoin on pourra même réunir les trois dernières ; mais en aucun cas, si l'on veut tirer un parti convenable des étoupes, on ne mêlera les mauvais bouts avec le reste. »

Nous n'ajouterons plus à cette description que quelques observations déduites des documents mêmes qui nous sont transmis par notre ami M. Colin.

Lorsque le peignage est bon, les mèches de lin ne doivent pas être terminées en pointe ; il faut que chaque mèche paraisse être à peu près d'égale largeur en bas comme en haut.

Les lins faibles sont ordinairement pointus après l'opération du peignage, parce qu'ils n'ont pas assez de résistance pour supporter l'action des peignes : ceux-ci les arrachent. Cela arrive d'ailleurs non-seulement pour les lins fins, mais encore pour les lins gros et mal rous.

Quelle que soit la longueur des lins, la disposition des peignes n'en est pas sensiblement changée pour cela, seulement ceux du bas n'opèrent pas, quand les lins sont courts ; ils ne servent alors qu'à faire descendre les étoupes et à les conduire aux cylindres étireurs.

Il est bon cependant de faire en sorte, dans ce cas, que les aiguilles des peignes suivent une progression plus rapide de grosseur et d'écartement.

Il importe aussi, quand le peigneur arrange les mèches de lin, qu'il commence par enfermer la racine entre les pinces, et la serrer ainsi : il est aisé de concevoir, en effet, que le lin doit être peigné dans le sens où ses filaments tendent à s'arracher, pour que la division s'en fasse avec beaucoup plus de facilité ; autrement, non-seulement l'opération du peignage serait plus difficile, mais encore le rendement serait plus faible et les déchets plus considérables.

Dans une manufacture un peu importante on compte généralement : trois machines à peigner le lin, nécessaires pour un assortiment de mille broches, du prix de 2,000 fr. chacune ; plus une peigneuse-fournisseuse, qui est extrêmement simple de construction, et qui ne revient généralement qu'à 1,000 fr. prise chez les constructeurs.

NOTICE HISTORIQUE SUR LES MACHINES A PEIGNER
LE LIN ET LE CHANvre.

Nous ne pouvons mieux faire, pour commencer cette notice, que de rapporter encore ici quelques passages de la description que donne M. Ch. Coquelin dans son *Essai sur la Filature mécanique du lin et du chanvre*.

« L'un des principes essentiels de la machine dont il est ici question, c'est qu'elle agit sur le lin des deux côtés à la fois; tandis que toutes les autres peigneuses usitées ou imaginées en Angleterre n'agissent que d'un seul côté, ce qui oblige à recommencer l'opération de l'autre, sans compter que cela ne produit jamais qu'un peignage imparfait. Dès longtemps M. de Girard avait eu l'heureuse idée de ce peignage double. En 1817, parut en France le dessin d'une machine de son invention, où cette idée recevait une première application. Le bâti était à peu près le même que celui de la machine actuelle; mais, au lieu que les lignes de peignes sont aujourd'hui conduites par des branches détachées, qui atteignent le lin par un mouvement circulaire, elles étaient alors fixées sur des cuirs sans fin (1), marchant parallèlement à eux-mêmes, de manière que des deux côtés les peignes sillonnaient la mèche depuis le haut jusqu'au bas. Il y avait à cela deux inconvénients graves, sans parler des autres: d'abord, que les mêmes peignes agissaient sur le milieu et le bas de la mèche, tandis que ces deux parties doivent être traitées différemment; ensuite, en ce que les peignes, parcourant le lin dans sa longueur, y produisaient sans fruit un déchet énorme. Il est bon de remarquer, à ce propos, que ce sont les pointes des peignes qui divisent le lin, et que cette division est le véritable objet du peignage.

« Une fois donc que les pointes ont produit leur effet, il faut que les peignes se retirent, et de là l'utilité d'un mouvement circulaire. Mais, comme dans cette première machine de M. de Girard, les peignes, une fois engagés dans le haut de la mèche, ne se retirent que dans le bas après l'avoir sillonnée tout entière, ils la déchiraient sans la diviser, l'inconvénient était d'autant plus grave que la mèche, étant prise des deux côtés, n'était pas libre. Attaquée seulement d'un côté, elle aurait encore pu s'écartier de temps en temps ou flotter sur les pointes, comme cela se voit dans quelques machines anglaises, au lieu que, serrée comme elle l'était entre deux cuirs parallèles, elle restait invariablement enfoncée dans les peignes, et le mal en était aggravé d'autant. Ainsi labouré, déchiré, mis en pièces, le lin s'en allait en étoupes, et ce qui restait ne présentait qu'une pointe

(1) M. Coquelin aurait dû dire que les peignes étaient réunis par des charnières en fer très-solides, marchant sur des engrenages.

irrégulière, très-mal peignée, surtout vers le haut (1). Il fallut renoncer à ce système, et ce fut alors que M. de Girard imagina la peigneuse actuelle, chef-d'œuvre de conception, que l'on n'apprécie pas assez, et dont l'auteur lui-même, si j'ose le dire, ne comprend peut-être pas tous les mérites.

« Aux cuirs sans fin, M. de Girard substitua donc des branches détachées, portées de chaque côté par des râteaux et mues par deux manivelles, l'une dans le haut, l'autre dans le bas. Au moyen des manivelles, il fit décrire aux branches un mouvement circulaire, de manière que les aiguilles, après avoir attaqué le lin, se retirèrent sans pourtant jamais se renverser. De là résultèrent deux avantages inappréciables, dont le peignage à la main donne une idée, lorsqu'il est exécuté par des hommes habiles, mais qu'on ne retrouve dans aucun autre système de peignage mécanique. Le premier, c'est que les aiguilles, se retirant après avoir fait leur effet, se bornèrent à diviser le lin sans le déchirer, et produisirent en conséquence un meilleur peignage avec une moindre quantité d'étoopes ; le second, c'est que, chaque branche n'agissant que sur une partie de la mèche, il fut possible de varier l'action du peignage, en employant des aiguilles différentes pour le milieu de la mèche et pour les bouts. Ce dernier avantage, que M. de Girard n'avait pas encore entrevu, dont il paraît même qu'il ne profite pas encore, et que M. Decoster a mis dans tout son jour, est de beaucoup le plus grand. Si l'on veut se faire une juste idée de l'un et de l'autre, on n'a qu'à considérer attentivement le travail d'un peigneur à la main qui connaisse son métier.

« Cependant, malgré ces avantages, la machine telle que M. de Girard l'avait faite n'était pas exempte des inconvénients de l'ancien système. Ces inconvénients résultaient précisément de ce que les manivelles supérieures étaient trop rapprochées. Les branches appuyaient trop fortement sur la mèche ; les aiguilles la traversaient de part en part, en se croisant dans toute leur longueur, et le lin trop fortement engagé dans les peignes éprouvait encore un déchet considérable. M. Decoster, témoin de ce déchet que les fabricants anglais reprochaient fortement à la machine, en chercha la cause et la trouva. Il écarta donc les manivelles, mais il fallait trouver la mesure convenable de cet écartement. Dans un premier essai, il alla trop loin et disposa les manivelles de manière que les peignes opposés, au lieu de se croiser dans la mèche, s'atteignirent à peine par le bout : il en résulta que le cœur de la mèche ne fut pas suffisamment peigné. Mais ensuite il diminua par degré l'écartement, jusqu'à ce que, d'essais en essais, il fût arrivé à un résultat satisfaisant.

(1) Ces premières machines, suivant le rapport des anciens ouvriers de Girardow, peignaient bien et avec économie, seulement on se plaignait de la mauvaise qualité des étoopes.

« L'autre changement, qui consiste à donner à toutes les branches une longueur égale, tient à concevoir le peignage d'une manière tout à fait différente de celle de M. de Girard. La machine actuelle laisse, il est vrai, dans le bas de la mèche, non pas des boutons mais des étoupes : en d'autres termes, elle ne débarrasse pas entièrement les bouts; M. de Girard s'en plaint : il croit apercevoir là un inconvénient grave, et c'est pour y remédier qu'il avait allongé les peignes inférieurs. La Société d'Encouragement, je le sais, a partagé son opinion, et s'est récriée comme lui sur cette prétendue imperfection. Les fabricants anglais en ont pensé tout autrement, et s'ils se sont plaints de quelque chose, c'est que la machine ne laissait pas assez d'étoupes dans les bouts. En effet, tout ce qu'on peut, tout ce qu'on doit demander à une machine, c'est de peigner à fond le milieu des mèches; les bouts, si je peux m'exprimer ainsi, ne la regardent pas. On ne peut, on ne doit pas prétendre peigner une mèche de lin tout d'un temps et en une seule fois. En cela, comme en bien d'autres choses, il faut prendre pour exemple les bons peigneurs à la main, qui s'y prennent toujours à trois fois, dégageant d'abord les bouts des mèches, puis peignant le milieu, et enfin, dans une troisième opération, enlevant les étoupes qu'ils ont rejetées dans les bouts. Le peignage du milieu est l'opération la plus difficile et la plus importante; c'est celle qui, dans le peignage mécanique, revient à la machine; quand cette opération est exécutée, sa tâche est remplie : lui demander autre chose, ce n'est pas achever le travail, c'est le gâter.

« Dans le bas de sa peigneuse, immédiatement au-dessous des branches inférieures, M. de Girard avait établi deux cylindres, placés horizontalement dans la direction des branches, et qui avaient pour objet d'entraîner les étoupes à mesure qu'elles tomberaient en se détachant des peignes. Au sortir de ces cylindres, les étoupes devaient se coucher sur un tambour placé au-dessous d'eux et recouvert d'un drap, sur lequel les brins devaient naturellement s'attacher. Mais les étoupes, au lieu d'être entraînées par les cylindres, s'arrêtaient, s'amassaient et s'enroulaient sur les branches inférieures; de là l'inconvénient grave d'être obligé de suspendre le travail à tout instant pour dégager les branches, ou, si l'on négligeait de le suspendre à temps, le danger plus grave encore de casser les branches et de mettre en pièces toute la machine.

« En réglant d'une manière convenable le mouvement des cylindres, M. Decoster a remédié à ces désordres. Il en a fait autant pour le tambour où il a fait disparaître des inconvénients d'un autre genre, qu'il serait trop long de rappeler. Je pourrais ajouter qu'il a changé les dimensions des cylindres, autre amélioration qui n'est pas non plus sans intérêt: mais je n'ai pas dessein d'épuiser cette matière, et ce que je viens de dire suffit

pour donner une idée des travaux qui ont complété la découverte de M. de Girard. C'est grâce à ce simple changement dans les vitesses des cylindres et du tambour (changement à peine sensible à l'œil), que les étoupes s'en vont aujourd'hui d'elles-mêmes, et que la machine fonctionne désormais sans embarras (1). »

Comparons maintenant la machine à peigner de M. de Girard avec quelques-unes des plus récentes qui ont été brevetées depuis peu en France, et dont nous ne donnons du reste qu'une description succincte.

Le 23 décembre 1839, il a été délivré à M. GARNIER un brevet d'importation et de perfectionnement de cinq ans pour *une machine à peigner le lin dite à nappe continue*. Cette machine se compose de courroies sans fin, sur lesquelles sont fixés des peignes détachés, disposés de telle sorte que les aiguilles les plus fortes et les plus écartées, placées sur un ou deux rangs au plus dans chaque peigne, commencent l'opération, c'est-à-dire qu'elles se trouvent à l'une des extrémités; elles se rapprochent et sont plus fines à mesure qu'on avance vers l'autre bout. Pour des lins très-fins on a même une seconde nappe continue, mais beaucoup plus étroite que la première, et garnie de peignes dont les aiguilles sont très-rapprochées: on peut au besoin ne pas se servir de cette nappe. Les mèches de lin, convenablement étendues, sont pincées entre des mâchoires verticales que l'on suspend à une chaîne sans fin à laquelle on communique un mouvement de translation, les mèches sont obligées de passer entre deux nappes parallèles et verticales garnies de leurs peignes, qui les attaquent des deux côtés à la fois; les peignes descendant verticalement, à mesure que chaque mèche s'avance horizontalement, doivent nécessairement se promener sur une grande partie de sa longueur.

Les étoupes qui résultent du peignage et qui restent au bout des aiguilles, sont remontées jusque vers la partie supérieure où sont placés deux tambours, armés de dents, qui s'en emparent, et de la surface desquels on peut aisément les enlever.

Ainsi on peut reconnaître, par ce simple exposé, que la peigneuse de M. Garnier repose sur les mêmes principes que celle de M. de Girard. La mèche est travaillée des deux bouts, elle a un mouvement de translation pendant que les peignes l'attaquent, et ceux-ci sont détachés pour permettre de les varier au besoin suivant la nature des lins à peigner. Elle ne diffère réellement que par les tambours qui reçoivent les étoupes. Les

(1) M. Colin nous a aussi assuré, à cet égard, que, depuis qu'il était à la filature, aucun changement n'a été fait dans les vitesses des cylindres, et que non-seulement on n'a jamais eu la moindre idée d'un embarras causé par l'encombrement des étoupes, mais que personne ne s'en occupe ni n'a à s'en occuper. **ARM.**

mèches paraissent être tout à fait pincées par leur extrémité, par conséquent elles sont abandonnées dans presque toute leur longueur.

La Machine propre à peigner le lin, le chanvre, et d'autres matières filamenteuses, pour laquelle M. NEWTON, de Londres, a pris un brevet d'importation et de perfectionnement de dix ans, le 31 juillet 1839, a peut-être moins d'analogie avec celle de M. de Girard, quoiqu'elle paraisse également reposer sur les mêmes principes. Ainsi, comme dans la machine précédente, l'auteur emploie des courroies sans fin, mobiles sur des tambours, et garnies de peignes, mais à des distances assez éloignées. Il existe également des nappes vis-à-vis l'une de l'autre, mais la disposition et l'écartement des peignes sont tels que les aiguilles ne se croisent jamais; pendant tout le temps qu'elles attaquent la mèche, les courroies sont verticales, par conséquent elles se promènent aussi sur presque toute la longueur de celle-ci. Il est vrai que les pinces auxquelles les mèches sont suspendues verticalement sont placées de manière à se mouvoir suivant une direction inclinée, au lieu de suivre une ligne horizontale, comme dans les machines précédentes. Dans ce cas, au commencement de l'opération, la mèche, se trouvant dans une position très élevée, n'est attaquée par les peignes que vers l'extrémité inférieure; à mesure qu'elle marche, elle descend, par conséquent elle présente, de plus en plus, de nouveaux points aux peignes jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à l'autre extrémité de la machine, où elle est alors peignée dans toute la partie qui se trouve en dehors des pinces. Vers la partie inférieure, et latéralement, sont des cylindres débourreurs qui s'emparent des étoupes dont les peignes sont chargés, et les livrent à des tambours de cardé d'où on peut facilement les retirer.

Nous avons remarqué que les pinces ne sont pas mues par une chaîne sans fin, mais seulement par des cames placées en tête de l'appareil.

On voit encore que cette deuxième machine anglaise a pour but de peigner des deux côtés à la fois les mèches de lin soumises à leur action, et d'employer des peignes détachés ayant un mouvement continu; ce mouvement, dans la partie travaillante, est vertical comme dans la machine de M. de Girard. Le lin est aussi pincé entre des mâchoires auxquelles on transmet un mouvement de translation, mais ce mouvement a lieu dans une direction inclinée.

Nous croyons qu'il serait superflu de donner la description des diverses autres machines à peigner auxquelles, jusqu'ici, la peigneuse de M. de Girard, construite par M. Decoster, est encore bien préférée. Nous sommes bien aise pourtant de mentionner les différents brevets pris en France pour cet objet, depuis un certain nombre d'années, afin de faire voir combien l'on s'est occupé de ce sujet important.

Le 17 novembre 1825, M. RIEFF, de Colmar, a pris un brevet d'invention, de dix ans, pour des *machines propres à filer le chanvre et le lin, et les peigner dans toute leur longueur sans leur rien faire perdre de leur force naturelle*. Ce brevet est devenu public en 1835.

En 1828, M. LASGORSEIX, mécanicien à Paris, qui s'est constamment occupé de machines de filature, avait pris un brevet d'invention et de perfectionnement de dix ans, pour un *système de peignage et de construction de différentes machines propres à filer le lin, le chanvre, la laine peignée, et autres matières filamenteuses*. Ce brevet est expiré le 5 mars 1838.

Le 27 février 1829, il a été pris un brevet d'importation, de quinze ans, par M. HAY, négociant de Manchester, pour une *machine à peigner le chanvre et le lin*.

Deux mois après, MM. DELCOURT, manufacturier, et VAN DE WEIGH, mécanicien, tous deux à Paris, obtinrent un brevet d'invention et de perfectionnement, de dix ans, pour une *machine à peigner le chanvre et le lin*. Ce brevet est expiré le 29 avril 1839.

Le 29 juin de la même année 1829, MM. BORNÈQUE et FERGUSSON, filateurs à Barvilliers, obtinrent un brevet d'invention, de dix ans, pour un *système mécanique propre au peignage et à la filature du chanvre et du lin*. Ce brevet est public depuis le 29 juin 1839.

Le 4 novembre 1833, MM. VALSON, notaire à Gevrey, LOVILLARD, mécanicien à Nuits, et CHARDOT, menuisier à Saulon-la-Chapelle, prirent conjointement un brevet d'invention, de dix ans, pour une *machine propre à assouplir et peigner le chanvre et le lin*.

Il a aussi été délivré, le 4 juillet 1838, un brevet d'invention et d'importation, à M. CHEVALIER TRISTA, pour une *machine à peigner le chanvre et le lin*.

Pour terminer, citons encore quelques brevets pris en Angleterre :

En 1836, le 17 février, M. SIMPSON, négociant à Londres, prit un brevet d'invention pour une *machine à teiller, peigner et préparer le chanvre, le lin, les étoupes et les autres matières filamenteuses*.

En 1837, le 26 octobre, M. MILES BERRY prit un brevet d'invention pour une *machine portant exactement le même titre que la précédente*.

En 1838, le 15 mai, M. THORPE, à Knaresborough (York), prit un brevet d'invention pour une *machine à teiller, peigner et préparer le lin, le chanvre, et autres matières filamenteuses*.

Dans la même année, le 31 mai, M. WORDTWORD, à Leds (York), prit un brevet d'invention et de perfectionnement pour une *machine perfectionnée, remplissant les mêmes fonctions que la précédente*.

N'oublions pas non plus de citer les machines à peigner, connues sous les noms de leurs inventeurs, MM. PEETERS et ROBERTS, qui, antérieures

aux machines anglaises précédentes, sont, après la peigneuse de M. de Girard, celles qui offrent le plus d'avantages. Plusieurs constructeurs français ont adopté le système de ces inventeurs.

Mentionnons enfin la machine de M. Busk que nous publions dans le tome VI^e de ce Recueil.

OBSERVATIONS DE M. DE GIRARD.

Depuis la publication de la première édition de ce recueil, M. de Girard a adressé à la Société d'encouragement de Paris un mémoire relatif à sa machine à peigner, et dans lequel il réfute plusieurs parties de la description de M. Coquelin. Nous avons cru qu'il était de notre devoir de reproduire, dans cette nouvelle édition, les observations de l'auteur.

« Pour bien apprécier mon invention, il faut la considérer :

« 1^o Dans son principe, c'est-à-dire dans la pensée de laquelle dérivent toutes ses propriétés et sans laquelle elle ne pourrait exister;

« 2^o Dans les moyens d'exécution pour lesquels cette pensée primitive a été réalisée.

« Quant à son principe, je dois appeler l'attention de la Société sur ce fait très-remarquable que plusieurs dissertations ont été publiées sur mon invention, sans que personne ait indiqué le principe essentiel, dans lequel résident et la nouveauté complète, et le mode d'action, et la possibilité de ma machine.

« Ce principe consiste dans la combinaison de deux séries de peignes, agissant alternativement sur la mèche de lin; en telle sorte que les peignes de chaque série, pénétrant dans la mèche par un mouvement circulaire, se retirent en arrière aussitôt que leur action est produite, *et passent, dans ce mouvement rétrograde, entre les peignes de la seconde série, qui, s'avancant à leur tour, enlèvent aux premiers le lin dans lequel ils se trouvaient engagés et qu'ils ramenaient avec eux*; puis les peignes de cette seconde série, ayant agi sur la mèche, se retirent de nouveau en passant entre ceux de la première série, qui leur reprennent le lin, et ainsi continuellement.

« Telle est la pensée fondamentale dans laquelle réside mon invention.

« Au lieu de cela, que trouve-t-on dans la description de M. Coquelin? — Selon cette description, le principe de ma machine consisterait dans une série de peignes, agissant sur le lin par un mouvement circulaire, et se retirant après chaque action, pour en recommencer une seconde! Mais ce n'est point là ma machine! une machine ainsi conçue serait une impossibilité.

« Ces peignes, agissant sans antagonistes, auraient beau se mouvoir de ce mouvement circulaire, ils ne se dégageraient jamais de la mèche; ils

l'attireraient en arrière avec eux, la ramèneraient vers le haut en se relevant, et, au lieu de la peigner, la réduiraient à l'instant en une masse crêpue et indémêlable.

« Oui, sans doute, mes peignes s'enfoncent dans le lin par un mouvement circulaire; mais, quand ils se retirent en ramenant le lin avec eux, ils rencontrent les peignes de l'autre série, qui s'emparent de ce lin, le poussent en avant, et les premiers, devenus libres, remontent derrière leurs antagonistes et viennent, à leur tour, reprendre le lin, en s'avançant à travers les espaces libres qu'ils laissent entre eux. Voilà le principe de ma machine; voilà ce qui la constitue, ce qui la rend possible; voilà ce qui lui donne ce caractère d'originalité qui frappe tous ceux qui la voient pour la première fois.

« Venons maintenant aux moyens d'exécution.

« Ces moyens comprennent encore une série d'inventions nouvelles, dont on ne paraît pas avoir remarqué l'importance.

« La première de ces inventions partielles consiste dans cette méthode, qui m'appartient entièrement, de peigner chaque mèche de lin des deux côtés à la fois, et de commencer etachever le peignage en une seule opération, en faisant passer les mèches, par un mouvement progressif, entre deux séries de peignes, dont les dents, très-fortes et très-écartées à l'extrémité de la machine par où les mèches arrivent, deviennent de plus en plus fines et plus serrées en approchant de l'autre extrémité.

« Cette méthode de peignage mérite d'autant mieux d'être considérée comme une invention spéciale, qu'elle est indépendante de la forme et du mode d'action des peignes qui agissent des deux côtés de la mèche; et cela est si vrai, que j'avais inventé ce système et l'avais réalisé, dès l'année 1817, dans ma première machine à peigner, et qui ne ressemblait à la machine actuelle que par ce seul principe, de faire passer la mèche, par un mouvement progressif, entre deux systèmes de peignes qui commencent et achèvent le peignage en une seule opération.

« Pour faire apercevoir l'importance de ce principe, il me paraît nécessaire de comparer l'opération du peignage dans les machines anglaises et dans les miennes.

« Les machines à peigner anglaises le plus en usage jusqu'en 1833 consistent :

« 1^o En un prisme carré, d'environ 70 centimètres de côté, tournant sur son axe, et portant, sur chacune de ses faces, auprès des arêtes, trois peignes, l'un très-grossier, l'autre moyen, l'autre fin; en tout douze peignes;

« 2^o En un balancier placé au-dessus de ce prisme, et qui, pendant la

rotation, s'élève et s'abaisse alternativement pour laisser passer les peignes;

« 3° En trois mordaches en fer pour tenir les mèches de lin.

« Pour exécuter le peignage, chaque mèche de lin est d'abord serrée dans une mordache; celle-ci est posée sur le balancier vis-à-vis les premiers peignes grossiers; elle y reste pendant environ vingt tours de prisme, et reçoit, par conséquent, quatre-vingts coups de peigne. Par cette première opération, la moitié de la mèche se trouve peignée en gros d'un côté; on la retourne, et après vingt tours, cette moitié se trouve peignée en gros complètement; alors on la reprend, on la porte sur la seconde série de peignes, où elle est de nouveau peignée des deux côtés, et enfin elle est portée sur la troisième série.

« Ainsi, la mèche est reprise six fois par l'ouvrier avant d'être finie.

« Dans mon système, au contraire, la mèche étant placée dans la mordache, celle-ci est suspendue sur une règle polie, en dehors de la machine; dès lors l'ouvrier n'a plus à s'en occuper. La mèche s'avance d'elle-même le long de la machine; là, elle est travaillée des deux côtés à la fois par quatre doubles séries de peignes, telles que nous les avons ci-dessus décrites, ou huit séries simples: démêlée d'abord à la pointe, puis, peu à peu, jusqu'à son milieu, elle va sortir toute peignée à l'autre extrémité de la machine, où l'ouvrier n'a qu'à la recevoir. Ainsi, chaque mèche n'est prise par l'ouvrier qu'une seule fois au lieu de six.

« Une seconde invention importante, qu'on peut, à la vérité, considérer comme dérivant de la première, est celle de fournir immédiatement l'étoupe en nappes continues, et divisées en autant de qualités ou degrés de finesse qu'on le désire.

« Dans les machines anglaises, aussitôt qu'une partie du lin a été déchirée et réduite en étoupe par l'action des peignes, cette partie est emportée par le peigne le long de la mèche; d'où il résulte que l'étoupe se comprime entre les dents des peignes et y forme une masse compacte; on ne peut enlever cette étoupe qu'en arrêtant de temps en temps la machine.

« Dans mon système, au contraire, les étoupes, à mesure qu'elles se forment, sont poussées peu à peu vers le bas par les coups de peignes successifs, et sortent en nappe continue, légère, et dans laquelle l'étoupe est presque aussi *ouverte* qu'elle l'est dans l'ancienne méthode anglaise après un premier cardage.

« Cette propriété, de se dégager d'elle-même des étoupes, et de les fournir en nappes légères, est un des avantages importants de ma machine.

« Les mordaches, ou pinces à lin, et la manière d'y assujétir les

mèches, offrent encore une invention spéciale, tout à fait indépendante de l'invention principale, et qui a été considérée en Angleterre comme d'une haute importance.

« Pour apprécier cette invention, comparons ces nouvelles mordaches avec celles dont on se servait dans toutes les machines anglaises.

« Les anciennes mordaches anglaises se composent de deux bandes de fer cannelées, isolées, et que l'on réunit par deux vis et par deux écrous qu'il faut enlever et replacer à chaque opération.

« Ma mordache, telle qu'elle est décrite dans le brevet d'importation, se compose de deux ais en bois, réunis par des charnières, et serrés par deux coins circulaires, tournant sur un tourillon, et unis à un levier, au moyen duquel on les force dans les mortaises destinées à les recevoir.

« Une quatrième invention, moins importante, mais qui facilite singulièrement la construction de la machine, est celle de la manière de faire les peignes au moyen de moules, dans lesquels les aiguilles sont placées, et réunies ensuite par une plaque fondu en métal composé de plomb, étain et antimoine. Les peignes de toutes les machines anglaises étaient formés d'une plaque en cuivre, percée au foret, d'autant de trous qu'elle devait porter d'aiguilles, et dans lesquels les aiguilles étaient enfoncées au marteau.

« PHIL. DE GIRARD. »

Ces notes de M. de Girard ont été écrites à Varsovie et envoyées à Paris, en 1842. L'auteur désireux de revoir la capitale, y revint lors de l'exposition en 1844, et à peine eûmes-nous le temps de le voir, car il mourut dans la même année, bien regretté de tous les industriels.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 3.

Fig. 1^{re}. Vue longitudinale de la machine garnie de ses peignes et de ses pinces; elle est supposée en action.

Quoique les aiguilles des peignes ne soient pas apparentes sur cette figure, nous avons cru devoir les figurer par des points, pour indiquer leur disposition et faire voir leur plus ou moins grand écartement. On a aussi, à cet effet, supposé les enveloppes coupées, d'où résulte qu'on voit leur épaisseur exprimée par deux traits parallèles et par des petites hachures inclinées.

Fig. 2. Élévation vue par le bout du côté où l'on monte les mâchoires.

Fig. 3. Vue de face d'une paire de mâchoires.

Fig. 4. Tracé géométrique servant à indiquer une partie du mouvement de la machine.

Ces quatre figures sont représentées à l'échelle de 1/10^e ou de un décimètre pour mètre.

Fig. 5. Section faite par le milieu de l'un des peignes, représentée à l'échelle de 1/5^e ou de deux décimètres pour mètre.

OBSERVATION. Il est bon de couvrir les principaux mouvements de la machine, comme les engrenages, bielles, etc., avec des enveloppes en fer-blanc ou en zinc, afin d'éviter que des brins de lin ou d'étoopes ne viennent s'y engager. Nous n'avons pu représenter ces enveloppes sur le dessin, parce qu'elles auraient caché plusieurs pièces importantes qu'il était évidemment plus utile de faire voir.

La question du peignage est trop intéressante pour que nous ne cherchions pas à faire connaître tout ce qui s'y rattache; aussi dans le *vi^e vol.* de cette publication, nous revenons sur ce sujet, en donnant la nouvelle machine de M. Busk, importée en France par MM. Lacroix de Rouen.

Nous avons aussi publié dans les tomes *III^e* et *IV^e* des machines à teiller le lin et le chanvre, qui, comme appareils de préparation, sont également d'un très grand intérêt pour les manufactures.

MACHINE A MORTAISER

ET

A RABOTER VERTICALEMENT LES PIÈCES DE FER ET DE FONTE,

Par MM. SHARP et ROBERTS,

Constructeurs à Manchester (1).

(PLANCHES 6, 7 ET 8.)

Nous l'avons dit, l'application des machines-outils est d'une très-grande importance aujourd'hui dans un atelier de construction, pour arriver à l'exécution prompte et parfaite des pièces mécaniques. De première nécessité partout où l'on travaille les métaux, elles sont surtout indispensables dans les établissements où l'on est susceptible de construire des machines d'une très-forte puissance.

En Angleterre, où plusieurs ateliers sont montés sur une échelle vraiment colossale, on a bien compris cette importance de l'outillage en grand; aussi on est, au premier aspect, tout étonné de voir le nombre des machines-outils dont ils sont meublés. C'est donc avec raison que l'on a pu dire que les constructeurs anglais peuvent établir des pièces d'une dimension énorme, comme celles qui composent les appareils à vapeur de quatre à cinq cents chevaux; mais, il faut le dire aussi, les chefs de ces grands établissements sont certains par avance d'avoir des travaux, des machines de cette puissance à construire, et par conséquent ne craignent pas de se monter en appareils, en outils de grandes dimensions, persuadés qu'ils seront suffisamment occupés et qu'ils pourront bientôt récupérer, non-seulement l'intérêt du capital dépensé pour leur outillage, mais encore amortir ce capital en peu d'années.

Il doit évidemment en être ainsi en France; mais, jusqu'à ces derniers temps, nous devons l'avouer, nos premiers constructeurs ont craint de s'avancer à se monter en outils pour lesquels il faut, de toute nécessité,

(1) Nous avons donné successivement dans les 11^e et 111^e volumes de ce Recueil, différentes espèces de machines à mortaiser.

débourser des sommes énormes, et qui augmentent considérablement les frais d'établissement.

Pour se décider à établir de ces appareils, il fallait nécessairement de grands capitaux, et, par-dessus tout, il fallait être certain que l'on aurait des travaux importants et continuels pour arriver, comme en Angleterre, à réaliser des bénéfices.

Ce n'est évidemment pas lorsqu'il construit une machine, un appareil quelconque pour une première fois, qu'un mécanicien peut espérer quelque gain; il se trouve heureux quand ses débours seulement sont payés, parce qu'il y a eu des frais de dessin, de modèles, qui souvent absorbent plus que la différence du prix de revient de l'appareil au prix de vente. Ajoutons à cela qu'il a plus de peines, plus d'études à faire que lorsqu'il construit cette même machine une deuxième ou troisième fois; à plus forte raison pour les grands appareils appliqués aux bâtiments à vapeur de l'état: non-seulement les frais de modèles, de tracés de toutes sortes sont très-considerables, mais encore les outils nécessaires pour travailler les pièces les plus importantes (comme l'alésage des cylindres à vapeur, le corroyage des bielles, des manivelles ou des arbres, le tournage, le rabotage intérieur et extérieur de ces mêmes pièces, etc.) doivent être évidemment d'une plus forte dimension que pour la confection d'appareils bien inférieurs en puissance; ajoutons encore que dans les grands établissements les frais généraux sont beaucoup plus élevés. Il ne faut pas alors que les constructeurs, qui se mettent en mesure d'exécuter de ces machines puissantes, soient dans l'incertitude de savoir s'ils n'auront qu'un ou deux appareils seulement à établir; il faut qu'ils aient l'espérance que s'ils exécutent bien le premier ils auront la commande de plusieurs autres.

La quantité d'outils nécessaires à un atelier de construction est certainement considérable, lors même qu'il ne s'occupera que d'une spécialité, à plus forte raison lorsqu'il cherche à entreprendre la construction de toutes sortes de machines, à cause du grand nombre d'opérations différentes à faire pour arriver à la confection de toutes les pièces, parce que chacun de ces outils ne peut, en général, faire que deux ou trois de ces opérations. Toutefois, il y a de certains outils dont l'application est générale, c'est-à-dire qui peuvent être employés aussi bien par le constructeur de métiers de filature que par celui de machines à vapeur ou de moulins à blé, et il est aussi indispensable pour l'un comme pour l'autre d'avoir des tours à engrenages, à plateau, ou parallèles, des supports à chariot, des machines à percer, à rabotter, à faire des rainures, à tarauder, etc., parce qu'ils ont également besoin d'employer des pièces dressées intérieurement ou extérieurement, parce qu'ils ont toujours des poulies, des engrenages à tourner, à aléser ou à rainer, des boulons et des écrous à tarauder. Seulement ces divers outils

doivent être de dimensions bien variables ; ils n'ont évidemment pas besoin de présenter la même force, la même solidité, la même course pour travailler continuellement de petites pièces, comme cela a le plus souvent lieu dans la filature, que lorsqu'ils doivent travailler de grosses pièces, comme les gros mouvements de moulin, les cylindres, les arbres, les manivelles de grandes machines. Il faut évidemment qu'un constructeur sache proportionner la force et la dimension de ses outils au travail qu'il est susceptible de faire le plus ordinairement. On conçoit, en effet, qu'il y aurait peu de prudence, et surtout peu de raison d'économie, à avoir un tour parallèle, par exemple, de 8 à 10 mètres de longueur sur 1 mètre de large, si ce tour ne devait être destiné qu'à travailler des pièces de petites dimensions, de 2 à 3 mètres de long, par exemple, sur 0^m 3 à 0^m 4 de diamètre au plus. Il serait aussi peu raisonnable de faire une machine à mortaiser d'une dimension analogue à celle que nous publions, si elle n'avait jamais à raboter ou à rainer que de faibles pièces.

Nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous pardonner cette digression, dans laquelle nous avons cru devoir entrer pour démontrer l'utilité des machines-outils en général, autant que pour faire comprendre qu'on doit chercher à bien les appliquer dans les diverses circonstances. Revenons donc à la description de la machine à mortaiser, que nous nous sommes proposé de faire connaître dans cette livraison.

Cette machine a pour objet de pratiquer, par un rabotage vertical et alternatif, des rainures droites ou inclinées, des mortaises carrées ou rectangulaires dans des pièces de fer, de fonte ou de cuivre, et de raboter au besoin des surfaces intérieures ou extérieures de peu d'étendue. En origine, elle fut construite sur des dimensions assez faibles, et par suite peu applicables à la confection des pièces importantes ; elle n'était alors généralement destinée qu'à faire des rainures dans l'intérieur des roues d'engrenages, des poulies, ou d'autres pièces de petits diamètres et de peu de hauteur.

MM. Sharp et Roberts, de Manchester, qui se sont fait une réputation européenne pour la construction des machines-outils, et qui n'en construisent pas moins des métiers de filatures, des machines à vapeur, des locomotives, etc., établissent aujourd'hui cette machine sur des dimensions très-grandes ; dans celle que nous allons décrire, la principale pièce qui compose le bâti pèse plus de 4,000 kilogrammes.

M. Cavé en a établi plusieurs sur une échelle plus considérable encore, et qui peuvent non-seulement mortaiser et raboter verticalement, mais encore au besoin aléser des cylindres ; la disposition qu'il a adoptée pour cela n'est plus la même que celle de la machine de MM. Sharp et Roberts, comme on pourra le voir par la description et les dessins donnés dans le 2^e volume de ce recueil.

M. Cartier, qui a cherché aussi à faire des rainures ou mortaises dans l'intérieur des roues, a eu l'heureuse idée d'appliquer son procédé, qui est extrêmement simple, au tour même qu'il emploie pour tourner et aléser les grandes pièces ; il a, de cette sorte, l'avantage d'éviter le déplacement de la pièce à aléser pour la rainer, et il peut en outre faire la rainure, quel que soit d'ailleurs le diamètre de cette pièce.

Dans la machine à mortaiser de MM. Sharp et Roberts, l'outil, qui a la forme d'un bec-d'âne de menuisier, a un mouvement rectiligne alternatif et constamment vertical, tandis que la pièce à raboter peut avoir, soit un mouvement circulaire très-lent, que l'on est alors obligé de donner à la main, soit un mouvement rectiligne qui la fait avancer sous l'outil dans une direction perpendiculaire à celui-ci ; cet avancement est déterminé par l'appareil même, de sorte que, dans ce cas, la pièce étant mise en place et la machine en action, celle-ci travaille seule sans le secours de l'ouvrier, qui n'a alors qu'à surveiller.

Eufin, on peut encore donner à la pièce les deux mouvements rectiligne et circulaire en même temps, le premier par la machine, le deuxième par l'homme, pour permettre de suivre, en rabotant, une certaine courbe comme celle qui limite le contour extérieur d'une manivelle ou d'une tête de bielle, etc. On peut de plus faire prendre à cette pièce une certaine inclinaison, s'il est nécessaire que sa surface, rainée ou rabotée, ne soit pas perpendiculaire au plan inférieur ou supérieur de la pièce, comme cela se présente dans les roues de locomotive, où les rainures faites dans le moyeu ne sont pas égales aux extrémités, mais plus profondes à un bout qu'à l'autre, afin de donner de l'entrée et du serrage aux clés en fer qui doivent les assujétir sur leur arbre.

Nous allons, dans la description qui suit, examiner successivement les différentes parties qui composent cette belle et importante machine, afin d'en connaître les différents mouvements, que nous venons de résumer en quelques lignes. Nous aurons donc à examiner :

- 1^o Le bâti, qui est une des principales pièces de la machine ;
- 2^o Le porte-outil et son mouvement ;
- 3^o Le chariot qui porte la pièce à travailler et son mouvement.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE,
DU PORTE-OUTIL ET DU CHARIOT (PLANCHES 6, 7 ET 8).

CONSTRUCTION DU BATI. — Les constructeurs ont donné au bâti une forme toute particulière et bien appropriée, du reste, à toute la machine. Ce bâti est d'une seule pièce en fonte A, dans laquelle on a ménagé à propos des ouvertures, et qui se trouve convenablement renforcée par des nervures, comme le montrent les sections faites fig. 3 et 4, pl. 6.

La base est une large semelle plane *a*, assise sur une forte pierre de taille sur laquelle elle est tenue par quatre boulons. Le poids du bâti est suffisant pour qu'il se trouve naturellement assujetti. En avant, vers la droite, la partie inférieure présente la forme d'un fer à cheval *b* (fig. 11, pl. 8), dans lequel passent les copeaux de métal enlevés par le burin, et qui se rendent dans la fosse circulaire ménagée au-dessous de la pierre d'assise.

Deux tourillons cylindriques sont aussi fondus avec le même bâti, pour servir, comme on le verra plus loin, à porter la pièce principale du chariot et lui permettre de prendre une certaine inclinaison.

Le sommet *c* du bâti présente une partie très-avancée, et se termine par une surface droite rectangulaire contre laquelle s'appuient les coulisseaux supérieurs *P* du porte-outil (fig. 1, 2 et 6).

La partie du milieu *c'* est également avancée pour recevoir aussi, à son extrémité, les coulisseaux inférieurs *P* du même porte-outil, et, en arrière, l'un des coussinets de l'arbre *D*. Cette partie doit être évidemment plus forte, plus large et plus épaisse que celle supérieure, parce qu'elle fatigue davantage ; mais, afin qu'elles ne se trouvent pas isolées l'une de l'autre, et qu'elles soient au contraire solidaires, les constructeurs ont jugé utile de les relier par deux pièces de fer *O*, qui, réunies, forment une espèce de lyre, et qui se trouvent solidement fixées par leurs extrémités à ces parties avancées.

Comme l'arbre principal *G*, qui commande le porte-outil, doit être dans l'axe de la machine, il était utile de le faire traverser dans la longueur du bâti ; on a donc ménagé dans ce dernier une ouverture cylindrique pour le passage de cet arbre, mais en ayant le soin de former autour un renflement *f*, convenable pour ne pas lui retirer de la force. On a fait de même autour des ouvertures ménagées dans la fonte, soit pour le passage de la vis de rappel *X*, qui sert à faire marcher le chariot, soit pour celui de la vis verticale *V*, qui permet de lui donner une certaine inclinaison.

DE L'OUTIL ET DU PORTE-OUTIL. — Nous avons dit que l'outil destiné à couper le métal *a*, dans cette machine, la forme d'un bec-d'âne de menuisier ; on peut le voir en effet sur les dessins où il est désigné par la lettre *M* (fig. 1, pl. 6, et fig. 5, 7 et 8, pl. 7). Seulement il importe de remarquer que sa partie inférieure, la seule qui travaille, présente une surface un peu courbe, pour que l'arête tranchante coupe avec plus de facilité, et, en même temps, pour que cette face ne frotte pas sur toute l'étendue de la surface travaillée.

Cet outil est de plus dégagé sur les côtés, et vers la face postérieure, où il présente moins d'épaisseur, afin qu'il ne frotte que par l'arête inférieure sur les deux faces latérales de la mortaise ou de la rainure qu'il doit pratiquer. Il est complètement en acier fondu et trempé à un degré conve-

nable pour ne pas s'émousser ni se rompre ; du reste, on ne doit évidemment le tremper que dans sa partie extrême, puisqu'elle seule travaille. On est dans l'obligation de lui donner une grande longueur, parce qu'on est susceptible de travailler des pièces fort épaisses ; sa longueur est d'ailleurs limitée par la course qu'on peut lui donner, laquelle dépend du plateau circulaire *H*, qui forme manivelle, et qui est monté à l'extrémité de l'arbre principal *G*. Sa largeur, ou plutôt la longueur de l'arête tranchante horizontale qui termine sa partie inférieure, est ordinairement égale à la largeur de la rainure ou de la mortaise à faire.

Mais lorsqu'on rabote une surface extérieurement, on conçoit que la largeur de l'outil peut être sensiblement augmentée, à moins, toutefois, que cette surface à raboter ne soit creuse ou courbe intérieurement ; dans ce cas, il est bon de réduire la largeur de cet outil le plus possible.

Le porte-outil se compose simplement d'un prisme rectangulaire *L*, sur la face extérieure duquel on a pratiqué, à la machine à raboter horizontale, une longue rainure droite *o* pour y ajuster le burin (fig. 5 et 6, pl. 7), et sur les deux faces latérales sont aussi pratiquées deux autres rainures *p* (fig. 1), moins longues et aussi étroites, dans lesquelles s'ajustent les parties coudées en équerre des deux brides en fer *N*, qui, au moyen des vis de pression *q*, maintiennent le bec-d'âne à la hauteur convenable dans le porte-outil. Ces vis de pression sont acierées par le bout, et, comme l'outil est aussi en acier, il importe de placer entre elles et lui des pièces en fer *r*, qui ont la forme d'un *T*, afin que l'adhérence soit plus grande et que l'outil ne soit pas aussi susceptible de glisser.

Une ouverture rectangulaire est encore ménagée dans toute l'épaisseur du porte-outil, pour recevoir la pièce à écrou et à tourillon *J*, qui doit l'assembler avec la bielle *I*, en permettant de régler sa position à une hauteur convenable pour que l'outil lui-même puisse parcourir, dans son mouvement, la hauteur voulue de la pièce à raboter. A cet effet, une vis de rappel *K*, à filets quarrés, est adaptée à la partie supérieure du porte-outil, et traverse l'écrou *J*. Comme cette vis forme collet vers son extrémité, elle est maintenue en cette partie par une bride en fer *m*, attachée sur deux côtés du sommet du prisme, de sorte qu'en tournant la vis, à l'aide d'une clé, la bielle et l'écrou étant placés dans la position extrême indiquée sur la fig. 1^{re}, et la machine étant en repos, on conçoit aisément que, comme la pièce ne pourra ni monter ni descendre, il faudra de toute nécessité que la vis, et par suite le porte-outil, s'élèvent ou se baissent. Quand la position relative de ces pièces mobiles est réglée, on doit serrer très-fortement le petit écrou qui s'applique contre le prisme, afin de le lier avec la pièce de manière à les rendre solidaires.

Les extrémités du prisme sont dressées convenablement sur les parties

postérieures pour former coulisses et glisser entre les coulisseaux en fer *P* qui sont fixés, par des vis, sur les pièces de renfort *O*; et afin de pouvoir régler ces coulisseaux et empêcher que le porte-outil n'ait du jeu dans son mouvement, il est utile de placer des vis latérales qui permettent de les resserrer autant qu'il est nécessaire. De cette sorte, le porte-outil marche toujours dans une direction constamment rectiligne et verticale, l'outil travaille en descendant, et ne fait qu'effleurer la surface en remontant.

MOUVEMENT DU PORTE-OUTIL. — A l'extrémité de l'arbre horizontal *D* est placé un système de poulies en fonte *B*, à plusieurs diamètres, sur l'une desquelles passe la courroie de commande, pour leur communiquer un mouvement de rotation continu plus ou moins rapide, et proportionnel, du reste, à la vitesse à donner à l'outil selon la nature du métal à couper; à côté de ces poulies est placé un volant *C*, à jante annulaire, servant à régulariser le mouvement de la machine; plus loin et toujours sur le même arbre, est un pignon droit en fonte *E* (*voyez* fig. 1, pl. 6), de 0^m 150 de diamètre primitif, portant 30 dents, et engrenant avec la roue droite en fonte *F*. L'arbre se prolonge parallèlement à l'une des faces du bâti, contre lequel il est supporté par deux paliers en fonte *i*, garnis de coussinets en bronze, que l'on peut resserrer au besoin, comme à l'ordinaire, par des boulons. Ces paliers sont assujétis par des clavettes en fer, chassées entre leurs semelles, et des appendices *e* venus de fonte avec le bâti.

La roue *F* a 0^m 750 de diamètre et porte 150 dents; elle est fixée à l'extrémité de l'arbre principal *G*, en fer corroyé, lequel est supporté par les coussinets des paliers en fonte *j* (fig. 5); ces paliers sont assis sur des parties méplates *d*, ménagées sur le bâti et dressées; ils y sont fixés par des boulons à double écrou, qui permettent aussi de serrer indépendamment les chapeaux et les coussinets.

Le même arbre *G* porte, à l'extrémité opposée de la roue, un plateau en fonte *H*, qui s'y trouve solidement assujetti, et dans lequel est pratiquée une rainure à queue d'hyronde, parfaitement dressée, pour y recevoir à coulisse la pièce de jonction en fer *k*; cette pièce à queue porte une tige taraudée, traversée par un écrou cylindrique *l* (fig. 15, pl. 8), que l'on peut faire tourner à l'aide d'une clé à griffe, et qui en s'appliquant contre une rondelle en fer *n*, interposée entre lui et la queue d'hyronde, la serre fortement contre le plateau, et, par suite, lie la pièce avec lui de manière à les rendre tout à fait solidaires. La bielle en fer forgé *I*, qui sert à établir la communication du plateau circulaire avec le porte-outil, s'ajuste par sa partie inférieure, sur la surface même de l'écrou cylindrique, et s'y maintient au moyen d'une rondelle et d'un écrou plus faible, à six pans, taraudée à l'extrémité de la pièce à coulisse.

Ainsi, comme celle-ci peut être placée à des distances plus ou moins

grandes du centre du plateau, puisqu'en desserrant son premier écrou on peut la faire aisément glisser dans la coulisse de ce plateau, on varie à volonté la course de la bielle et du porte-outil, ce qui est utile pour éviter les temps perdus, en se réglant suivant la hauteur de la pièce. Il est évident que lorsque la course est plus grande, on doit ralentir la vitesse du plateau, et réciproquement; comme le diamètre extérieur de celui-ci est de 0^m 48, on ne peut pas faire parcourir à l'outil plus de 0^m 40, c'est la hauteur maximum qu'on peut raboter sur la machine; il est extrêmement rare que l'on ait des pièces plus épaisses ou plus hautes, surtout pour être mortaisées. La bielle I est assemblée à sa partie supérieure sur le tourillon qui termine la traverse en fer J; elle peut y tourner librement, et est seulement retenue par une rondelle et une goupille (*voy. fig. 14*).

CHARIOT PORTANT LA PIÈCE A RABOTER. — La pièce que nous supposons devoir être travaillée est une roue de locomotive Q, dont le moyeu, les bras et la jante sont en fer forgé; elle est placée horizontalement sur la surface dressée du plateau mobile et circulaire en fonte R, et s'y trouve assujettie par des brides en fer plus ou moins épaisses, et des boulons à écrou dont les têtes traversent les longues entailles rectangulaires s ou s', ménagées à cet effet dans le plateau. Quatre de ces entailles, les premières, existent dans toute la longueur des rayons et présentent, en section, la forme d'un T (comme le montre la coupe fig. 12, pl. 8). Les têtes de boulons s'y trouvent engagées sans être apparentes; on a ménagé autour une quantité de fonte suffisante. Les quatre entailles s' sont pratiquées dans les parties les plus minces du plateau; elles exigent d'introduire les boulons en dessous, tandis que les premières permettent de les introduire, soit par le centre, soit par la circonférence. Le contour extérieur du plateau est denté dans une partie de son épaisseur, et à cet effet, cette partie dentée est un peu plus grande de diamètre, afin d'engrener avec la vis sans fin S, formée au milieu de l'arbre même qui la porte. Il peut donc ainsi recevoir un mouvement de rotation très-lent, en tournant à la main la manivelle t, que l'on a ajustée à l'une des extrémités de l'arbre; par conséquent la pièce à travailler peut avoir aussi ce mouvement de rotation, ce qui, du reste, ne doit être employé que dans le cas où l'on rabote des surfaces courbes, comme le contour extérieur de l'œil d'une manivelle de machine à vapeur, par exemple.

Le moyeu du plateau est très élevé et cylindrique, tourné extérieurement pour s'ajuster avec soin dans le centre de la plaque mobile en fonte T, qui est alésée à cet effet. Cette plaque est rectangulaire, dressée sur ses deux bords latéraux, en pans inclinés, pour glisser très-exactement entre deux coulisseaux en fer v, comme dans un support de tour à chariot. A l'une de ses extrémités, elle porte les coussinets à patte u, qui reçoivent

l'arbre de la vis sans fin, et qui s'y trouvent fixés chacun par deux vis. Les deux coulisseaux v dont on voit bien la section, fig. 6, pl. 7, sont assujétis par des vis taraudées de distance en distance dans le fort châssis en fonte U. Mais afin de pouvoir les resserrer au besoin, et empêcher que la plaque T ne prenne du jeu pendant le travail, on a aussi taraudé, sur les bords élevés et parallèles du châssis, des vis buttantes qui pressent sur les coulisseaux au degré convenable.

Ce châssis est une pièce de fonte très-solide, comme le montrent les dessins ; elle est évidée intérieurement suivant une ouverture oblongue, qui permet au chariot de marcher dans le sens de l'axe de la machine, à droite ou à gauche (fig. 5, pl. 7) ; un peu au delà de son milieu sont ménagés deux renflements x , qui sont préparés exprès pour s'ajuster sur les tourillons que nous avons dit être venus de fonte avec le bâti. A l'extérieur et en regard de ces renflements sont des parties courbées z , très-épaisses, traversées par des vis buttantes a' , qui, s'appuyant contre les bouts des tourillons y , permettent de centrer le châssis et par suite de placer le chariot et le plateau denté dans l'axe même de la machine, ou de l'excenter au besoin d'une petite quantité s'il était nécessaire. De plus, comme à l'une des extrémités du châssis (celle de gauche, fig. 5, pl 7) sont ménagées deux oreilles circulaires b' , qui s'assemblent à charnière, à l'aide d'un boulon, avec la tête de la vis verticale V, on peut aisément concevoir que si, au moyen des deux écrous à pans, qui sont traversés par cette vis et qui sont logés dans l'entaille rectangulaire h ménagée dans le bâti, si, disons-nous, on fait monter ou descendre la vis, on soulèvera ou on baissera cette extrémité du châssis, et, par conséquent, comme il tournera autour des tourillons y , il pourra prendre soit une direction inclinée, soit une direction exactement horizontale, et, par suite, le chariot et la pièce à raboter suivront la même direction ; de cette sorte, on pourra raboter des surfaces parallèles ou non à l'axe de la pièce, ce qui est également utile dans l'un comme dans l'autre cas.

Ainsi il arrive que pour des roues de locomotives, par exemple, les mortaises que l'on doit pratiquer dans le moyeu, pour recevoir les clavettes qui les assujettissent sur leurs arbres, sont légèrement inclinées, c'est-à-dire un peu plus profondes d'un côté que de l'autre, pour donner de l'entrée aux clés et permettre le serrage. Il faut évidemment, dans cette circonstance, que la roue soit placée de manière que son plan soit incliné à l'axe vertical de l'outil ; si, au contraire, on avait à former une mortaise rectangulaire et égale dans toute son étendue, comme on doit le faire pour une roue d'engrenage qui serait fixée, par une nervure, ou clé à demeure, sur son arbre, elle devrait être évidemment placée exactement horizontale.

MOUVEMENT DU CHARIOT ET DE LA PIÈCE A RABOTER. — A l'extrémité de la plaque mobile T du chariot, sont venues de fonte deux oreilles circulaires traversées par un boulon qui les lie à charnière à la tête d'une vis de rappel X, filetée dans une partie de sa longueur. Cette vis traverse un écrou en cuivre *d'*, de forme cylindrique, et qui se termine par une embase ronde contre laquelle s'appuie une rondelle de fonte *e'*, à fcuillure, et appliquée par des vis contre une partie renflée du bâts; ainsi cet écrou peut tourner librement sur lui-même, mais il ne peut marcher ni à droite ni à gauche; à l'extérieur, du côté opposé à son embase, il porte une roue droite en fonte Y, à dents triangulaires, qui n'y est tenue à demeure que par une clé à talon. Dans les dents de cette roue s'engage le bec d'un rochet en fer *h'*, suspendu à charnière à l'extrémité inférieure d'un grand levier courbé Z en fer, lequel a son point d'appui sur le boulon à embase *f'*, fixé dans le bâts, et se termine par une poignée qui, au besoin, permettrait de le manœuvrer à la main. Entre cette poignée et le point d'appui est un piton auquel on attache l'extrémité d'un ressort à boudin *j'*, dont l'autre bout est fixé au bâts (fig. 13).

L'effet de ce ressort est de maintenir le levier dans une certaine position, et de le ramener constamment à cette position quand il en a été dérangé par le galet en fer *i'*, dont l'axe est adapté à l'un des bras de la roue motrice F. Ainsi, à chaque tour de cette roue, le galet rencontre la partie courbe du levier, et, s'appuyant sur cette partie, tend à la faire descendre de la position indiquée en lignes ponctuées (fig. 13, pl. 8) à celle exprimée en lignes pleines. Il est aisé de concevoir que, dans son mouvement, la partie inférieure du levier marche de gauche à droite, et par suite, le rochet *h'*, attiré dans cette direction, fait tourner la roue Y de deux ou trois dents. Quand le galet est passé, le ressort *j'* ramène le levier à sa position première, et le rochet revient sur lui-même, glissant sur la circonférence extérieure de la denture de la roue, pour retomber dans de nouvelles dents; pendant ce temps un cliquet d'arrêt, adapté contre le bâts, empêche cette roue de se détourner. Ainsi elle fait tourner d'une quantité correspondante l'écrou en cuivre *d'*, et par suite la vis de rappel X marche proportionnellement, en tirant avec elle le chariot et la pièce qu'il porte, ce qui détermine, par là, l'épaisseur du copeau de métal enlevé, à chaque coup, par l'outil.

Il est aisé de concevoir que la course du levier et du rochet peut être réglée, par avance, soit par le ressort à boudin, soit par la pièce d'arrêt en fer *g'*, qui est une espèce d'équerre à coulisse adaptée contre le bâts, et contre le coude de laquelle vient butter l'extrémité inférieure du levier, comme on peut le reconnaître sur le tracé fig. 13, pl. 8; il est évident que, quelle que soit la tension du ressort, il ne pourra faire marcher le levier au delà de ce point d'arrêt, et par suite le rochet ne pourra prendre

que trois dents ; mais si on reculait l'équerre un peu plus vers la gauche, le levier pourrait avoir plus de course et par suite le rochet prendre un plus grand nombre de dents ; par conséquent la roue et l'écrou sur lequel elle est montée tourneraient d'une plus grande quantité, l'avancement de la vis et du chariot serait plus grand, et le copeau de métal enlevé serait plus épais.

Lorsqu'on rabote des pièces de fonte, on compte, généralement, que l'épaisseur du copeau est de $1/3$ à $1/2$ millimètre ; mais elle est moindre dans le fer. Toutefois, on est arrivé à enlever des épaisseurs beaucoup plus considérables avec des outils solides, bien trempés et bien préparés. On conçoit, du reste, qu'il en est sur cette machine comme sur les tours à chariot ; on pourra, toutes choses égales d'ailleurs, obtenir des copeaux d'autant plus épais qu'on ralentira le mouvement de l'outil.

Si l'on avait à raboter des surfaces verticales courbes, comme celles qui raccordent le moyeu d'une manivelle avec l'œil du maneton, ou bien le contour d'une bielle, ou encore la bride qui resserre les coussinets, il faudrait dans ces circonstances, faire marcher le plateau dans le sens rectiligne, d'une part, et circulairement de l'autre, en combinant ces deux mouvements pour suivre rigoureusement le tracé, ce qui exige beaucoup d'attention de la part de l'ouvrier chargé de la direction de la machine.

JEU ET TRAVAIL DE LA MACHINE.

Nous avons dit que l'on assujettissait sur le plateau mobile denté R la pièce à travailler, quelle qu'elle soit ; on doit d'abord chercher à la placer le plus exactement possible dans le centre de ce plateau, comme on le suppose dans le cas de la roue de locomotive représentée sur les dessins. Quand la pièce est centrée, on prend des brides, ou platines en fer, que l'on pose sur les bras de la roue, et que l'on traverse par des boulons à écrous pour les serrer convenablement. Lorsque les faces du moyeu de la pièce à mortaiser ne sont pas dressées, on ne doit évidemment pas se régler sur elles ; il faut, au contraire, ne pas faire toucher la pièce avec la surface dressée du plateau, mais interposer entre elles des cales en bois d'une épaisseur convenable, et taillées légèrement en coins, comme on le fait pour des roues d'engrenage ou d'autres pièces que l'on monte sur des tours à plateaux, pour les aléser ou les tourner.

Dans la circonstance actuelle, nous avons admis que les surfaces du moyeu de la roue étaient dressées préalablement, ce qui s'est fait lorsqu'on a tourné la jante extérieure. Il repose donc naturellement sur la surface du plateau, ce qui donne beaucoup moins de peine pour le centrage. Cette pièce ainsi placée est assujettie sur son plateau, comme l'indiquent les

fig. 1 et 5 ; on doit vérifier si l'outil et le porte-outil se trouvent à la hauteur convenable ; s'ils ne l'étaient pas, il faudrait évidemment les y mettre. Pour cela, comme il arrive le plus souvent que l'ouverture pratiquée au centre de la pièce à mortaiser est trop petite de diamètre pour permettre au porte-outil d'y entrer, il faut s'arranger pour que l'outil descende plus bas que le mandrin d'une quantité au moins égale, et même plus grande que la hauteur du moyeu de la pièce.

Puis on règle la position de la pièce à coulisse *k* sur son plateau *H*, de manière que la distance du centre de cette pièce au centre du plateau, soit un peu plus grande que la moitié de la même hauteur de ce moyeu, afin que la course de l'outil soit suffisante pour traverser celui-ci dans toute cette hauteur, et même un peu au delà des deux côtés.

On vérifie enfin si le porte-outil est placé convenablement, pour qu'en montant et en descendant, l'outil puisse toujours arriver aux deux extrémités du moyeu. Nous avons vu qu'on peut aisément régler cette position du porte-outil, à l'aide de la vis de rappel *K*, qui le traverse verticalement à sa partie supérieure.

Il pourrait arriver que l'on ne voulût pratiquer une mortaise que dans une partie de la hauteur de la pièce. Dans ce cas, il faut avoir le soin de bien régler la position du mandrin, pour que l'outil n'arrive que juste à l'extrémité de cette mortaise à chaque coup. Mais il est aisément de concevoir que les copeaux de fonte, venant à s'amasser à cette extrémité, ne peuvent s'en échapper que difficilement ; il arrive même que, malgré toutes les précautions prises, l'outil se dérange d'une quantité insensible à chaque coup, parce que la pièce à coulisse *k* glisse pendant le travail dans son plateau ; on ne peut alors obtenir cette extrémité de la mortaise bien franche, bien régulière ; on est obligé de la retoucher au burin. Il est vrai de dire aussi que cette circonstance se présente bien rarement, et que, dans tous les autres cas, pourvu que l'on ait le soin de donner à l'outil plus de course que la pièce n'a de hauteur, on rabotera ou on mortaisera celle-ci parfaitement bien.

Lorsque la position du porte-outil est réglée, il faut ramener le chariot vers la gauche jusqu'à ce que l'outil tombe presque vers le bord de l'ouverture intérieure du moyeu de la roue, ce qui se fait très-rapidement en tournant à la main la roue à rochet *Y*, après avoir dégagé son cliquet de sa denture pour le rendre libre ; puis enfin on donne au châssis *U* une très-faible inclinaison, au moyen de la vis verticale *V*, suspendue à l'une de ses extrémités, afin que l'outil, descendant verticalement, forme dans le moyeu de la roue une rainure légèrement plus profonde vers le haut que vers le bas, ce qui, comme nous l'avons dit, donne de l'entrée à la clavette qui doit s'y ajuster pour l'assujettir sur son arbre.

Toutes ces dispositions préparatoires sont nécessaires, et de tout le travail sont celles qui prennent le plus de temps ; mais quand on a un grand nombre de pièces semblables à mortaiser, on n'a que le temps du centrage à considérer ; on peut alors opérer très-rapidement, car une mortaise est bientôt faite. On peut, en effet, s'en former une idée par les données suivantes :

Que l'on suppose, par exemple, avoir à faire une mortaise de 12 millimètres de profondeur à une extrémité, et de 11 à l'autre, et que sa hauteur soit de 0^m 20. En admettant que l'outil n'enlève à chaque révolution que 1/3 de millimètre d'épaisseur de métal, on voit qu'il devra descendre

$$12 \times 3 = 36 \text{ fois,}$$

pour pouvoir couper la profondeur voulue. Or, comme pour raboter la fonte on ne travaille généralement pas avec une vitesse de plus de 0^m 08 par seconde, parce que l'outil s'échaufferait et s'émousserait trop rapidement, il faut compter 3 secondes pour monter, et autant pour descendre, car sa course doit être environ de 0^m 24, pour pouvoir raboter une hauteur de 0^m 20 ; il s'ensuit donc que le plateau H, qui transmet le mouvement au porte-outil, doit faire une révolution en 6 secondes, et par conséquent dix révolutions en une minute ; et puisque l'outil doit descendre 36 fois, il faudra

$$36 : 10 = 3,6 \text{ minutes}$$

pour pratiquer toute la mortaise. On passe quelquefois dix fois autant de temps à mettre la pièce sur la machine, à la fixer et à la centrer. On voit donc combien il importe d'avoir, pour la diriger, un homme capable, intelligent et habile, afin d'économiser sur le temps de la mise en place et du centrage de la pièce.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MACHINE.

Les avantages d'une telle machine sont incontestables, soit sous le rapport de la célérité du travail, soit sous celui de la bonne confection. On vient de voir, en effet, combien il faut peu de temps pour pratiquer une mortaise dans une pièce de fonte, et, lorsqu'on a un ouvrier bien entendu, bien actif, on peut ainsi en faire un grand nombre dans une journée. Et si à cette économie sur la main-d'œuvre on ajoute l'extrême précision que l'on peut obtenir dans l'exécution, ce n'est pas s'avancer de dire que cette machine est véritablement très-précieuse et d'une utilité incontestable dans les ateliers de construction. Elle présente, de plus, l'avantage

de raboter des surfaces courbes et cylindriques, que l'on ne peut évidemment pas travailler sur des machines à raboter ou à planer horizontales.

On a pu voir que, par la disposition de son mouvement, la vitesse de l'outil n'est pas constante; plus grande vers le milieu de la course, elle se ralentit vers les extrémités, au point de devenir nulle. Cette disposition est encore à l'avantage du travail de la machine; car on conçoit que l'outil descendant sur la pièce, arrive sur elle très-lentement, et quand il se trouve engagé dans la matière, sa vitesse augmente pour diminuer ensuite vers le bas.

Le principal inconvénient que l'on puisse reprocher à cette machine, c'est celui d'être limité par les dimensions de la pièce à travailler. On a vu en effet, que par la disposition adoptée et la forme donnée au bâti, on ne peut placer sur le plateau denté R, une pièce qui aurait plus de 2 mètres de diamètre extérieur, et qui devrait être mortaisée dans son intérieur. Dans les établissements où l'on s'occupe de la confection de fortes pièces, ou des grands engrenages de transmission de mouvement, il pourrait arriver que la machine devînt peu applicable. De ce côté, le système adopté par M. Cartier, et qu'il a appliqué à son gros tour à engrenages, est très-précieux, en ce qu'il permet de mortaiser l'intérieur des pièces, quelles que soient d'ailleurs les dimensions extérieures. Nous avons fait connaître ce système avec détails à la Société d'encouragement, qui l'a publié en 1842 dans l'un de ses bulletins.

Nous donnons, dans le volume suivant, les dessins et la description de la belle et grande machine à mortaiser et à aléser de M. Cayé.

POIDS ET PRIX DE LA MACHINE.

Le poids des pièces de fonte, de fer et de bronze, qui composent toute cette machine, est estimé à 4,800 kilogrammes.

Elle peut revenir, prise en Angleterre, à moins de 1 fr. 50 le kilog.; mais, à cause des frais d'emballage, de transport et de pose, des droits d'entrée, etc., il faut bien compter la payer à raison de près de 2 francs le kilogramme, ce qui la met à environ 9,000 fr.

Nous sommes persuadé qu'en France les constructeurs peuvent établir cette machine pour un prix moindre, quoique les matières premières soient d'un prix bien plus élevé que chez nos voisins d'outre-mer. Nous avons vu que depuis peu d'années, il s'est formé des maisons spéciales qui s'occupent de la construction des machines-outils de grandes dimensions et à des prix très modérés.

M. Pouillet, l'un des professeurs les plus éminents de notre époque, a jugé utile de joindre le modèle de cette machine pour figurer dans la belle

collection des nouvelles galeries du Conservatoire ; il nous a chargé d'en faire les dessins très-détaillés au cinquième, pour être exécutés par les Ecoles nationales d'arts et métiers. Ce modèle fait aujourd'hui partie de la collection avec d'autres machines-outils dont nous avons également fourni les dessins, et qui sont publiées dans les différents volumes de ce recueil.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 6, 7 ET 8.

Pl. 6^e, fig. 1^{re}. Élévation latérale de la machine vue extérieurement.

Fig. 2. Vue de face, du côté des engrenages et des poulies qui doivent transmettre le mouvement au porte-outil.

Fig. 3. Section du bâti fait vers la partie supérieure de la machine, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1^{re}.

Fig. 4. Autre section faite suivant la ligne 3-4 de la même figure.

Pl. 7^e, fig. 5^e. Coupe verticale faite par le milieu de toute la machine, suivant la ligne 5-6 du plan (fig. 10, pl. 8).

Fig. 6. Seconde coupe verticale faite perpendiculairement à la précédente, suivant la ligne 7-8 de la même figure.

Fig. 7 et 8. Détails d'un fragment d'outil propre à former les rainures, ou mortaises, dans l'intérieur des pièces en fer ou en fonte.

Fig. 8 bis. Coupe horizontale du porte-outil, suivant la ligne 14-15 de la fig. 5.

Pl. 8, fig. 9. Plan général vu en dessus de la machine, sur laquelle on suppose placée une roue de locomotive pour y pratiquer des rainures.

Fig. 10. Coupe horizontale faite au-dessus du plateau, suivant la ligne 9-10-11 de la fig. 5, pl. 7.

Fig. 11. Plan d'une partie du bâti, vu à la même hauteur de la ligne 10-11, mais en admettant les autres pièces enlevées.

Fig. 12. Section d'un fragment du plateau denté R, faite suivant la ligne 12-13 de la fig. 10.

Fig. 13. Tracé servant à indiquer la communication de la roue principale motrice F à la roue à rochet Y, qui doit faire marcher la vis de rappel.

Fig. 14. Détails de la traverse J, qui est destinée à réunir la bielle au porte-outil.

Fig. 15. Vue de face et coupe verticale par l'axe du plateau, servant de manivelle, pour transmettre le mouvement de l'arbre moteur à la bielle et de là au porte-outil.

MACHINE A RABOTER LES MÉTAUX, A OUTIL MOBILE,

Construite par **M. CAVÉ**, Mécanicien à Paris.

(PLANCHES 9 ET 10.)



M. Cavé commença, en 1825, à construire des machines à vapeur à haute pression, sur un système nouveau, celui à cylindre oscillant, qui, quoique peu goûté d'abord, lui attira, par la suite, un grand nombre de commandes, tant on avait reconnu la bonté et la simplicité de ce système, et les avantages qu'il présentait dans bien des circonstances. Aussi, dès 1830, il en avait déjà construit plusieurs sur différentes forces, depuis celle de 4 chevaux jusqu'à 140, soit pour manufactures, soit pour bateaux.

De 1830 à 1840 il est sorti de ses ateliers :

91 machines, pour usines ou fabriques, représentant une force totale de.....	1,110 chevaux
15 appareils pour bateaux, formant ensemble une force de.....	570
(La plupart de ces machines construites sur son système à cylindre oscillant.)	
Et 6 appareils, à basse pression, de 160 chevaux chacun, pour la marine, ensemble.....	960
Total....	2,640 chevaux.

Outre ces appareils, M. Cavé a encore établi dans ses ateliers d'autres machines, telles que : moteurs hydrauliques en fonte, gros outils, tours, machines à raboter, à percer, à mortaizer, des appareils pour le sucre, pour la fabrication des tuiles, des bateaux en fer, des chaudières de grande dimension, des transmissions de mouvement de toutes espèces, pour un grand nombre d'usines, etc.

Aujourd'hui il exécute des locomotives et des appareils à vapeur pour des navires de 400 à 650 chevaux.

On pourra se faire une idée des capacités de ce constructeur, lorsqu'on saura que, de simple menuisier mécanicien qu'il était d'abord, il a su

former l'établissement qu'il possède aujourd'hui, et qu'on regarde, sinon comme le plus riche, comme le mieux outillé, du moins comme un de ceux construits avec le plus d'économie. Les machines qu'il a montées successivement sont, en effet, toutes exécutées sans luxe, sans prétentions, mais elles sont bien entendues dans leur combinaison, dans leur mouvement, pour le travail qu'elles doivent faire.

D'un esprit véritablement national, M. Cavé n'a jamais été chercher à l'étranger les machines de nos voisins; confiant en ses propres idées, fort de son expérience, il a toujours su trouver des moyens prompts, faciles ou économiques pour construire ses outils, ses appareils et instruments. Aussi, qu'on le remarque bien, ses machines ont toutes un cachet particulier, soit parce qu'elles sont de sa propre invention, soit parce qu'il y a apporté des améliorations ou des modifications nouvelles.

Il nous suffirait de citer, parmi les nombreuses constructions qu'il a faites, son système de roues à pales mobiles, pour bateaux; ses machines à percer, à découper et à cintrer la tôle forte, pour chaudières et bouilleurs, celles à courber et à étirer les tubes de cuivre; ses machines à percer et à raboter verticales; ses machines à dresser; sa belle et grande machine à raboter horizontale, dont nous allons nous occuper aujourd'hui; sa forte machine à mortaiser et à alésier, que nous donnons dans le 2^e volume de ce recueil. Chargé, par le gouvernement, de la construction de quatre appareils à vapeur de la force de 450 chevaux chacun, pour des bâtiments de l'État, et de plusieurs appareils de 220 chevaux, il s'est mis en mesure d'exécuter les pièces les plus fortes et les plus difficiles; ainsi, à ses premiers martinets il en a joint un autre qui est mû par une machine à vapeur de 45 chevaux, et dont le marteau seul pèse au moins 1,500 kilog. Actuellement il construit des marteaux-pilons à vapeur de grande puissance (voir les tom. 4 et 6).

Ajoutons aussi que M. Cavé est bien secondé dans ses immenses travaux par ses frères et beau-frère, qui, tous mécaniciens capables, entendent parfaitement la construction des machines. Nous avons profité de leur obligeance en dessinant les principales machines établies dans leurs ateliers, nous proposant de les faire connaître successivement à nos lecteurs, aux industriels, aux chefs d'établissements, persuadé, comme nous le sommes, qu'elles seront vues avec intérêt, et qu'elles rendront service à un grand nombre, ne serait-ce que par les bonnes idées qu'elles renferment.

Aujourd'hui nous commençons par la machine à raboter, à outil mobile, que nous avons dessinée avec soin, et que nous allons tâcher d'expliquer, dans tous ses détails, en faisant connaître ses principaux avantages. Mais auparavant, disons un mot des diverses machines à raboter, en usage, soit en France, soit en Angleterre, ou dans les autres parties du continent.

DESCRIPTION GÉNÉRALE
DES MACHINES A RABOTER LES MÉTAUX.

Les machines à raboter ou à planer les surfaces des pièces de métal, peuvent être divisées en deux classes distinctes :

1^o Celles dans lesquelles la pièce à dresser est mobile et vient se présenter à l'action de l'outil, qui est fixe;

2^o Celles dont l'outil est mobile, et la pièce à raboter est, au contraire, rendue fixe pendant le travail.

Nous pouvons aussi distinguer ces deux systèmes par les dénominations de *machines anglaises* et de *machines françaises*.

Le premier système de machines, celles que nous nommons *machines anglaises*, dans lesquelles la pièce est rendue mobile, a été, jusqu'à présent, le plus généralement employé; mais ces machines ont été construites avec des modifications plus ou moins importantes, que nous allons tâcher de résumer, afin de faire connaître les avantages et les inconvénients de chacune d'elles.

Les premières machines à raboter introduites en France sont établies sur les bases suivantes : — La pièce à dresser, montée sur un chariot horizontal, est transportée en avant ou en arrière du porte-outil avec une même vitesse, mais elle est seulement attaquée par l'outil, en marchant dans un sens; elle revient sur elle-même sans être rabotée; par conséquent, à chaque passe ou à chaque course, ou perd autant de temps à faire mouvoir la pièce à *vide*, sans effet, qu'à la faire mouvoir en produisant un travail utile. Cette perte de temps est d'autant plus considérable, que la pièce elle-même est d'une plus grande longueur. Telle est la première machine anglaise importée en France par MM. Pihet, et mise en usage dans leurs ateliers de construction. Cette machine a été publiée avec détails, dans le recueil de notre illustre prédécesseur, M. Leblanc, si vivement regretté de tous les industriels qui l'ont connu.

On a cherché à remédier aux temps perdus par les retours successifs et répétés de la pièce, en appliquant à la machine deux porte-outils, dont l'un travaille pendant qu'elle marche dans un sens, et l'autre pendant qu'elle marche en sens contraire; l'un des outils *décroûte* ou dégrossit la surface à dresser, et l'autre la termine. Cette disposition exige, il est vrai, beaucoup de soin et d'attention de la part de l'ouvrier chargé de la diriger; mais, quand les outils sont bien préparés, et que la machine est bien conduite, on obtient de très-bons résultats. M. Mouchel, de L'aigle, et plusieurs autres fabricants ont importé d'Angleterre des machines à raboter de ce genre, pour les utiliser dans leurs établissements.

Il existe aussi des machines dans lesquelles la pièce revient sur elle-même, animée d'une plus grande vitesse que lorsqu'elle se présente à l'action de l'outil. Tel est le système de machine à raboter de M. Collier, machine très-bien entendue et bien construite, et qui, établie sur de moyennes dimensions, a été appliquée avec avantage dans plusieurs ateliers. Par un petit mécanisme très-simple et fort ingénieux ajouté à la machine, elle peut raboter des rainures sur des arbres ou d'autres pièces, pour recevoir soit une clé à demeure, soit un ajustement quelconque. L'outil auquel on donne une largeur convenable, suivant celle de la rainure à faire, descend, à chaque course, d'une quantité déterminée, selon l'épaisseur du copeau de métal que l'on doit enlever. Ce mouvement descensionnel s'effectue pendant la marche même de l'appareil, sans le secours de la main de l'homme, qui n'a évidemment qu'à surveiller et à arrêter au moment où la rainure est arrivée à la profondeur voulue. Le mouvement de translation horizontal du porte-outil est alors entièrement interrompu.

Enfin, dans ces systèmes de machines anglaises à ouïls fixes, le plus remarquable est celui dans lequel le même outil travaille constamment, que la pièce marche dans un sens ou dans l'autre ; à chaque extrémité de la course, l'outil décrit une demi-révolution sur lui-même en s'avancant d'une certaine quantité transversalement, pour attaquer une nouvelle partie du métal. Cette disposition, qui est d'un avantage extrême, est due à M. Whitworth, habile constructeur, patenté pour ce procédé en Angleterre. Nous publions cette ingénieuse machine dans la 6^e livraison de ce premier volume.

Quoi qu'il en soit, dans toutes ces machines, il faut toujours un emplacement à peu près double en longueur de l'espace occupé par la pièce à raboter.

Le deuxième système de machines à raboter, comprenant celles dans lesquelles l'outil est mobile et la pièce fixe, comme celles de M. Cavé, que nous donnons dans cette livraison, est aujourd'hui beaucoup adopté en France. Celles de M. de Lamorinière, ancien ingénieur très-distingué de la marine, et construites par M. Mariotte, sont de ce système, et présentent cette particularité, qu'elles peuvent raboter des pièces très-élévées, en ménageant à l'intérieur une fosse plus ou moins profonde. Elles peuvent aussi, par l'addition d'un mouvement bien simple, permettre de faire descendre l'outil dans une direction verticale ou inclinée, soit pour raboter des rainures, soit pour dresser des surfaces obliques ou circulaires. Telles sont aussi les machines de M. Decoster, de M. Pauwels et de M. Calla, etc.

Plusieurs constructeurs ont paru rejeter ces systèmes de machines à outils mobiles, prétendant que ceux-ci ne peuvent jamais être assez soli-

ment fixés, et que, par conséquent, l'on doit dresser les surfaces avec moins de précision que lorsque l'outil est invariable pendant la marche des pièces. Cette assertion n'est pas toujours exacte, et les meilleures preuves à lui opposer sont évidemment les résultats obtenus par les mécaniciens français que nous venons de nommer : non-seulement les surfaces rabotées sur leurs machines sont bien droites et bien unies, mais encore les copeaux de fonte qu'ils enlèvent peuvent être très-forts, très-épais, comparativement à ceux que l'on obtient habituellement sur le tour ou sur d'autres machines.

Ainsi, nous avons eu entre les mains un copeau de métal de 3 centimètres de largeur sur une longueur quatre à cinq fois plus grande, et ayant presque partout une épaisseur de 1 millimètre (1); ce copeau provenait d'une des grandes machines construites par M. Mariotte pour les ateliers de construction d'Indret. Cependant elles laissaient à désirer sous le rapport de la solidité du bâti.

Dans plusieurs circonstances, ces machines sont très-avantageuses, et préférables même aux machines anglaises à outils fixes. Ainsi, elles ne prennent pas plus de longueur que celle de la pièce à raboter, tandis que dans ces dernières machines, il faut compter environ le double. Or, pour bien des établissements, l'économie de place est à prendre en considération, car il arrive bien souvent qu'on se trouve gêné par l'espace. D'un autre côté, quand on a des pièces extrêmement lourdes, comme il s'en est présenté chez M. Cavé, qui a eu à raboter des plaques de fortes dimensions, et dont le poids n'était pas moins de 12 à 14,000 kilog., il est aisément de concevoir qu'il est bien plus simple de faire marcher l'outil que de mouvoir une masse aussi considérable.

Par ce système, on peut aisément augmenter la longueur du bâti de la machine, si le besoin l'exige, comme nous pouvons le voir par la machine Cavé, ce qui serait beaucoup plus difficile et plus dispendieux dans le premier système. On peut aussi donner à la machine une grande largeur sans un accroissement trop sensible de dépenses, tandis que, dans la machine dont la pièce est mobile, les frais deviennent considérables à mesure qu'on veut donner plus de largeur. De plus, la grande longueur additionnelle donnée au banc permet d'y placer plusieurs chariots, et, par conséquent, d'y raboter plusieurs pièces à la fois, sans que leur mouvement se gêne réciproquement, ce qu'il serait encore impossible de faire avec les machines à raboter dont l'outil est fixe.

(1) On sait qu'un copeau de métal, surtout un copeau de fonte, augmente très-sensiblement d'épaisseur lorsqu'il se lève de la pièce travaillée. Il ne faudrait évidemment pas en conclure la pression ou l'avancement de l'outil par cette épaisseur qui, en réalité, est bien plus faible qu'on ne le voit.

Enfin, on a encore, avec ce système, l'avantage de raboter les surfaces de pièces qui occupent une grande hauteur, puisque l'intérieur peut être tout à fait disponible ; il est de toute impossibilité de le faire avec le système des machines anglaises, car on est évidemment gêné par le chariot, ou il faudrait construire la machine tout exprès pour cet objet.

On peut également regarder comme machine à raboter à outil mobile, le système bien heureusement appliqué par M. Cavé à ses machines à percer et à aléser verticalement les pièces de fer ou de fonte d'une certaine dimension. Cet appareil consiste dans l'application d'un chariot monté sur l'arbre porte-lame de la machine, et tournant avec cet arbre ; l'outil adapté à ce chariot décrit donc une suite de circonférences variables de diamètre, suivant qu'il s'éloigne ou se rapproche du centre. Nous donnons plus loin la construction de ce chariot avec les dessins de la belle machine à percer et à aléser verticale, établie chez M. Raymond.

DISPOSITION GÉNÉRALE

DE LA MACHINE À RABOTER DE M. CAVÉ (PLANCHES 9 ET 10).

DU CHARIOT, DU PORTE-OUTIL ET DE SON MOUVEMENT.

MOUVEMENT DU CHARIOT. — M. Cavé, dont le génie inventif n'est jamais en défaut lorsqu'il s'agit de mécanique, n'a pas seulement cherché à construire sa machine à raboter avec l'outil mobile au lieu de le rendre fixe, comme dans les machines anglaises, mais encore il a employé, pour le faire mouvoir, des moyens différents de tous ceux connus avant lui. En cela il a le double mérite de savoir inventer et de trouver des procédés économiques de construction et de travail. Ces moyens sont tellement simples, qu'il suffit de voir les dessins pour les comprendre.

En effet, la grande courroie motrice C, représentée en élévation (fig. 1, pl. 9), enveloppant le tambour en fonte A, qui est monté sur l'un des arbres de couche de l'atelier, passe sur les poulies en fonte D, placées aux extrémités de la machine, et vient ensuite s'enrouler sur la circonférence des deux poulies F, adaptées au chariot mobile. Ainsi, par la direction qu'on lui fait prendre, elle transmet naturellement à ces poulies un mouvement de rotation en sens opposé, c'est-à-dire que l'une tourne à gauche, comme l'indiquent les flèches figurées sur le dessin, et l'autre, au contraire, tourne à droite, et cela quelle que soit d'ailleurs la place qu'elles occupent sur la machine, quel que soit l'avancement du chariot avec lequel elles sont transportées d'une extrémité à l'autre du banc.

Pour que la courroie de commande soit tendue au degré convenable, deux rouleaux de tension B, abandonnés à leur propre poids, étant seulement maintenus en suspension, viennent constamment s'appuyer contre

elles, comme l'indique la fig 1. Il est aisé de concevoir que, si sur les axes des poulies F, on ajuste, d'une manière libre seulement, des pignons droits en fonte L, et si l'on fait embrayer alternativement avec ces pignons des manchons mobiles *b* (fig. 4 et 6, pl. 10), pour les rendre tantôt solidaires sur leurs axes, tantôt fous sur ceux-ci, il est aisé de concevoir, disons-nous, que ces pignons feront tourner successivement la roue droite M, avec laquelle ils engrènent, tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre; et, par suite, comme l'arbre en fer qui porte cette roue porte aussi plus loin, et à des distances voulues, deux pignons en fonte O, qui engrènent constamment avec les crémaillères fixes P, adaptées au bâti de la machine, il est évident que ces pignons auront le double mouvement de rotation et de translation; ils marcheront, tout en tournant sur eux-mêmes, à droite ou à gauche, suivant le sens de mouvement de la roue M, et, par conséquent, le chariot lui-même sera transporté de la même manière, à droite ou à gauche, avec une vitesse relative.

Mais pour que ce mouvement de droite à gauche, ou de gauche à droite, du chariot porte-outil, puisse s'effectuer de lui-même, à propos et aux instants voulus, sans le secours de la main de l'ouvrier, il est important de disposer les manchons *b* de manière qu'ils puissent s'embrayer ou se débrayer seuls pendant le travail et aux moments convenables. M. Cavé a résolu cette question bien simplement en adaptant sur l'axe incliné en fer G (fig. 1 et 2, pl. 9, et fig. 4, pl. 10), une tige mobile H, dont la partie inférieure, légèrement renflée, est disposée pour rencontrer alternativement les ressorts J qui ont une courbure inverse, comme l'indique le plan général (fig. 2). Ces ressorts sont portés et fixés sur des pièces de fonte K, de même longueur, et dont une partie coudée forme une espèce de pince qui embrasse la nervure saillante *h*, fondue avec le bâti de la machine. Ces pièces peuvent prendre une position quelconque sur la longueur du banc, et, pour les maintenir dans leur position, que l'on règle d'avance, lorsqu'on est pour raboter une nouvelle pièce, il suffit de serrer deux vis de pression *f* qui buttent au-dessous de la nervure.

L'une des extrémités de chaque support K forme une appendice ou saillie un peu élevée *g*, immédiatement au-dessous de la partie courbe des ressorts. Cette appendice sert à faire échapper la tige mobile H au moment où arrivant contre le ressort, elle tend à passer entre celui-ci et le bout du support; elle fait, en effet, fléchir le ressort et continue sa marche; mais à l'instant où elle rencontre le vide laissé par la retraite du support, au delà de la saillie *g*, cette tige ne se trouve plus en contact avec ce dernier, elle est subitement repoussée par le ressort, dont l'élasticité s'est fortement accrue, elle change donc de direction, et par suite fait tourner sur lui-même l'axe incliné G, avec lequel elle fait corps.

Or, cet axe porte deux fourchettes *c* (fig. 4), munies chacune de deux vis qui s'engagent dans la gorge cylindrique menagée sur chacun des manchons *h*; il en résulte que dans ce mouvement oscillatoire que vient de lui communiquer la tige *H*, cet axe fait tourner avec lui les deux fourchettes, et par suite dégage l'un des manchons, celui de droite, par exemple, du pignon avec lequel il était embrayé, et fait engager l'autre dans son pignon correspondant. Ainsi, le premier pignon devient libre sur son axe, et la roue droite *M* obéit au mouvement du deuxième pignon; par conséquent, elle est obligée de tourner dans le sens déterminé par celui-ci, tandis qu'auparavant elle tournait dans le sens contraire. Le chariot, dont le mouvement dépend de celui des pignons *O* (fig. 6 et 7), montés sur l'axe de la roue *M*, marche aussi dans la direction opposée, puisque ceux-ci ont changé avec cette roue.

La distance des ressorts *J* et de leurs supports *K* est variable, comme nous venons de le dire; elle doit se régler suivant l'espace que le chariot doit parcourir, c'est-à-dire suivant la longueur de la surface à raboter. Sur la fig. 2, pl. 9, on a représenté la projection d'un banc de la machine à raboter *J'*, dont on doit dresser les rebords *m' n'*: il a fallu éloigner les ressorts, comme on l'a figuré dans ce plan et dans l'élévation fig. 1 et 2. Dans la fig. 4, pl. 10, on suppose, au contraire, raboter une plaque de petite dimension; les ressorts sont alors très-rapprochés. Enfin, dans les fig. 6 et 7 de cette dernière planche, nous avons représenté une forte plaque de fonte en train de se raboter, et assujettie sur des charpentes; les ressorts doivent être nécessairement très-écartés.

Les crémaillères fixes *P* sont évidemment fondues en plusieurs parties, et boulonnées les unes à la suite des autres contre les parois intérieures des côtés du bâti, lesquels sont eux-mêmes composés de plusieurs pièces *Q*, rapportées et rassemblées entre elles. Ces pièces, formées de pilastres raccordés par des arcades, forment une construction architecturale très-solide et très-élégante tout à la fois.

CONSTRUCTION DU CHARIOT ET DU PORTE-OUTIL. — Le chariot se compose d'un double châssis en fonte *T*, qui prend toute la largeur de la machine (*voy.* fig. 2, 6 et 7); à ses extrémités il est fermé par deux joues verticales en fonte *U*, lesquelles y sont fixées par quatre boulons à écrous. La partie supérieure de ces joues forme une espèce de corniche simple et élégante (comme le montrent les fig. 1, 4 et 5). Leur partie inférieure, coudée en équerre, repose d'une part sur la face horizontale dressée des bords supérieurs *i* du banc, et se coude de nouveau en dessous de ces bords saillants; on a ajusté entre elles et ceux-ci une longue règle en fer *q*, laquelle est bien dressée, mais légèrement plus mince à un bout qu'à l'autre, afin de former un coin très-allongé et peu sensible. Vers les extrémités de

chaque règle sont fixés des écrous en fer, traversés par les vis horizontales *r*, lesquelles viennent buter de chaque côté des joues. Cette disposition est très-heureuse pour permettre de serrer le chariot sur le banc au degré convenable, sans qu'il prenne de jeu, et cependant en le laissant libre de glisser sur toute sa longueur. On conçoit, en effet, qu'il suffit de serrer l'une des vis et de desserrer l'autre opposée pour attirer le coin vers la gauche ou vers la droite, par conséquent pour faire coïncider la partie inférieure, ou la base des joues, avec les bords du banc, plus ou moins fortement; et il est évident que, si ces bords ont été bien dressés en dessus et en dessous, ce qui ne peut manquer d'être, parce qu'on les a rabotés préalablement à la machine, le chariot doit marcher sur toute sa longueur, en suivant une direction parfaitement rectiligne.

L'une des joues verticales *U*, celle qui se trouve du côté du mouvement principal, porte un cadre horizontal *V* fondu avec elle, et qui est destiné à porter, d'une part, les coussinets des axes des deux pignons droits *L*, et de l'autre, les supports courbes *p*, également venus de fonte avec le cadre, et disposés de telle sorte à donner à l'axe *G*, qu'ils doivent recevoir, l'inclinaison convenable (voy. fig. 4, pl. 10). Des coquilles en cuivre sont ajustées dans l'œil arrondi de ces supports pour former coussinets à l'arbre, et une vis de pression permet de les serrer autant qu'il est nécessaire pour que cet arbre ne prenne pas de jeu.

Le châssis *T* du chariot est double, parce qu'il est destiné à recevoir deux porte-outils qui peuvent marcher simultanément, c'est-à-dire l'un travaillant en allant, et l'autre en revenant, ou on n'en fait opérer qu'un seul. Ce châssis est consolidé, dans toute sa longueur, par la forte nervure verticale *k* (fig. 7), et transversalement par des nervures demi-circulaires *l*, ménagées de distance en distance et fondues avec lui. Les bords saillants et plus épais *m* du châssis sont dressés sur leurs faces verticales et horizontales extérieures, afin de recevoir les plateaux ou disques circulaires *X* des deux porte-outils, lesquels doivent s'y promener sur toute la longueur. L'ajustement de ces disques peut aisément se comprendre par la coupe longitudinale, fig. 7.

On voit, en effet, sur cette coupe, de longues équerres *s*, fixées chacune par trois vis taraudées dans l'épaisseur même des plateaux. A la partie inférieure, le côté le plus court de chaque équerre s'appuie naturellement contre les faces intérieures non dressées des nervures ou rebords *m*. Il est aisé de concevoir que les plateaux ne tendent pas à prendre du jeu dans le bas, mais plutôt dans le haut du chariot; car, lorsque l'outil travaille, comme celui vu à gauche de la fig. 7, il est évident que la pression qu'il opère, ou la résistance qu'il éprouve par le métal qu'il doit enlever, fait appuyer le porte-outil, et par conséquent la partie inférieure du plateau,

contre le rebord inférieur m du châssis, et tend à détacher sa partie supérieure du rebord correspondant, contre lequel il doit rester appliquée; il tend donc plus aisément à prendre du jeu par le haut. L'auteur a bien eu égard à cet effet, en disposant les équerres de dessus de manière à pouvoir intercaler, entre leur coude étroit et le bord m , un coin en fer t , que l'on peut serrer au degré convenable, afin que le plateau ne puisse aucunement jouer pendant le travail, et qu'il lui soit permis cependant de glisser le long du châssis: pour que ce coin ne tende pas à se desserrer, on le maintient appuyé fortement contre le bord m , par une vis de pression taraudée dans l'épaisseur de l'équerre.

Du côté intérieur des plateaux X , sont ménagées des nervures courbes u , qui, tout en les consolidant, portent les écrous de cuivre en deux parties v ; ces écrous sont traversés par de longues vis de rappel Y à filets quarrés, d'un pas très-fin, pour qu'à chaque course du chariot l'outil ne puisse avancer transversalement que d'une petite quantité, que l'on règle d'ailleurs suivant la nature du métal à couper, et aussi suivant le travail que l'on veut obtenir. Du reste, cet avancement transversal se détermine par le mouvement même adapté à l'extérieur du chariot, comme l'indique la fig. 5, qui est une vue de face postérieure de la machine.

On voit, par cette figure, que l'extrémité de chaque vis de rappel porte une roue droite dentée E' , de $0^m 185$ de diamètre primitif, et portant 30 dents. Deux autres roues semblables F' sont placées au-dessous et ajustées libres sur des tourillons en fer, qui font corps avec une platine G' en forme de secteur. Cette platine est suspendue à un fort goujon en fer f' , adapté contre la joue postérieure U du chariot; on l'ajuste sur ce goujon de manière que les roues F' que portent ses tourillons, puissent, tout en restant constamment engrenées entre elles, commander alternativement les deux premières E' ; mais on ne les peut engrener à la fois toutes ensemble que dans le cas où l'on voudrait faire marcher les deux outils, l'un en allant et l'autre en revenant.

Ainsi, sur la fig. 5, ces roues F' sont en communication avec la roue de droite E' , ce qui suppose que c'est la vis de rappel de droite qui doit seule marcher; par conséquent, l'outil représenté à gauche de la fig. 7 doit aussi être le seul en train de raboter. Contre l'une des roues F' , est appliquée une étoile à six branches en fer H' , rendue solidaire avec elle, et libre aussi sur son tourillon; cette étoile est destinée à rencontrer, par le bout de ses branches pointues, l'extrémité supérieure et coupée en plan légèrement incliné de gauche à droite, des tiges verticales g' , lesquelles sont ajustées libres dans les trous pratiqués convenablement, et de distance en distance, sur les deux bords saillants du long cadre de fonte I' . Entre le bord inférieur de cette pièce et les embases ménagées sur chaque tige

verticale, sont des ressorts à boudin h' qui tendent toujours à maintenir le sommet de ces tiges élevé au-dessus du cadre.

Or, il est facile de voir que si le chariot marche de droite à gauche, par exemple, ce qui a lieu sur la fig. 5, et qu'il soit au moment de parvenir vers le bout de sa course, les branches de l'étoile glisseront sur les plans inclinés qui terminent les tiges et les feront légèrement descendre, les ressorts cédant à leur pression verticale ; mais lorsque le chariot reviendra sur lui-même, les branches commenceront à rencontrer l'arête la plus saillante des mêmes plans inclinés : elle ne peut alors s'appuyer sur ceux-ci verticalement, les tiges résistent et ne descendent pas, il faut donc que les branches cèdent, c'est-à-dire que l'étoile tourne sur elle-même ; mais alors la roue F' avec laquelle elle fait corps, tournera d'une quantité proportionnelle, le mouvement se transmettra immédiatement aux deux autres roues droites, et, par conséquent, à la vis de rappel correspondante.

On comprend évidemment que le nombre des tiges verticales g' , appliquées au long cadre I' , déterminera la quantité de mouvement de l'étoile, et, par suite, de celle de la vis. Ainsi, lorsqu'on rabote des pièces très-dures ou très-difficiles à couper, comme du fer corroyé, par exemple, la pression ou l'avancement de l'outil doit être faible, car on ne peut enlever que des copeaux très-minces. On devra donc ne placer qu'une ou deux tiges pour faire tourner l'étoile de $1/6$ ou de $1/3$ de révolution seulement ; mais si, au contraire, on doit raboter des pièces de fonte très-tendre, ou des pièces de cuivre, on peut sensiblement augmenter la pression, et alors placer trois, quatre ou cinq tiges verticales, les unes à la suite des autres, sur le cadre I' , afin que l'étoile puisse, à chaque course du chariot, faire sur elle-même $1/2$, $2/3$ ou $4/5$ de tour, et par conséquent faire tourner, d'une égale quantité, la vis de rappel Y ; à plus forte raison, si on veut raboter du bois.

Le constructeur pourra toujours disposer ce degré de pression de l'outil suivant la force même de la machine entière. On peut généralement calculer sur un avancement de 1 millimètre par chaque course de l'outil, pour raboter des pièces en fonte, sur des machines de grandes dimensions, comme celle qui nous occupe ; sur les machines moins puissantes et dans lesquelles le porte-outil est proportionnellement moins fort lui-même, on ne doit pas compter sur un avancement de plus de $1/3$ à $1/2$ millimètre ; il faut même s'arranger pour travailler avec des pressions moindres, soit afin de raboter du fer ou d'autres métaux très-durs, soit pour planer des surfaces déjà rabotées, et leur donner un beau degré de fini.

Il est évident que le long cadre I' doit être disposé pour permettre de le changer de place à volonté : il faut qu'on puisse le transporter en un point quelconque du banc, suivant la longueur de la pièce à dresser, ou suivant

la place qu'occupe cette pièce sur la machine ; c'est pourquoi ce cadre n'est adapté au bâti que par deux vis de pression i' qui buttent très-fortement au-dessous des nervures h ; ces vis sont taraudées dans l'épaisseur des parties coudées, venues de fonte exprès avec le cadre, comme l'indique la coupe fig. 6.

On a pu reconnaître par la coupe longitudinale fig. 7, et la section horizontale fig. 8, qu'au centre de chacun des plateaux X, il a été pratiqué un évidement cylindrique, qui ne traverse pas toute leur épaisseur, pour servir de guide et de centre de mouvement aux disques mobiles Z. Ces disques entièrement circulaires sont appliqués très-exactement sur la surface extérieure des plateaux, et portent chacun un renflement x qui entre précisément dans l'ouverture cylindrique dont nous venons de parler. Ils sont aussi évidés dans leur milieu pour donner passage aux vis verticales z , à filets triangulaires, lesquelles se prolongent au-dessus pour recevoir chacune une manivelle a' , que l'on tourne à la main, afin de faire monter ou descendre le porte-outil, soit pour régler la hauteur de l'outil par rapport à la pièce à dresser, soit encore pour raboter des surfaces creuses, comme des rainures droites, par exemple. Ces vis traversent des écrous en cuivre b' , qui sont adaptés par des boulons au centre des plaques en fonte et à coulisse A'.

En tournant l'une ou l'autre des vis, soit à droite soit à gauche, on fait monter ou descendre son écrou, et avec celui-ci la plaque à laquelle il est adapté, d'où résulte l'ascension ou la descente du porte-outil C'. Ce dernier, ajusté contre la plaque, est maintenu latéralement entre des nervures ou saillies d' ménagées sur la face de cette plaque : il ne peut donc ainsi prendre de jeu d'un côté ni de l'autre ; mais à sa partie supérieure est un renflement cylindrique traversé par un boulon qui l'assemble à charnière, avec des oreilles de même forme, également ménagées vers le haut de la même plaque. Cet assemblage permet au porte-outil de s'incliner, quand il revient sur lui-même, et qu'il ne travaille pas, afin que l'outil ne frotte pas, pour ainsi dire, sur le sillon qu'il vient de raboter ; mais il l'oblige à s'appliquer sur toute la surface de la plaque, pendant l'action du rabotage.

Des coulisseaux en fer B', à section triangulaire, sont bien dressés et fixés sur le disque Z, de chaque côté de sa plaque A', qui doit y glisser très-exactement et sans le moindre jeu. (Voyez fig. 6 et 8.)

L'outil à raboter est une espèce de burin E' en acier fondu, dont la coupe de la partie travaillante varie suivant la forme de la surface à raboter, suivant aussi la nature du métal, suivant enfin qu'on veut dégrossir ou finir la pièce à travailler. Ainsi, pour raboter une moulure de petite dimension, on donne nécessairement à l'outil une forme semblable à la section

même de cette moulure; si on dégrossit une pièce de fonte, on donnera à l'outil la forme d'un crochet de tourneur, arrondi ou plat; si on veut planer ou terminer une surface déjà dégrossie par un premier rabotage, on devra nécessairement donner à l'outil la forme d'une plane.

Du reste, la forme et la trempe de ces outils doivent être confiées à des ouvriers intelligents qui sachent étudier toutes les difficultés qui se présentent dans le travail. On pourra, sur une même machine bien construite, obtenir des résultats bien différents par des ouvriers inégalement habiles, dont l'un saurait bien préparer ses outils et leur donner *la coupe* et la trempe convenables, tandis que l'autre, n'apportant pas ces soins nécessaires, ne les étudierait pas suffisamment.

L'outil doit être solidement tenu contre le porte-outil au moyen de deux pattes en fer *c'*, boulonnées sur ce dernier et serrées fortement par des écrous.

On a pu voir par les fig. 2, 6 et 7, que les côtés du bâti sont maintenus dans leur écartement par de fortes entretoises de fonte R, boulonnées à ces côtés intérieurement, et percées de plusieurs trous qui permettent le passage de boulons, au moyen desquels on peut y assujettir longitudinalement des pièces de charpente ou forts madriers S; au-dessus de ceux-ci, on peut encore en placer d'autres S' dans le sens transversal, pour éléver la pièce à raboter à la hauteur convenable au-dessous du chariot. Ce moyen de fixer les pièces à dresser est, à la vérité, fort simple; mais il demande beaucoup d'attention de la part du contre-maître chargé de ce travail, afin de les placer très-exactement de niveau; et quand les pièces n'ont pas beaucoup d'épaisseur, il faut qu'il prenne les plus grandes précautions pour les serrer bien également sur les différents points, sans quoi il risque de les fausser ou de les rendre gauches après qu'elles seront enlevées de la machine.

Ainsi, on conçoit que, si l'on a un long banc de tour ou de machine à raboter, comme celui que nous avons supposé sur le plan fig. 2, pour être dressé sur les bords, il est évident que si on n'apporte pas dans le placement de cette pièce sur ses madriers tous les soins nécessaires, que si on serre les boulons plus fortement à une extrémité qu'à l'autre, on n'obtiendra pas une surface droite après le rabotage, quoique celui-ci ait été bien fait. Dans les machines anglaises, comme dans toutes celles à outils fixes, la pièce est placée sur un chariot dont la surface est bien dressée, ce qui en rend peut-être les moyens de fixité plus faciles. Cependant, on doit l'avouer, pour les pièces minces on éprouve les mêmes difficultés, les mêmes inconvénients.

Cette disposition, adoptée par M. Cavé, présente l'avantage de permettre de déplacer les entretoises, et placer dans l'intérieur de la machine (qui

devient alors complètement libre) des pièces très élevées, dont on voudrait raboter ou dresser la surface supérieure.

Dans ce cas, comme on avait à craindre que les deux côtés du bâti ne tendissent à s'écartier, M. Cavé a fait exécuter, depuis l'établissement de cette machine, des pieds en fonte (comme celui représenté fig. 3, pl. 9) qui se boulonnent à l'extérieur du banc, et sur les dés en pierre qui les supportent; cette addition est évidemment très-essentielle.

Nous verrons dans la machine à raboter à outil mobile, construite par M. Decoster, la disposition très-heureuse des plateaux qu'il a appliqués à l'intérieur du banc pour recevoir les pièces à dresser; ces plateaux sont montés sur des rebords intérieurs dressés, qui leur permettent de monter ou de descendre, en conservant leur surface constamment horizontale, et au besoin, pour des pièces très-hautes, ils peuvent se démonter et laisser à découvert la fosse dans laquelle ces pièces peuvent se loger.

OBSERVATIONS.

VITESSE DU CHARIOT PORTE-OUTIL, ET PRIX DE LA MACHINE.

La première machine à raboter à outil mobile, de M. Cavé, a été construite, comme nous l'avons dit, en 1835, époque à laquelle il fut chargé de fonder et de raboter de grandes et fortes plaques en fonte de fer, pour une manufacture de glaces. Ces plaques ne pesaient pas moins de 12 à 14,000 kilogrammes.

La machine, seulement établie sur des massifs en pierre, ne paraissait faite que pour cet objet; mais bientôt, reconnaissant la bonté de ce système, la marine chargea l'auteur de construire dans ses ateliers des machines à raboter, avec des bancs en fonte de 8 mètres de longueur, et capables de dresser des pièces de 2 mètres 50 de largeur. C'est alors que M. Cavé construisit la belle machine que nous venons d'étudier, et sur laquelle il a pu travailler la plus forte plaque que nous connaissions, et qui pesait près de 14,000 kilogrammes (1).

Une telle machine, établie comme nous l'avons vue, entièrement en fonte et en fer, revient à 16 ou 17,000 francs, prise dans les ateliers du constructeur. Exécutée sur des dimensions moindres, et pouvant dresser des pièces de 1 mètre de largeur sur 2^m 50 de longueur, elle peut coûter 6 à 7,000 fr.

Lorsqu'on rabote des pièces de fonte douce, on compte généralement sur une vitesse de translation de l'outil de 0^m 08 à 0^m 10 par seconde: ce-

(1) Dans la belle et grande fonderie de fer de M^{me} Thiébaut, à Paris, on a coulé une plaque destinée à être rabotée, qui pesait plus de 20,000 kilogrammes.

pendant il importe de modifier, au besoin, cette vitesse, soit parce qu'on peut avoir des pièces très-dures à dresser, soit parce qu'on veut enlever de forts copeaux à la fois: on conçoit qu'elle doit sensiblement diminuer avec l'accroissement des difficultés d'exécution.

La transmission de mouvement, appliquée à la machine actuelle, est combinée pour obtenir cette vitesse de l'outil, mais on peut aisément la modifier, pour la proportionner avec la vitesse de rotation de l'arbre de couche de commande, et l'opération à faire, à cet égard, est des plus simples. Pour en donner un exemple, cherchons à déterminer le nombre de tours, par minute, que doit faire le grand tambour B, en admettant la vitesse de $0^m 10$ par seconde,

$$\text{soit } 0^m 10 \times 60 = 6 \text{ mètres par minute.}$$

Nous avons dit que le diamètre primitif des pignons, qui engrènent avec les crémaillères P, est de $0^m 10$; à chaque révolution de ces pignons, le chariot avance d'une quantité égale au développement de leur circonférence, c'est-à-dire de $0^m 314^m$; par conséquent, ils doivent faire, par minute,

$$6^m : 0^m 314 = 22,29 \text{ révolutions;}$$

c'est aussi la vitesse de la roue droite M montée sur l'axe horizontal N. Or, le diamètre de cette roue est de $0^m 33$; celui des pignons L, qui la commandent alternativement, est de $0^m 09$; comme les vitesses de rotation des engrenages sont en raison inverse de leur diamètre, nous aurons donc la proportion :

$$0^m 09 : 0^m 33 :: 22,29 : x;$$

d'où l'on tire

$$x = 81,73 \text{ révolutions,}$$

vitesse des pignons et des poulies F montées sur leurs axes.

En établissant de même la proportion inverse entre le diamètre de ces poulies et celui du tambour, on aurait aussi :

$$0^m 55 : 0^m 38 :: 81,73 : y;$$

$$\text{d'où } y = 56,46,$$

nombre de révolutions du tambour par minute.

Le poids du chariot et du porte-outil est assez considérable pour qu'on

n'ait pas à craindre que l'outil *brouste*. Pour des machines moins fortes, on ne diminue proportionnellement pas les dimensions du chariot, afin de lui conserver de la charge.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 9 ET 10.

Pl. 9, fig. 1^{re}. Élévation longitudinale de la machine à raboter, vue du côté de son mouvement principal.

Fig. 2. Plan général de ladite machine.

Elle est représentée, dans ces deux figures, à l'échelle de cinq centimètres pour mètre; malgré cette petite échelle, nous n'avons pu la faire voir dans ses véritables dimensions: ainsi, en exécution, on lui a donné 8 mètres de longueur et 2^m 66 de largeur extérieurement.

Fig. 3. Détails de l'un des supports en fonte que l'on assujétit de distance en distance à l'extérieur des côtés du bâti, pour les consolider, quand on enlève les entretoises en fonte R.

Pl. 10, fig. 4. Coupe verticale faite suivant la ligne 1-2 du plan fig. 2, montrant, à l'échelle de un décimètre pour mètre, le principal mouvement du chariot mobile.

Fig. 5. Élévation extérieure du chariot, vu du côté opposé à la figure précédente, afin de montrer les engrenages et la disposition adoptée par le constructeur pour faire avancer l'outil d'une certaine quantité à chaque course, et par là lui faire prendre une nouvelle épaisseur de métal.

Fig. 6. Coupe verticale et transversale faite parallèlement au chariot porte-outil, suivant la ligne 3-4 du plan fig. 2.

Fig. 7. Fragment de coupe longitudinale faite suivant la ligne 5-6 du même plan.

Fig. 8. Coupe horizontale de l'un des porte-outils, suivant la ligne 7-8 de la fig. 6.

Toutes les figures de cette planche sont dessinées au 1/10 d'exécution.

Voyez les tom. 2, 3, 4 et 5 pour les autres systèmes de machines à raboter.

APPAREIL A NETTOYER LES BLÉS,

Construit par **M. CARTIER**,
MÉCANICIEN ET FABRICANT D'ENGRENAGES, A PARIS.

(PLANCHE 11.)

Depuis les perfectionnements apportés dans la construction des moulins à farine, le nettoyage des blés est devenu de la plus grande importance. Aussi on a cherché à établir des appareils plus ou moins énergiques pour parvenir à un nettoiement, sinon complet, du moins laissant peu à désirer.

Des mécaniciens recommandables se sont, presque exclusivement, occupés de la construction de ces appareils, et on peut dire que, depuis le *Tarare Gravier*, ils ont subi de grandes améliorations. Quelques industriels, doutant de la complète opération effectuée par la *voie sèche*, ont cherché à opérer par la *voie humide*, en lavant le blé, et en le faisant sécher ensuite. Tel est le système inventé par M. de Maupou, et qui est breveté depuis plusieurs années.

Mais soit que les appareils en usage par cet inventeur aient présenté des inconvénients comme fabrication, soit qu'on les ait trouvés trop compliqués et par suite trop dispendieux, ils ne paraissent pas avoir pris l'extension qu'on en espérait dans l'industrie meunière. Il est certain cependant que le système de lavage du blé, bien établi, bien entendu, doit être extrêmement avantageux; il serait fâcheux que quelques grands établissements ne cherchassent pas à l'adopter, soit en faisant de nouveaux essais, soit en perfectionnant, en simplifiant les appareils connus, soit, enfin, en en faisant établir d'autres.

M. Cartier, pour qui la construction des moulins et de tous les appareils accessoires était toute spéciale, élevé dans cette industrie, en a pu suivre tous les progrès en y apportant lui-même des perfectionnements importants; il a donc pu, mieux que personne, connaître et apprécier les avantages et les inconvénients des divers appareils de nettoyage qui se sont

successivement établis. Aussi, depuis longtemps, il a eu l'idée d'un appareil bien simple, d'après lequel le blé, constamment frotté pendant le lavage, serait immédiatement séché, sans aucune interruption de travail, ce qui est évidemment de la plus grande importance pour de grands établissements où toutes les opérations doivent être continues et exiger le moins de main-d'œuvre possible. Jusqu'à présent cet appareil n'a pas été mis à exécution, l'auteur n'ayant pas trouvé une occasion favorable pour l'appliquer dans quelque grande usine où des expériences comparatives pourraient être facilement faites. Nous ne pouvons en parler que comme mémoire, espérant en donner plus de détails lorsqu'il sera mis en application, et que les bons résultats qu'on doit réellement en obtenir seront constatés. Nous ne publierons donc aujourd'hui que le système de nettoyage par la *voie sèche*, qui est encore généralement en usage. Nous avons cru devoir choisir l'appareil de M. Cartier, qui paraît être le plus répandu depuis qu'on en a reconnu la supériorité sur les divers *Tarares* et d'autres appareils du même genre, employés jusqu'à ces derniers temps.

Le principe de cet appareil, qu'on nomme le plus souvent *cylindre vertical*, consiste dans un tambour mobile et vertical, enveloppé de tôle, dite *tôle crevée*, percée d'un grand nombre de trous dont les aspérités sont extérieures ; ce tambour est renfermé dans une chemise fixe, également en tôle crevée, mais dont les aspérités sont intérieures, laissant entre elles et la surface du tambour un espace libre, qui est au plus de 25 millimètres. C'est dans cet espace libre qu'on laisse introduire le blé à nettoyer, lequel tombant par petite quantité se trouve, par le mouvement même du tambour, alternativement projeté contre la paroi intérieure de la chemise fixe et sa surface extérieure. Ainsi, d'un côté, il tend à descendre par son propre poids, et de l'autre, il est projeté horizontalement par l'action de la force centrifuge ; il ne peut donc arriver à la partie inférieure sans décrire une suite de spirales ou d'hélices autour du tambour, et sans être froissé dans tous les sens, par les aspérités de la tôle qui garnit ce tambour et son enveloppe extérieure fixe ; par conséquent, on peut dire qu'il n'est parvenu à l'extrémité du cylindre qu'après que sa *pellicule* est complètement nettoyée.

A la partie supérieure du tambour sont fixées quatre ailes de ventilateur, tournant avec lui d'un mouvement extrêmement rapide. Ce ventilateur est destiné à projeter au dehors de l'appareil les blés noirs (1), les pailles,

(1) Nous entendons par blés noirs des blés pourris, qui ne renferment qu'une poussière de charbon, laquelle est tellement pernicieuse, que le bon blé qui en contient devient extrêmement sale, et exige un nettoyage très-énergique. Les blés noirs sont, comme on peut le penser, très-légers ; aussi le ventilateur les projette facilement au dehors. Dans un appareil de lavage, ils surnagent toujours à la surface avec les pailles, d'où ils peuvent être aisément enlevés.

et autres corps légers, avant de les laisser entrer dans le cylindre. A la partie inférieure, il existe aussi un ventilateur semblable au précédent, et qui a pour but de détacher du blé nettoyé la poussière qui serait restée sur sa surface après le nettoyage, mais qui n'y est pas adhérente, et qu'un souffle continu peut aisément enlever.

Les dimensions données à l'appareil, comme la vitesse du tambour, doivent nécessairement influer sur le plus ou moins d'énergie dont cet appareil est capable : aussi, avant d'arrêter celle de la machine actuelle, le constructeur a-t-il dû faire plusieurs essais, qui l'ont conduit à des observations pratiques que nous sommes bien aise de mentionner.

En donnant au tambour mobile une hauteur de 2 mètres, et en le faisant marcher avec une vitesse de 400 tours par minute, l'action de l'appareil est tellement vive, tellement énergique, que le blé qu'on soumet à cette action se trouve entièrement dépoillé de sa *pellicule*, il devient *perlé*. On conçoit qu'un tel nettoyage est nécessairement trop avancé : il faut bien le rendre propre, enlever toute la poussière, toute la barbe attachée à sa pellicule, mais il faut aussi conserver celle-ci, qui forme tout le son. Ce ne serait évidemment pas une économie que de le perdre, puisque dans la fabrication on en tire un certain profit, ce qu'on ne pourrait faire s'il était plein de poussière.

Si au contraire on diminue la hauteur du tambour et sa vitesse, on tombe dans l'inconvénient opposé ; le blé ne se trouve pas assez longtemps en contact avec les aspérités de la tôle crevée, et laisse par-là beaucoup à désirer sous le rapport du nettoiement.

Ajoutons encore que l'action du cylindre est d'autant plus grande que les tôles sont plus vives, plus récemment faites, et que l'on nettoie une moindre quantité de blé à la fois. Il faut donc que l'usure des tôles ne soit pas trop rapide, car alors les frais d'entretien et de chômage deviennent considérables, et l'emploi de l'appareil serait trop onéreux pour le fabricant. Il ne faut pas non plus que celui-ci le fatigue trop, en y faisant passer une plus grande quantité de blé que celle qu'il peut réellement nettoyer. On conçoit donc que ce n'est qu'une longue expérience qui a pu motiver les principales dimensions données au cylindre, et encore ces dimensions doivent-elles varier suivant les localités, suivant la nature des blés à nettoyer. Toutefois, il est évident que plus on donnera de diamètre au tambour et moins on le fera marcher rapidement, plus on conservera les tôles, proportion gardée sur la quantité des blés nettoyés. Cependant on ne peut donner au cylindre un diamètre trop grand, parce qu'alors il devient plus difficile à construire et presque impossible à maintenir dans le mouvement sans fléchir. On a construit de ces appareils avec des tambours de 40 centimètres seulement de diamètre ; mais étant obligé de les faire

marcher avec une très-grande vitesse, l'usure des tôles est très-rapide et elles exigent d'être renouvelées très-souvent.

D'après les dimensions généralement adoptées par M. Cartier, le tambour porte 60 centimètres de diamètre et 1^m 20 de hauteur, et sa vitesse est calculée sur 280 à 300 tours par minute. C'est dans ces dimensions que nous avons cru devoir relever cet appareil et le dessiner sur la pl. 11, où il est représenté sous différentes faces, et sur laquelle nous allons l'étudier dans tous ses détails.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

DU BATIS, DE L'ENVELOPPE, DU TAMBOUR VERTICAL, ET DE SON MOUVEMENT.

BATIS DE LA MACHINE. — Cette machine est établie avec un bâti en bois ; le constructeur a pensé qu'il était préférable de le monter ainsi, plutôt que dans un bâti en fonte, soit sous le rapport de l'économie, soit aussi sous le rapport de la moindre charge. Ce bâti se compose de quatre montants verticaux A, en bois de chêne ou de hêtre de 8 centimètres d'équarrissage, tous travaillés sur chaque face ; leurs pieds sont ajustés à tenons dans des patins B de même bois, et par lesquels on fixe la machine sur le plancher du moulin au moyen de boulons à écrous ou de forts tire-fonds ; à leur partie supérieure ils sont liés et maintenus dans leur écartement par un croisillon en fonte à quatre branches J' qui, à son milieu, forme boîte quarrée pour recevoir des coussinets en bois ou en bronze ; les pattes de ce croisillon sont, en partie, entaillées dans les angles des montants et fixées à chacun par deux boulons. Enfin, vers leur partie inférieure, ces montants sont joints entre eux par des traverses C et C' qui y sont assemblées à tenons et à mortaises et, de plus, liées par des boulons ; sur les bords de ces traverses sont cloués des tasseaux contre lesquels on fait appuyer des panneaux a, qui ferment tout le bas de l'appareil, et que l'on y retient par des tourniquets ou petites manivelles en fonte b, fixées chacune par une vis à bois sur les montants.

TAMBOUR ET SON MOUVEMENT. — La pièce principale de la machine est, sans contredit, le tambour ou cylindre mobile, composé d'un grand nombre de douves en chêne ou en hêtre, parfaitement jointes entre elles, et toutes boulonnées sur deux cercles de fonte K à quatre bras, alésés et cannelés pour s'ajuster sur l'arbre vertical I, où ils sont retenus par des clés.

Les têtes des boulons, qui fixent les douves sur ces cercles, sont entièrement incrustées dans l'épaisseur du bois, afin de permettre de tourner leur surface extérieure et former un cylindre exact, fermé aux deux bouts par des plateaux M, qui sont simplement composées de planches assemblées à rainures, et sur lesquelles sont aussi clouées toutes les douves. Lorsque ce

tambour est tourné, on cloue sur toute sa surface des feuilles de tôle mince, criblées de trous pratiqués au poinçon, afin de laisser de fortes aspérités du côté opposé au perçage. Ces trous sont formés en crevant la tôle sans la découper; le poinçon employé à cet effet est de forme conique, à section triangulaire, quarrée ou circulaire, selon l'idée du mécanicien ou du fabricant.

Ce genre de poinçonnage s'est longtemps fait à la main, trou par trou, opération alors fort irrégulière et très-longue, malgré l'habileté des ouvriers qui s'occupaient de ce travail; quelques mécaniciens de province le font encore ainsi, quoiqu'il existe des outils qui opèrent avec la plus grande célérité et avec la plus grande précision. M. Cartier, qui comprenait l'importance d'une telle opération faite mécaniquement, chercha à remplacer ce travail manuel par une machine; il en construisit une qui marcha dans ses ateliers pendant plus de quinze ans, et qu'il a cédée, avec d'autres appareils propres au *découpage* de la tôle et du cuivre, également de son invention, à MM. Gaillard frères. D'autres constructeurs ont également cherché à composer depuis des machines pour le même objet.

Il est évident que plus les trous sont rapprochés, plus le nombre d'aspérités augmente, et par conséquent plus la tôle est propre au nettoyage. Nous n'avons pu sur le dessin figurer ces trous que par des points, et pour éviter la confusion, nous les avons écartés beaucoup plus qu'ils ne doivent l'être réellement. Il est bien entendu que les aspérités doivent se présenter à l'extérieur du tambour, de manière à former une râpe cylindrique très-vive.

Ce tambour est porté par l'arbre vertical I, en fer, qui, à sa partie inférieure, est acieré et trempé pour former pivot et tourner sur un grain d'acier fondu, trempé aussi, et ajusté dans le fond d'une crapaudine en bronze d. Cette crapaudine est dressée à sa base et repose dans une poëlette en fonte J, laquelle est fondue avec une traverse qui se prolonge dans la largeur de l'appareil, pour être portée, d'une part, à charnière sur un support de fonte e (fig. 10), autour duquel elle peut légèrement osciller, et de l'autre bout, sur une vis verticale taraudée au centre du guide f, qui la maintient latéralement, pour l'empêcher de prendre du jeu (fig. 8). Cette vis permet de soulever ou de baisser à volonté l'arbre vertical, ce qui est préférable à une vis placée directement au-dessous de la crapaudine, afin d'être plus à portée de la tourner.

Il est vrai qu'alors on a l'inconvénient de déranger la traverse de son horizontalité, et par suite de tendre à incliner l'arbre vertical; cet inconvénient ne paraît pas cependant d'une grande importance, soit parce qu'on a besoin de soulager bien rarement, et qu'on ne le fait d'ailleurs que d'une manière très-insensible, soit parce qu'on peut ramener l'arbre à sa verti-

calité, au moyen des 4 vis de pression taraudées dans l'épaisseur de la poëlette, et qui permettent de centrer la crapaudine : le constructeur aurait pu évidemment mettre une vis à chaque extrémité de la traverse, s'il avait cru que cette disposition fût réellement nécessaire.

Il importe beaucoup que le tambour soit parfaitement équilibré, qu'il ne présente pas plus de *lourd* d'un côté que de l'autre en le montant sur la machine, sans quoi elle éprouve des réactions continues, qui tendent à détruire l'appareil, produisent un fort mauvais effet dans le travail et usent les coussinets très-rapidement. Du reste, lorsqu'on a eu le soin d'aléser les moyeux des cercles K pour les monter sur l'arbre, de prendre des douves d'égale épaisseur pour les fixer sur ces cercles, et de les tourner extérieurement, on doit être à peu près certain que le poids est également réparti sur toute la circonférence du tambour.

L'arbre vertical I est soutenu, dans sa partie supérieure, par les coussinets renfermés dans le croisillon à quatre branches J'; ces coussinets sont en bois de cormier ou en bronze, et resserrés au besoin par des vis de pression taraudées dans la fonte : on sait que des coussinets en bois sont très-bons pour des arbres en fer, seulement il faut avoir soin de bien les graisser pour qu'ils ne s'échauffent pas, ce qui arriverait très-rapidement ici à cause de la grande vitesse dont l'arbre est animé. Cet arbre porte deux ventilateurs, l'un supérieur N, et l'autre inférieur N', tous deux composés de quatre ailes rectangulaires, en bois blanc, d'environ 13 millimètres d'épaisseur vers le centre, et de 7 à 8 millimètres seulement vers la circonférence ; elles sont clouées et collées sur des manchons en bois g, g', faits en deux parties assemblées quarrément sur l'arbre, collées et tenues par deux goupilles de fer qui les traversent. (Voy. les fig. 5 et 6.)

Ces ventilateurs tournent ainsi, comme on le voit, avec la même vitesse que le tambour, puisqu'ils sont solidaires avec lui.

A la partie inférieure du même arbre I, et au-dessus de la crapaudine, est ajusté un pignon d'angle H, à denture de fonte, de 0^m 24 de diamètre primitif, et de 32 dents ; ce pignon est commandé par une roue plus grande G en fonte, et à denture de bois, de 0^m 36 de diamètre, et de 48 dents (1). Celle-ci est ajustée vers le milieu de l'arbre de couche en fer D, qui est tourné cylindriquement dans toute sa longueur, et qui porte vers l'une de ses extrémités, deux poulies en fonte à une joue, dont l'une fixe E, qui reçoit et transmet le mouvement du moteur, et l'autre folle E', qui interrompt cette communication au besoin ; une embase, rapportée sur l'arbre et placée contre cette poulie, la maintient contre la première ; à l'autre bout, cet arbre de couche porte une poulie plus petite F, destinée à faire mouvoir le Cy-

(1) Il est préférable de disposer les mouvements à la partie supérieure de l'arbre vertical.

l'indre cribleur qui sépare les petits blés après l'opération du nettoyage, et enlève aussi les grains noirs, comme le sarrasin et autres graines étrangères.

Deux chaises en fonte *c*, garnies de coussinets en bronze ou en bois, sont boulonnées contre les traverses inférieures *C*, pour porter l'arbre de couche; ces chaises sont placées à l'extérieur de la machine, afin de permettre de les graisser plus aisément: il est prudent, du reste, de placer sur leurs chapeaux des godets pleins d'huile et bien fermés, pour les garantir de la poussière et pouvoir les alimenter constamment.

Dans plusieurs appareils on a disposé ce mécanisme de mouvement à la partie supérieure; il reçoit ainsi moins de poussière et peut être entretenu et graissé plus facilement.

COQUILLE FIXE DU CYLINDRE. — Le tambour est complètement renfermé dans une coquille ou chemise fixe *O*, en tôle piquée, comme celle qui recouvre sa surface, mais dont les aspérités sont intérieures. Cette coquille est faite en quatre parties, afin de permettre de la démonter aisément, ce qui est nécessaire quand on veut renouveler sa tôle ou celle du tambour; chacune de ces parties se compose de deux montants verticaux *h* en chêne, on les assemble entre elles par des boulons qui réunissent ces montants deux à deux, comme le montre la coupe horizontale fig. 4; on voit de plus que leur joint d'assemblage correspond à l'angle intérieur de chaque grand montant *A*, de manière que la coquille, une fois montée, est naturellement maintenue dans toute sa hauteur; des cintres en bois *i* sont aussi assemblés avec les montants *h*, pour permettre d'y clouer la tôle et lui donner la forme cylindrique qu'elle doit avoir pour entourer le tambour, et laisser entre elle et celui-ci un espace libre, égal partout, et qui n'ait pas plus de 25 millimètres.

Cette coquille doit aussi envelopper les ventilateurs *NN'*, elle se prolonge donc au-dessus et au-dessous du tambour; mais alors les parties prolongées *PP'* sont en tôle pleine et forment un diamètre un peu plus grand, comme le montre le dessin. Cette tôle pleine est clouée sur des plateaux circulaires *j j'* et *k k'*, qui sont solidaires avec la coquille, et qui pour cela doivent être chacun en quatre parties.

Les deux plateaux extrêmes *k k'* sont ouverts à leur centre, d'un trou assez large pour donner entrée à l'air extérieur aspiré par les ventilateurs pendant le travail: ainsi, pour le premier ventilateur *N*, l'air pénètre en dessus, et pour le second, l'air pénètre en dessous. Les deux autres plateaux *j j'* ferment complètement toute communication entre le tambour et les ventilateurs, mais leur bord extérieur est découpé en feuillure, afin de recevoir, sur la moitié de leur épaisseur, la tôle pleine qui forme la caisse des ventilateurs, et sur l'autre moitié, la tôle crevée qui entoure le cylindre. La surface plane supérieure du plateau *j'* est aussi garnie de tôle piquée,

dont les aspérités sont du côté de la base du tambour, et sur laquelle le blé qui a traversé toute la hauteur du cylindre est fortement frotté par les brosses *l* qui l'amènent ensuite vers l'ouverture latérale *n'* (fig. 5).

TRAVAIL DE LA MACHINE. — A la partie supérieure de l'appareil est adaptée une anche ou trémie *Q*, dans laquelle se déverse le blé venant de l'émetteur; cette trémie est formée de deux côtés verticaux en bois, et d'un troisième incliné, en tôle pleine, descendant jusqu'au-dessous du premier ventilateur *N*. L'enveloppe *P* de ce dernier est ouverte latéralement sur toute sa hauteur et sur la largeur de la trémie, pour donner issue à l'air chassé avec force par les palettes ou les ailes du ventilateur. Cet air projette au dehors de l'appareil les pailles, les blés noirs et autres corps légers qui sont amenés du *cylindre émetteur*, placé au-dessus. Le blé, qui est nécessairement plus lourd, n'est pas entraîné par l'action du ventilateur, il tombe donc dans la trémie *Q*, d'où il se rend par l'ouverture *n*, entre le tambour et sa coquille. Comme cette ouverture est très-petite, il n'y passe évidemment que peu de grains à la fois; l'émetteur lui-même ne doit aussi en fournir que par petite quantité.

Cet émetteur a été pendant longtemps établi avec un châssis rectangulaire, de 2 mètres de long environ, garni d'une plaque de cuivre ou de tôle mince, percée de trous découpés assez grands pour donner passage au bon blé, et à toutes les graines plus petites ou de même grosseur qui pourraient être mélangées avec lui, et pour conduire au dehors les mottes de terre, les pierres ou grosses pailles qui ne traverseraient pas les ouvertures. Il fallait alors placer le châssis dans une direction légèrement inclinée, et frapper dessus avec des maillets, pour produire des secousses, tout en lui donnant un léger mouvement alternatif. Depuis quelques années on construit les émetteurs plus avantageusement: au lieu d'un châssis rectangulaire, on monte sur un arbre en fer un cylindre, en tôle découpée, d'environ 1^m 30 de longueur, sur 0^m 35 à 0^m 37 de diamètre; il est entouré d'une chemise en tôle pleine, de 0^m 16 plus courte, portant 0^m 40 de diamètre à la tête et 0^m 45 à l'autre extrémité, afin qu'en plaçant l'axe de ce cylindre horizontalement, la surface inférieure de la chemise présente une pente légère et convenable pour conduire à l'extrémité le blé qui a traversé les ouvertures de la tôle découpée.

On donne à ce cylindre un mouvement de rotation peu rapide (il n'est pas de plus de 30 révolutions par minute); le blé y est amené d'une manière continue, par une chaîne à godets, qui le prend directement du réservoir ou de la grande trémie du moulin; toutes les mottes de terre, les grosses pailles qu'il contient, ne pouvant traverser le cylindre, sont conduites au dehors, tandis que le blé proprement dit, les pierres ou les mottes de même grosseur, les autres graines et les blés noirs peuvent aisément pas-

ser au travers des trous de ce cylindre, et tomber dans la chemise qui le^s conduit à la trémie Q.

Le ventilateur chasse bien les pailles, les blés légers et les blés noirs, mais il ne peut pas séparer du bon blé les graines, les petites pierres ou les mottes qui sont de même volume ou du même poids que lui; elles se rendent donc aussi dans l'appareil de nettoyage.

Nous avons dit que l'espace libre ménagé entre le tambour et le cylindre est très-étroit, aussi il est aisément de concevoir que le blé et toutes les graines qui entrent par l'ouverture *n* (fig. 3), ne peuvent se rendre directement à la partie inférieure de l'appareil; chaque grain est successivement entraîné dans le mouvement de rotation du tambour, et par cela même, continuellement projeté tantôt contre la surface de celui-ci, et tantôt contre la coquille fixe; ainsi froissé dans tous les sens, il ne parvient vers le bas qu'après avoir décrit une suite de spirales, et tombant sur le plateau fixe *j'*, il est encore frotté par les brosses *l* garnies de crins très-serrés, et qui le conduisent alors, comme nous l'avons dit, à l'ouverture *n'*, et de là à la trémie *Q'*.

Il est évident que les pierres et les mottes, qui sont descendues avec le blé, ont été tellement broyées dans cette action du tambour, qu'elles se trouvent complètement réduites en poussière, laquelle sort par les ouvertures de la coquille, comme toute celle qui recouvrait la pellicule du blé, à l'exception de petites pierres extrêmement dures qui peuvent parvenir à la partie inférieure sans être concassées ni broyées. Il est vrai qu'alors elles peuvent l'être au moyen d'un *laminoir* ou *Cylindre comprimeur*.

Le ventilateur inférieur *N'* souffle sur le blé nettoyé à mesure qu'il sort de l'orifice *n'*, et en détache la poussière qui y serait restée sans y être complètement adhérente comme elle l'était avant l'action du nettoyage.

CYLINDE CRIBLEUR. — Au fond de la trémie *Q'* est appliquée un tuyau en fer-blanc *m*, qui amène tout le blé nettoyé dans le *cylindre cribleur R*. Ce cylindre se compose de plusieurs feuilles de tôle mince, découpée en trous longs et ronds, d'une dimension calculée pour laisser passer à travers les petits blés, les graines rondes, que l'on ne veut pas moudre avec le blé de premier choix; il ne faut pas que les trous laissent passer ce dernier. Ces feuilles de tôle sont soudées à l'étain les unes à la suite des autres et clouées sur de longues tringles en bois *o* qui lorsqu'elles ne peuvent être faites d'une seule pièce chacune, sont jointes à trait de jupiter; de distance en distance elles s'assemblent à moitié bois avec des cercles *p*, sur lesquels se clouent aussi les feuilles de tôle découpées. On peut se faire une idée de la célérité avec laquelle ces tôles sont découpées, en sachant qu'on perce mécaniquement une rangée et souvent deux rangées de trous à la fois et d'un seul coup.

Ce cylindre est légèrement incliné, afin de promener le blé pendant le

mouvement de rotation qui lui est imprimé, et l'amener de la tête à la partie inférieure de l'appareil. Cette inclinaison n'est pas de 4 centim. par mètre ; ainsi, comme on donne généralement au cylindre une longueur de 4 mètres environ, on voit que la différence de hauteur verticale n'est pas de plus de 0^m16 ; il est fermé à sa tête par un plateau en bois *q*, percé d'une ouverture circulaire qui donne passage au tuyau courbe *m* ; et à l'autre bout, que nous n'avons pu figurer sur le dessin, il est également fermé par un plateau, ouvert à son centre et portant des palettes qui forment *escargot*, pour faciliter la sortie du blé en l'élevant de la partie inférieure jusque vers le centre.

Le cylindre cribleur est monté sur deux croisillons *T*, à quatre branches en fonte à nervures, dont les pattes sont boulonnées avec les baguettes *o*, et qui sont alésés au centre pour s'ajuster sur l'arbre de couche en fer *S*. L'une des extrémités de cet arbre est portée par une chaise en fonte *r*, garnie de coussinets en cuivre et boulonnée contre l'une des traverses inférieures *C'* (fig. 5). L'autre extrémité est portée par un coussinet adapté directement sur la traverse horizontale supérieure qui joint les deux longues tringles *t*, et plus loin ce même arbre porte une roue d'angle en fonte, à denture fine, de 0^m50 de diamètre, commandée par un pignon d'angle de 0^m10 de diamètre au plus, qui lui communique une vitesse de 28 à 30 tours par minute. L'arbre de ce pignon porte aussi une poulie d'un diamètre convenable, laquelle reçoit son mouvement de la poulie *F* placée sur l'arbre de couche du cylindre vertical, afin que la marche du cylindre cribleur soit arrêtée en même temps que l'on interrompt le mouvement de celui-ci.

Au-dessous du cylindre est placée une auge ou coquille demi-circulaire en zinc *U*, adaptée à trois tringles de bois *t* et destinée à recevoir les graines, les petits blés qui ont traversé les tôles découpées ; pour que ces grains ne séjournent pas dans l'auge, comme celle-ci est fort peu inclinée, on a cloué, sur les baguettes extérieures *o* du cylindre, des palettes en tôle *s*, qui, frottant contre la paroi intérieure de la coquille, amènent, comme une vis sans fin, tous les petits blés et toutes les graines d'une extrémité à l'autre de l'appareil, d'où on les reçoit dans des sacs ou trémies séparées, soit pour les moudre à part, soit pour les revendre aux nourrisseurs.

Le bon blé sortant du cylindre cribleur est conduit directement aux meules, soit par des conduits inclinés, soit par des vis d'Archimède à palettes en tôle ou en bois, et renfermées dans des boîtes rectangulaires garnies de fer-blanc ou de zinc ; quelquefois, quand on est susceptible d'employer des blés durs et secs, ces vis sont remplacées par des cylindres mouilleurs en tôle pleine, dans lesquels on fait passer le blé avec un filet d'eau pour l'humecter.

Dans quelques grands établissements, on a adopté les *cylindres compri-meurs*, espèces de lamoins en fonte qui servent à concasser le blé avant de le soumettre à l'action des meules, pour moins fatiguer celles-ci : cet appareil est surtout utile lorsqu'on emploie des blés pierreux et que les pierres, trop dures, ne peuvent toutes s'enlever par l'action du nettoyage (1).

RÉSULTATS DU TRAVAIL ET PRIX DE LA MACHINE.

OBSERVATIONS.

Ayant eu l'occasion de coopérer à une expérience faite, sur cet appareil, avec le plus grand soin, en 1838, dans l'établissement même de M. Cartier, en présence de M. le général de Rumigny, qui alors s'occupait d'essais sur les procédés de nettoyage des blés pour l'administration de la guerre, il nous a été facile de constater les résultats obtenus, et nous sommes bien aise de les mentionner ici.

M. Cartier fut chargé de nettoyer une douzaine de sacs de blés envoyés par l'administration, et que l'on avait choisis, pour cet objet, les plus noirs et les plus sales qu'on puisse rencontrer, et que le commerce n'emploie pas.

Pour connaître exactement le travail de la machine, on pesa un sac de blé, on trouva 103^k 75. Un homme fut chargé de le verser directement dans la trémie supérieure du cylindre vertical, sans le faire passer à l'émotteur. Du cylindre, le blé était transporté à une ramonerie à brosses qui devait compléter le nettoyage. Mais le premier était tellement énergique, que cette ramonerie n'enlevait qu'une poussière jaune comme le son, provenant de la pellicule même du blé; celui-ci tombait ensuite dans le cylindre cribleur.

Le cylindre vertical marchait avec une vitesse de 275 à 280 révolutions par minute; en 25 minutes les 103^k 75 furent nettoyés.

On pesa séparément le bon blé, les petits blés et les déchets :

On obtint en bon blé bien nettoyé.....	98 ^k 50
En petits blés pouvant être moulus à part.....	3 ^k 00
En déchets, blés noirs, pailles et corps légers.....	1 ^k 50
Et enfin en poussière.....	0 ^k 75
	<hr/>
Total.....	103 ^k 75

La perte réelle fut de 2^k 25, c'est-à-dire de plus de 2 p. 0/0.

Remarquons aussi que les blés étaient extrêmement sales et contenaient

(1) Cette machine est décrite avec détails à la fin du 3^e volume.

beaucoup de blés noirs, et qu'étant versés à la main dans le cylindre vertical, l'alimentation s'est effectuée d'une manière très-irrégulière; et cependant, en 25 minutes, on a nettoyé complètement les 104 kilogrammes de blé, ce qui ferait 250 kilog. par heure, et 6000 kilog. ou environ 75 hectolitres par 24 heures. Cette quantité correspond au travail que peut faire un moulin de quatre à cinq paires de meules à l'anglaise, avec une puissance de 12 à 14 chevaux effectifs; car on estime généralement qu'on peut moudre avec une paire de meules de 1^m 30 de diamètre, 15 à 16 hectolitres de blé en 24 heures, en obtenant de la bonne mouture pour le commerce (1).

Ainsi, dans tous les cas, un appareil comme celui que nous venons d'étudier peut suffire à une usine de quatre paires de meules. Plusieurs moulins de cinq à six paires de meules n'emploient même aussi qu'un seul appareil; il est vrai qu'il fatigue alors davantage.

Le cylindre vertical, seul tout monté, avec ses engrenages et ses poulies, revenait à 1000 fr.; on peut aujourd'hui le vendre pour 800 à 900 fr., pris chez le constructeur. Le prix du cylindre cribleur est à part, il peut revenir avec son mouvement à 500 ou 600 fr., quand on lui donne 4 à 5 mètres de longueur et 0^m 50 de diamètre, en y comprenant son auge demi-circulaire. L'émetteur cylindrique et son mouvement sont estimés à 400 fr.

Cet appareil de nettoyage des blés a été appliqué par M. Cartier dans un grand nombre d'établissements qu'il a montés; nous croyons devoir citer ici les plus remarquables :

Le beau moulin à vapeur de Perrache, à Lyon, dirigé avec tant d'activité par M. Brondes; l'usine à vapeur de Vaise, de MM. Vachon père et fils, comprenant dix paires de meules; le grand établissement de Plombières-lès-Dijon, de MM. Gamot et compagnie, usine de premier ordre, qui comprend seize paires de meules à l'anglaise; les moulins de M. Gallaire fils, à Port-sur-Saône; ceux de M. Tramois, à Neuville; de M. F. Perrot, à Fontaines; de M. Pinet, à Beaumont, près Chalon-sur-Saône; de M. Convert, à Bourg-eu-Bresse, etc., etc.

Nous pouvons encore citer parmi les établissements plus proches de la capitale, outre les moulins de la Réserve à Corbeil, ceux de M. Laperche, à Provins; de M. Caillaux, à la Ferté-sous-Jouarre; de M. Nicolle, à Rantigny; de M. Brajoux, à Dugny, et plusieurs autres dans différentes contrées de la France.

Enfin, M. Cartier en a aussi établi plusieurs en Belgique, tels qu'à Bruxelles, à Mons, à Jemmapes, à Charleroi, etc., etc.

(1) Voir les documents et les plans d'ensemble d'un moulin complet, publiés dans le tome 6^e.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 11.

Fig. 1^{re}. Élévation extérieure et latérale de l'appareil de nettoyage tout monté et prêt à fonctionner.

Fig. 2. Plan général vu en dessus de la machine.

Fig. 3. Coupe verticale faite par l'axe du cylindre, et de son mouvement, suivant la ligne 1-2 du plan fig. 4.

Fig. 4. Coupe horizontale faite vers le milieu du tambour, à la hauteur de la ligne 3-4 de la fig. 3.

Fig. 5. Deuxième section verticale faite perpendiculairement à la première, suivant la ligne 5-6 (fig. 2 et 6). Cette figure donne aussi la coupe du cylindre incliné, appelé *cylindre cribleur*.

Fig. 6. Deuxième coupe horizontale faite à la hauteur du ventilateur inférieur, suivant la ligne 7-8, et plan vu en dessus du *cylindre cribleur*.

Fig. 7. Section transversale de ce dernier et de son auge demi-cylindrique, suivant la ligne 9-10 de la fig. 5.

Ces diverses figures sont représentées à l'échelle de 1/20 ou de 5 centimètres pour mètre.

Fig. 8. Élévation du plan et guide en fonte qui reçoit l'une des extrémités de la poëlette J.

Fig. 9. Coupe verticale de la poëlette par l'axe des vis à centrer la pointe de l'arbre du tambour, et plan vu en dessus de ladite poëlette.

Fig. 10. Détails, en élévation et coupe transversale, de la traverse en chêne et du support qui reçoit la deuxième extrémité de la poëlette.

Observation. Nous avons publié dans le tom. 5^e le trieur mécanique des grains de M. Vachon, machine qui est le complément essentiel des appareils de nettoyage, et qui s'applique aussi bien à l'agriculture qu'à la meunerie.

MACHINE A RABOTER LES ÉCROUS,

AVEC DEUX BURINS MOBILES,

CONSTRUISTE

Par **M. MARIOTTE**, Mécanicien à Paris.

(PLANCHE 12.)

Il y a peu d'années que l'on s'occupe de dresser la surface des écrous par procédés mécaniques; aussi on peut dire qu'il n'existe pas encore beaucoup d'établissements qui en fassent usage. Les outils employés à cet effet ne sont pourtant pas très-compliqués ni très-dispendieux; nous pensons que jusqu'ici ils ont été fort peu connus.

On peut distinguer deux espèces de machines pour dresser les écrous, et leur donner la forme extérieure rigoureusement géométrique, laquelle est généralement quarrée, hexagonale ou *à six pans*, et quelquefois, mais plus rarement, octogonale ou *à huit pans*.

La première espèce de machines, est celle dans laquelle l'outil employé n'est autre qu'une fraise circulaire en acier fondu trempé, taillée sur une face et sur son contour extérieur, avec des dents triangulaires, comme une roue à rochet à fine denture. Cette fraise est fixée à l'extrémité d'un arbre horizontal, auquel on donne un mouvement de rotation plus ou moins rapide, et à cet effet il est monté comme sur une poupée de tour. L'écrou à raboter est enfilé sur une broche verticale fixée au milieu d'un chariot qui peut s'avancer très-lentement à mesure que la fraise tourne sur elle-même; quand une face est rabotée, on tourne le disque sur lequel l'écrou est placé, au moyen d'une alidade qui correspond à une division préalablement faite au-dessous. Telles sont les machines anglaises employées dans les ateliers du chemin de fer de Saint-Germain, de MM. J.-J. Meyer et Comp. à Mulhouse, et de plusieurs autres.

Dans chacune de ces machines on ne taille qu'une seule face de l'écrou à la fois; et comme on est toujours limité par la dimension de la fraise, à

laquelle on ne doit pas donner plus de 10 à 12 centimètres de diamètre, il en résulte qu'on ne peut placer que deux et souvent même qu'un seul écrou sur la machine.

M. Decoster a doublé le travail de ces machines en établissant deux fraises qui dressent deux faces parallèles de l'écrou à la fois. (Voir la 1^e livraison du 3^e vol. de ce recueil.)

Sur une plate-forme à tailler les dents des engrenages, on peut aisément employer ce système, en mettant à la place de l'outil qui taille les dentures, une fraise qui aurait alors les deux mouvements de rotation et de translation. On peut dans ce cas avoir l'avantage de placer un plus grand nombre d'écrous les uns sur les autres, surtout si l'outil peut avoir une course verticale assez grande. On peut encore disposer sur le même arbre deux fraises proches l'une de l'autre pour raboter deux faces des écrous en même temps.

Dans le second système de machines à dresser les écrous, l'opération s'effectue par des outils en forme de burin, qui coupent le métal, comme le fait l'outil d'une machine à raboter ou à planer horizontale. Ce système est dû à M. Mariotte, mécanicien connu par les travaux qu'il a exécutés, soit pour les ateliers de la marine, soit pour diverses industries particulières. S'étant adonné à la construction de plusieurs machines spéciales, M. Mariotte a su y apporter des perfectionnements très-utiles, qui lui ont valu des commandes importantes du gouvernement. Ainsi, après avoir établi divers genres de scieries, dont il a fait pendant longtemps une étude particulière, il a entrepris les machines-outils ; et il compte aujourd'hui avoir livré plus de trente machines à raboter de différentes dimensions, pouvant dresser des pièces depuis un mètre de longueur et au-dessous, jusqu'à plus de huit mètres, sur des largeurs proportionnelles. Il a également construit plusieurs machines à dresser les écrous, comme celle dont nous publions le dessin.

Cette machine présente, sur celle anglaise, l'avantage d'occuper peu de place et d'être moins dispendieuse ; de plus, comme elle est disposée pour travailler avec deux outils à la fois, elle permet de dresser deux faces opposées de l'écrou en même temps, comme la machine à deux fraises de M. Decoster ; et la course que l'on peut donner à ces outils est toujours assez grande pour qu'on puisse, au besoin, placer deux ou trois écrous l'un au-dessous de l'autre.

DISPOSITION DE LA MACHINE, DU CHARIOT PORTE-OUTIL,
ET DE SON MOUVEMENT (PLANCHE 12).

CONSTRUCTION DU BATIS. — Cette machine occupe tellement peu de hauteur, qu'on est obligé de la placer, soit sur un établi, soit sur un dé en

pierre A, comme nous l'avons supposé sur le dessin, pour lui donner l'élévation nécessaire, afin de la mettre à la portée de l'ouvrier chargé de la conduire; sur ce dé, convenablement préparé, on fixe par des boulons à scellement la plaque de fonte B, laquelle est montée sur des pieds terminés par des oreilles *a* fondues ensemble. C'est sur cette plaque qu'on assujétit toutes les parties de la machine; ainsi, d'un côté, elle porte les deux supports en fonte C, dont les pattes s'y trouvent boulonnées: ces supports sont destinés à recevoir les arbres et les engrenages qui transmettent le mouvement de la machine. Vers l'autre côté, à droite, cette même plaque porte la *borne* en fonte Q, sur laquelle on assujétit les écrous à diviser et à dresser, et en deçà, les deux coulisseaux entre lesquels glisse le chariot mobile qui transporte les deux outils très-lentement de gauche à droite pendant l'opération du rabotage.

Les deux supports C sont disposés pour recevoir, d'une part, les coussinets de l'arbre de commande D, lesquels sont recouverts chacun d'un chapeau qui permet d'en régler le serrage très-facilement, et, de l'autre, les coussinets du second arbre I, placé au-dessus. Ces derniers sont enveloppés d'une bride en fer, que l'on peut serrer très-aisément et à volonté au moyen d'une simple clavette.

CHARIOT PORTE-OUTIL. — Les outils, qui doivent opérer à la fois sur les deux faces opposées de l'écrou, sont deux burins en acier *d*, trempés au degré convenable, et ajustés chacun dans une boîte rectangulaire en fonte *c* (voyez les détails, fig. 6 et 8), percée, dans toute sa longueur, d'un trou quarré, que l'on ferme d'un bout à volonté, et dans lequel on serre fortement l'outil au moyen d'une vis de pression. Cette boîte est assemblée à charnière avec le chariot en fonte M, que nous appellerons le *porte-outil* et qui ne lui permet pas de s'écartier latéralement; elle ne peut se mouvoir que dans un plan vertical. Un ressort *e* est fixé dans l'intérieur du chariot, et tend à presser contre la boîte dans laquelle son extrémité se trouve engagée, de manière que, lorsque l'outil descend, il doit alors attaquer la pièce à dresser, il se trouve maintenu contre celle-ci; et lorsque au contraire il remonte, il doit rester libre et ne faire qu'effleurer la surface rabotée. Une oreille filetée est ménagée au-dessus des deux chariots porte-outils, pour former écrou aux vis de rappel *i*, qui servent à régler leur position, et par suite, celle des outils par rapport aux surfaces à dresser.

Les deux porte-outils sont ajustés à coulisse vers les extrémités des branches d'une espèce de *fourche* en fonte L, disposée, non-seulement pour les recevoir, mais encore pour leur transmettre un mouvement circulaire alternatif; un coulisseau est aussi rapporté tout à fait au bout de chaque branche, pour guider les porte-outils et les resserrer au besoin, de manière

qu'ils ne puissent prendre du jeu dans les coulisses ; et comme les vis de rappel *i* sont prises par leurs extrémités dans des pattes venues de fonte avec les branches de cette fourche mobile, il en résulte qu'elles peuvent bien tourner sur elles-mêmes, mais il leur est impossible d'avancer ou de reculer ; par conséquent, elles font marcher leurs écrous, et, par suite, les porte-outils. En les tournant dans le sens convenable, on rapproche donc ceux-ci, ou bien on les écarte ; de cette sorte il est facile de régler leur écartement suivant la distance même des deux faces parallèles de l'écrou à tailler.

La fourche de fonte *L* devant avoir un mouvement oscillatoire, rapide et continu, le constructeur a jugé nécessaire d'ajuster à son centre de mouvement un axe en acier qui fait corps avec elle, et qui tourne dans des bagues également en acier, rapportées dans les joues verticales en fonte *O*. Ces dernières portent, par le bas, des oreilles qui servent à les assujétiir par des boulons sur une plaque horizontale mobile *N*, pour être transportées avec cette plaque à droite ou à gauche ; deux tirants ou entretoises *h*, en fer, à embase, maintiennent leur écartement au-dessus et au-dessous de la fourche.

La plaque horizontale *N* est en fonte, évidée vers la droite, et ajustée entre les deux coulisseaux en fer *l*, lesquels sont bien dressés et fixés chacun par trois boulons sur la grande plaque d'assise de la machine ; l'un des coulisseaux peut être resserré au besoin, au moyen des deux vis butantes *m*, afin d'éviter que la plaque mobile ne prenne du jeu dans son mouvement. Au centre de cette plaque est adapté un écrou en cuivre *k*, traversé par la vis de rappel *P* qui doit la faire avancer graduellement vers la droite.

MOUVEMENT DU CHARIOT PORTE-OUTIL. — L'autre extrémité de la fourche, celle de gauche (fig. 2), est assemblée avec la partie inférieure de la bielle en fer *K*, munie à cet effet de coussinets en cuivre, que l'on peut serrer à l'aide d'une bride et d'une clavette. La partie supérieure de cette bielle s'assemble ensuite à rotule avec le plateau de fonte *J* qui doit servir de manivelle. Ce plateau est, pour cela, percé de plusieurs trous à des distances différentes du centre, afin de permettre de changer la longueur du rayon de la manivelle, et par suite, varier la course de la fourche et du porte-outil. Dans l'un de ces trous, s'ajuste le tourillon *b*, que l'on fixe d'un bout au plateau par une clavette, et qui se termine de l'autre par une partie sphérique, pour s'ajuster dans la tête de la bielle (fig. 4).

Le plateau mobile *J* est monté sur le bout de l'axe en fer *I*, lequel est porté, comme nous l'avons dit, par les coussinets ajustés dans les supports *C*. Cet arbre porte aussi la roue droite en fonte *H*, qui n'a que 190 millimètres de diamètre primitif, et qui est commandée par un pignon *G*

de 0^m 06 de diamètre, ajusté sur l'arbre inférieur D. Celui-ci reçoit son premier mouvement directement du moteur de l'usine, par la poulie en fonte E, qui est fixée sur lui; une seconde poulie égale E', ajustée folle, reçoit la courroie lorsqu'on veut arrêter; enfin, un volant annulaire F, monté à l'extrémité, sert à régulariser le mouvement pendant l'opération.

Sur le bout de l'axe I est fixé un petit excentrique *r*, dont le centre est très-rapproché de celui de l'arbre, et qui est embrassé sur toute sa circonference par une bague en deux parties, laquelle est solidaire avec la tige méplate *q*. Cette tige se termine, à sa partie inférieure, par une espèce de fourchette à deux branches, qui tombe dans les dents de la roue à rochet *p*, de sorte qu'à chaque révolution de l'arbre I, cette fourchette fait tourner la roue d'une dent. L'axe *o*, qui porte cette roue, est ajusté dans des coussinets adaptés sous la plaque d'assise, et porte à l'autre extrémité un petit pignon d'angle *n'*, lequel engrène avec un pignon semblable *n*. Ces deux pignons tournent donc aussi d'une quantité proportionnelle à la marche de la roue à rochet. Or, le pignon *n* étant fixé sur la tête de la vis de rappel horizontale P, fait tourner cette vis avec lui, et, comme elle porte un collet embrassé par le coussinet même qui est adapté sous la plaque d'assise, cette vis ne peut marcher dans le sens de sa longueur; il faut donc que dans son mouvement de rotation elle fasse avancer l'écrou *k*, et avec ce dernier la plaque mobile N, à laquelle il est fixé.

Ainsi, le chariot porte-outil a donc deux mouvements: l'un circulaire alternatif, qui lui est communiqué par la bielle K et par le plateau à manivelle J, l'autre rectiligne et très-lent, qui lui est transmis par l'excentrique, la roue à rochet et la vis de rappel P. Un cliquet d'arrêt *s* est adapté à l'un des supports C, pour s'engager, comme le premier cliquet *q*, dans les dents de la roue à rochet *p*, afin d'empêcher le mouvement rétrograde de cette roue, au moment où le cliquet *q* quitte la dent sur laquelle il s'appuie pour s'engager dans la suivante. Ces deux cliquets sont liés ensemble par une petite chaînette, afin de les enlever en même temps lorsqu'on veut arrêter, et principalement lorsqu'on veut faire revenir les porte-outils sur eux-mêmes, ce qui se fait en tournant rapidement la roue à rochet à la main, afin de perdre le moins de temps possible, quand l'écrou est terminé, pour en recommencer un autre.

MODE D'ASSUJÉTIR LES ÉCROUS A RABOTER. — Nous avons supposé, dans notre dessin, un seul écrou à six pans *u*, monté sur la machine, ce qui a le plus généralement lieu quand les écrous à dresser sont d'une forte dimension. Comme ils sont percés par avance en sortant de la forge, on peut les traverser par une broche *v*, pour les assujéter successivement sur le sommet de la borne en fonte Q, qui est tournée et ajustée dans une ouverture cylindrique pratiquée vers la droite de la plaque d'assise. La base

de cette borne est divisée en 6 et en 8 parties, les points de division sont simplement piqués, une alidade t , fixée à l'angle de la plaque, porte une pointe acierée, qu'il suffit d'engager dans l'un des trous pour maintenir la borne à sa place; on soulève cette pointe et on fait tourner celle-ci, d'une ou de deux divisions, pour la changer de position, et, par suite, présenter aux outils deux nouvelles faces de l'écrou à raboter.

La broche cylindrique v , qui traverse l'écrou, entre librement dans celui-ci, de sorte qu'elle peut servir pour des écrous qui ne seraient pas exactement percés au même diamètre; cependant, quand les écrous varient trop de dimensions, il est bon de changer la broche, et avec elle la borne sur laquelle on fait reposer l'écrou. La tête de chaque broche est méplate et plus petite évidemment que l'écrou; sa face horizontale, qui est en contact avec ce dernier, est dentelée, pour qu'elle ne tende pas à glisser; à son centre, elle est percée d'un trou peu profond, qui reçoit la pointe conique acierée x , ajustée dans le bout de la tige verticale R . Cette vis est filetée dans une partie de sa longueur, et traverse un écrou en cuivre z , auquel on a ménagé deux oreilles qui permettent de le fixer, par des vis, sur la partie supérieure de la plaque en fonte T . Ainsi, en tournant la tige à droite ou à gauche, on la fait monter ou descendre, par conséquent on fait appuyer sa pointe sur la tête de la broche v , ou on l'en dégage; il suffit évidemment, pour cela, de faire faire quelques révolutions au volant en fonte S , qui est assujetti sur la tête de la vis R , pour faire l'office de manivelle. Quand un écrou est raboté sous toutes ses faces, on remonte la vis d'une certaine quantité pour rendre la broche libre; puis, pour pouvoir enlever celle-ci, on incline la pièce de fonte T , qui peut facilement osciller à sa partie inférieure, parce que les deux branches qui la terminent portent des vis de pression, dont le bout est légèrement engagé dans les équerres en fer y , fixées à la plaque d'assise (fig. 3).

JEU ET TRAVAIL DE LA MACHINE. — Nous croyons que l'on peut aisément s'expliquer, sur le tracé géométrique fig. 5, le mouvement des pièces principales de la machine; seulement nous devons remarquer que l'arc de cercle $a' b'$, décrit à chaque révolution du plateau à manivelle, doit toujours être plus grand que la hauteur de l'écrou à raboter, et qu'il est bon cependant de ne pas faire dépasser cette hauteur d'une trop grande quantité, pour éviter des pertes de temps tout à fait inutiles. C'est pourquoi on doit régler d'avance la course des outils, proportionnellement à la hauteur des écrous à dresser, en plaçant le tourillon à rotule b (fig. 4) dans l'un des trous du plateau mobile J .

Il importe aussi d'ajuster l'excentrique r sur l'arbre moteur I , de telle sorte qu'il ne fasse tourner la roue à rochet qu'au moment où les outils arrivent vers la partie supérieure de la course; elle tourne encore quand

ces outils commencent à descendre, mais elle doit rester immobile pendant qu'ils remontent la hauteur de l'écrou, sans quoi il est aisément de concevoir qu'ils toucheraient une portion de surface qu'ils n'auraient pas encore rabotée, c'est-à-dire qu'ils monteraient sur la croûte, ce qu'il est essentiel d'éviter, car les burins seraient bientôt émoussés, et les surfaces rabotées ne seraient pas droites. On doit donc, en construisant la machine, prendre les plus grandes précautions pour que cet inconvénient ne se présente pas.

Comme les écrous à dresser sont le plus généralement en fer forgé, les outils doivent prendre très-peu de matière à la fois : il faut donc que le chariot avance aussi d'une bien faible quantité, à peine de $1/10$ de millimètre à chaque coup. Ainsi, le pas de la vis, le diamètre et le nombre de dents de la roue à rochet, doivent être calculés pour ne faire avancer le chariot que de cette petite quantité, à chaque révolution de l'arbre principal I. La vitesse de ce dernier doit aussi être combinée pour que la marche descendissante des outils ne soit pas de plus de 10 centimètres par seconde.

PRIX DE LA MACHINE. — Le prix d'une telle machine, construite pour pouvoir dresser des écrous de 3 à 10 centimètres de diamètre, peut varier de 1,000 à 1,200 fr. prise toute montée dans les ateliers du constructeur.

M. Mariotte a établi plusieurs de ces machines, pour la marine et pour diverses maisons de construction, sur ce système d'outils mobiles. Un modèle vient d'en être fait pour les galeries du Conservatoire.

On verra dans le 3^e volume une machine de M. Decoster, propre à dresser les écrous, avec deux fraises parallèles dressant deux faces à la fois.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 12.

Fig. 1. Plan général de la machine posée sur une pierre de taille.

Fig. 2. Coupe verticale et longitudinale, faite suivant la ligne brisée 1-2-3-4 du plan.

Fig. 3. Coupe transversale par le centre de l'écrou à dresser, suivant la ligne 5-6.

Fig. 4. Seconde coupe transversale, faite par l'axe du mouvement, suivant la ligne 7-8.

Fig. 5. Tracé géométrique faisant voir le jeu des pièces mobiles de la machine.

Ces diverses figures sont représentées à l'échelle de $1/8$ d'exécution.

Fig. 6 et 7. Vue par le bout et plan de l'un des porte-outils.

Fig. 8. Coupe verticale par le milieu de ces porte-outils.

Fig. 9. Détails de l'excentrique et de la bague qui servent à faire marcher la roue à rochet, et, par suite, déterminent l'avancement des porte-outils.

MACHINE A VAPEUR,

A BASSE PRESSION ET A DOUBLE EFFET,

ÉTABLIE AU BASSIN DE SAINT-OUEN, PRÈS PARIS,

PAR

MM. ROTHWELL, HICK et ROTHWELL, à Bolton.

(PLANCHES 13 A 18.)



Les machines à vapeur sont devenues d'une telle importance aujourd'hui, dans toutes les branches d'industrie, qu'il n'est, pour ainsi dire, pas d'établissements dans lesquels elles ne soient appliquées, ou susceptibles de l'être. Les services immenses qu'elles rendent dans une foule de fabrications, les font regarder comme de plus en plus nécessaires; aussi, le nombre de ces machines s'est-il accru d'une manière prodigieuse depuis vingt-cinq ans. Il y a un grand nombre de mécaniciens, en France, qui s'occupent de la construction de ce genre de moteurs, soit sur de grandes, soit sur de faibles dimensions; et il n'est pas un ingénieur, pas un fabricant, pas un industriel enfin, qui ne tienne à en connaître au moins le jeu, le principe ou la disposition générale.

Nous avons pensé que, dans une publication qui intéresse toute espèce d'industries, il était indispensable de donner des dessins et des descriptions des machines à vapeur les plus perfectionnées, celles qui peuvent être prises comme modèles de bonne et solide construction. Nous nous proposons donc de publier successivement et avec détails, les principaux systèmes, ceux reconnus les meilleurs, et qui peuvent avoir le plus d'applications directes, soit aux manufactures, soit à la navigation. Et, fidèle au mode que nous avons adopté, nous accompagnerons nos explications de données pratiques, de tables et de règles simples, pour faciliter le calcul de ces machines et les mettre à la portée de tous les industriels.

Nous commençons ce sujet important par la belle et majestueuse machine à vapeur, à basse pression, établie à Saint-Ouen, près de Paris. Cette machine, construite sur le dernier système à double effet de Watt, par MM. Rothwell, Hick et Rothwell, ingénieurs à Bolton, en Angleterre, a

été importée, en 1827, par la société Ardoïn. Elle fait mouvoir une grande roue hydraulique à palettes inclinées (1), qui élève les eaux de la Seine, à 3 ou 4 mètres et plus au-dessus de son étage, pour alimenter un large bassin de 55,000 mètres quarrés, destiné à servir de gare aux bâtiments marchands et aux bateaux à vapeur. Introduite en franchise de droit, pour l'ensemble et la nouveauté de l'établissement, elle a fonctionné depuis sa fondation avec une régularité parfaite, et sans occasionner d'autres réparations que celles dues à l'usure, comme quelques coussinets, des garnitures de pistons, etc. Établie sans trop de luxe, mais avec une sévérité et une solidité d'exécution vraiment remarquables, elle présente dans tout son ensemble, un aspect imposant, qui en fait l'admiration de tous les visiteurs. Ajoutons aussi, à la louange du conducteur, qu'elle est entretenue avec un soin tout particulier.

Pour faciliter l'étude de cette machine, et la rendre plus intelligible, nous entrerons dans tous les détails de construction nécessaires sur les différentes parties qui la composent, en faisant ressortir les perfectionnements et les avantages qui en résultent, puis nous donnerons les dimensions principales de toutes les pièces essentielles, et nous terminerons par des règles pratiques, qui permettront de calculer avec rapidité celles des machines d'une puissance plus ou moins considérable.

Cette machine, très-compliquée dans ses détails, exige une longue description, pour laquelle nous réclamons toute l'indulgence de nos lecteurs. Nous nous croirons bien satisfaits si nous sommes parvenu à nous faire bien comprendre; nous y attachons tous nos soins.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE,
REPRÉSENTÉE SUR LES PLANCHES 13, 14, 15, 16, 17 ET 18.

Cette machine a été livrée pour une force effective de 40 chevaux; nous verrons plus loin, par les expériences qui ont été faites à diverses époques, qu'elle a toujours donné au delà de cette puissance réelle, en la comparant à la quantité d'eau élevée. Elle est alimentée par deux chaudières, mises en communication par un fort tuyau en fonte, et capables de produire chacune une quantité de vapeur nécessaire à une machine de 20 chevaux au moins. Une troisième chaudière a été ajoutée aux deux premières, pour, au besoin, servir de rechange (2). Comme les chaudières à basse pression de Watt, dites en tombeau, ou en chariot, elles présentent une

(1) Cette roue a été donnée avec détails dans la deuxième partie du grand Recueil publié par notre prédécesseur M. Le Blanc, que nous avons si vivement regretté.

(2) Ces chaudières ont aussi été décrites et publiées dans le recueil de MM. Le Blanc, avec les appareils de sûreté et d'alimentation.

forme légèrement concave à leur partie inférieure et sur les côtés latéraux, et demi-cylindrique à leur partie supérieure ; elles n'ont pas moins de 5^m 520 de longueur intérieure, sur 1^m 473 à leur plus faible largeur, et 2^m 120 de hauteur totale.

**DU CYLINDRE ET DU PISTON A VAPEUR ;
DES BOÎTES ET TIROIRS DE DISTRIBUTION ET DE LEUR MOUVEMENT.**

CYLINDRE A VAPEUR. — La vapeur engendrée dans ces chaudières arrive par le tuyau de fonte *a*, dans l'intérieur de la chemise cylindrique *B*, qui enveloppe complètement le cylindre à vapeur, en laissant entre elle et celui-ci un espace annulaire de 0^m 026 (fig. 1, 2 et 3, pl. 13, 14 et 15). Cette chemise est brute de fonte, intérieurement comme extérieurement, excepté vers ses extrémités, qui forment deux larges embases circulaires, dont l'une, celle inférieure, se boulonne sur la bride du cylindre *A*, et l'autre, celle supérieure, reçoit le couvercle à double épaisseur *D* ; elle est, de plus, convenablement renforcée dans sa hauteur par plusieurs moulures extérieures, en dehors desquelles elle ne porte pas plus de 0^m 029 d'épaisseur.

Le cylindre à vapeur n'est véritablement fixé à la chemise et au socle en fonte *C*, sur lequel il est élevé au-dessus du sol de la chambre de la machine, que par sa base inférieure ; il est libre dans toute sa hauteur et à son extrémité supérieure, où il n'existe pas de joint ou d'assemblage fixe ; sa communication, par cette extrémité, est seulement fermée avec l'intérieur de l'enveloppe par une garniture en étoupes, comprimée au moyen d'une simple bague de fer méplat, que l'on y a boulonnée, de distance en distance (voyez la coupe longitudinale, fig. 2, pl. 14). Cette disposition favorise ainsi la dilatation du métal qui, en agissant à un degré différent sur le cylindre et sa chemise, occasionne dans le système à brides fixes ordinaires des pertes de vapeur et souvent aussi la rupture des joints.

Le socle élevé *C* est à jour, sa base circulaire est solidement assise sur une forte maçonnerie en pierres de taille, que les boulons qui l'y assujettissent traversent dans une grande profondeur, comme on peut le voir sur la coupe générale, fig. 27, pl. 18. Sa base supérieure, également circulaire, est entièrement pleine, et à son centre est ménagé un large conduit *b*, à section rectangulaire, qui doit donner entrée à la vapeur dans la partie inférieure du cylindre. A cette même base est adapté un tube en cuivre *a'* (fig. 2), de moins de 30^{mill} de diamètre extérieur, et en deux parties, formant syphon, pour enlever, à la mise en train, l'eau provenant de la vapeur condensée ; ce tube peut se démonter, au besoin, à l'aide d'un

écrou, vissé un peu au-dessous de la base supérieure du socle. Dans de certaines machines fixes, comme celle-ci, le cylindre n'est pas rehaussé, mais repose directement sur le sol, ce qui oblige de placer l'arbre du volant, l'excentrique, et tout le mouvement des tiroirs au-dessous du plancher, tandis qu'avec l'addition d'un piédestal, qui élève le cylindre, on a l'avantage de laisser toutes ces pièces à découvert, et par suite, d'en rendre l'inspection et l'entretien faciles et commodes.

Un manomètre à air libre *m* est appliqué à la chemise pour faire connaître au chauffeur le degré de tension de la vapeur, au moment de pénétrer dans le cylindre; le tube recourbé en siphon, dont ce manomètre est composé, se fixe par deux vis sur la fonte; il est, de plus, surmonté d'une plaque graduée, vis-à-vis laquelle joue un flotteur de liège qui surmonte le mercure dont le manomètre est en partie rempli.

Le couvercle *D*, qui ferme le haut du cylindre et de son enveloppe, est d'une pièce tournée extérieurement, et formant un double fond; il est ouvert à son centre pour recevoir des étoupes; celles-ci sont comprimées par un bouchon que l'on resserre à volonté, au moyen de trois boulons; ce couvercle est ajusté avec soin sur la bride de l'enveloppe, et boulonné après être mastiqué; il porte aussi un vase à robinet *f*, que l'on remplit d'huile pour graisser l'intérieur du cylindre pendant la marche du piston. On sait qu'il importe, à cet effet, d'ouvrir le robinet pendant que le piston remonte, et que le vide s'opère au-dessus de lui, afin que l'huile puisse descendre dans le cylindre; il faut avoir le soin de le fermer dès qu'il arrive vers l'extrémité de sa course, sans quoi toute l'huile contenue dans le vase serait projetée au dehors, parce que la pression de la vapeur intérieure est un peu plus élevée que celle de l'air extérieur. Toutefois, lorsque le vase est fermé bien hermétiquement, comme on l'a supposé dans le dessin, on peut éviter cette fuite.

Avec la chemise *B* sont fondues trois tubulures: la première, vers le milieu de sa hauteur, est circulaire, et s'assemble par des boulons avec l'extrémité du tuyau de vapeur *a*; la seconde *d*, vers la partie supérieure, est rectangulaire, et communique avec la grande boîte de distribution *E*; la troisième et dernière *c*, un peu plus élevée au-dessus de la précédente, établit aussi une communication avec la même boîte, mais en même temps avec le cylindre à vapeur. Ainsi, on voit que, pendant la marche de la machine, l'espace annulaire existant entre ce cylindre et son enveloppe, est constamment plein de vapeur qui, arrivant directement de la chaudière qui l'a produite, échauffe le cylindre et le maintient à très-peu près à la même température que lui, par conséquent sa pression intérieure peut être considérée comme égale à celle mesurée par le manomètre appliqué à la chemise.

BOÎTES ET TIROIRS DE DISTRIBUTION. — L'admission de la vapeur aux extrémités du cylindre se fait à l'aide de deux boîtes en fonte E, E', et des deux tiroirs en bronze G, G'. Ces deux boîtes, à compartiments, comme on peut le voir par la coupe verticale, fig. 3, sont fondues d'une même pièce avec les colonnes de communication F, F', et, de plus, avec l'espèce de fronton de l'ordre dorique, que l'on voit en avant de la boîte supérieure, fig. 4. On a évité de cette sorte bien des joints d'assemblage qu'il aurait nécessairement fallu faire, si ces pièces avaient été fondues séparément. C'est peut-être aussi l'un des morceaux qui présentent le plus de difficultés pour le fondeur, à cause des cloisons qu'il doit ménager dans l'intérieur des boîtes, comme des moulures qu'il doit bien faire venir à l'extérieur des colonnes et de l'entablement qui les surmonte. Du reste, les constructeurs n'ont pas reculé devant les difficultés qu'ils ont rencontrées, et à leur louange, on peut dire qu'ils ont livré une fort belle pièce.

La boîte supérieure est boulonnée contre les tubulures rectangulaires de la chemise, et la boîte inférieure est aussi fixée par des boulons contre la tubulure du socle de fonte C (voy. la coupe longitudinale, fig. 2, sur laquelle cet assemblage peut bien se comprendre, seulement les boulons n'y sont pas indiqués). Ainsi, tout le système de distribution est comme suspendu, il ne repose sur aucune maçonnerie, mais forme un seul corps avec le socle du cylindre et sa chemise. Toutefois, l'une des colonnes, celle F', qui doit amener la vapeur au condenseur, se prolonge un peu au-dessous du sol, et se boulonne avec le tuyau en fonte qui communique directement au condenseur, et se trouve ainsi, en partie, soutenue par le tuyau.

Les tiroirs en bronze, renfermés dans les boîtes de distribution, sont de forme demi-cylindrique, partagés chacun en deux parties par une cloison, qui sert en même temps à les lier avec la tige verticale dont ils reçoivent leur mouvement alternatif; devant cette cloison est une partie méplate, formant un diaphragme vertical, dont la hauteur est un peu plus grande que celle des orifices de vapeur *b* et *c*, afin d'intercepter ou d'établir alternativement la communication d'une partie des boîtes de distribution avec le haut et le bas du cylindre à vapeur. Ainsi, comme on l'a supposé dans les dessins (fig. 2 et 3), on peut voir, par exemple, que le tiroir supérieur G se trouve dans une position telle, que la vapeur qui arrive de l'intérieur de la chemise, et par conséquent de la chaudière, pénètre bien par l'orifice *d* dans la partie inférieure de la boîte E, mais ne peut s'élever au-dessus, à cause, d'une part, de la cloison horizontale du tiroir, et, de l'autre, de la garniture de chanvre qui l'entoure extérieurement, et qui se trouve dans l'intérieur de la boîte. La vapeur ne peut donc entrer dans le cylindre au-dessus du piston, puisque l'orifice *c* n'est pas en communication avec l'ori-

fice *d*. Mais on doit aisément voir qu'elle peut arriver à la partie inférieure par l'ouverture *b*, car la communication est établie entre le bas de la boîte supérieure et le haut de la boîte inférieure, par la colonne verticale *F*, et le tiroir *G'* se trouve dans une position telle, que son diaphragme est au-dessous de l'orifice *b* (fig. 3).

On peut encore remarquer que l'ouverture supérieure *c* est en communication directe avec la colonne *F'*, qui descend au condenseur; il en résulte, par conséquent, que lorsque la vapeur, arrivant de la chaudière, s'introduit dans la partie inférieure du cylindre, au-dessous du piston, celle qui se trouve au-dessus de celui-ci va se précipiter à la condensation. On pourrait voir de même que, si les tiroirs occupaient une position différente, telle que leurs diaphragmes se trouvent au-dessus des orifices correspondants *b* et *c*, on verrait aisément, disons-nous, que le contraire aurait lieu, c'est-à-dire que l'introduction de la vapeur se ferait dans le haut du cylindre au-dessus du piston, puisqu'alors il y aurait communication établie entre les deux ouvertures rapprochées *c* et *d*, tandis qu'au contraire, la vapeur qui aurait été introduite précédemment au-dessous du piston, pourrait se projeter au condenseur, parce qu'en même temps l'orifice inférieur *b* serait en communication avec la colonne *F'*.

Les garnitures d'étoipes qui entourent une portion de chaque tiroir sont recouvertes chacune d'un demi-cercle en fer méplat *i*, qui est exactement ajusté entre l'intérieur de la boîte, renflée en cette partie, et la surface extérieure du tiroir. Sur chaque cercle s'appuient trois vis de pression verticales *j*, taraudées vers leur extrémité supérieure, et ayant leur tête quarrée logée dans les couvercles de fonte *l* qui ferment les boîtes de distribution hermétiquement; ainsi, les têtes de ces vis ne sont aucunement apparentes à l'extérieur. Pour les introduire, on a pratiqué dans les couvercles des trous légèrement coniques, et sensiblement plus grands que les vis elles-mêmes, afin de permettre de les boucher très-exactement par des bouchons en fer, dont les têtes quarrées sont seules apparentes. Ces mêmes vis traversent des écrous en fer *k*, placés au-dessous des couvercles et adaptés à l'intérieur des boîtes (fig. 11, pl. 17).

Ce système de garnitures d'étoipes qui embrassent les tiroirs paraît être généralement employé dans les machines à vapeur à basse pression, parce que, par la disposition donnée aux orifices qui communiquent aux extrémités du cylindre (laquelle disposition exige, soit d'avoir un long tiroir formant tuyau, comme dans les machines de petites dimensions, soit d'avoir deux tiroirs séparés et réunis par une même tige, comme on le fait dans les machines de grande puissance), il importe que la vapeur ne puisse filtrer le long de la paroi extérieure des tiroirs. Quand les garnitures sont neuves, que les tresses sont nouvellement faites, elles ne laissent pas

que de produire un frottement assez considérable ; aussi éprouve-t-on une certaine peine à faire marcher les tiroirs à la main pendant les premières mises en train. Du reste, cette disposition, que l'on a conservée dans ce système de machines, ne pourrait évidemment pas s'appliquer dans les machines à haute pression, parce que la température de la vapeur étant beaucoup plus élevée, la garniture serait détruite en peu de temps. La disposition des orifices d'admission et de sortie est toute différente, comme **on le verra dans les volumes suivants**, et le tiroir est entièrement libre.

Les couvercles des boîtes à tiroirs ne sont fixés sur ces dernières que par un seul boulon, comme on peut le voir sur le détail, fig. 11, pl. 17 ; il en résulte qu'on a la plus grande facilité pour les enlever quand on veut visiter les tiroirs, serrer ou renouveler les garnitures. Ils doivent être, du reste, comme les autres joints, serrés sur des rondelles de plomb, couvertes d'un mastic de minium et de blanc de céruse, et qui sont préalablement interposées entre leur surface horizontale inférieure et celle supérieure des boîtes de distribution.

Comme dans toutes les machines fixes, on a placé à l'entrée de l'orifice *d*, dans l'épaisseur de la boîte supérieure *E*, fig. 2 et 11, une soupape ou valve mobile *e*, montée sur un axe de rotation qui, suivant l'inclinaison qu'elle occupe, augmente ou rétrécit le passage de la vapeur pour en régler la quantité, et par suite accélérer ou modérer l'activité de la machine. Nous verrons plus loin comment le mouvement est imprimé à cette valve, pour qu'elle puisse ainsi varier de position, et par suite changer les dimensions de l'orifice.

MOUVEMENT DES TIROIRS DE DISTRIBUTION. — Nous avons dit que les deux tiroirs *G*, *G'* sont liés par une tige verticale en fer qui traverse le centre de leur cloison. Cette tige se compose de trois parties qui forment le prolongement l'une de l'autre ; la première *g*, fig. 11, attachée au tiroir supérieur par un écrou, est assemblée à la seconde *g'* par un canon ou manchon creux en fonte *I*, qui, s'appuyant sur la cloison du tiroir inférieur, se lie à ces deux portions de tige par des clavettes qui les traversent. Enfin, la deuxième partie est assemblée avec la troisième *g²* par un boulon, comme une charnière de compas, afin de former articulation au-dessous du tiroir inférieur. Cette disposition, tout en permettant de régler exactement l'écartement des deux tiroirs, présente l'avantage de ne pas les contrarier dans le mouvement rectiligne et vertical qui leur est imprimé, quoique la partie inférieure de la tige *g²* puisse tendre à s'écartez de cette direction.

Pour que la vapeur ne puisse s'échapper des boîtes de distribution par le mouvement de la tige des tiroirs qui les traverse, celle-ci est enveloppée d'un tube en fonte *I'*, qui d'un bout s'assemble, d'une manière fixe, avec

le fond de la boîte supérieure, et de l'autre pénètre dans le centre du couvercle de la boîte inférieure. Ce couvercle est disposé pour former *stuffing-box*, ou boîte à étoupes, afin de pouvoir être enlevé au besoin sans qu'il soit pour cela nécessaire de détacher le tube ni la tige qu'il enveloppe; pour serrer ce *stuffingbox*, on fait appuyer sur le bouchon qui le ferme un écrou en cuivre i' , fileté intérieurement à pas triangulaires très-fins, et embrassant une bague très-mince, en deux parties, filetée également, et ajustée sur une gorge cylindrique, pratiquée sur le contour du tube vertical I' , de manière que les filets seuls de cette bague sont en saillie sur la surface du tube, ce qui a permis d'introduire l'écrou par sa partie inférieure, avant de le placer dans le *stuffingbox*. Quand le tout est en place, cet assemblage paraît fort simple, quoique réellement assez compliqué, parce qu'on n'aperçoit que l'extérieur de l'écrou, et une partie du bouchon qui presse l'étoupe.

Au fond de la boîte inférieure E' est aussi fixé solidement un second tube à embase et en fonte I^2 (fig. 2, 3 et 11), qui renferme la tige g^2 , tout en lui permettant son mouvement alternatif. Ce tube est tourné extérieurement, pour servir de conducteur à la boîte cylindrique en fonte H , à la partie inférieure de laquelle est attaché le bout de la même tige g^2 . Cette boîte n'est pas alésée, mais elle renferme deux rondelles minces en cuivre et de l'étoupe, que l'on comprime à l'aide d'un bouchon à vis, afin de frotter le long de la paroi verticale du tube I^2 . Elle n'est pas seulement guidée par ce tube, dans le mouvement vertical qui lui est transmis, mais encore par des coussinets, ajustés dans une cuvette de fonte J , que l'on voit placée à la hauteur du sol; ces coussinets, serrés par des vis de pression latérales, qui permettent de les centrer, s'appuient très-faiblement contre la paroi extérieure et cylindrique de la boîte, afin qu'elle ne prenne pas de jeu; un couvercle en cuivre les recouvre pour les garantir de la poussière et cacher ce joint. De chaque côté de la boîte, sont fondus avec elle deux tourillons h (fig. 3 et 4), qui servent à la lier par articulation à deux chapes en fer h' , garnies de coussinets à chaque extrémité. Ces chapes sont de même longueur et parallèles, et assemblées, également par articulation, aux deux branches rapprochées d'une même pièce en fonte h^2 , laquelle est solidaire avec l'arbre horizontal H' (fig. 1 et 7). Il est évident que si on imprime à cet arbre un mouvement alternatif, la pièce h^2 le transmettra au système des chapes, à la boîte cylindrique et aux tiges de tiroirs. Or, il importe que ce mouvement s'opère à propos, et de manière à correspondre avec les positions relatives du piston à vapeur. A cet effet, à l'extrémité de l'arbre est monté un levier à fourche h^3 , dont la direction est perpendiculaire à celle des branches de la pièce h^2 ; ce levier, que l'on ne peut voir qu'en plan sur le dessin (fig. 7, pl. 16), n'est pas apparent sur la coupe

(pl. 14) ; il n'y est figuré que par une simple ligne verticale ponctuée.

Sur l'arbre de la manivelle, qui doit transmettre le mouvement de la machine à la roue hydraulique, est ajusté un excentrique circulaire en fonte J' , dont la gorge cylindrique est embrassée sur toute sa circonference, par une bague en fer, en deux parties, garnie intérieurement d'une feuille de cuivre, mise en contact avec la fonte ; des oreilles, ménagées à cette bague, permettent de la lier par des boulons avec le long tirant en fer H^2 , composé de barres méplates, qui maintiennent sa rigidité. Ce tirant se prolonge jusqu'à la fourche h^3 , ajustée au bout de l'axe H' , et se lie avec cette fourche par un boulon sur lequel on le fait reposer ; cet assemblage est fait, toutefois, de manière à permettre de dégager facilement le bout du tirant, en le soulevant par cette extrémité à l'aide d'un levier à galet, fixé convenablement sur le petit axe horizontal i^3 , et qui est levé ou baissé par une vis verticale i^2 (fig. 7), que l'on tourne par une poignée ; cette disposition permet aussi de faire marcher les tiroirs à la main, ce qui a lieu quand on veut mettre la machine en train : on accroche alors sur l'axe H' , au-dessus de la fourche, dans une espèce de boîte ménagée à cet effet, et qui fait corps avec lui, un long levier h^4 , que l'on manœuvre en le tirant et en le soulevant alternativement pour, ainsi, donner aux tiroirs un mouvement alternatif correspondant.

Mais pour que la mise en action de la machine puisse bien s'effectuer, il importe de purger complètement le cylindre. Pour faciliter cette opération, les constructeurs ont eu le soin d'ajuster dans la boîte inférieure E' , une soupape conique en cuivre j' (fig. 3), dont le siège, également en cuivre, est fixé sur un compartiment horizontal, qui ferme la communication de la partie inférieure de la boîte avec la colonne verticale F , qui y amène la vapeur pour la conduire sous le piston. La tige de cette soupape est fendue pour être prise par l'extrémité d'un court levier, monté sur un axe horizontal en fer, qui, traversant la boîte, se prolonge au dehors pour porter une poignée j^2 (fig. 1), par laquelle on peut le mouvoir à la main. Il est évident qu'en soulevant cette soupape, on établit la communication entre la boîte supérieure E , la colonne F , et le tuyau qui conduit à la condensation. Par conséquent, si, avant de mettre en marche, on laisse arriver de la vapeur dans les boîtes de distribution, elle se précipitera immédiatement au condenseur, en entraînant avec elle l'air renfermé dans les colonnes et dans ces boîtes, et si on fait en même temps changer la position des tiroirs, à l'aide du grand levier h^4 dont nous venons de parler, on permettra à la vapeur de s'introduire alternativement au-dessus et au-dessous du piston, et comme, en même temps, elle peut se rendre au condenseur, elle opère bientôt le vide dans toutes ces parties.

L'axe en fonte H' , qui fait mouvoir les tiroirs, est porté par deux paliers

en fonte, garnis de coussinets, et semblable à celui représenté en élévation sur les fig. 1 et 2, et en plan fig. 7 ; un contre-poids en fonte, adapté à l'extrémité d'un levier J^2 , sert à équilibrer le poids des tiroirs et des tiges qui se meuvent avec lui ; ce levier, courbé pour embrasser une partie de l'axe H' seulement, est retenu sur celui-ci à l'aide d'une clé qui traverse l'épaisseur de fonte par laquelle les deux branches de la pièce h^2 sont reliées.

PISTON A VAPEUR. — Le piston K , renfermé dans le cylindre à vapeur, se compose de deux pièces principales, du couvercle et du corps du piston proprement dit, lequel est tourné extérieurement, et forme une gorge de 32 millimètres de profondeur (voyez les détails, fig. 29 et 30, pl. 18). C'est sur cette gorge qu'on enveloppe de fortes tresses de chanvre, qui doivent former la garniture du piston, pour coïncider pendant son mouvement sur toute la paroi intérieure du cylindre. Ces tresses ne sont pas méplates, comme les chauffeurs ont assez généralement la coutume de les faire. M. Aubin, qui est chargé de la direction et de la conduite de la machine, a pris l'habitude de composer ses tresses à section quarrée, en prenant des cordes à quatre torons peu serrés, d'environ 13 millimètres de diamètre ; il réunit ainsi huit cordes semblables, faites en bon chanvre, et le moins tordues possible (1), et il en forme des tresses qui présentent en section un quarré de 50 millimètres de côté. On enveloppe le piston de cinq rangées de tresses pareilles, que l'on serre avec le couvercle, très-peu d'abord, pour faciliter son entrée dans le cylindre, et ensuite le plus fortement possible. Pendant les premiers jours de marche avec une garniture nouvelle, il est essentiel de la resserrer encore quelquefois, pour qu'elle soit suffisamment comprimée ; une bonne garniture, bien faite, peut durer pendant trois à quatre mois, en admettant que la machine marche tous les jours.

Les garnitures du piston, de la pompe à air et des boîtes à tiroir sont faites de même, avec des tresses semblables, mais n'ayant en section quarrée que 28 millimètres de côté. M. Aubin nous a assuré que ces tresses sont bien préférables aux tresses méplates ; elles sont plus souples et en même temps plus élastiques, et conservent leur élasticité beaucoup plus longtemps ; il nous a dit s'en être toujours parfaitement bien trouvé.

Pour pouvoir faire descendre le couvercle sur le corps du piston, et serrer les tresses, on se sert de six vis de pression verticales, dont la tête quarrée s'appuie sur la base supérieure horizontale de ce couvercle, et dont les écrous en fer sont ajustés dans l'intérieur même du piston (voyez le

(1) Comme les cordiers ont l'habitude de tordre généralement leurs cordes beaucoup plus qu'il n'est nécessaire pour cet objet, on est presque toujours dans l'obligation de les détourner avant de les employer.

détail indiqué en plan et en coupe fig. 29 et 30, pl. 18.) Pour introduire ces écrous qui ont une forme de queue d'aronde sur toutes les faces, comme un tronc de pyramide à base quarrée, on a ménagé dans le corps du piston des cavités plus longues et qui, en même temps, sont plus larges à l'entrée, c'est-à-dire vers la circonference extérieure; de sorte que, lorsqu'ils sont à leur place respective, ils ne peuvent évidemment s'enlever, quel que soit le tirage des vis qui les traversent. Il importe de tourner chaque vis au fur et à mesure, et d'une faible quantité à la fois, afin que le couvercle soit bien repoussé parallèlement, et qu'il exerce une pression égale sur toute la garniture. Il faut aussi empêcher les vis de se desserrer, ce qui pourrait avoir lieu pendant le mouvement du piston, à cause de la grande élasticité que toutes les tresses acquièrent; pour cela on adapte sur le couvercle, après que le piston est en place et que les vis sont serrées au degré convenable, des cintres en fer dont les extrémités coïncident exactement avec l'un des côtés des têtes de vis; celles-ci ne peuvent donc tourner et restent ainsi bien maintenues dans leurs écrous.

Le corps du piston est lié à sa tige en fer L par une clavette rectangulaire en fer et quelquefois en acier; pour que cet assemblage soit solide, le bout de la tige est légèrement conique de bas en haut, de sorte qu'en serrant la clé, celle-ci fait coïncider la tige avec toute l'ouverture également conique pratiquée au centre du piston. Cette tige doit être conduite dans une direction rigoureusement verticale, sans quoi elle serait forcée dans son mouvement, elle se courberait ou se romprait, et le piston tendrait à ovaliser le cylindre. Le système adopté pour diriger cette tige verticalement, et que Watt a appliqué dans ses machines à basse pression, est appelé *parallélogramme*; nous allons voir, en l'étudiant dans toutes ses parties, qu'il est encore construit pour conduire aussi verticalement la tige du piston de la pompe à air.

DU PARALLÉLOGRAMME, DU BALANCIER,
DE LA BIELLE ET DE LA MANIVELLE.

PARALLÉLOGRAMME. — La *moufle* ou douille en fonte *n* qui est ajustée à l'extrémité supérieure de la tige du piston, est solidement liée avec elle par une clavette de serrage et par deux clés à talons; elle est aussi traversée par l'axe horizontal en fonte *o* (fig. 2), qui sert à l'assembler avec les brides *M* du parallélogramme. Cet axe se termine par des tourillons qu'embrassent les coussinets dont les brides sont munies, pour leur permettre d'osciller légèrement autour de lui, dans leur mouvement ascensionnel et descensionnel; il ne peut tourner sur lui-même, car il est retenu par le bout de la tige du piston qui y pénètre en dessous d'une petite

quantité, comme le montre le détail fig. 14, pl. 17; ainsi il monte et descend verticalement comme la tige, sans tourner. Sur le même axe, entre les côtés de la douille et les coussinets des brides, sont portées les tringles cylindriques O (fig. 2 et 3), qui servent à joindre les chapes M avec celles parallèles M'. Ces tringles sont aussi garnies de coussinets en bronze à chaque extrémité, pour former articulation soit autour de l'axe o, soit autour de celui u.

Les chapes M sont en bon fer, à section rectangulaire, portant des coussinets à leur partie supérieure comme à leur partie inférieure (voyez les fig. 14 et 15). Elles sont montées sur les tourillons de l'axe en fonte p, qui, à son milieu, forme bague pour s'ajuster au bout du grand balancier en fonte N; cet ajustement est indiqué sur la coupe verticale fig. 10, pl. 16, où l'on voit que l'axe est retenu, d'un côté, contre une embase, et de l'autre par une calotte sphérique en fonte n' qu'un boulon à clavette lie au balancier; cette disposition est à la fois très-solide, très-simple et très-avantageuse, en ce qu'elle permet à l'axe de tourner librement autour du balancier dans un plan qui lui est perpendiculaire, sans sortir de ce plan et sans pour cela empêcher les brides M de tourner aussi autour de ses propres tourillons, dans des plans verticaux parallèles à celui du balancier. Dans l'intérieur des chapes, entre les coussinets, sont logées les pièces de fonte m', séparées par deux clés à talons et une clé droite, au moyen desquelles on tend à les écarter, et par suite à serrer les coussinets contre leurs tourillons, et sans pour cela changer la distance entre leurs centres; les fig. 14 et 15 de la pl. 17 expliquent bien cette construction.

Nous avons dit que les chapes M' sont parallèles aux précédentes; elles sont aussi de même longueur, et suspendues aux deux tourillons de l'axe en fer r, qui traverse le milieu du rayon du balancier. Elles sont également garnies de coussinets à chaque extrémité, pour tourner librement, comme les premières autour de leurs axes. Ces chapes sont en fer, partie ouverte à section rectangulaire, partie pleine légèrement conique et tournée; à leur milieu, elles portent un axe cylindrique et horizontal s, qui forme à cet effet tourillons à chaque extrémité pour être reçus par les coussinets dont elles sont encore munies en cette partie. L'objet de cet axe est de transmettre à la tige du piston de la pompe à air un mouvement alternatif, qu'il reçoit du balancier, et qui doit être dans une direction verticale, comme celle du piston à vapeur. Il porte donc à son milieu une douille en fonte t, traversée verticalement par le bout de cette tige, et solidement liée avec elle par deux clés à talon et une clé de serrage. Pour que l'axe ne puisse tourner sur lui-même, la tige y pénètre aussi d'une petite quantité. Les coussinets qui embrassent les tourillons de l'axe supérieur r, et

ceux qui embrassent les tourillons de l'axe inférieur s , sont serrés à la fois et par les mêmes clavettes qui, traversant la partie ouverte des chapes M' , tendent à écarter les courtes tiges verticales en fer rond v , lesquelles sont assemblées par un canon ou manchon creux x , à moulures, alésé pour leur servir de conducteur, et se terminent chacune par une embase, pour s'appuyer contre les coussinets. Le serrement de ces coussinets s'opère, comme on le voit, exactement de la même manière que ceux des premières chapes.

L'axe en fer u , qui réunit les brides M' par leur partie inférieure, est largement ouvert à son centre pour livrer passage à la tige P du piston de la pompe à air, pendant son mouvement. Il est aussi plus long que les axes précédents, parce qu'il doit non-seulement recevoir l'une des extrémités des tringles cylindriques O , dont nous avons parlé, mais encore les guides en fer Q (fig. 1 et 3) de même forme et de même longueur que les tringles, et qui, comme elles, sont garnies de coussinets à chaque extrémité. Ces guides tournent autour de tourillons fixes en fer, adaptés aux supports en fonte R , placés au-dessous de l'entablement, dans un plan vertical passant par l'axe de la tige du piston, et à une hauteur telle, que lorsque le balancier est horizontal, les guides sont eux-mêmes dans une position parallèle. Il en résulte que l'arc de cercle décrit par le tourillon r autour du centre de balancier est égal, mais en sens contraire, à celui décrit par l'axe u autour des tourillons fixés aux supports R . Or, dans cette position, le point d'attache de la tige du piston à vapeur, c'est-à-dire le centre de l'axe o , se trouve sur la même ligne horizontale que les axes de ces supports, et en même temps sur la verticale passant par le milieu de la flèche de l'arc décrit par l'extrémité r du balancier (fig. 2 et 3); ce point o jouit de la propriété de suivre cette verticale dans toute la hauteur de la course du piston. Et si, le joignant au centre du balancier par une ligne droite, on détermine l'intersection de cette ligne avec la verticale tirée aussi au milieu de la flèche de l'arc tracé par le point r , ou de celui décrit par le point u , le point de rencontre est justement le centre de l'axe s , au milieu duquel est suspendue la tige du piston de la pompe à air; ce point jouit aussi de la propriété de suivre la direction verticale dans toute la longueur de la course de ce piston.

Il est aisé de voir, en faisant le tracé géométrique indiqué sur la coupe générale (fig. 2), que ce point se trouve exactement au milieu des brides M' . Il pourrait s'y trouver également dans ce cas particulier où la longueur des brides M et M' serait faite égale au rayon de la manivelle ou à la moitié de la course du piston à vapeur, comme on le voit dans certaines machines moins puissantes. Nous pouvons du reste observer qu'en général, la course du piston de la pompe à air est égale à la moitié de celle

du piston à vapeur, et que le centre fixe des guides Q est pris sur la ligne verticale représentant l'axe du cylindre, et passant par le milieu de la flèche de l'arc décrit par l'extrémité du balancier.

Tout l'ensemble de ce parallélogramme se compose, comme on vient de le voir, d'un grand nombre de pièces qui, toutes d'ajustement, reviennent fort cher à établir, et exigent les soins les plus minutieux; aussi les constructeurs, qui adoptent ce système, doivent-ils apporter la plus grande attention, la plus grande surveillance dans leur exécution. Pour les machines à balancier, sans condensation, on n'a évidemment qu'à simplifier le système de parallélogramme; mais, lorsque, avec la tige du piston à vapeur, on doit encore guider la tige du piston de la pompe à air, on ne peut guère apporter de simplifications que dans les formes ou dans le mode d'exécution. Toutes les parties du parallélogramme étant à articulations, il importe aussi que les coussinets soient bien graissés, bien entretenus, sans quoi ils seraient susceptibles de se gripper, et d'user rapidement les tourillons.

BALANCIER ET SON ARBRE. — Le balancier N est une des pièces principales de la machine; fondu d'une même pièce, sa longueur n'est pas moins de 5^m 488, mesuré du centre de suspension des brides M à celui de la bielle; sa hauteur, au milieu, est de 0^m 828, et il est de plus renflé autour de son axe pour former un large et fort moyeu capable de résister à tout l'effort qu'il est susceptible de recevoir et de transmettre. Le trou pratiqué au centre de ce moyeu est octogonal, comme la section du corps de l'arbre N', dont l'ajustement est fait avec le plus grand soin; des rondelles tournées, en fer, sont placées de chaque côté du balancier pour cacher cet assemblage, comme on peut le voir par la coupe verticale fig. 4. Les bords extérieurs du balancier, dans le sens de sa longueur, ont la forme parabolique en dessus et en dessous (fig. 1 et 2): ces bords sont garnis de moulures arrondies que l'on distingue bien dans les coupes transversales (fig. 3, 4 et 9), et qui ajoutent à la solidité de la pièce; une forte nervure horizontale, existant au milieu et de chaque côté du panneau, consolide encore le balancier, et se raccorde avec les renflements ménagés autour de chacun des axes en fer qui le traversent en divers points. Nous avons déjà vu que ses extrémités sont tournées cylindriques pour former tourillons, et recevoir, d'une part, l'axe p auquel sont suspendues les premières chapes M du parallélogramme; et, de l'autre, un axe semblable p', qui lie cette extrémité avec la tête de la bielle; nous avons vu aussi (fig. 10) que ces axes sont ajustés libres sur chaque tourillon, et y sont retenus par des calottes sphériques en fonte n et n', qui, tout en terminant le balancier, y sont fixées par un boulon à clavette qui s'y trouve entièrement logé.

L'axe N° du balancier est en fonte, à section octogonale, vers le milieu, puis légèrement conique de chaque côté, et terminé par des tourillons cylindriques de grande portée, et qui n'ont pas moins de 0^m156 de diamètre. Ces tourillons sont mobiles dans des coussinets en bronze, disposés pour bien recevoir et conserver l'huile qui doit les graisser. Les paliers ou supports en fonte N², dans lesquels ces coussinets sont renfermés, présentent cet avantage, qu'étant complètement clos, ils peuvent être aisément garantis contre la poussière. Ainsi, le corps de chaque palier s'élève jusqu'au-dessus des coussinets, comme on peut bien le voir sur les coupes de détails, fig. 19 et 20, pl. 17, et se trouve recouvert d'une calotte mince en fonte, qui cache complètement le chapeau et ses boulons; cette calotte peut se mettre et s'enlever avec facilité. Le chapeau renfermé entre les deux joues verticales du palier, s'appuie sur le coussinet supérieur, et le serre contre le tourillon de l'arbre, au degré convenable, au moyen de deux boulons, dont les têtes quarrées sont logées dans les entailles ménagées exprès dans les nervures intérieures, fondues avec le corps du palier. Les têtes de boulons sont assez fortes pour être traversées par des vis de pression horizontales, qui, taraudées dans les joues latérales du support, viennent buter contre le coussinet inférieur, et permettent de le centrer aussi exactement que possible; des contre-écrous extérieurs empêchent ces vis de se desserrer. Sur la face extérieure, parallèle au balancier, une joue verticale est également venue de fonte avec le support et s'élève, comme les deux autres, jusqu'à la calotte qui le recouvre; sur la face opposée on a ménagé des feuillures qui permettent d'y ajuster une joue en tôle, ouverte pour le passage du tourillon. Par cette disposition, les coussinets et les tourillons de l'arbre sont complètement à l'abri de la poussière, et l'huile peut s'y conserver bien longtemps intacte. N'oublions pas de dire que les coussinets ne peuvent glisser dans le sens de la longueur de leur axe, car ceux inférieurs sont retenus par une nervure ménagée au-dessous et logée dans une entaille faite au milieu d'un compartiment horizontal, venu de fonte avec le palier. Le chapeau qui s'appuie sur les coussinets est représenté en plan et en élévation sur la fig. 21 (pl. 17), et l'un de ces coussinets est vu sous différentes faces, fig. 22.

ENTABLEMENT ET COLONNES. — Les supports N² sont fixés chacun par deux forts boulons sur la corniche en fonte S, qui entoure tout le balancier et se trouve à son milieu soutenu par son entablement T, qui, placé au-dessous et dans une direction perpendiculaire, se prolonge dans toute la largeur de la chambre de la machine, afin d'être supporté, non-seulement par les deux grandes colonnes U, mais encore par les deux murs principaux. Les mêmes boulons traversent dans leur hauteur la corniche et les oreilles de l'entablement avec lequel elles sont fondues; leurs têtes

arrondies sont seules apparentes sous le plafond. Pour que la corniche soit aussi suffisamment soutenue par ses extrémités, qui sont contournées en demi-cercles, comme le montre le plan, fig. 8, on a ménagé des prolongements en fonte qui vont s'appuyer sur les deux murs extérieurs de la chambre; ils supportent, en même temps, une partie du plancher qui est construit à cette hauteur, pour permettre d'aller visiter les pièces du parallélogramme, du balancier et des tourillons, de les graisser, au besoin, et de les démonter. Un second plafond existe aussi au-dessus: on a eu le soin de le consolider par des pièces de charpente capables de supporter de fortes charges, comme celle du balancier, de la bielle, etc. (pl. 18.)

Les deux colonnes qui supportent l'entablement sont en fonte, creuses et rondes dans toute leur hauteur, excepté leur base, qui forme un socle quarré, ouvert latéralement, et en partie ajusté dans des semelles de fonte (fig. 2 et 4), à moitié encastrées dans le massif en pierres de taille, sur lequel toute la machine est établie. Ces plaques sont entaillées pour recevoir de longues clavettes en fer qui, chassées entre elles et le plan inférieur du socle, tendent à soulever les colonnes, et par suite tout le système qu'elles supportent. En même temps de longs boulons de fondation traversent l'épaisseur inférieure des socles, celle des plaques et toute la hauteur du massif, au-dessous duquel elles sont retenues par des clavettes; de cette sorte les colonnes sont solidement assujetties par leur base. D'un autre côté, un fort goujon en fer y, enfermé et claveté au sommet de chaque colonne, les lie avec l'entablement par des clés de serrage, comme l'indique la coupe verticale, fig. 4. Cette construction est d'une très-grande solidité et ne laisse rien à désirer; aussi, tout le système peut être regardé comme ne faisant qu'un seul corps, et n'est susceptible d'aucun ébranlement pendant la marche de la machine.

BIELLE ET MANIVELLE. — Le mouvement vertical alternatif du piston doit être transformé en un mouvement de rotation continu, pour transmettre son action à la roue hydraulique. A cet effet, vers l'autre extrémité du balancier, est attachée une longue bielle en fonte V, qui, par sa partie inférieure, est assemblée à charnière avec la manivelle X, laquelle fait corps avec l'arbre moteur. Les tourillons de l'axe p', ajusté à l'extrémité du balancier, sont embrassés par les deux paires de coussinets renfermés dans les branches qui composent la tête de la bielle. Ces coussinets sont recouverts par des chapes en fer, qui, ajustées sur le sommet des branches de la bielle, y sont retenues par des clés à talons et une clavette de serrage, laquelle sert en même temps à rapprocher au besoin les coussinets, en tendant à faire descendre le supérieur et à éléver l'inférieur, de manière à ne pas changer la longueur réelle de la bielle. Au-dessous de ses branches, celle-ci est d'une section cylindrique et à cannelures, terminée

par des cordons ; tout le corps de la bielle présente la forme indiquée sur la coupe horizontale, fig. 6 : le contour extérieur des quatre nervures qui la rendent plus rigide, est en courbe parabolique. La partie inférieure est cylindrique, mais cependant rendue méplate sur deux côtés ; l'œil qui la termine est élargi, pour y loger des coussinets par lesquels elle est assemblée avec la manivelle X. Ces coussinets sont en bronze et embrassent le bouton en fer v' , fixé avec le manneton de la manivelle, et terminé par une rondelle, qu'une vis taraudée à son centre retient contre les coussinets, sans pourtant les empêcher de tourner librement autour du boulon. Pour serrer ces coussinets, deux clavettes inclinées en sens contraire traversent latéralement l'œil de la bielle, et s'appuient contre une cale de fonte qui se trouve logée entre elles et le coussinet supérieur : l'une des clavettes est ouverte d'un bout pour empêcher qu'elles ne se desserrent.

La manivelle est une forte pièce de fonte ajustée très-exactement sur le bout de l'arbre moteur, elle y est solidement retenue au moyen de trois clés à demeure, à section rectangulaire, encastrées en partie dans l'arbre, et en partie dans le moyeu de la manivelle. Un plateau tourné, en fonte, maintenu contre le bout par une vis taraudée au centre de l'arbre, cache presque entièrement cet ajustement.

DE LA COMMUNICATION DU MOUVEMENT,
ET DU MODÉRATEUR.

ARBRE ET VOLANT. — L'arbre moteur Y, à l'extrémité duquel la manivelle est montée, pour lui transmettre son mouvement de rotation, est d'une même pièce, en fonte pleine, renflé vers le milieu pour porter le volant, et quarré à l'extrémité opposée à la manivelle, pour recevoir le pignon droit, en fonte, qui engrène avec une grande couronne dentée intérieurement, et adaptée contre la jante extérieure de la roue hydraulique que la machine est destinée à faire mouvoir. Cet arbre a 2^m 90 de longueur totale ; le diamètre de ses tourillons est de 0^m 255 ; celui de la partie qui reçoit le moyeu du volant, est de 0^m 28 ; il est supporté par deux forts paliers en fonte Y', dont l'un, logé dans l'épaisseur du mur qui sépare la roue de la machine, n'a pu être figuré sur les dessins, et l'autre est placé tout près de la manivelle, et est assujetti sur une grande et forte plaque de fonte par deux boulons, dont la tige porte 42 millimètres de diamètre, et qui traversent, en même temps, tout le massif en pierres sur lequel repose le système. En dehors du palier, cette même plaque est traversée par deux autres boulons semblables. Le chapeau de fonte qui recouvre les coussinets en bronze dont les paliers sont garnis, y est retenu par quatre boulons de 21 millimètres de diamètre ; pour qu'on puisse serrer ces coussinets.

sinets également, on place entre le chapeau et le palier des cales en bois, bien dressées et d'égale épaisseur, qui permettent de vérifier aisément le degré de serrage. La plaque sur laquelle le palier est assujetti se prolonge à gauche et à droite de celui-ci, pour être traversée par deux nouveaux boulons qui descendent aussi dans toute la profondeur des massifs, retenus en dessous par des clavettes, et en dessus par des écrous ronds incrustés dans l'épaisseur du métal.

Le volant Z, placé sur le milieu de l'arbre moteur pour régulariser le mouvement de la machine, n'a pu être évidemment fondu d'une pièce, et lors même qu'on eût pu le faire, on l'aurait évité à cause des difficultés du transport et de la pose; il est donc composé de plusieurs pièces, savoir : d'un tourteau en fonte alésé, et fixé sur l'arbre par trois fortes clés ou nervures en fer; de huit bras ou croisillons, boulonnés sur le tourteau, et avec la couronne extérieure, et enfin de huit segments ou jantes en fonte, qui, rapprochées les unes contre les autres pour former une même couronne, sont liées par les boulons mêmes qui les assemblent avec les bras. La section donnée à cette couronne est égale à 357 centimètres quarrés, et son diamètre moyen est de 6^m 427, d'où l'on trouve qu'elle doit peser plus de 5,000 kilogrammes. Nous pouvons déjà remarquer que le poids et le diamètre de ce volant sont faibles, comparativement à la puissance de la machine, si on le met en parallèle avec les volants d'autres machines de même force, et même moins puissantes; mais on doit observer aussi que faisant mouvoir une roue hydraulique d'un très-grand diamètre, le mouvement de cette roue est déjà naturellement régulier, par conséquent le volant n'a pas besoin d'être d'une aussi grande énergie que si la machine était destinée à faire mouvoir d'autres appareils, comme des métiers de filature, par exemple, ou des moulins à farine.

Sur l'arbre à manivelle Y, est monté un fort pignon denté en fonte, de plus d'un mètre de diamètre, qui engrène avec une grande couronne dentée sur l'une des faces de la roue hydraulique à palettes que la machine à vapeur est destinée à faire mouvoir. Le rapport entre ce pignon et cette couronne dentée est de 1 à 6,377; par conséquent, pour faire faire une révolution à la roue hydraulique, l'arbre moteur doit en faire 6,37. Or, la machine à vapeur marche généralement avec une vitesse de 18 coups doubles par minute, par conséquent la roue hydraulique fait pendant ce temps

$$18 : 6,37 = 2,82 \text{ tours.}$$

MOUVEMENT DU PENDULE CONIQUE. — Sur le même arbre Y, et derrière son premier palier, est montée une roue d'angle à denture de fonte A' (fig. 5 et 7), laquelle est en deux parties réunies par des boulons, pour

faciliter son montage sur l'axe, sans déplacer celui-ci. Cette roue engrène avec un pignon d'angle B' d'un diamètre plus petit, et ajusté sur la partie inférieure de l'arbre vertical C' , de manière à transmettre à cet arbre une vitesse de 34 révolutions par minute, quand l'arbre moteur lui-même en fait 18, à la vitesse de régime. Le bout de l'arbre vertical est acieré pour pivoter sur un grain d'acier, ajusté dans la traverse d'un grand support en fonte D' , dont les deux jambes passent de chaque côté de l'arbre de couche, et se fixent sur la pierre de taille ; elles s'élèvent ensuite beaucoup au-dessus, et se réunissent à leur partie supérieure pour recevoir, à leur sommet, des coussinets en bronze qui embrassent le même arbre C' , vers son milieu ; des vis de pression latérales permettent de resserrer ces coussinets au besoin. Cet arbre se prolonge encore au-dessus pour porter les branches en fer b' du pendule conique, qui doit régler le mouvement de la soupape d'admission e , placée, comme nous l'avons vu, à l'entrée de la boîte de distribution E (fig. 2).

Le sommet de l'axe de ce pendule, ou modérateur, est ajustée une bague en cuivre c' , à oreilles, avec laquelle se lient par articulation les deux branches en fer méplat b' , armées chacune à son extrémité inférieure d'une forte boule en fonte tournée, de 0^m 235 de diamètre. Plus bas, et sur le même arbre, est ajustée une seconde bague en cuivre c^2 , à peu près semblable à la première, et assemblée par des tiges minces et cylindriques vers le milieu des branches méplates. Cette bague est traversée de part en part par une clavette en fer qui la lie avec une capsule ou petite pièce intérieure d' , renfermée dans l'arbre vertical, qui est creux dans cette partie, et même jusqu'à son sommet (voyez le détail fig. 33, pl. 18). Or, cette petite pièce est cylindrique et creuse elle-même pour recevoir une embase gouillée qui la lie à l'extrémité inférieure de la tige verticale e' , de manière à tourner avec l'arbre, sans entraîner cette tige dans son mouvement de rotation, mais cependant à la faire monter et descendre avec elle, suivant que la bague extérieure en cuivre, avec laquelle elle fait corps, s'élève ou s'abaisse, par l'écartement ou le rapprochement des boules. On conçoit que, pour permettre ce mouvement ascensionnel ou descensionnel, il faut qu'une rainure assez prolongée soit pratiquée dans l'arbre, à cause du passage de la clavette qui lie la bague avec la petite pièce intérieure.

La tige verticale e' , étant extrêmement faible de diamètre, est chargée d'un poids, en forme de boule, qui la tient rigide ; elle s'assemble, à sa partie supérieure, par articulation, à l'extrémité d'un levier en fer mince f' , et fixé par une vis sur le bout de la longue tringle horizontale h' , qui lui sert d'axe (fig. 2 et 5) ; un second levier f^2 , opposé au précédent, et ajusté sur cet axe, mais un peu plus loin, est chargé d'une boule qui fait équi-

libre à la tige verticale. Cette tringle est portée à ses extrémités par deux supports en fonte K', très-légers, adaptés au premier plafond de la chambre de la machine. Vers l'autre bout, elle porte un levier f^3 , semblable aux précédents, et auquel est suspendue la tige verticale e^2 , qui, comme la première, est aussi tendue par un poids; cette tige descend jusque vers la partie inférieure du cylindre à vapeur, afin d'être à portée pour l'attacher, par un levier à coulisse f^4 , fixé à la colonne F', avec une autre tige parallèle, qui alors s'élève jusqu'à la hauteur de la valve e . L'axe de celle-ci porte à l'extérieur de la boîte de distribution une manette, assemblée avec cette dernière tige, par conséquent il en reçoit un mouvement oscillatoire proportionnel à la marche rectiligne de la bague mobile en cuivre, qui embrasse l'arbre du pendule.

On voit donc maintenant que, lorsque la vitesse de celui-ci est trop grande, ce qui a lieu si l'axe de la machine elle-même s'accélère, les boules s'écartent, la bague mobile s'élèvera, et avec elle la tige verticale, d'où, par suite, la soupape tournera d'une certaine quantité, en rétrécissant le passage d , et par conséquent en diminuant l'introduction de la vapeur au cylindre. L'effet contraire a évidemment lieu lorsque la vitesse du pendule se ralentit, parce que les boules se rapprochent, et que la bague mobile descend, la soupape s'ouvre, il peut entrer plus de vapeur dans le cylindre, et, par suite, la machine peut reconquérir sa vitesse de régime.

DES POMPES A AIR, A EAU FROIDE ET ALIMENTAIRES.

POMPE A EAU FROIDE. — Une pompe aspirante L', indiquée sur le plan (fig. 7, pl. 16), a été additionnée à la machine pour amener de l'eau froide dans la bâche du condenseur et de la pompe à air. Construit en fonte, et alésé intérieurement, le corps de cette pompe est fixé sur un massif en pierres de taille, au-dessous du sol de la chambre de la machine. Son piston est en fonte, creux, pour donner passage à l'eau qu'il aspire, et couvert de deux clapets; son contour extérieur est garni d'un cuir embouti que l'on serre à volonté par une bague en fer ou en cuivre. La tige L^2 de ce piston est mue par le balancier de la machine (fig. 2); elle est en deux parties, et afin de suivre une direction verticale, les constructeurs ont appliqué un second parallélogramme, composé de deux brides ou chapes M^2 , semblables à celles M' du premier, et de deux guides Q', mobiles autour des axes de rotation o' (fig. 1), supportés par des chaises en fonte attachées à la corniche. Ainsi, la tige L^2 est suspendue vers le milieu des brides M^2 , par une douille en fonte, ajustée dans l'axe horizontal en fer s' qui les assemble. Les tourillons de l'axe supérieur r' qui attache ces brides avec le balancier, et ceux de l'axe inférieur u' qui les réunit avec les guides, sont embrassés

par des coussinets en bronze, comme ceux du premier parallélogramme. L'eau que ce piston aspire est généralement à une faible hauteur, parce que le niveau de la Seine avec laquelle elle communique se trouve toujours à peu de distance au-dessous (quelquefois ce niveau s'élève jusqu'à la pompe et même au-dessus). Cette eau est refoulée par le piston, au-dessus de la chapelle B² qui renferme un large clapet, et de là dans un grand réservoir en fonte K², d'où elle se rend par le tuyau R⁴ (fig. 7, pl. 16), dans la bâche inférieure S', laquelle n'est autre qu'une caisse rectangulaire en fonte, assise sur la maçonnerie.

CONDENSEUR ET POMPE A AIR. — La capacité dans laquelle se rend la vapeur, après avoir agi sur le piston, n'est autre qu'un cylindre vertical en fonte T', de 0^m 60 de diamètre, sur 1^m 141 de hauteur, placé au fond de la bâche en fonte S', afin d'être constamment entouré d'eau froide. Deux tuyaux t', t², munis chacun d'un robinet d'injection, sont adaptés contre la partie supérieure et latérale du cylindre; l'un t² communique directement avec l'intérieur de la bâche, l'autre t' descend jusque dans la rivière. La clé du premier robinet v' se prolonge verticalement pour recevoir à son extrémité un levier x', qui se lie à un levier semblable y¹, par la tringle horizontale z'; l'axe de celui-ci est une tige verticale en fer a², (fig. 3), soutenue par ses extrémités, et portant à son sommet une aiguille qui, en tournant avec l'axe, indique, sur un cadran fixe en cuivre gradué b², lorsque le robinet est ouvert ou fermé, et, par suite, permet au chauffeur de régler le degré d'ouverture de ce robinet, pour laisser entrer plus ou moins d'eau dans le condenseur. Le second robinet v² peut se régler de la même manière; sa clé porte aussi un levier x², lié par la tringle horizontale z², à celui y² qui est monté à la partie inférieure de la tige verticale a³, laquelle est à son sommet armée d'un index, qui indique de même, sur un cadran tout à fait semblable au premier, la limite d'ouverture et de fermeture du second robinet.

Par cette disposition on voit que comme le niveau de l'eau dans la Seine ne se trouve qu'à quelques mètres, au plus, au-dessous du condenseur, l'aspiration peut avoir lieu directement, et l'eau s'élève par le vide, à mesure que la vapeur vient s'y précipiter. Cependant les constructeurs ont jugé utile de renfermer ce condenseur et la pompe à air dans une bâche d'eau froide S', comme nous l'avons vu plus haut, pour que la température de l'eau de condensation soit moins élevée, et, par suite, pour opérer le vide plus complètement. Le robinet v² qui communique avec la bâche est d'ailleurs indispensable pour la mise en train de la machine, c'est celui-ci que l'on ouvre pour amener l'eau dans le condenseur, afin d'opérer le vide dans le cylindre à vapeur, au-dessus et au-dessous du piston. La communication est établie entre ce condenseur et la colonne verticale F', dont il

a été parlé plus haut, par le tuyau coudé en fonte T^2 , et avec la pompe à air, par un large conduit en fonte T^3 , fermé d'un couvercle méplat, également en fonte, et contenant un clapet en cuivre, qui s'ouvre à chaque fois que le piston de cette pompe s'élève.

L'objet de la pompe à air, dans la machine, est d'enlever l'eau de condensation, et avec elle l'air et les autres gaz qu'elle renferme. Le corps P' de cette pompe (fig. 7, pl. 16) est en fonte, alésé intérieurement à 0^m 60 de diamètre; sa partie inférieure est en communication avec le condenseur par le large conduit en fonte T^3 , et sa partie supérieure déverse dans une cuvette rectangulaire U' , qui est adaptée à la bâche. Un clapet de même forme et de même section se trouve entre la pompe et cette cuvette, et s'ouvre du côté de celle-ci.

À sa partie inférieure est aussi ménagée une communication avec une petite caisse de fonte S^2 , au milieu de laquelle est ajustée une soupape s^2 , qui s'ouvre de bas en haut (voyez le détail, fig. 24 et 25, pl. 17). L'objet de cette soupape est de donner sortie à l'air et à la vapeur condensée, au moment où l'on met la machine en train, avant que la pompe à air ne soit en action. La pression est assez considérable pour faire ouvrir cette soupape, et laisser ainsi échapper cet air et une partie de l'eau de condensation. Mais pendant la marche de la machine, la petite caisse s'étant remplie d'eau, et la pompe fonctionnant, la soupape s^2 reste fermée, l'air, les gaz et toute l'eau de condensation, sont enlevés par cette pompe.

Le piston P^2 de la pompe est en fonte, creux et tourné extérieurement (voy. le détail, fig. 31 et 32, pl. 18), pour former une gorge cylindrique sur laquelle on enveloppe des tresses de chanvre, semblables à celles du piston à vapeur, mais d'une section moindre. Sa base supérieure porte deux clapets en cuivre p^2 qui, s'ouvrant de bas en haut, donnent passage à l'eau et à l'air, pendant la descente du piston dans son corps de pompe; ils se ferment, au contraire, lorsque celui-ci remonte. Pour limiter l'ouverture de ces clapets, une pièce en fer p^3 , en forme de croix, est appliquée à peu de hauteur au-dessus du piston; elle est percée à son centre pour le passage de la tige verticale P , qui traverse le piston dans toute son épaisseur et le suspend, comme nous l'avons dit, à l'axe du milieu des chapes.

POMPE ALIMENTAIRE. — Une grande partie de l'eau élevée dans la cuvette U' par le piston de la pompe précédente, est amenée de cette cuvette au dehors de l'établissement, par un long tuyau de fonte V' , qui la déverse dans le bassin. Mais une autre portion est prise par la pompe aspirante et foulante X' , pour être envoyée à la chaudière. Cette pompe est représentée sur la coupe verticale, fig. 23, pl. 17, avec son réservoir d'air; elle est alésée intérieurement, et boulonnée latéralement contre la partie

supérieure de la bâche. Elle est complètement ouverte par le bas, et porte à sa base supérieure la chapelle qui renferme les deux soupapes $s^3 s^4$, dont l'une, la première s^3 , placée au sommet du tuyau X^2 , qui établit la communication de la pompe avec la cuvette de décharge, laisse entrer l'eau dans le corps de cette pompe quand son piston descend; la seconde soupape s^4 , placée à droite, établit la communication de la pompe avec le réservoir d'air U^2 pour donner issue à l'eau, lorsque le piston remonte. Ces deux soupapes sont en cuivre, leur base supérieure est conique, et repose sur un siège en cuivre de même forme, fixé dans la chapelle: elles sont limitées dans la hauteur de leur course par des pièces transversales en fer qui forment, en même temps, les têtes de boulons, par lesquels les couvercles qui ferment la chapelle sont assujettis sur celle-ci. Le réservoir d'air U^2 n'est autre qu'une cloche de fonte, boulonnée d'un côté, à la tubulure latérale de la chapelle, et de l'autre, au tuyau V^2 (fig. 7), qui se rend à la colonne d'alimentation élevée à 2^m 945 au-dessus de la chaudière.

Le piston X^3 de cette pompe est une douille en cuivre, alésée légèrement conique, pour l'ajustement de la tige en fer X^4 , qui le lie au balancier; sa gorge extérieure est enveloppée par une tresse de chanvre, qui est serrée entre ses deux embases. Le couvercle, placé sur le milieu de la chapelle, pour donner entrée au piston et à sa tige, forme, en même temps, boîte à étoupes, comme l'indique bien la coupe verticale (fig. 23, pl. 17).

On a pu remarquer dans le plan représenté (fig. 7, pl. 16) un tube horizontal V^3 , qui déverse dans la cuvette de décharge U' l'excédant de l'eau qui n'entrerait pas dans la colonne d'alimentation placée au-dessus de chaque chaudière.

Telle est la description générale de la machine de Saint-Ouen; elle sera sans doute trouvée bien longue par un grand nombre de nos lecteurs, mais comme nous présumons que plusieurs d'entre eux n'ont pas de connaissance sur ces machines, nous avons dû entrer dans des détails, quelquefois minutieux, et pourtant utiles, afin de les initier autant que possible dans toutes les particularités que ce système présente. Nous allons maintenant donner les dimensions des pièces principales qui constituent cette belle machine; puis nous entrerons dans les calculs auxquels elle donne lieu, afin d'en déduire les règles et les données nécessaires pour déterminer les dimensions des machines plus fortes ou plus faibles, établies sur le même système.

Les avantages des machines à basse pression, telles que celle que nous venons de décrire, sont: 1^o d'être d'un mouvement très-régulier et d'un entretien facile; 2^o les fuites de vapeur y sont moindres que dans les machines à moyenne et à haute pression; 3^o les chances d'explosion y sont plus

rares, et peut-être moins graves. Ce système a été, par cela même, généralement préféré jusqu'ici pour les bateaux à vapeur.

OBSERVATION. On a pu voir, par les dessins et la description qui précède, que cette machine marche à pleine pression, pendant toute la course du piston ; les orifices d'introduction de vapeur au cylindre se ferment vers les extrémités de la course, et s'ouvrent alternativement pendant la montée et la descente du piston. Nous verrons plus tard que les machines à détente, ou à expansion, que nous nous proposons d'étudier, et de donner avec autant de détails, sont plus économiques et plus avantageuses sous le rapport de la consommation du combustible.

DIMENSIONS

DES

PARTIES PRINCIPALES DE LA MACHINE DE SAINT-OUEN.

CHAUDIÈRES A VAPEUR.

DIMENSIONS D'UNE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR DE LA FORCE DE 20 CHEVAUX.

Longueur intérieure.....	5m. 520
Largeur de la partie inférieure.....	1m. 470
Diamètre du dôme	1m. 550
Hauteur entière.....	2m. 100
Hauteur du niveau de l'eau.....	1m. 350
Surface de chauffe directe exposée au feu.. 1m. 30 × 5m. 52 =	7m. ^q .176
Surfaces de chauffe latérales.....	2 × 1m. 35 × 5m. 52 = 14m. ^q .850
Surface totale.....	22m. ^q .026
Surface par cheval.....	1m. ^q .101
Volume d'eau dans la chaudière.....	9m. ^c .937
Volume ou capacité pour la vapeur.....	5m. ^c .208
Capacité par cheval.....	0m. ^c .260
Volume total de la chaudière.....	15m. ^c .145
Volume par cheval.....	0m. ^c .757
Rapport du volume d'eau à la capacité de la chaudière.....	0 656:1
Rapport de la capacité pour la vapeur à celle de la chaudière. 0	344:1

SOUPAPE DE SURETÉ.

Diamètre du tuyau de la soupape de sûreté.....	0m. 126
Section du tuyau.....	0m. ^q .0125

Pression intérieure par centimètre quarré.....	1 ^k . 20
Pression totale intérieure sous la soupape.....	150 ^k . 00

GRILLE ET FOYER.

Longueur de la grille	1 ^m . 215
Largeur de la grille	1 ^m . 180
Surface totale de la grille	1 ^m . 215 \times 1 ^m . 18 = 1 ^{m.q} .433
Surface par cheval.....	0 ^{m.q} .0717
Hauteur du cendrier.....	1 ^m . 180

CHEMINÉE ET CARNEAUX.

Côté du quarré de la section intérieure à la partie inférieure de la cheminée pour 40 chevaux ou deux chaudières.....	1 ^m . 070
Surface de cette section.....	1 ^{m.q} .145
Surface par cheval.....	0 ^{m.q} .0286
Côté du quarré à la partie supérieure de ladite.....	0 ^m . 680
Surface sur cette partie.....	0 ^{m.q} .4624
Surface de ladite par cheval	0 ^{m.q} .01156
Hauteur totale de la cheminée	26 ^m . 000
Largeur des carneaux.....	0 ^m . 350
Hauteur moyenne desdits.....	1 ^m . 120
Section desdits.	0 ^{m.q} .392
Rapport de la section des carneaux à la surface de la grille...	0 273:1

TUYAU D'ADMISSION DE VAPEUR AU CYLINDRE DE LA MACHINE.

Diamètre du tuyau intérieur.....	0 ^m . 190
Section dudit.....	0 ^{m.q} .0283
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 049:1
Surface par cheval.....	0 ^{m.q} .00071
Largeur des orifices d'entrée de vapeur.....	0 ^m . 358
Hauteur desdits.....	0 ^m . 085
Section de chaque orifice.....	0 ^{m.q} .0300
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 052:1
Surface par cheval..... =7,5 cent. quarrés ou	0 ^{m.q} .00075

MACHINE A VAPEUR.

CYLINDRE ET PISTON A VAPEUR.

Diamètre intérieur du cylindre.....	0 ^m . 856
Section dudit ou surface du piston.....	0 ^{m.q} .5755

Surface par cheval.....	0m.q.144
Hauteur du cylindre entre les deux fonds.....	2m. 120
Longueur de la course du piston.....	1m. 846
Nombre de coups doubles de piston par minute.....	18
Vitesse du piston par minute.....	66m. 476
Volume total de vapeur dépensée par minute.....	38m.c.247
Volume de vapeur dépensée par minute et par cheval.....	6m.c.956
Volume d'eau ou poids de cette vapeur dépensée par minute..	26k. 161
Quantité d'eau correspondante par cheval.....	0k. 654
Diamètre de la tige du piston.....	0m. 091
Section de cette tige.....	0m.q.0065
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 0113:1

BALANCIER ET PARALLÉLOGRAMME.

Longueur totale du balancier d'axe en axe.....	5m. 488
Demi-longueur dudit.....	2m. 744
Hauteur au milieu... ..	0m. 828
Hauteur aux extrémités.....	0m. 270
Épaisseur de la partie pleine ou panneau.....	0m. 045
Largeur de la nervure arrondie des bords.....	0m. 107
Épaisseur de la nervure horizontale du milieu.....	0m. 033
Largeur entière de cette nervure vers le milieu.....	0m. 360
Largeur entière de cette nervure vers les extrémités.....	0m. 228
Rapport de la hauteur du milieu au diamètre du cylindre...	0 967:1
Rapport de l'épaisseur du panneau à la hauteur du milieu..	0 054:1
Diamètre des bouts du balancier.....	0m. 177
Longueur desdits	0m. 190
Diamètre du corps de l'arbre du balancier.....	0m. 187
Section de cet arbre au milieu.....	0m.q.0275
Longueur totale de l'arbre.....	1m. 298
Diamètre des tourillons de cet arbre.....	0m. 156
Longueur de ces tourillons.....	0m. 200
Section des tourillons.....	0m.q.0191
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 033:1
Longueur des brides qui assemblent l'extrémité du balancier à la tige du piston , de centre en centre.....	0m. 773
Largeur de ces brides en fer.....	0m. 075
Épaisseur du fer de chaque côté.....	0m. 022
Section totale dudit des deux côtés.....	0m.q.0033
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 0057:1
Longueur des brides parallèles aux précédentes, et qui sup-	

POMPE A AIR ET CONDENSEUR.

Diamètre intérieur de la pompe à air.....	0m. 600
Section de cette pompe ou surface de son piston.....	0m. ^{q.} 2827
Course du piston, moitié de celle du piston à vapeur.....	0m. 923
Volume d'air et d'eau maximum qui pourrait être enlevé par la pompe à chaque révolution.....	0m. ^{c.} 261
Rapport de ce volume au double de celui du cylindre à vapeur.....	0 123:1
Diamètre du condenseur.....	0m. 600
Hauteur dudit.....	1m. 141
Capacité dudit.....	0m. ^{c.} 323

**ORIFICES DE COMMUNICATION DE LA POMPE A AIR AU CONDENSEUR
ET A LA CUVETTE DE DÉCHARGE.**

Longueur de ces orifices.....	0m. 447
Largeur ou hauteur desdits.....	0m. 155
Section de chaque orifice.....	0m. ^q .0693
Rapport de cette section à celle du condenseur et de la pompe à air.....	0 245:1
Diamètre de la tige du piston de la pompe à air.....	0m. 065
Section de cette tige.....	0m. ^q .0033

Rapport de cette section à celle de la pompe..... 0 0117:1

POMPE ALIMENTAIRE OU A EAU CHAUDE.

Diamètre intérieur de cette pompe.....	0m. 103
Section de ladite.....	0m.q.00083
Course de son piston.....	0m. 540
Volume d'eau maximum qui pourrait être envoyée dans la chaudière, par cette pompe, à chaque révolution.....	0m.c.00448
Volume d'eau total par minute.....	0m.c.0800
Volume d'eau par cheval et par minute.....	2lit. 00
(Elle peut donc envoyer dans la chaudière au moins le double de la quantité d'eau nécessaire à la dépense de vapeur, quand toutefois elle fonctionne bien.)	
Diamètre de la tige du piston de cette pompe.....	0m. 027
Section de cette tige.....	0m.q.00057
Diamètre du tourillon qui la suspend au balancier.....	0m. 050
Section de ce tourillon.....	0m.q.00196
Longueur dudit.....	0m. 063

POMPE A EAU FROIDE.

Diamètre intérieur de cette pompe.....	0m. 255
Section de ladite.....	0m. 0511
Course du piston=moitié de celle du piston à vapeur.....	0m. 923
Largeur de l'orifice pour l'entrée de l'eau.....	0m. 245
Hauteur dudit.....	0m. 105
Volume d'eau maximum que le piston pourrait amener dans la bâche du condenseur à chaque révolution.....	0m.c.0472
Diamètre de la tige du piston de cette pompe.....	0m. 044
Section de ladite.....	0m.q.00015
Diamètre des tourillons qui assemblent cette tige au balancier.....	0m. 056
Section desdits.....	0m.q.00025
Longueur desdits.....	0m. 074

RÉCIPIENT DE LA POMPE A EAU FROIDE.

Diamètre intérieur de ce récipient.....	0m. 875
Hauteur de la partie cylindrique.....	1m. 456
Capacité de cette partie.....	0m.c.875
Capacité entière y compris la partie demi-sphérique.....	1m.c.225
Diamètre intérieur du tuyau qui communique avec ce ré-	

cipient.....	0m. 190
Distance de son axe à celui de la pompe.....	0m. 315

BIELLE ET MANIVELLE.

Longueur de la bielle d'axe en axe.....	5m. 319
Diamètre de ses extrémités cylindriques.....	0m. 167
Diamètre au milieu.....	0m. 367
Épaisseur des nervures.....	0m. 027
Section au milieu.....	0m.q.0329
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 0567:1
Section des extrémités.....	0m.q.0219
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 038:1
Diamètre des tourillons qui assemblent la bielle au balancier.	0m. 100
Longueur desdits.....	0m. 100
Section de ces tourillons.....	0m.q.00785
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 0136:1
Longueur ou rayon de la manivelle d'axe en axe.....	0m. 923
Diamètre extérieur de son moyeu.....	0m. 607
Longueur dudit.....	0m. 230
Diamètre du trou pour se monter sur l'arbre.....	0m. 300
Diamètre de l'œil ou du maneton de la manivelle.....	0m. 310
Diamètre du trou.....	0m. 130
Longueur du trou.....	0m. 175
Diamètre du tourillon qui assemble cette manivelle à la bielle.....	0m. 108
Longueur dudit.....	0m. 175
Section dudit.....	0m.q.0092
Rapport de cette section à celle du cylindre.....	0 016:1

ARBRE DE LA MANIVELLE ET DU VOLANT.

Longueur totale de cet arbre.....	2m. 900
Distance des collets, milieu à milieu.....	1m. 984
Diamètre du corps de l'arbre.....	0m. 280
Section de cet arbre.....	0m.q.0616
Longueur desdits.....	0m. 308
Diamètre des tourillons.....	0m. 255
Section de ces tourillons.....	0m.q.0511
Epaisseur des coussinets en bronze qui les reçoivent.....	0m. 024
Epaisseur du chapeau en fonte.....	0m. 066
Diamètre des quatre boulons dudit.....	0m. 021
Largeur de la semelle du palier.....	0m. 315

Longueur de ladite.....	0m. 973
Hauteur du centre du palier au-dessus de la semelle.....	0m. 281
Épaisseur de la semelle.....	0m. 060
Diamètre des deux boulons qui fixent le palier	0m. 042

VOLANT DE LA MACHINE.

Diamètre extérieur du volant.....	6m. 732
Largeur de la jante.....	0m. 305
Épaisseur de ladite.....	0m. 117
Diamètre moyen de la jante.....	6m. 427
Section de ladite.....	0m.q.0357
Poids calculé de ladite.....	5184 kilog.
Vitesse à la circonférence moyenne par seconde.....	6m. 057
Diamètre du plateau formant moyeu.....	1m. 378
Nombre de bras.....	8
Longueur du moyeu.....	0m. 316
Diamètre du trou.....	0m. 280
Énergie du volant pour un demi-tour.....	9590 kilogrammet.
Rapport de l'énergie du volant à celui de la machine pour un coup de piston.....	3,196:1

ENGRENAGES DE COMMANDE.

Diamètre primitif du pignon placé à l'extrémité de l'arbre de la manivelle.....	1m. 054
Nombre de dents.....	32
Largeur des dents parallèlement à l'axe.....	0m. 314
Épaisseur des dents, au cercle primitif.....	0m. 050
Pas des dents.....	0m. 103
Diamètre primitif de la couronne dentée adaptée à la roue hydraulique et commandée par le pignon précédent.....	6m. 720
Nombre de segments qui composent cette couronne.....	12
Diamètre extérieur de la roue hydraulique.....	10m. 600
Diamètre des cercles en fonte portant les aubes.....	7m. 730
Largeur des aubes parallèlement à l'axe.....	1m. 210
Profondeur des aubes.....	1m. 825
Nombre d'aubes.....	36
Surface d'une aube.....	2m.q.208
Angle de l'aube avec la tangente à la couronne de fonte.....	60°



CALCULS

RELATIFS AUX DIVERSES PARTIES DES MACHINES A VAPEUR

A BASSE PRESSION ET A DOUBLE EFFET,

AVEC CONDENSATION, MAIS SANS DÉTENTE.

Dans les machines dites à basse pression, la vapeur est produite dans la chaudière à une température peu élevée au-dessus de cent degrés centigrades ; on la compte généralement à 105 degrés ; dans ce cas, sa tension est égale à une colonne de mercure de 90 centimètres, c'est-à-dire de 14 centimètres au-dessus de la pression atmosphérique ; elle est par conséquent équivalente à la pression de 1 at. 17 ou de 1^k 20 par centimètre quarré. C'est à cette pression que les machines de Watt, sans détente, sont calculées, et celle qui nous occupe est réglée sur cette donnée.

Mais il y a une différence bien grande entre cette pression de la vapeur dans la chaudière, et celle qui donne la puissance effective de la machine. Il est évident qu'une partie est absorbée soit par la contre-pression du condenseur, soit par les frottements des pistons et de toutes les parties mobiles, soit par les fuites et par les refroidissements. Aussi, pour toutes ces causes, on estime que la force effective est à peine de 0^k 50, par centimètre quarré, dans un grand nombre de machines, et au plus de 0^k 65 dans les plus puissantes. Il nous sera facile de voir par les résultats suivants quel est le rapport de l'effet utile de la machine actuelle à la dépense réelle, et nous pourrons nous convaincre que, malgré tous les soins apportés dans sa construction, ce rapport n'est pas de plus de 63 pour 100.

Nous avons vu, par les données précédentes, que le diamètre du piston est de 0^m 856, et que par conséquent sa surface est de 5755 centimètres carrés. Nous avons vu aussi que la course du piston est de 1^m 846, et comme il donne généralement 18 doubles coups par minute, quoique la machine n'ait été calculée que sur 17 doubles coups au plus, sa vitesse est donc égale à

$$18 \times 2 \times 1^m 846 = 66^m 456 \text{ par minute,}$$

soit 1^m 1076 par seconde.

Or, la quantité d'eau élevée par la roue hydraulique dans le bassin de Saint-Ouen a été de 2640 mètres cubes par heure, à une hauteur moyenne de 4^m 89 ; c'est donc 44 mètres cubes par minute, et 0^{m.c.}733 ou 733 lit. 3 par seconde à cette hauteur ; ce qui correspond à

$$733^k 3 \times 4^m 89 = 3506 \text{ kilogrammètres par seconde.}$$

Et comme on compte 75 kilogrammètres pour la puissance d'un cheval-vapeur, ce travail est donc égal à

$$6386 : 75 = 47,81 \text{ chevaux.}$$

Force effective supérieure à celle pour laquelle la machine a été livrée.

Si la vitesse du piston était égale à un mètre par seconde, on trouverait que cette puissance, divisée par la surface entière du piston en centimètres quarrés, donnerait

$$3586 : 5755 = 0^k 623$$

pour la pression effective par centimètre quarré; mais comme cette vitesse est de 1^m 1076 par seconde, cette pression effective se réduit à 0^k 562. Ainsi le rapport du travail réel obtenu à la puissance de la vapeur dans la chaudière est de

$$0^k 562 : 1^k 20 = 0,47,$$

c'est-à-dire au moins de 47 pour 100. Mais, si on tient compte du refroidissement de la vapeur en arrivant au cylindre, et du défaut de vide dans le condenseur, lequel résultant de la vapeur non condensée, produit, sur la face opposée à l'action de la vapeur sur le piston, une pression qui souvent n'est pas moins de 0^k 15 par centimètre quarré, on devra dire que la pression réelle de la vapeur sur le piston n'est pas de plus de 1^k par centimètre quarré. Alors le rapport du travail utile à la pression de la vapeur sur le piston devient

$$0,56 : 1 = 0,56 \text{ ou } 56 \text{ pour } 100.$$

Ainsi, les 0,44 de la force dépensée, en dehors du travail obtenu, ont été employés

- 1^o Pour vaincre les frottements du piston à vapeur dans le cylindre;
- 2^o Pour ouvrir et fermer les tiroirs et soupapes;
- 3^o Pour vaincre les frottements de tous les tourillons et des tiges;
- 4^o Pour compenser les pertes de vapeur de toutes espèces;
- 5^o Pour le mouvement du piston de la pompe à air;
- 6^o Pour celui des pompes à eau froide et à eau chaude;
- 7^o Pour vaincre les frottements des engrenages et des tourillons de la roue hydraulique;

8^o Pour compenser les pertes d'eau dans le mouvement de cette roue.

On peut, sans erreur sensible, estimer que la perte de force exprimée dans ces deux derniers articles est d'environ 7 pour 100, par conséquent toute la différence de force dépensée serait absorbée dans le mouvement de la machine. Ainsi, en ajoutant ces 7 pour 100 aux 56 pour 100 trouvés précédemment, nous pourrons dire que la force réelle de la machine à l'arbre du volant est à très-peu près égale à 0,63 de celle de la vapeur sur

le piston, ou, en d'autres termes, que la puissance utile de la machine mesurée sur l'arbre du volant est égale à 53,8 chevaux. Ces résultats se rapportent avec la règle donnée par Tredgold pour calculer les machines à basse pression, laquelle consiste :

A multiplier la pression moyenne effective de la vapeur sur le piston par la surface de celui-ci, exprimée en centimètres quarrés, et le produit par la vitesse en mètres par seconde.

Le résultat exprime l'effet utile de la machine en kilogrammètres.

Pour avoir la force en chevaux, il suffit de diviser ce résultat par 75.

Ainsi, le diamètre du cylindre (dans la machine dont nous nous occupons) étant de 0^m 856, et sa section de 5755 centimètres quarrés; la pression effective sur le piston étant de 0^k 63 par centimètre quarré, et sa vitesse de 1^m 1076,

$$\text{on a} \quad 0,63 \times 5755 \times 1,1076 = 4015^k 67,$$

$$\text{d'où} \quad 4015,67 : 75 = 53,54 \text{ chevaux.}$$

Mais la pression effective sur le piston n'est pas toujours de 0^k 63 par centimètre quarré, elle est bien plus souvent au-dessous qu'au-dessus de cette quantité. Elle varie non-seulement suivant la puissance de la machine, mais encore suivant son degré d'entretien. Ainsi, quelquefois la pression effective ne sera pas de 0^k 45 pour des machines de faible force, tandis que dans des machines de grande puissance, elle pourra s'élever à 0^k 65.

Du reste, ayant cherché à donner sur ce système de machine des documents pratiques et aussi précis que possible, nous avons présenté dans la table suivante les diamètres et vitesses de piston à vapeur, depuis la force de 1 cheval jusqu'à celle de 200 chevaux. Cette table est déduite d'un ouvrage anglais très-estimé (*Encyclopædia Metropolitana*) (1), seulement nous l'avons transcrise en mesures françaises.

Les machines à simple effet sont de mêmes dimensions que celles à double effet, mais seulement d'une puissance moitié moindre; ainsi le cylindre d'une machine à basse pression de 25 chevaux, marchant à simple effet, c'est-à-dire recevant la vapeur au-dessus du piston en descendant seulement, est exactement le même que celui d'une machine de 50 chevaux, dans laquelle la vapeur agit alternativement en dessus et en dessous du piston.

(1) Cette encyclopédie des sciences, des arts et des manufactures, rédigée par une société de savants très-distingués et éditée par M. Edward Smedley, est publiée en quatre divisions formant aujourd'hui 19 gros volumes grand in-4^o, avec planches gravées. Le volume relatif aux manufactures et dans lequel nous avons puisé cette table, a paru en 1836; il a pour titre: *A Treatise on the Manufactures and Machinery of Great Britain, by Peter Barlow*. 2^e division, vol. vi.

1^{re} TABLE

DES DIAMÈTRES ET VITESSES DES PISTONS DANS LES MACHINES À VAPEUR À BASSE PRESSION
ET À DOUBLE EFFET.

FORCE en chevaux.	DIAMÈTRE du piston.	SURFACE DU PISTON.		COURSE du piston.	NOMBRE de coups doubles par minute.	VITESSE du piston par seconde.	VITESSE du piston par minute.
		Surface totale.	Surface par cheval.				
1	0. 452	0. 0181	481	0. 510	50	0. 850	51. 00
2	0. 213	0. 0356	478	0. 609	42	0. 863	51. 80
4	0. 295	0. 0684	471	0. 761	34	0. 900	54. 00
6	0. 353	0. 0979	463	0. 914	31	0. 914	56. 66
8	0. 404	0. 1280	460	1. 067	27	0. 960	57. 62
10	0. 450	0. 1590	459	1. 219	24	0. 975	58. 54
12	0. 490	0. 1885	457	1. 219	24	0. 975	58. 54
14	0. 523	0. 2148	453	1. 371	22	1. 003	60. 03
16	0. 553	0. 2400	450	1. 371	22	1. 005	60. 03
18	0. 584	0. 2682	449	1. 371	22	1. 005	60. 03
20	0. 610	0. 2922	446	1. 523	20	1. 015	60. 92
22	0. 638	0. 3496	445	1. 523	20	1. 015	60. 92
24	0. 663	0. 3456	444	1. 695	18	1. 016	60. 95
26	0. 688	0. 3718	443	1. 695	18	1. 016	60. 95
28	0. 710	0. 3956	441	1. 695	18	1. 016	60. 95
30	0. 726	0. 4139	437	1. 828	17	1. 036	62. 46
32	0. 749	0. 4406	437	1. 828	17	1. 036	62. 46
34	0. 770	0. 4657	437	1. 828	17	1. 036	62. 46
36	0. 790	0. 4904	436	1. 828	17	1. 036	62. 46
38	0. 805	0. 5089	434	1. 987	16	1. 060	63. 60
40	0. 825	0. 5345	434	1. 987	16	1. 060	63. 60
45	0. 872	0. 5985	433	1. 987	16	1. 060	63. 60
50	0. 914	0. 6575	433	2. 433	15	1. 066	64. 00
55	0. 954	0. 7448	430	2. 435	15	1. 066	64. 00
60	0. 996	0. 7791	430	2. 285	14	1. 066	64. 00
65	1. 033	0. 8385	429	2. 285	14	1. 066	64. 00
70	1. 073	0. 9030	429	2. 438	13	1. 057	63. 40
75	1. 110	0. 9677	429	2. 438	13	1. 057	63. 40
80	1. 143	1. 0316	429	2. 438	13	1. 057	63. 40
85	1. 173	1. 0906	428	2. 590	12	1. 036	62. 46
90	1. 208	1. 1380	426	2. 590	12	1. 036	62. 46
95	1. 237	1. 2000	426	2. 590	12	1. 036	62. 46
100	1. 270	1. 2637	426	2. 590	12	1. 036	62. 46
110	1. 328	1. 3860	426	2. 743	11	1. 006	60. 36
120	1. 389	1. 5123	426	2. 743	11	1. 006	60. 36
130	1. 447	1. 6400	426	2. 743	11	1. 006	60. 36
140	1. 497	1. 7568	426	3. 743	11	1. 006	60. 36
150	1. 545	1. 8749	425	3. 017	10	1. 006	60. 36
160	1. 595	2. 0050	425	3. 017	10	1. 006	60. 36
170	1. 644	2. 1250	425	3. 017	10	1. 006	60. 36
180	1. 683	2. 2286	424	3. 017	10	1. 006	60. 36
190	1. 733	2. 3560	424	3. 017	10	1. 006	60. 36
200	1. 778	2. 4800	424	3. 047	10	1. 006	60. 36
1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e

Pour compléter cette table, nous avons déterminé la surface du piston par force de cheval, en centimètres quarrés, afin de faire voir que cette surface devait proportionnellement décroître, à mesure que le rapport de l'effet utile à la force dépensée augmente. Ainsi nous trouvons que dans une machine de dix chevaux, par exemple, la surface du piston est de 159 centimètres quarrés par force de cheval, et que dans une machine de cent chevaux, la surface du piston n'est plus que de 126 centimètres quarrés par cheval; cette surface est encore moindre pour une machine plus forte. Dans le premier cas, la pression effective de la vapeur sur le piston est de 0^h49 par centimètre quarré; dans le second, cette pression s'élève à 0^h58. Ces pressions effectives sont données dans la quatrième colonne de la seconde table, que nous verrons un peu plus loin.

DIAMÈTRE DES PISTONS.

On pourrait donc, au moyen de la table précédente, déterminer d'une manière bien simple le diamètre et la vitesse du piston d'une machine à basse pression et à double effet, la vapeur produite dans la chaudière étant supposée à une pression de 1^{at.} 17, qui correspond à une colonne de mercure de 90 centimètres.

Règle. — Il suffirait de chercher dans la table quelle est la surface du piston par cheval, et de la multiplier par le nombre de chevaux de la machine à construire, puis de déterminer la surface du cercle correspondant.

Exemple. — Quel serait le diamètre à donner au piston d'une machine à vapeur, à basse pression et à double effet, de la force de 25 chevaux?

On voit dans la quatrième colonne de la table précédente que la surface à donner au piston doit être de 144 centimètres quarrés par force de cheval, avec une vitesse de 1^m016 par seconde,

On aurait donc

$$144 \times 25 = 3600 \text{ cent. quarrés,}$$

pour la surface du piston,

$$\text{d'où } \sqrt{3600} \times 0,7854 = 67 \text{ c. 7.}$$

Ainsi le diamètre du piston est de 0^m677.

Les vitesses par seconde et par minute, données dans les deux dernières colonnes de la table, sont généralement les vitesses de régime, adoptées en pratique dans l'établissement des machines à vapeur, quel que soit d'ailleurs le nombre de révolutions de la manivelle ou le nombre de coups de piston par minute, puisque ce nombre est variable suivant la longueur de la course que l'on veut donner au piston. Ainsi, dans les machines fixes pour manufactures ou fabriques, la course du piston est généralement plus

longue, et par suite il donne moins de coups par minute, que dans les machines pour bateaux ; comme dans ces dernières on cherche à réduire le plus possible les hauteurs de l'appareil, la course est proportionnellement beaucoup plus courte pour la même force.

La longueur de la course du piston se règle à volonté par le constructeur, suivant qu'il trouve plus commode, pour ses transmissions de mouvement, de faire faire à la manivelle plus ou moins de révolutions par minute, sans pour cela apporter des différences sensibles dans la vitesse du piston, par rapport à celles adoptées dans la table.

Si pourtant on voulait établir une machine avec une vitesse plus faible ou plus grande que celle donnée dans cette table, il faudrait évidemment avoir égard à cette différence, et augmenter ou diminuer proportionnellement la surface à donner au piston par cheval, afin d'obtenir la puissance demandée, et cela au moyen d'une simple opération.

Exemple. — Soit proposé de construire la machine précédente, de la force effective de 25 chevaux, avec une vitesse de piston de 1 mètre par seconde, au lieu de 1^m 016 ?

Il suffirait d'établir la proportion inverse suivante :

$$1^m : 1^m 016 :: 144^{\text{c. q.}} : x.$$

$$\text{d'où} \quad x = 144 \times 1,016 = 146^{\text{c. q.}} 3$$

pour la surface à donner au piston par force de cheval; par conséquent,

$$146,3 \times 25 = 3657^{\text{c. q.}} 5 \text{ pour la surface totale,}$$

$$\text{et} \quad \sqrt{3657,5} \times 0,7854 = 68^{\text{c. q.}} 25, \text{ diamètre du piston.}$$

Nous avons donné dans une seconde table, comme complément de la première, les dépenses de vapeur correspondantes aux forces de machine, et nous en avons déduit les dépenses par force de cheval et par minute. On peut reconnaître, par la sixième colonne qui donne ces dépenses, qu'elles sont sensiblement plus considérables dans les machines de petites forces que dans les machines puissantes, ce qui doit être évidemment; ainsi, pour une machine de 12 chevaux, la dépense de vapeur est de 0^{m. c.} 920 par minute et par cheval, tandis que, dans une machine de 100 chevaux, cette dépense ne s'élève plus qu'à 0^{m. c.} 785, pour la même force et dans le même temps.

Les dépenses de vapeur ont été calculées en multipliant la surface du piston par sa vitesse par minute; nous n'avions pas besoin de faire entrer en compte les pertes de vapeur, résultant du refroidissement ou des fuites, et que Tredgold estime à environ 1/10 de la dépense totale; nous ne devrons évidemment en tenir compte que dans le calcul des chaudières.

II^e TABLE

DES QUANTITÉS DE VAPEUR ET DE CHARBON DÉPENSÉES DANS LES MACHINES A VAPEUR
A BASSE PRESSION ET A DOUBLE EFFET.

FORCE en chevaux.	FORCE en kilogrammètres.	PRESSION EFFECTIVE sur le piston,		VOLUME DE VAPEUR dépensée par minute,		QUANTITÉ DE CHARBON consommée par heure,	
		totale.	p. cent. quar.	total.	par cheval.	totale.	par cheval.
1	75	88	0.49	0. 924	0. 924	9. 4	9. 40
2	150	174	0.49	1. 846	0. 923	14. 5	7. 25
4	300	335	0.49	3. 692	0. 923	23. 8	5. 95
6	450	479	0.49	5. 532	0. 922	33. 4	5. 54
8	600	627	0.49	7. 376	0. 922	36. 5	4. 80
10	750	778	0.49	9. 303	0. 920	45. 4	4. 53
12	900	924	0.49	11. 040	0. 920	53. 4	4. 42
14	1050	1052	0.49	12. 880	0. 920	57. 4	4. 08
16	1200	1200	0.50	14. 440	0. 900	63. 5	3. 90
18	1350	1344	0.50	16. 082	0. 895	69. 4	3. 85
20	1500	1490	0.54	17. 804	0. 890	75. 3	3. 76
22	1650	1630	0.54	19. 470	0. 885	79. 8	3. 62
24	1800	1797	0.52	21. 090	0. 878	84. 8	3. 53
26	2050	1973	0.53	22. 672	0. 872	89. 3	3. 43
28	2100	2095	0.53	24. 080	0. 860	93. 9	3. 35
30	2250	2193	0.53	25. 740	0. 858	98. 0	3. 26
32	2400	2335	0.53	27. 388	0. 856	102. 9	3. 21
34	2550	2468	0.53	28. 948	0. 854	107. 9	3. 19
36	2700	2600	0.53	30. 456	0. 846	112. 9	3. 13
38	2850	2698	0.53	32. 300	0. 850	117. 0	3. 08
40	3000	2832	0.53	34. 000	0. 850	121. 5	3. 03
45	3375	3180	0.53	38. 065	0. 846	133. 3	2. 96
50	3750	3544	0.54	42. 073	0. 844	140. 6	2. 89
55	4125	3870	0.54	45. 740	0. 832	152. 3	2. 76
60	4500	4210	0.54	49. 920	0. 832	161. 5	2. 68
65	4875	4600	0.55	53. 625	0. 823	174. 2	2. 67
70	5250	4975	0.55	57. 260	0. 818	184. 1	2. 62
75	5625	5325	0.55	61. 350	0. 818	196. 3	2. 60
80	6000	5776	0.56	65. 393	0. 817	203. 2	2. 54
85	6375	6246	0.57	67. 830	0. 798	215. 8	2. 53
90	6750	6492	0.57	70. 720	0. 786	228. 5	2. 52
95	7125	6900	0.58	74. 592	0. 785	238. 9	2. 52
100	7500	7329	0.58	78. 552	0. 783	251. 6	2. 52
110	8250	8202	0.59	83. 645	0. 760	275. 0	2. 50
120	9000	8950	0.59	91. 267	0. 760	300. 0	2. 50
130	9750	9690	0.59	98. 974	0. 760	325. 0	2. 50
140	10500	10500	0.60	106. 023	0. 757	350. 0	2. 50
150	11250	11249	0.60	113. 201	0. 755	375. 0	2. 50
160	12000	12000	0.60	120. 640	0. 754	400. 0	2. 50
170	12750	12750	0.60	127. 731	0. 754	425. 0	2. 50
180	13500	13500	0.61	134. 694	0. 748	450. 0	2. 50
190	14250	14250	0.61	142. 485	0. 748	475. 0	2. 50
200	15000	15000	0.61	149. 668	0. 748	500. 0	2. 50

Règle. — Ainsi, d'après cette table, pour calculer d'une manière générale le diamètre à donner au cylindre à vapeur, « il suffirait de chercher « dans la sixième colonne le volume de vapeur correspondant à la force « nominale de la machine à construire, de diviser ce volume par la vitesse « du piston par minute, et de déterminer le diamètre du cercle correspondant à la surface trouvée. »

Exemple. — Quel est le diamètre à donner au piston d'une machine à basse pression et à double effet, de la force de 25 chevaux, la vitesse de ce piston devant être de 60 mètres par minute?

On trouve dans la sixième colonne de la table que la dépense de vapeur, pour une machine de 24 chevaux, est de 0^{m.c.} 878 par minute et par force de cheval; par conséquent pour 25 chevaux,

$$\text{Elle sera de } 0^m 878 \times 25 = 21^m.c. 95.$$

$$\text{On a donc } 21^m.c. 95 : 60^m = 0^m. 3658, \text{ surface du piston.}$$

$$\text{D'où } \sqrt{0^m. 3658} \times 0^m. 7854 = 0^m. 6825, \text{ diamètre à donner au piston.}$$

On voit donc combien, au moyen de telles tables, il est facile de calculer le diamètre du cylindre à vapeur. Nous allons de même chercher à déterminer les dimensions des autres parties principales de la machine, et qui, pour la plupart, se déduisent de celles du piston.

DIMENSIONS DU TUYAU ET DES ORIFICES A VAPEUR.

D'après la règle adoptée par MM. Boulton et Watt, la *section du tuyau qui amène la vapeur au cylindre, et celle des orifices d'introduction, est égale à la 25^e partie de la surface du piston.*

D'où il résulte que le diamètre à donner au tuyau d'admission doit être le 1/5 de celui du cylindre.

Ainsi, dans la machine de Saint-Ouen, le diamètre du tuyau de vapeur devrait avoir

$$0^m. 856 : 5 = 0^m. 171.$$

Les constructeurs lui ont donné 19 centimètres; la section est donc, dans ce cas, le 1/20 de celle du cylindre.

La section des orifices d'introduction est, comme nous l'avons vu, de 0^{m.} 0304, par conséquent le rapport de cette section à la surface du piston est égal à

$$304 : 5755 = 0,054,$$

c'est-à-dire que cette section est presque le 1/18 de celle du cylindre.

Nous remarquerons, du reste, que plus la vitesse de la machine est grande, plus l'on doit augmenter la surface du tuyau et des orifices; c'est

à tel point, que, dans les machines locomotives, cette section est quelquefois égale à $1/12$ ou $1/13$ de celle des cylindres, et cependant la pression de la vapeur est beaucoup plus élevée, puisqu'elle est ordinairement de 3 à 4 atmosphères, et quelquefois davantage (1).

DIMENSIONS DES CHAUDIÈRES.

Nous avons donné plus haut les dimensions principales de l'une des trois chaudières à vapeur établies à Saint-Ouen, et dont deux sont toujours en activité pendant la marche de la machine. Nous avons trouvé que la surface de chauffe de chaque chaudière était, en totalité, de $22^{\text{m.}^2} 026$, ce qui donne pour les deux une surface totale de $44^{\text{m.}^2} 052$.

Nous avons vu aussi que le volume de vapeur engendré par le piston était de $38^{\text{m.c.}} 247$ par minute, ou de $26 \text{ k. } 161$ (2); suivant Tredgold, il faut ajouter environ le $1/10$ de cette quantité pour avoir la dépense totale, à cause des fuites et du refroidissement (ce qui donnerait $28 \text{ k. } 78$, pour le poids de la vapeur totale dépensée par minute, par conséquent

$1726 \text{ k. } 62$ ou $1^{\text{m.c.}} 727$ d'eau par heure).

Ainsi, avec une surface totale de $44^{\text{m.}^2} 052$, exposée à la flamme, à l'air chaud et à la fumée, on a pu vaporiser $1^{\text{m.c.}} 727$ d'eau en une heure; c'est donc $25^{\text{m.}^2} 51$ pour un mètre cube.

Watt comptait, dans ses machines, 26 mètres carrés de surface de chauffe totale pour vaporiser 1 mètre cube d'eau par heure.

La surface du fond de la chaudière, celle directement exposée au feu, est égale à $7^{\text{m.}^2} 176$; par conséquent celle des deux chaudières est de $14^{\text{m.}^2} 352$, ou environ le tiers de la surface totale.

De là, nous pouvons conclure que dans les machines à basse pression :

1° Pour vaporiser un mètre cube d'eau par heure, il faut environ 26 mètres carrés de surface totale de chauffe, dont le tiers directement exposé au feu, et formant la surface du fond de la chaudière;

2° Un mètre carré de surface de chauffe peut moyennement réduire $0^{\text{m.c.}} 0384$ ou $38 \text{ k. } 4$ d'eau en vapeur, par heure;

3° Il faut compter $1^{\text{m.c.}} 10$ à $1^{\text{m.c.}} 40$ de surface de chauffe, par force de cheval.

D'après ces données, il sera toujours facile de déterminer la surface de chauffe à donner à une chaudière à vapeur, pour vaporiser une quantité d'eau correspondante à la force de la machine à construire.

(1) Les chaudières de ces machines sont maintenant presque toutes timbrées à $6 \frac{1}{2}$ ou 7 atm.

(2) A la température de 105 degrés, le poids d'un mètre cube de vapeur est égal à 0 kil. 684.

La capacité totale de chaque chaudière est de 15^{m.c.} 145, par conséquent celle des deux chaudières réunies, de 30^{m.c.} 290. En n'estimant la force de la machine que de 40 chevaux, comme elle a été vendue, on voit que les constructeurs auraient calculé sur une capacité de 0^{m.c.} 757 par force de cheval ; et en admettant, comme nous l'avons trouvé précédemment, que la puissance effective, mesurée à l'arbre du volant, soit de 53 ch. 8, la capacité par cheval serait de 0^{m.c.} 563, quantité bien suffisante encore pour le travail régulier de la machine.

La capacité pour l'eau est de

$$2 \times 9^{m.c.} 937 = 19^{m.c.} 874,$$

ou près de 20 mètres cubes. Cette quantité est donc, environ, 11 fois et demie celle dépensée par heure par la machine.

De même, la capacité pour la vapeur est de

$$2 \times 5^{m.} 208 = 10^{m.} 416,$$

pour les deux chaudières. Et comme le volume de vapeur, engendré par le piston, à chaque coup simple, est de 1^{m.c.} 0624, ou de 1^{m.c.} 1686, après avoir ajouté le 1/10 pour le refroidissement et les fuites, on voit que cette capacité pour la vapeur est au moins 8 fois et demie celle correspondante à un coup de piston.

Ces résultats nous amènent naturellement aux conclusions suivantes :

1^o Que la capacité totale d'une chaudière à basse pression, pour les machines à double effet, est égale à 17 fois et demie le volume d'eau vaporisée par heure ; par conséquent, pour vaporiser 1 mètre cube d'eau, en 1 heure, la capacité entière serait de 17^{m.c.} 5. On peut dire encore : il faut compter sur une capacité de 0^{m.c.} 566 par force de cheval ;

2^o Que la capacité pour l'eau est environ les 2/3 du volume total de la chaudière, ou 11 fois et demie le volume d'eau dépensée par heure ; c'est-à-dire que la capacité pour l'eau devrait être de 11^{m.c.} 5, pour chaque mètre cube vaporisé par heure ;

3^o Enfin, que la capacité pour la vapeur est de 1/3 environ du volume total de la chaudière, ou environ 10 mètres cubes, par chaque mètre cube de vapeur dépensée.

D'après Tredgold, « pour limiter les chaudières à basse pression des machines à double effet à un changement de force élastique, qui n'excède pas 1/30, il faut ménager un espace de 10 mètres cubes pour la vapeur et autant pour l'eau, à raison de chaque mètre cube d'eau que la chaudière peut vaporiser par heure, ce qui revient à 0^{m.c.} 300, ou 300 litres par force de cheval. »

SOUPAPES DE SURETÉ.

Sur chaque chaudière est une soupape de sûreté, conique, dont la surface inférieure, ou la section du tuyau, est de 125 centimètres quarrés. C'est donc près de 18 centimètres quarrés, par chaque mètre quarré de surface de chaudière directement exposée à l'action de la flamme.

D'où l'on peut conclure que la surface à donner à la soupape de sûreté, dans les machines à basse pression, doit être de 5 à 6 centimètres quarrés, par force de cheval.

DIMENSIONS DE LA GRILLE, DES CARNEAUX,
ET DE LA CHEMINÉE.

La surface totale de la grille, sous chaque chaudière de Saint-Ouen, est de 1^{m. q.} 433, par conséquent la surface des deux grilles est de 2^{m. q.} 866; on y brûle de la houille. La surface libre entre les barreaux, pour le passage de l'air, est comprise entre le tiers et le quart de la surface totale.

La hauteur totale de la cheminée est de 26 mètres; sa section, à la partie inférieure, est de 1^{m. q.} 145, et celle de la partie supérieure est de 0^{m. q.} 4624.

La section transversale des carneaux est de 0^{m. q.} 392.

La quantité de charbon consommée par les deux chaudières qui alimentent la machine est de 3 hectolitres par heure, soit 240 kilogrammes. Le travail utile de la machine est alors, comme nous l'avons dit plus haut, de 3586 kilogrammètres, ou 47,81 chevaux, et la puissance réelle obtenue à l'arbre du volant est de 53,8 chevaux; par conséquent nous pouvons dire que la dépense, en combustible, est d'environ 5 kilogrammes par heure et par force de cheval utile, ou 4 k. 46 par heure et par force de cheval mesurée à l'arbre du volant.

De ces résultats nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1^o Que la surface à donner à la grille d'un fourneau de chaudière à vapeur à basse pression est de 7 à 8 décimètres quarrés par force de cheval;

2^o Que la section transversale des carneaux est environ le quart de la surface totale de la grille;

3^o Que celle de la cheminée (à la partie supérieure), est environ le sixième de la surface de la grille;

4^o Que la hauteur de la cheminée est variable de 20 à 35 mètres, pour les fourneaux des chaudières de machines fixes;

5^o Que la quantité de charbon consommée peut varier de 4 à 6 kilogrammes par heure et par force de cheval.

Dans la seconde table, que nous avons donnée précédemment, la consommation de charbon est bien moindre que celle que nous venons de mentionner, surtout pour des machines puissantes ; mais nous observerons que les résultats exprimés par les auteurs anglais paraissent être déduits des expériences faites sur de bonnes machines du Cornouailles (1), lesquelles sont presque toutes à simple effet et la plupart agissent par expansion ; par conséquent elles sont beaucoup plus économiques que les machines qui travaillent à pleine pression pendant toute la course du piston. Il n'est donc pas étonnant que la consommation de combustible soit sensiblement inférieure. Nous verrons même que plusieurs de ces machines ne brûlent pas 2 k. par cheval et par heure.

Nous pensons qu'il serait prudent de ne pas s'en rapporter à ces dernières données de la table anglaise, dans le traité que le constructeur aurait à faire avec un industriel pour l'établissement d'une machine à double effet et à pression constante, comme celle que nous étudions. Les expériences positives faites sur la machine de Saint-Ouen confirment bien nos assertions, et paraissent d'ailleurs bien d'accord avec les résultats trouvés par divers ingénieurs très-recommandables. Mais ces données de la table N° 2 feront du moins voir l'économie immense qu'on peut retirer sur la consommation du combustible, en employant une machine à expansion ou à détente.

CAPACITÉ DE LA POMPE A AIR ET DU CONDENSEUR.

La course du piston de la pompe à air est égale à la moitié de la course du piston à vapeur ; et comme il donne le même nombre de coups, mais qu'il n'épuise qu'en montant, il ne peut éléver à chaque double coup qu'une quantité d'air et d'eau équivalente au volume qu'il engendre.

Or, la section de la pompe est égale à $0^{\text{m}.q}.2827$, et la longueur de la course est de $0^{\text{m}}.923$; la capacité de cette pompe est donc $0^{\text{m}.c}.261$, et comme le double du volume engendré par le piston à vapeur est égal à $2^{\text{m}.c}.125$, il en résulte qu'elle est un peu plus du huitième de la capacité du cylindre.

Cette capacité est grandement suffisante pour que la machine puisse marcher avec avantage.

La section du condenseur est la même que celle de la pompe, et sa hauteur est de plus d'un mètre ; ainsi sa capacité est un peu plus grande.

Comme la quantité d'eau à injecter dans le condenseur est variable, suivant le degré de température de l'eau froide dont on peut disposer, il est bon de savoir la déterminer.

(1) Ces machines sont publiées avec détails dans la 10^e livraison du 6^e volume.

Nous nous servirons à cet effet de la règle suivante :

REGLE. — *Prenez l'excès de la température de la vapeur sur celle que doit avoir l'eau de condensation, ajoutez 550 à cette différence, et multipliez la somme par le poids de la vapeur à condenser, divisez le produit par la différence de température de l'eau de condensation et de l'eau froide (1). Le quotient sera le poids de l'eau froide à injecter.*

Ainsi, soit p le poids de la vapeur à condenser, t sa température, P le poids de l'eau froide à injecter dans le condenseur, t' sa température, et T celle de l'eau de condensation.

$$\text{On a } P = \frac{p (550 + t - T)}{T - t'}$$

Nous avons dit que la vapeur, dans la machine de Saint-Ouen, était produite à la température de 105 degrés centigrades ; la température de l'eau condensée est de 38 à 40 degrés au plus, mais celle de l'eau froide pour l'injection provenant de la Seine est nécessairement variable ; supposons-la moyennement à 12°. Comme la quantité de vapeur dépensée par le cylindre, par minute, est au moins de 26^k 161, sans avoir égard aux fuites ni aux pertes dans les conduits des tiroirs,

$$\text{On a } P = \frac{26,161 (550 + 105^\circ - 38^\circ)}{38^\circ - 12^\circ}$$

D'où $P = 621$ kilog., ou 621 litres, pour la dépense d'eau froide par minute pour la condensation ;

C'est-à-dire que la quantité d'eau à injecter dans le condenseur est environ 24 fois le poids de vapeur dépensée.

Si l'eau de condensation était à la température de 55°, l'eau froide restant à 12°,

$$\text{On aurait } P = \frac{26,161 (550 + 105 - 55)}{55 - 12}$$

$$\text{D'où } P = 365 \text{ kilog., ou 365 litres.}$$

C'est-à-dire que, dans ce dernier cas, la quantité d'eau d'injection ne serait plus que 14 fois celle de la vapeur dépensée.

Mais remarquons que, dans ce cas, la force de la vapeur à 55° dans le condenseur est équivalente à une colonne de 12 cent. 75 de mercure, tandis que dans le premier elle n'est que 5,5 cent. : il y a donc avantage à condenser à la plus basse de ces deux températures.

(1) Aide-Mémoire de mécanique pratique de M. Morin

Des résultats précédents nous déduisons ce qui suit :

1° Que la course du piston de la pompe à air, dans les machines à vapeur à basse pression et à double effet, est ordinairement égale à la moitié de la course du piston à vapeur ;

2° Que le diamètre du piston de cette pompe est à peu près égal aux deux tiers du diamètre du cylindre à vapeur, et par conséquent sa surface est environ moitié de la section de ce cylindre ;

3° Que le volume utile engendré par le piston de cette pompe est le $\frac{1}{8}$ ou au moins le $\frac{1}{9}$ du volume engendré par un double coup de piston à vapeur ;

4° Que la capacité du condenseur est au moins égale à celle de la pompe à air ;

5° Que la section du passage de la soupape de communication entre le condenseur et cette pompe est égale à $\frac{1}{4}$ de la surface de son piston ;

6° Que la quantité d'eau froide à injecter dans le condenseur est variable suivant son degré de température, et suivant aussi la température du mélange ;

7° Que cette quantité est égale à 24 fois le poids de vapeur condensée dans le cylindre, lorsque la température moyenne de l'eau froide est de 12° , et celle de l'eau de condensation à 38° , ce qui a le plus généralement lieu dans les machines à basse pression à double effet.

POMPE A EAU FROIDE ET POMPE ALIMENTAIRE.

Le diamètre de la pompe à eau froide qui amène l'eau dans la bâche du condenseur, est de $0^m.255$; l'aire de son piston est donc de 511 centimètres quarrés, ou près de $\frac{1}{11}$ de la section du cylindre à vapeur.

La course de ce piston est la moitié de celle du piston à vapeur.

Par conséquent, le volume d'eau maximum qu'il peut éléver à chaque course est égal à $0^m.c.047$ ou 47 litres, ou la 45^e partie du volume engendré par le piston à vapeur par double coup. D'après M. Morin (*Aide-Mémoire de Mécanique pratique*), le volume engendré par le piston de la pompe à eau froide doit être de $\frac{1}{24}$ à $\frac{1}{18}$ de celui du cylindre à vapeur.

Les dimensions données à cette pompe sont bien suffisantes, lors même que le condenseur ne serait pas directement alimenté par l'eau de la Seine, car on voit qu'elle peut fournir au condenseur plus de 800 litres d'eau par minute, et nous avons vu plus haut qu'une dépense de 621 litres peut généralement suffire à la condensation.

Le diamètre de la pompe alimentaire qui prend une partie de l'eau condensée pour l'envoyer à la chaudière est de $0^m.103$, la surface de son piston est donc de 83 centimètres quarrés, ou environ la 69^e partie de celle du piston à vapeur.

La course du piston de cette pompe est de 0^m 54.

Le volume d'eau qu'il peut, au maximum, envoyer à la chaudière à chaque coup de piston, est donc

de 0^{d. q.} 83 × 5^{d. 4} — 4^{d. c.} 48 ou 4^{lit.} 48;

et par minute, de 4,48 × 18 = 80 litres ou 80 kilog.

Nous avons vu que le poids de vapeur dépensée par minute n'est pas, au maximum, de 30 kilogrammes.

La capacité de cette pompe est donc beaucoup plus grande que le volume d'eau dépensée par la chaudière. On conçoit, du reste, qu'il est prudent de donner ainsi plus de capacité à la pompe alimentaire pour pouvoir fournir à la chaudière plus vite qu'elle ne dépense, pour récupérer le temps perdu, les pertes résultant du défaut de vide, et par suite de ce que la pompe ne joue pas toujours convenablement, etc.

En résumé, nous pouvons dire :

1^o Que la capacité de la pompe à eau froide doit être, dans une machine à basse pression, à double effet, égale à la 18^e partie ou au moins à la 24^e partie de celle du cylindre à vapeur ;

2^o Que celle de la pompe alimentaire à eau chaude doit être égale à la 230^e ou 240^e partie au moins du cylindre à vapeur.

DIMENSIONS DU BALANCIER.

La longueur totale du balancier, prise depuis le centre *p* jusqu'au centre *p'* (fig. 1 et 2), est de 5^m 488. Sa hauteur au milieu est de 0^m 828, celle aux extrémités de 0^m 270, et l'épaisseur du panneau de 0^m 045. Ainsi, la longueur du balancier est égale à près de 3 fois la course du piston ; sa hauteur au milieu est 0,96 du diamètre de celui-ci ; la hauteur, aux extrémités, environ 1/3 de celle du milieu, et l'épaisseur du panneau est environ le 1/18 de la hauteur au milieu. La courbe extérieure en dessus et en dessous a d'ailleurs la forme parabolique.

D'après Tredgold (*Traité des machines à vapeur*) on a pour le balancier :

1^o La distance horizontale entre la verticale de la tige du piston à vapeur et celle passant par le centre de l'arbre de la manivelle, est égale à 3 fois la longueur de la course du piston ;

2^o La distance entre les centres *p* et *p'* des articulations extrêmes du balancier est égale à 3,0825 fois cette même course du piston ;

3^o La hauteur verticale, au milieu du balancier, est égale au diamètre du cylindre à vapeur multiplié par :

0,86, lorsque ce balancier est en fonte, et l'épaisseur 1/16 de cette hauteur ;

0,83, lorsque ce balancier est en fer, et l'épaisseur $1/16$ de cette hauteur; 0,83, lorsque le balancier est en bois, mais l'épaisseur $1/4$ de la hauteur.

TOURIOLLS DE L'ARBRE DU BALANCIER
ET DES AXES AJUSTÉS A SES EXTRÉMITÉS.

Nous avons vu que dans la machine de Saint-Ouen l'arbre du balancier est en fonte; les tourillons portent $0^m 156$ de diamètre sur $0^m 200$ de longueur.

Le rapport de la section des tourillons à celle du cylindre à vapeur est de 0,033 à 1, c'est-à-dire que l'aire de la section transversale de l'un des tourillons est égale à la 30^e partie de celle du piston à vapeur.

D'après Farey (1), on trouve le diamètre à donner aux tourillons de l'arbre du balancier en *multipliant par 0,16 le diamètre du cylindre à vapeur*, lorsque ces tourillons sont en fonte, et par 0,138 lorsqu'ils sont en fer. La longueur de ces tourillons est environ 1,25 fois le diamètre.

Pour les petites machines, on fait généralement les arbres des balanciers en fer, et, dans les grandes, on les met en fonte. Dans ce dernier cas, la section transversale d'un tourillon est la 40^e partie de la surface du piston, et, dans le premier, elle n'est que la 53^e partie environ.

Le diamètre des tourillons des axes *p* et *o* du parallélogramme, auxquels est suspendue la tige du piston à vapeur, est égal à $0^m 10$: leur section est donc de 78,5 centimètres quarrés, ou environ la 74^e partie de celle du cylindre à vapeur.

Ces tourillons supportent toute la pression exercée sur la surface du piston, plus son poids et celui de sa tige.

La règle, suivant Farey, pour déterminer les diamètres de ces tourillons, consiste à *multiplier le diamètre du cylindre à vapeur par 0^m 111*, pour les tourillons en fonte, et par 0^m 096, pour les tourillons en fer; la longueur est égale à leur diamètre.

Il en résulte que, pour les premiers, la section est la 82^e partie de celle du cylindre, et pour les seconds, leur section est la 108^e partie.

En général, pour avoir le diamètre du corps de ces axes, on ajoute un dixième à celui de leurs tourillons.

DIMENSIONS DES TIGES DES PISTONS.

Les tiges des pistons sont généralement en fer forgé, et quelquefois en acier.

(1) *Traité des machines à vapeur*, en anglais, gros volume grand in-4^o avec planches, par Farey. Cet ouvrage n'a pas été traduit.

Celle du piston à vapeur supporte toute la charge qui s'exerce sur la surface de ce dernier : il faut donc qu'elle soit assez forte pour résister à cette charge sans danger de se rompre ; il faut de plus, pour ne pas craindre qu'elle fléchisse ou qu'elle se fausse pendant le travail, que son diamètre soit sensiblement plus grand que celui qu'on lui donnerait si elle devait seulement résister à la pression de la vapeur sur le piston.

Dans les machines à double effet de Watt, on donne à la tige en fer du piston à vapeur le dixième du diamètre de celui-ci ; c'est-à-dire que la section transversale de la tige est seulement la centième partie de la surface du piston ; ce qui correspond à une charge maximum de 90 à 100 k. par centimètre quarré de cette section.

D'après Farey, le diamètre de la tige du piston n'est pas tout à fait le dixième du diamètre de ce dernier, et se détermine par la règle suivante :

RÈGLE. — *Multipliez la surface du piston en centimètres quarrés, par la pression de la vapeur en kilogrammes sur chaque centimètre quarré ; divisez le produit par 100, et extrayez la racine quarrée du quotient : le résultat donnera le diamètre de la tige en fer en centimètres.*

1^{er} Exemple. — Le diamètre du cylindre à vapeur d'une machine à basse pression à double effet étant de 0^m 856, quel est le diamètre à donner à la tige en fer forgé du piston, la pression de la vapeur étant de 1 kil. 2 par centimètre quarré.

On a la surface du piston = 5755 centimètres quarrés.

$$5755 \times 1^k 2 \div 100 = 69,06 ; \text{ d'où } \sqrt{69,06} = 8^c 3.$$

Nous avons vu que les constructeurs ont donné 9^c 1, à la tige du piston, dans la machine de Saint-Ouen.

2^e Exemple. — Quel est le diamètre à donner à la tige en fer d'un piston de machine à vapeur marchant à 4 atmosphères, le diamètre du cylindre étant de 40 cent. ?

On a 4 atmosph. = $4 \times 1^k 033 = 4^k 132$ par cent. quarré ,

et surface du piston de $40^c.4 = 1256^c.4$ 64 ;

donc $1256,64 \times 4,132 \div 100 = 51,92$.

$$\sqrt{51,92} = 7^c 2, \text{ ou } 72 \text{ mill.}$$

Lorsque les tiges sont en acier, leur diamètre est sensiblement plus petit ; on le détermine en multipliant le diamètre de la tige en fer par 0,6.

Ainsi, dans l'exemple précédent on aurait pour la tige en acier,

$$7^c 2 \times 0,6 = 4^c 3 = 43 \text{ mill.}$$

Cette règle s'applique également aux tiges de piston de pompe à air, en les proportionnant au diamètre de cette pompe, et en admettant la pression sur le piston, équivalente à 1 kilog. par centimètre quarré, ou 0 k. 785 par centimètre circulaire.

Elle peut aussi s'appliquer aux tourillons des axes du parallélogramme qui supportent les tiges de piston.

Nous donnons, d'après les règles précédentes de Farey, la table suivante relative aux diamètres des tourillons des axes du balancier, du parallélogramme, et des tiges de piston à vapeur; ces diamètres sont calculés d'après les dimensions précédemment données aux cylindres à vapeur (1^{re} table, pag. 175), depuis la force de 1 cheval jusqu'à celle de 200 chevaux.

Nous avons joint à cette table les 6^e et 7^e colonnes qui donnent aussi les diamètres des tourillons des arbres en fer ou en fonte, portant la manivelle par laquelle ils reçoivent leur mouvement de rotation. Nous verrons plus loin la règle générale pour déterminer pratiquement le diamètre de ces tourillons, quel que soit d'ailleurs le système de machines à vapeur.

III^e TABLE

DES DIAMÈTRES DES TOURILLONS DE L'ARBRE DU BALANCIER, DES AXES DU PARALLÉLOGRAMME ET DE L'ARBRE DU VOLANT, ET DES TIGES DE PISTON DANS LES MACHINES À VAPEUR À BASSE PRESSION ET À DOUBLE EFFET.

NOMBRE de CHEVAUX.	Diamètres des tourillons de l'arbre du balancier		Diamètres des tourillons du parallélogramme		Diamètres des tourillons de l'arbre de la manivelle		DIAMÈTRES de la tige du piston à vapeur.
	en fonte.	en fer.	en fonte.	en fer.	en fonte.	en fer.	
1	24	24	47	45	54	44	45
2	34	29	24	20	69	59	20
4	47	44	33	28	95	78	29
6	56	49	39	34	111	92	34
8	65	56	44	39	123	108	39
10	72	62	50	43	139	119	43
12	78	68	54	47	150	126	47
14	84	72	58	50	163	138	50
16	88	76	61	53	170	144	52
18	93	80	65	56	177	155	56
20	98	84	68	58	190	160	59
22	102	88	71	61	196	168	61
24	106	91	73	64	209	180	64
26	110	95	76	66	215	185	66
28	114	98	79	68	220	189	69
30	116	100	81	69	230	195	71
32	120	105	83	72	235	199	73
34	123	106	85	74	240	202	75
36	126	109	88	76	244	206	78
38	129	111	89	77	254	213	81
40	132	114	91	79	256	217	82
45	139	120	97	84	270	225	84
50	146	126	101	88	283	238	86
55	153	132	106	92	291	245	90
60	159	137	110	96	308	252	94
65	165	142	115	99	319	260	98
70	172	148	119	103	326	278	102
75	178	153	123	106	338	285	106
80	183	157	127	110	349	292	110
85	188	162	130	113	367	305	114
90	193	167	134	116	375	312	117
95	198	171	137	119	383	316	119
100	204	175	141	122	390	320	123
110	212	183	147	127	410	340	129
120	222	192	154	133	420	350	135
130	231	200	161	139	430	360	140
140	239	206	166	144	440	367	145
150	247	213	174	148	450	374	149
160	255	220	177	153	460	379	154
170	263	227	182	158	470	386	159
180	269	232	187	161	480	393	163
190	277	239	192	166	490	400	168
200	284	245	197	171	500	410	172

Il sera facile de voir, d'après cette table, que les dimensions données aux axes du balancier du parallélogramme, et aux tiges de piston, sont proportionnellement un peu plus faibles que celles des mêmes pièces dans la machine de Saint-Ouen. Disons aussi, comme nous l'avons déjà reconnu, que cette machine travaille sensiblement au-dessus de sa force nominale, et que les constructeurs ont eu égard à cette circonstance, en établissant cette machine, puisqu'ils ont augmenté de même toutes les autres parties.

DIMENSIONS DE LA BIELLE ET DE SES TOURILLONS.

Nous avons vu que la section transversale faite au milieu du corps de la bielle a la forme indiquée, fig. 6, pl. 15. Cette forme donne à la bielle la force de résister à la flexion latérale, ou à la poussée pendant le travail. Dans la machine actuelle, l'aire de cette section est de 329 centimètres quarrés, ou près de la $1/18^{\text{e}}$ partie de celle du cylindre à vapeur.

Suivant Farey, l'aire de la section transversale, faite au milieu de la bielle, lorsqu'elle est en fonte, est environ de $1/28$ de celle du piston à vapeur, et la section faite dans la partie la plus faible, vers les extrémités, n'est que $1/35$ de celle du piston. D'après ce rapport, on estime qu'il faudrait, pour les briser, un effort 40 fois plus grand que celui auquel elles travaillent.

La longueur totale de la bielle est généralement comprise entre le $1/5$ et le $1/6$ de celle de la manivelle.

Les tourillons de l'axe qui assemble la tête de la bielle à l'extrémité du balancier doivent être évidemment de même diamètre que celui de l'autre extrémité qui supporte la tige du piston à vapeur ; on les calcule donc de la même manière ; ainsi les colonnes 4^e et 5^e de la table précédente peuvent aussi représenter les diamètres de ces tourillons, correspondants aux forces données en chevaux. Il en est de même du tourillon qui assemble l'extrémité inférieure de la bielle avec l'œil de la manivelle.

TOURILLONS DE L'ARBRE DE LA MANIVELLE.

Nous avons ajouté, dans les colonnes 6^e et 7^e de la même table qui précède, les diamètres des tourillons des arbres en fonte ou en fer forgé des manivelles ; ces diamètres ont été calculés d'une manière bien simple, d'après la règle suivante, que nous allons tâcher de développer.

Les tourillons de ces arbres doivent nécessairement résister à des efforts de torsion qui sont évidemment plus considérables que les pressions latérales, ou les charges qu'ils supportent ; par conséquent leurs diamètres doivent être déterminés pour résister à la torsion.

Or la règle pratique donnée par Buchanan pour calculer le diamètre d'un tourillon d'arbre en fonte, premier moteur, comme celui d'une machine à vapeur, est celle-ci :

$$d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \times 420}$$

d représente le diamètre du tourillon en pouces anglais ;
 C , le nombre de chevaux vapeur que l'arbre doit transmettre ;
 R , le nombre de révolutions de l'arbre par minute.

Cette formule, traduite en mesures françaises, devient

$$d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \times 6880}$$

d est alors le diamètre du tourillon en centimètres.

Ce qui revient à la règle suivante :

RÈGLE. — Pour trouver le diamètre des tourillons d'un arbre en fonte premier moteur, comme celui qui porte la manivelle et le volant de la machine à vapeur, *divisez la force de la machine en chevaux par le nombre de révolutions de l'arbre par minute, multipliez le quotient par le nombre constant 6880, et extrayez la racine cubique du produit.*

On voit, d'après cette règle, que la force des tourillons est proportionnelle au cube de son diamètre, ce qui est évidemment exact. On voit aussi que le diamètre doit augmenter en raison inverse de la vitesse, et en raison directe de la puissance. Or on conçoit qu'en plaçant dans une colonne les nombres naturels, qui représenteraient les diamètres des tourillons en centimètres, par exemple, et dans une deuxième colonne les cubes correspondants à ces nombres, on pourrait dire que ces cubes exprimeraient les efforts successifs et proportionnés de chaque tourillon, c'est-à-dire qu'un tourillon de 2 centimètres de diamètre, par exemple, serait capable de résister à un effort huit fois plus grand que celui qui n'aurait qu'un centimètre de diamètre. Ainsi, si celui-ci ne supporte qu'un effort de 10 kilog. pour ne pas se déformer pendant le travail, le premier pourra supporter un effort de $8 \times 10 = 80$ kilog.

Admettons, comme cela a généralement lieu en pratique, qu'un tourillon en fonte, plein, de 19 centimètres de diamètre, puisse marcher pendant fort longtemps sans crainte de se rompre, en transmettant une puissance effective de 20 chevaux, et marchant avec une vitesse de 20 révolutions par minute ; comme le cube de 19 est de 6859, il en résulte évidemment qu'un tourillon d'un centimètre de diamètre ne sera capable que de

transmettre la 6859^e partie de cet effort ; celui de 2 centimètres pourra transmettre la 857^e partie, celui de 3 centimètres, la 254^e partie, et ainsi de suite. On voit donc qu'en divisant le nombre 6859 par les cubes successifs exprimés dans la deuxième colonne de la quatrième table qui suit, on obtiendrait pour quotient le rapport des efforts que les tourillons de 1, de 2, de 3, etc., centimètres de diamètre, seraient capables de transmettre.

Ces observations nous conduisent naturellement à la formation de la table suivante, au moyen de laquelle nous pourrons déterminer les diamètres à donner aux tourillons, connaissant la puissance effective qu'ils transmettent et leur puissance de rotation par minute.

On pourra aisément vérifier que la règle pratique déduite de cette table se rapporte parfaitement avec celle de Buchanan, et qu'elle a sur celle-ci l'avantage de la simplicité, puisqu'elle évite une extraction de racine cubique et une multiplication.

IV^e TABLE

SERVANT A DÉTERMINER LES DIAMÈTRES DES TOURILLONS DES ARBRES EN FONTE ET EN FER,
PREMIERS MOTEURS DES MACHINES A VAPEUR.

DIAMÈTRES des tourillons en centimèt.	CUBES de ces diamètres.	RÉSULTATS correspondant aux tourillons		OBSERVATIONS.
		en fonte.	en fer.	
1	1	6859.000	4096.000	Les nombres de la première colonne représentent les diamètres des tourillons des arbres premiers moteurs en centimètres. Ceux de la deuxième colonne sont les cubes des diamètres précédents de 4 à 40 centimètres. Les nombres exprimés dans la troisième colonne représentent les résultats obtenus en divisant le nombre 6859, cube du diamètre 19, par tous les cubes successifs. Enfin les nombres de la quatrième expriment les résultats correspondant à la division du nombre 4096, cube de 16, par les mêmes cubes successifs.
2	8	837.375	512.000	
3	27	254.037	152.000	
4	64	407.172	64.000	
5	125	54.872	32.700	
6	216	31.754	19.900	
7	343	19.999	12.200	
8	512	13.318	8.000	
9	729	9.410	5.616	
10	1000	6.859	4.096	
11	1331	5.154	3.075	
12	1728	3.977	2.370	
13	2197	3.122	1.864	
14	2744	2.500	1.433	
15	3375	2.032	1.214	
16	4096	1.674	1.000	
17	4913	1.396	0.834	
18	5832	1.175	0.702	
19	6859	1.000	0.597	
20	8000	0.857	0.513	
21	9261	0.741	0.442	
22	10648	0.644	0.385	
23	12167	0.564	0.337	
24	13824	0.496	0.296	
25	15625	0.439	0.262	
26	17576	0.390	0.233	
27	19683	0.348	0.208	
28	21952	0.312	0.187	
29	24389	0.281	0.168	
30	27000	0.254	0.152	
31	29791	0.231	0.138	
32	32768	0.209	0.125	
33	35937	0.191	0.111	
34	39304	0.171	0.104	
35	42875	0.160	0.096	
36	46656	0.147	0.088	
37	50653	0.135	0.081	
38	54872	0.125	0.075	
39	59319	0.116	0.069	
40	64000	0.107	0.064	

Au moyen de cette table, pour déterminer le diamètre des tourillons d'un arbre de manivelle de machine à vapeur à double effet, nous suivrons cette règle :

RÈGLE. — *Divisez le nombre de révolutions de l'arbre par minute, par le nombre de chevaux de 75 kilogrammètres, et prenez le quotient dans la 3^e colonne de la table, si le tourillon est en fonte, ou dans la 4^e colonne si ce tourillon doit être en fer corroyé : le nombre correspondant dans la 1^e colonne sera le diamètre cherché en centimètres.*

1^{er} Exemple. — Quel est le diamètre à donner aux tourillons d'un arbre de manivelle, en fonte, d'une machine à vapeur qui doit transmettre une force de 40 chevaux, avec une vitesse de 18 révolutions par minute ?

$$\text{On a } 18 : 40 = 0,45.$$

Ce nombre, pris dans la 3^e colonne de la table, est compris entre 0,496 et 0,439, le nombre correspondant dans la 1^e colonne sera donc compris entre 24 et 25, ou sera, à très-peu près, 24^c 8. Le diamètre à donner aux tourillons de cet arbre est donc de 0^m 248.

Nous avons vu que, dans la machine de Saint-Ouen, les constructeurs ont donné aux tourillons de l'arbre de la manivelle 0^m 255 ; nous avons vu aussi que le travail de cette machine s'est élevé à plus de 40 chevaux.

2^e Exemple. — On demande le diamètre des tourillons de l'arbre en fer forgé d'une machine de 8 chevaux, devant faire 30 révolutions par minute.

$$\text{On a } 30 : 8 = 3,75.$$

Ce nombre, dans la 4^e colonne de la table, est compris entre 4,096 et 3,975, il correspond, par conséquent, aux diamètres 10 et 11, mais plus près de 10 ; le diamètre cherché sera donc, à très-peu près, = 10^c 4, ou 0^m 104.

Dans une machine à haute pression et à détente de cette force de 8 chevaux, construite par M. Cavé, ce constructeur a donné aux tourillons de l'arbre de la manivelle 0^m 103.

Pour faire voir jusqu'à quel point on peut avoir confiance dans la règle précédente, nous avons vérifié les dimensions données aux arbres premiers moteurs de machines à vapeur exécutées par les meilleurs constructeurs ; nous croyons devoir réunir, dans le tableau suivant, plusieurs des données que nous avons prises à ce sujet, en mettant en regard les résultats calculés au moyen de la règle. Nous avons joint dans cette table les diamètres des tourillons d'arbre de plusieurs machines construites par Watt, et d'après lesquelles Buchanan a donné la règle pratique que nous avons citée plus haut.

V^e TABLE

DES DIAMÈTRES DE TOURILLONS D'ARBRES PREMIERS MOTEURS, MESURÉS SUR DIVERSES
MACHINES EXISTANTES.

FORCE nominale en chevaux.	NOMBRE de révolutions par minute.	DIAMÈTRE des tourillons d'arbres		ESPÈCES d'arbres.	NOMS des constructeurs.	ESPÈCES de machines.
		existants (1)	calculés.			
4	42	9. 0	8. 7	fonte.	Maudsley.	machine fixe.
4	42	8. 0	8. 7	<i>id.</i>	Pill et William.	<i>id.</i>
4	40	9. 5	8. 9	<i>id.</i>	Gengembre.	<i>id.</i>
6	35	10. 8	10. 6	<i>id.</i>	J.-F. Saulnier.	<i>id.</i>
6	30	8. 7	9. 4	fer forgé.	Cavé.	<i>id.</i>
8	28	12. 5	12. 5	fonte.	Farcot.	<i>id.</i>
8	30	10. 3	10. 4	fer forgé.	Cavé.	<i>id.</i>
10	32	12. 5	12. 8	fonte.	J.-F. Saulnier.	<i>id.</i>
10	25	12. 7	14. 0	<i>id.</i>	Watt.	<i>id.</i>
10	48	12. 0	11. 5	<i>id.</i>	<i>id.</i>	<i>id.</i>
12	33	13. 5	13. 6	<i>id.</i>	Gengembre.	<i>id.</i>
12	24	11. 0	12. 1	fer forgé.	Cavé.	<i>id.</i>
12	48	10. 5	10. 2	<i>id.</i>	Barns et Miller.	machine pour bateau.
16	24	11. 2	13. 8	<i>id.</i>	Cavé.	machine fixe.
20	22	18. 0	18. 4	fonte.	Charenton.	<i>id.</i>
20	22	17. 8	18. 4	<i>id.</i>	Watt.	<i>id.</i>
20	42	15. 0	15. 0	<i>id.</i>	<i>id.</i>	<i>id.</i>
20	18	16. 0	16. 5	fer forgé.	Cavé.	<i>id.</i>
20	36	14. 0	13. 3	<i>id.</i>	Gengembre.	machine pour bateau.
30	30	15. 6	16. 0	<i>id.</i>	Cavé.	machine fixe.
30	38	18. 4	17. 7	fonte.	Watt.	<i>id.</i>
35	28	16. 0	17. 0	fer forgé.	Cavé.	machine pour bateau.
40	35	20. 6	20. 0	fonte.	Watt.	machine fixe.
40	43	22. 0	23. 8	fer forgé.	Cavé.	<i>id.</i>
50	50	19. 0	19. 0	fonte.	Watt.	<i>id.</i>
50	45	30. 0	28. 5	<i>id.</i>	Ph. Taylor.	<i>id.</i>
54	47	27. 4	28. 0	<i>id.</i>	Boulton et Watt.	<i>id.</i>
60	25	23. 5	24. 5	fer forgé.	Machine anglaise.	machine pour bateau.
70	46	27. 5 (2)	31. 0	fonte.	à Decazeville.	machine fixe.
80	22	25. 9	24. 5	fer forgé.	Fawcett (Sphinx).	machine pour bateau.

(1) Ces diamètres ont été mesurés sur le tourillon qui se trouve du côté de la manivelle.

(2) Le tourillon de cet arbre a été trouvé trop faible, il s'est cassé vers le collet; on l'a remplacé en donnant au tourillon 33 centimètres de diamètre.

Nota. Nous avons été aidé dans les recherches nécessaires pour la construction de cette table par M. Amouroux, ingénieur très-capable et professeur à Mulhouse.

DES VOLANTS.

D'après M. Morin, la formule pour déterminer le poids de la jante du volant dans les machines à vapeur à double effet, est la suivante :

$$P V^2 = \frac{4645 n}{m} \text{ N, d'où } P = \frac{4645 n}{m V^2} \text{ N,}$$

Dans laquelle on désigne par

P le poids de l'anneau ou de la jante du volant;

V, la vitesse à sa circonférence moyenne;

m, le nombre de tours de l'arbre du volant par minute;

N, la force de la machine en chevaux de 75 km;

n, un nombre qui varie avec le degré de régularité à obtenir.

On fait généralement :

n = 20 à 25, pour les machines à vapeur destinées à des usines qui n'ont pas besoin d'une grande régularité, telles que les roues à éléver l'eau, les pompes, etc.;

n = 35 à 40, pour les filatures où l'on fabrique les cotons des n°s 40 à 60;

n = 50 à 60, pour les filatures où l'on file les numéros très-fins.

Lorsqu'une machine à vapeur est destinée à faire marcher un moulin à farine de plusieurs paires de meules, il est de la plus grande importance que la vitesse à la circonférence moyenne du volant soit plus grande que celle des meules, sans quoi celles-ci font éprouver à la machine des réactions très-vives, qui peuvent occasionner des accidents plus ou moins graves. Dans le moulin à vapeur de Perrache, à Lyon, nous avons remarqué que le volant est monté sur un arbre intermédiaire qui tourne plus vite que l'arbre même de la machine; la vitesse, à la circonférence de ce volant, n'est pas moins de 11 mètres par seconde, tandis que celle des meules est au plus de 8^e50. Tout le système marche avec une régularité parfaite, sans chocs, sans réaction. La machine est du système de Woolf, à deux cylindres. Les moulins ont été nouvellement remontés par MM. Cartier et Armengaud ainé, et quoique le moteur n'ait été livré que pour la force de 30 chevaux, il fait marcher huit paires de meules, avec tous les appareils accessoires de nettoyage et de blutage. Ces constructeurs ont aussi fait adopter à l'usine de MM. Vachon, au faubourg de Vaize, à Lyon, un volant très-puissant, qui marche également avec une vitesse de plus de 11 mètres par seconde à la circonférence, et dont le poids n'est pas moins de 8000 kil. Cet établissement comprend aujourd'hui dix paires de meules à l'anglaise,

avec un grand nombre d'appareils de nettoyage et de blutage. La machine est de 40 chevaux, à haute pression, à détente et à condensation, de M. Cavé.

La formule précédente revient à la règle suivante :

RÈGLE. — *Divisez la force en chevaux de la machine par le carré de la vitesse à la circonférence moyenne de l'anneau, divisez le nombre 4645 par le nombre de tours de l'arbre du volant en 1', multipliez ces deux quotients l'un par l'autre, et multipliez le produit par la valeur du nombre régulateur n, choisi d'après la nature du travail à obtenir : le produit est le poids de l'anneau du volant.*

Exemple. Quel doit être le poids du volant d'une machine à vapeur à basse pression, de la force de 40 chevaux, de la filature de Logelbach, près Colmar, dont le volant fait 18 à 20 tours par minute?

Les cotons filés étant des numéros 40 à 60.

Le diamètre moyen étant pris égal à 6^m 10, la vitesse à cette circonférence sera, pour 19 tours en une minute,

$$\frac{3^m 14 \times 6^m 10 \times 19}{60} = 6^m 06 \text{ par seconde.}$$

La formule nous donnera pour 19 tours, en faisant $n = 35$,

$$P = \frac{4645 \times 35 \times 40}{19 \times (6^m 06)^2} = 9320 \text{ k.}$$

Les constructeurs, MM. Watt et Boulton, ont fait

$$P = 9450 \text{ k.}$$

2^e Exemple. — Dans la machine de Saint-Ouen, le diamètre moyen du volant est de 6^m 427, et comme elle fait marcher une roue hydraulique qui, par elle-même, tend à régulariser son mouvement, il est évident qu'il suffit de faire $n = 20$ au plus; et alors, pour trouver le poids de la jante du volant,

$$\text{On a } P = \frac{4645 \times 20 \times 40}{18 \times (6^m 057)^2} = 5625 \text{ kilog.}$$

MM. Rothwell Hick et Rothwell ont donné à la jante du volant 5200 k. environ (voyez plus haut).

Le poids des bras et du moyeu doit être évidemment négligé, car il n'influe pas sensiblement sur les résultats, et d'ailleurs la question ne peut exiger de solution précise, à cause de l'incertitude relative aux variations d'intensité de la force motrice.

M. Farey, dans son traité sur les machines à vapeur, établit comme règle pratique, que le diamètre d'un volant de machine à basse pression est compris entre 3 et 4 fois la longueur de la course du piston, et 4 fois est un rapport très-souvent employé, lorsque le volant est placé sur l'arbre de la manivelle. Dans la machine que nous venons d'étudier, le diamètre moyen du volant est environ 3,5 fois la longueur de la course, ou 7 fois la manivelle.

En général, toutes les fois que le volant est placé sur l'arbre de la manivelle, sa vitesse à la circonférence moyenne est de 5 à 7 mètres par seconde. On peut donc toujours, d'après cette donnée, déterminer son diamètre, pour marcher à cette vitesse, dès que l'on connaît le nombre de tours que l'arbre doit faire par minute.

Il n'existe pas de règle positive pour le rapport à donner entre la largeur et l'épaisseur de la jante du volant. Quelquefois la largeur, mesurée parallèlement à l'axe de rotation, est de $1/3$ de l'épaisseur prise dans le sens du rayon, d'autres fois elle en est la moitié. En tous cas, le produit de ces deux dimensions donne la section de la jante, et le produit de cette section par la circonférence moyenne en donne le volume. Ainsi, en multipliant ce volume par le poids spécifique de la fonte, qui est de $7^{\frac{1}{3}} 2$ par décimètre cube, on a le poids total de la jante. Donc réciproquement, lorsqu'on connaîtra, comme on l'a déterminé plus haut, le poids à donner à la jante, en le divisant par $7^{\frac{1}{3}} 2$, on aura son volume en décimètres cubes, et ce volume divisé ensuite par la circonférence moyenne du volant, donnera la section de la jante en décimètres quarrés.

PENDULE CONIQUE OU MODÉRATEUR A FORCE CENTRIFUGE.

Nous avons vu, dans les dessins précédents, comment la machine peut se régler d'elle-même par le mécanisme désigné sous le nom de *pendule conique ou modérateur à force centrifuge*; il nous reste à déterminer les vitesses et les proportions principales à donner à ce mécanisme pour être appliqué avec utilité aux machines à vapeur de toute puissance.

On compare en physique le modérateur à force centrifuge à un pendule simple dont la longueur est égale à la distance du point de suspension au plan horizontal passant par les centres des boules; et la durée d'une révolution entière, décrite par le centre de celles-ci, est égale à celle d'une oscillation complète du pendule.

La formule, pour déterminer la hauteur verticale ou la distance du point de suspension au plan des boules, est donc la même que celle employée pour trouver la largeur d'un pendule dont on connaît le nombre de révolutions; elle peut se réduire à la règle suivante :

RÈGLE. — *Divisez le nombre constant 89478 par le carré du nombre de révolutions par minute, le résultat donne la hauteur en centimètres (1).*

Exemple. — Quelle est la hauteur verticale ou la distance du point d'attache au plan horizontal décrit par le centre des boules d'un modérateur marchant à la vitesse de 40 révolutions par minute ?

$$\text{On a } 40^2 = 1600$$

$$\text{et } 89478 : 1600 = 56 \text{ centimètres}$$

pour la hauteur cherchée.

D'après cette règle, il nous a été facile de calculer les hauteurs des pendules coniques depuis la vitesse de 25 tours par 1', jusqu'à celle de 67, qui entrent dans les dimensions le plus souvent employées en pratique ; nous les avons réunies dans la table suivante, en y ajoutant une colonne qui établit la différence de hauteur verticale pour chaque révolution. Et comme l'angle que les branches du pendule font avec son axe est généralement de 30°, quand les boules sont au repos ou marchent à la plus petite vitesse, nous avons déterminé, dans la cinquième colonne de cette table, les longueurs à donner à ces branches depuis leur point de suspension jusqu'au centre des boules, en admettant cet angle de 30°, et en les faisant correspondre avec le nombre de révolutions données dans la première colonne.

Pour calculer ces longueurs, nous nous sommes servi de la règle pratique suivante :

RÈGLE. — *Divisez le nombre constant 103320 par le carré du nombre de révolutions par minute, le quotient donne la longueur en centimètres (2).*

Exemple. — Quelle est, sous l'angle de 30°, la longueur des bras d'un pendule conique faisant 37 révolutions par minute ?

$$\text{On a } 37^2 = 1369 ; \text{ d'où } \frac{103320}{1369} = 75,46 \text{ centimètres}$$

pour la longueur cherchée des bras du pendule, ou le diamètre du cercle décrit par le centre des boules.

(1) Le nombre constant 89478 est obtenu en faisant le produit de 99,42 centimètres (longueur du pendule simple, qui donne 30 oscillations par minute), par 900, carré du nombre d'oscillations de ce pendule en 1'. On voit que la longueur du pendule est en raison inverse du carré du nombre d'oscillations qu'il donne.

(2) Ce nombre 103320 est obtenu en divisant le précédent 89478 par 0,866 = $\sqrt{0,75}$. Il est évident que lorsque les bras des boules forment un angle de 30° avec leur axe, leur longueur est égale au diamètre du cercle décrit par le centre des boules ; par conséquent,

Il est évident que si, au contraire, on connaissait la longueur des bras, sous cet angle de 30° , par rapport à leur axe, on trouverait le nombre de révolutions que les boules doivent faire en $1'$ en divisant le nombre 103320 par la longueur, exprimée en centimètres, et en extrayant la racine quarrée du quotient.

Quand les boules sont à leur point de repos, la valve du modérateur doit être complètement ouverte, mais, pendant la vitesse de régime de la machine, les boules doivent être plus élevées et la soupape en partie fermée ; le manchon mobile, qui fait monter et descendre la tige e' (fig. 2), et par suite, communique son mouvement au levier de la soupape, se trouve alors dans une position milieu. La quatrième colonne de la table qui suit donne la marche de ce mouvement pour chaque révolution que les boules parcourront en plus ou en moins de leur vitesse moyenne.

Ainsi, dans la machine de Saint-Ouen, la vitesse ordinaire des boules est de 34 tours par $1'$, quand l'arbre de la manivelle en fait 18 à sa vitesse de régime ; par conséquent si la vitesse des boules s'élève à 35 révolutions, le manchon e^2 montera de 4,36 centimètres ; si, au contraire, elle descend à 33, le manchon baissera de 4,76 centimètres ; on peut aisément voir par le rapport des leviers qui communiquent ce mouvement à la soupape quel sera proportionnellement son degré d'ouverture ou de fermeture.

Ce jeu suppose toutefois que le poids des boules soit combiné de manière à vaincre la résistance de la soupape et des frottements des axes des leviers et de leurs articulations ; on conçoit que s'il était trop fort ou trop faible, les boules pourraient ne pas s'enlever pour la différence en plus d'une seule révolution, ou elles s'enlèveraient trop.

en représentant par h la hauteur verticale, et par x la longueur du bras, on a un triangle rectangle, dont la base = $\frac{x}{2}$

$$\text{et par suite } x^2 - \frac{x^2}{4} = h^2$$

$$\text{d'où } (1 - \frac{1}{4}) x^2 = h^2,$$

$$\text{ou } x^2 = \frac{h^2}{0,75}$$

$$\text{et enfin } x = \sqrt{\frac{h^2}{0,75}} = \frac{h}{0,866}$$

$$\text{et comme } h \text{ est égal à } \frac{89478}{N^2}$$

N étant le nombre de révolutions du pendule par minute,

$$\text{on en déduit } x = \frac{89478}{N^2} : 0,866 = \frac{103320}{N^2}.$$

Le poids des boules suivant la résistance à vaincre est donc aussi important à déterminer que la longueur de leurs branches, pour que l'action du modérateur soit sensible et pour ainsi dire immédiate. Il arrive très-souvent dans les machines que le modérateur ne produit pas d'effet, parce que la longueur des bras n'est pas en rapport avec la vitesse, et que, d'un autre côté, le poids des boules n'est pas proportionné à la résistance à vaincre. Pour déterminer la relation entre cette résistance et le poids des boules, le savant professeur, M. Poncelet, a donné une formule générale, qui s'applique à tous les pendules coniques; nous croyons devoir renvoyer, pour cette théorie, à son *Cours de mécanique*. Il est vrai de dire que la résistance est assez difficile à connaître pratiquement, quand on construit une machine, parce qu'elle dépend d'une foule de circonstances qui peuvent la faire varier: ainsi les frottements de la douille sur son arbre vertical, des joints d'assemblage, des axes sur leurs coussinets, de la soupape dans sa boîte, pourront être plus ou moins sensibles, suivant que les ajustements seront plus ou moins bien faits, plus ou moins serrés.

Le plus certain, dans cette circonstance, est d'essayer pratiquement le poids que les boules doivent avoir pour vaincre les diverses résistances. Et, à cet effet, on peut, avec raison, pour une première machine, dans laquelle les frottements que le modérateur doit vaincre ne sont pas bien déterminés, employer des boules creuses dans lesquelles on coule du plomb jusqu'à ce qu'on trouve que le poids soit suffisant. Quand ce poids est connu, on peut alors remplacer les boules par d'autres en fonte ou en cuivre (1).

Il arrive souvent que le modérateur d'une machine ne fonctionne pas parce qu'il est commandé par des ficelles ou par des cordes à boyaux. Comme ces cordes ou ces ficelles s'allongent par le travail et qu'elles sont d'ailleurs très-hygrométriques, elles n'ont jamais la même tension, et parfois cette tension n'est pas suffisante pour déterminer la marche du pendule. Il sera, dans tous les cas, bien préférable de lui communiquer le mouvement par des engrenages, en le plaçant convenablement au-dessus de l'arbre moteur: de cette sorte on n'a pas à craindre de glissement et on est certain que la vitesse de l'axe du modérateur sera toujours en rapport avec celle de l'arbre moteur. Dans cette conviction nous avons pensé qu'il serait intéressant pour les constructeurs et les industriels d'avoir une table qui donnerait immédiatement les vitesses et les longueurs correspondantes des pendules coniques, employés dans les machines, afin de les mettre à même d'établir des rapports exacts entre ceux-ci et les arbres

(1) Nous donnons dans le 4^e vol. de ce Recueil un système de modérateur horizontal qui est d'une construction simple et intéressante.

qui les commandent ; ils pourront toujours bien ensuite déterminer le poids à donner aux boules.

Cette table a été rapportée à la page suivante ; nous avons figuré dans la 1^{re} colonne les nombres de révolutions de l'arbre par 1' depuis 25 jusqu'à 67.

Dans la 2^e sont les quarrés de ces nombres.

La 3^e donne les hauteurs correspondantes du pendule, ou les distances du point de suspension à la ligne horizontale passant par le centre des boules.

La 4^e colonne indique les différences existantes entre les hauteurs successives.

La 5^e marque la longueur des bras correspondante aux hauteurs précédentes, en admettant qu'ils fassent un angle de 30 degrés avec l'axe du pendule.

Dans la 6^e sont données les distances du centre des boules à cet axe, sous le même angle de 30 degrés.

Nous croyons devoir faire observer que les modérateurs sont d'autant plus sensibles et peuvent agir dans des limites d'autant plus étendues qu'on leur donne de grands bras. On remarque en général bien des pendules qui ne remplissent pas le but, parce qu'ils ne sont pas construits dans des dimensions suffisantes.

Quelquefois on est gêné pour la place à donner au modérateur, comme par exemple, lorsqu'il se trouve entre les deux colonnes qui supportent l'entablement et les coussinets de l'arbre du balancier, on fait alors les boules méplates en forme de lentilles, et on les fait jouer dans des angles très-petits.

Les modérateurs à force centrifuge sont aussi employés dans certaines usines hydrauliques pour régler l'épaisseur de la lame d'eau, en agissant par une combinaison de mouvement sur la vanne distributrice.

VI^e TABLE

RELATIVE AUX DIMENSIONS DES BRAS ET AUX VITESSES DES BOULES DU PENDULE CONIQUE
OU MODÉRATEUR A FORCE CENTRIFUGE.

NOMBRE de révolutions par minute.	QUARRÉ des vitesses.	LONGUEUR du pendule en centimètres.	DIFFÉRENCE de longueur pour une révolution.	LONGUEUR des bras sous un angle de 30°.	RAYON du cercle des boules sous l'angle de 30°.	OBSERVATIONS.
		cent.	cent.	cent.	cent.	
25	625	143. 16	10. 80	165. 28	82. 64	
26	676	132. 36	9. 62	152. 80	76. 40	
27	729	122. 74	8. 61	141. 70	70. 88	
28	784	114. 13	7. 74	131. 76	65. 88	
29	841	106. 39	6. 97	122. 82	61. 44	
30	900	99. 42	6. 32	114. 78	57. 39	
31	961	93. 10	5. 72	107. 46	53. 73	
32	1024	87. 38	5. 22	100. 87	50. 43	
33	1089	82. 16	4. 76	94. 85	47. 42	
34	1156	77. 40	4. 36	89. 36	44. 63	
35	1225	73. 04	4. 00	84. 32	42. 16	
36	1296	69. 04	3. 68	79. 70	39. 83	
37	1369	65. 36	3. 44	75. 46	37. 73	
38	1444	61. 95	3. 43	71. 53	35. 76	
39	1521	58. 82	2. 90	67. 94	33. 45	
40	1600	55. 92	2. 72	64. 56	32. 28	
41	1681	53. 20	2. 48	61. 45	30. 72	
42	1764	50. 72	2. 33	58. 44	29. 22	
43	1849	48. 39	2. 48	55. 86	27. 93	
44	1936	46. 21	2. 03	53. 35	26. 67	
45	2025	44. 18	4. 90	51. 01	25. 50	
46	2116	42. 28	4. 78	48. 84	24. 40	
47	2209	40. 50	4. 67	46. 75	23. 37	
48	2304	38. 83	4. 57	44. 83	22. 44	
49	2401	37. 26	4. 47	43. 02	21. 51	
50	2500	35. 79	4. 39	41. 32	20. 46	
51	2601	34. 40	4. 31	39. 74	19. 85	
52	2704	33. 09	4. 24	38. 20	19. 40	
53	2809	31. 85	4. 16	36. 77	18. 38	
54	2916	30. 69	4. 11	35. 42	17. 71	
55	3025	29. 58	4. 05	34. 14	17. 02	
56	3136	28. 53	0. 99	32. 94	16. 47	
57	3249	27. 54	0. 95	31. 79	15. 89	
58	3364	26. 59	0. 89	30. 70	15. 35	
59	3481	25. 70	0. 85	29. 67	14. 83	
60	3600	24. 85	0. 84	28. 69	14. 34	
61	3721	24. 04	0. 77	27. 76	13. 88	
62	3844	23. 27	0. 73	26. 87	13. 43	
63	3969	22. 54	0. 70	26. 02	13. 04	
64	4096	21. 84	0. 67	25. 21	12. 60	
65	4225	21. 17	0. 63	24. 44	12. 22	
66	4356	20. 54	0. 64	23. 74	11. 85	
67	4489	19. 93	0. 64	23. 04	11. 50	

Pour terminer cet article sur les machines à basse pression et à double effet, nous avons cru devoir citer quelques résultats sur la grande machine à vapeur de Marly. Ces données nous ont été communiquées par l'un de nos bons amis, M. Dufrayer, qui en est l'inspecteur.

On sait que cette machine est destinée à éléver les eaux de la Seine dans de grands réservoirs qui alimentent la ville de Versailles.

L'eau est élevée d'un seul jet, à une hauteur verticale de 158 mètres (1), et parcourt au moins 1,300 mètres de tuyaux pour arriver aux aqueducs en pierre de taille qui l'amènent ensuite aux réservoirs.

La quantité d'eau élevée est de 1,600 à 1,680 mètres cubes par vingt-quatre heures, et la consommation de houille, faite pendant ce temps, est de 96 à 100 hectolitres du poids moyen de 80 kilogrammes.

Cette machine a été construite, en 1825, dans les ateliers du Creusot, sous la direction de M. Martin, ingénieur, et de M. Cécile, architecte. Elle est surtout remarquable par sa solide construction, et par tout l'ensemble de l'établissement que l'on peut regarder comme un véritable monument industriel. Seulement on est péniblement étonné de voir qu'à côté de cet appareil dont l'entretien est de cent mille francs par an, existe une force hydraulique de 1000 à 1200 chevaux, dont à peine le 1/20 est utilisé.

Cette machine met en jeu huit pompes aspirantes et foulantes, et une forte pompe aspirante à double effet ; par leur disposition on obtient un jet continu.

Le diamètre du cylindre à vapeur est de...	1 ^m	137
Ainsi, la surface du piston est de 10150 cent. q.	1 ^{m.q}	015
La course de ce piston est de.	1 ^m	949
Le nombre de coups doubles par minute.	1 ^k	14
Sa vitesse est donc, par minute, de.	54 ^m	572
La pression de la vapeur dans la chaudière est de		
0 ^m 90 de mercure, soit par centimètre quarré de	1 ^k	20
Le volume de vapeur dépensé par le piston, en une		
minute, est de.	55 ^{m.c}	11
La force effective de la machine, prise sur le pre-		
mier arbre moteur, est estimée à.	64	chev.
Elle a été livrée pour cette puissance.		
Ainsi la pression effective sur le piston, par centi-		
mètre quarré, est de.	0 ^k	518
La dépense de vapeur par 1' et par cheval est de	0 ^m	861

(1) D'après une note de M. Cécile, insérée dans l'*Histoire des machines à vapeur*, par M. Hachette, la hauteur verticale est de 162 mètres ; le terme moyen du produit de chaque jour, pendant les huit premiers mois de la mise en activité, à partir du 15 mars 1826, a été de 1520 mètres cubes ; on a consommé dans le même temps 7,584 kilog. de charbon de terre dont le prix à Marly était alors de 3 fr. 44 c. l'hectolitre.

Si on compare la force effective transmise à l'arbre moteur au travail réel obtenu par la quantité d'eau élevée, on pourra facilement voir que ce travail correspond à environ 39 chevaux, et qu'ainsi les 25 chevaux de différence sont dépensés par le mouvement des huit pompes, et pour les frottements de l'eau dans tous les tuyaux.

La quantité de charbon consommée par heure et par force de cheval effectif est, moyennement, de 5 kilogrammes.

Le diamètre de la pompe à air est de.	0 ^m	783
La course de son piston est de.	1	202
Le diamètre du condenseur est de.	0	792
La hauteur entière est de.	2	173
Diamètre de la tige du piston à vapeur.	0	094
Diamètre du corps de l'arbre du balancier.	0	216
Diamètre du corps de l'arbre des manivelles.	0	216
Diamètre de la conduite d'eau ascendante et unique.	0	270
Diamètre des deux branches égales qui s'assemblent avec la branche unique.	0	190

Tous les tourillons des différents arbres sont sphériques, et les coussinets en bronze sont resserrés par des clavettes.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 13, 14, 15, 16, 17 ET 18.

Pl. 13, fig. 1^{re}. Vue de face extérieure de la machine à vapeur de Saint-Ouen.

Pl. 14, fig. 2. Coupe verticale passant par l'axe du cylindre à vapeur et parallèlement au plan du balancier.

Pl. 15, fig. 3. Coupe verticale et transversale faite par l'axe des tiroirs de distribution, suivant la ligne 1-2 du plan général fig. 7.

Fig. 4. Seconde coupe transversale faite par l'axe des colonnes qui supportent l'axe du balancier, suivant la ligne 3-4 de la même fig. 7, et vue du côté du cylindre à vapeur,

Fig. 5. Troisième coupe transversale faite par l'axe de la manivelle et du volant, suivant la ligne 5-6.

Fig. 6. Coupe horizontale de la bielle V, suivant la ligne 7-8.

Pl. 16, fig. 7. Plan général coupé horizontalement à la hauteur de l'arbre de la manivelle. Il indique la disposition du condenseur et de la pompe à air.

Fig. 8. Plan du balancier, de son axe et de la partie apparente du paral-

lélogramme, avec l'indication de la corniche en fonte qui l'entoure et qui sert d'appui au plancher, aux supports et aux points fixes.

Fig. 9. Coupe transversale et verticale du balancier, faite suivant la ligne 9-10 de la fig. 8.

Fig. 10. Coupe verticale faite par le milieu d'une extrémité du balancier.

Les figures de ces quatre planches sont dessinées à l'échelle de 1/30.

Pl. 17, fig. 11. Coupe verticale par l'axe des boîtes et des tiroirs de distribution.

Fig. 12 et 13. Élévation et plan de l'un des tiroirs.

Fig. 14 et 15. Coupe verticale et élévation latérale des brides M du parallélogramme et des axes en fer qui les réunissent.

Fig. 16 et 17. Élévation et coupe verticale des brides M' parallèles aux précédentes.

Fig. 18. Détails des pièces d'écartement v.

Fig. 19 et 20. Deux coupes verticales de l'un des supports de l'axe du balancier.

Fig. 21. Élévation et plan du chapeau en fonte de ce support.

Fig. 22. Détails de l'un des coussinets en bronze dont il est garni.

Fig. 23. Coupe verticale par l'axe de la pompe alimentaire à eau chaude.

Fig. 24. Coupe et plan de la cuvette en fonte S², adaptée à la partie inférieure de la bâche.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/15.

La fig. 25 représente en détail, à une échelle double de la précédente, la soupape en cuivre s², placée au fond de la cuvette S².

Pl. 18, fig. 26. Coupe verticale de la chambre de la machine et de tout le massif en maçonnerie établi pour la recevoir ; cette coupe est faite suivant la ligne 11-12 du plan.

Fig. 27. Plan général de la chambre de la machine, de la roue hydraulique et d'une partie des fourneaux.

Fig. 28. Coupe transversale de cet ensemble suivant la ligne 13-14.

Ces trois figures sont représentées à l'échelle de 1/120.

Les fig. 29 et 30 montrent en plan et en coupe verticale le piston du cylindre à vapeur, au 1/20 d'exécution.

Les fig. 31 et 32 donnent, à la même échelle, le détail du piston de la pompe à air.

Enfin la fig. 33 est une coupe verticale par l'axe d'une partie du pendule conique, également représenté au 1/20.

Nota. Quelques erreurs se sont glissées dans la gravure des pl. 13 et 14 sur la hauteur du cylindre à vapeur et du socle, mais les côtes indiquées les rectifient.

TOUR A ENGRÈNAGES ET A POINTES,

APPLIQUÉ

AU TOURNAGE ET A L'ALÉSAGE DES PIÈCES CYLINDRIQUES ET CONIQUES
EN FONTE, EN FER ET EN CUIVRE,

Par MM. CARTIER et ARMENGAUD aimé.

(PLANCHES 19 ET 20.)



Les tours à engrenages sont de toutes les machines-outils celles qui, sans contredit, deviennent les plus indispensables, les plus utiles, dans les ateliers de construction; quoiqu'ils soient aujourd'hui très-répandus, nous pouvons dire qu'il existe encore bien des établissements qui n'en sont pas suffisamment montés, ou qui du moins n'en possèdent pas dans les dimensions, ni dans les dispositions convenables, pour pouvoir les utiliser dans les divers travaux qu'ils sont susceptibles d'exécuter.

Le tour est l'outil avec lequel on peut faire le plus d'opérations mécaniques quand il est bien entendu, et quand aussi il est bien compris par l'ouvrier qui s'en sert. Nous devons, toutefois, distinguer sous cette même dénomination plusieurs espèces de tours employés par les mécaniciens, et que nous pouvons, du reste, ranger dans les classes suivantes :

1^o Le tour à pointes simple, marchant par des poulies seulement, et destiné principalement à tourner le bois, ou de petites pièces de fer ou de cuivre, mais sur lequel on ne peut évidemment pas travailler des pièces de fonte ou de fer d'un diamètre au-dessus de 6 à 8 centimètres, parce que les vitesses de rotation de ces pièces deviennent nécessairement trop rapides (1).

2^o Le tour à pointes avec simples et doubles engrenages, sur lequel on peut obtenir des vitesses convenables pour tourner des pièces de métal quelconque; on est toutefois limité pour le diamètre de ces pièces, par la dimension même ou la force du tour. Tel est celui que nous nous proposons de décrire, et qui, établi dans de moyennes dimensions comme nous l'avons relevé, sera, nous en sommes convaincu, sous peu, le plus répandu, parce qu'il peut être utilisé dans le plus petit comme dans le plus

(1) Voyez le petit tour universel publié dans le tome 6^e.

grand établissement où l'on s'occupe du travail ou de la réparation d'objets mécaniques.

3^o Le tour à plateau, qui, établi sur de grandes dimensions, et avec une multiplication d'engrenages bien combinée, permet de tourner les plus fortes pièces. Ce genre de tour est généralement accompagné d'un support à chariot, au moyen duquel on peut non-seulement opérer le tournage des pièces, mais bien aussi l'alésage avec toute la précision désirable. Un tel outil est évidemment très-utile dans un atelier où l'on est susceptible de travailler des pièces importantes (1).

4^o Le tour parallèle ou à chariot, sur lequel la pièce se tourne ou s'alèle d'elle-même, une fois qu'elle est placée entre ses pointes, et que l'outil est réglé. Construit aujourd'hui dans les plus fortes comme dans les plus petites dimensions, ce genre de tour devient aussi très-répandu ; il est surtout extrêmement précieux par les diverses opérations qu'il exécute, autant que par l'exactitude avec laquelle elles peuvent être faites, quand il est bien construit, bien entretenu ; il présente surtout cet avantage bien important pour le chef d'établissement, de ne pas exiger d'être conduit par un bon ouvrier ; l'homme le plus incapable peut, au bout de très-peu de temps, se rendre à même de le conduire.

La plupart des tours parallèles sont aujourd'hui disposés avec une vis de rappel et des engrenages qui permettent de fileter des vis de diverses grosseurs et de pas différents ; ce qui en augmente l'emploi et le rend bien plus précieux encore pour des ateliers qui s'occupent de spécialités.

Nous aurons l'occasion de donner les dessins bien complets de cette dernière espèce de tours que nous choisirons dans des dimensions moyennes, et des mieux établis, des mieux entendus. Nous profiterons alors de cette circonstance pour parler de quelques tours de construction particulière, et qui ont cependant quelque analogie avec les tours à chariot, comme, par exemple, le tour à aléser et à tourner des surfaces sphériques (2).

On appelle quelquefois aussi tours, les machines à aléser ou à tourner, verticales, mais comme généralement les tours proprement dits sont horizontaux, nous les comprendrons toujours ainsi, et nous conserverons aux autres machines qui en diffèrent, quoique pouvant remplir le même objet, leur dénomination particulière.

Le tour que nous allons essayer de décrire présente cet avantage que non-seulement il permet de tourner sur lui des pièces de différentes dimensions, mais encore on peut, avec l'addition d'une simple poupée, y aléser des surfaces coniques, sans autre alésoir qu'une tige de fer cylindrique portant une lame d'acier ordinaire.

(1) Tel est le gros tour à plateau dessiné dans le 5^e volume.

(2) Voyez les tours parallèles décrits dans les tom. 2^e et 4^e.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU TOUR

REPRÉSENTÉ PLANCHES 19 ET 20.

DU BANC ET DE SES SUPPORTS. — Ce tour a été construit pour être assujetti sur un banc en bois ordinaire, composé de deux fortes jumelles A, qui, lorsqu'elles sont d'une longueur suffisante, permettent d'y placer plusieurs tours semblables, ou de monter entre les deux poupées des pièces très-longues, comme des arbres, des tiges ou des tringles. On peut se procurer de ces jumelles en chêne de 8 à 10 mètres de longueur ; mais il faut avoir le soin de les supporter sur 3 à 4 supports en fonte, pour les empêcher de fléchir. Il est prudent aussi de les choisir bien fortes et bien saines, et surtout en bois bien sec ; celles du tour que nous avons relevé n'avaient pas moins de 54 centimètres de hauteur sur moitié d'épaisseur ; leur longueur totale était de 8,5 mètres, et supportées par trois chaises en fonte B.

Ces chaises élèvent le banc au-dessus du sol pour que les poupées et leurs pointes se trouvent à la hauteur la plus convenable et la plus appropriée au genre de pièces que l'on est susceptible d'y travailler. Il faut en effet que le tourneur puisse, non-seulement y monter les pièces, sans être trop embarrassé, mais il faut de plus qu'il puisse les tourner au crochet ou à la plane, sans être trop gêné dans ce travail, sans quoi il se fatiguerait en très-peu de temps. Les jumelles sont attachées à chaque chaise par des boulons b qui les traversent, mais ceux-ci ne les portent pas, ils ne font que les maintenir dans leur écartement ; elles reposent sur des joues horizontales venues de fonte avec les supports. La semelle de ces derniers est encastrée soit dans des pierres de taille, soit dans des pièces de bois transversales C, entièrement enterrées dans le sol (voyez fig. 1^{re} et 4) ; des boulons à écrous et à clavettes complètent la fixité de ces pieds avec les traverses.

Toutes les faces des jumelles sont dressées ou au moins lavées à la scie, mais leur plan horizontal supérieur doit surtout se trouver bien de niveau. Pour le conserver on le garnit de bandelettes ou plates-bandes en fer a, que l'on assujétit de distance en distance par des vis à bois (fig. 2 et 3).

DE LA POUPEE FIXE DU TOUR. — La poupée fixe est la pièce principale du tour, c'est elle qui porte l'arbre, le plateau, les engrenages et les pouilles qui doivent donner le mouvement de rotation à la pièce à travailler. Cette poupée est représentée en élévation et en plan (fig. 1 et 2,) en coupe verticale (fig. 3,) et vue par le bout, (fig. 4.) Elle se compose d'une pièce en fonte D, dont la base est horizontale, pour s'asseoir sur le banc ; cette base est ouverte à son milieu pour le passage des deux boulons c qui servent à l'assujétir d'une manière solide, en serrant très-fortement leurs écrous ;

des platines en fonte, placées sous les jumelles, reçoivent la pression des clavettes dont ces boulons sont munis.

Les deux joues verticales et parallèles qui s'élèvent au-dessus de la poupe, portent à leur partie supérieure des coussinets en bronze ou en fonte *d*, qui y sont ajustés avec beaucoup de précision; l'entaille pratiquée dans chacune des joues pour recevoir ces coussinets est quarrée, et entièrement ouverte par le haut, afin d'introduire ceux-ci sans être gêné par leurs rebords, qui, de cette sorte, les retiennent, une fois en place, de manière à ne pouvoir prendre aucun mouvement latéral.

Nous avons dit que ces coussinets sont en fonte ou en bronze, ils peuvent être en effet, pour des tours comme celui-ci, qui n'est pas susceptible de supporter de très-fortes charges, de l'un ou de l'autre de ces métaux, sans aucun inconvénient, parce que des coussinets en fonte sont aussi durables que des coussinets en cuivre, quand ils sont bien entretenus, pour marcher à de grandes vitesses avec peu de charge, et ils ont l'avantage d'être beaucoup plus économiques.

L'arbre *E* du tour est d'une seule pièce, en fer forgé (fig. 3 et 6); il est non-seulement tourné partout extérieurement, mais encore alésé dans toute sa longueur. Cette disposition, adoptée par M. Cartier et par plusieurs mécaniciens, est d'un avantage bien précieux pour l'alésage cylindrique des pièces qui demandent beaucoup de précision. Elle n'a pas été, nous le croyons du moins, suffisamment comprise par tous les constructeurs, car elle n'est pas encore généralement adoptée; nous pourrons faire voir qu'elle est pourtant d'un grand secours, et qu'elle ajoute peu de dépense à la machine entière, que l'on doit d'ailleurs chercher à monter aussi complète que possible, quand on en fait les frais. Il est vrai de dire que l'alésage d'un tel arbre n'est pas sans difficultés, pour être exact; cependant, en prenant les précautions nécessaires, un ouvrier intelligent peut parvenir à le faire en moins d'une semaine, et cela sur un tour à pointes ordinaire.

Il serait préférable, et plus simple évidemment, de l'aléser sur un tour parallèle, en fixant entre les pointes un porte-lames, ayant un mouvement de rotation; mais nous devons remarquer que l'ouverture pourrait ne pas permettre ce moyen pour tous les arbres. Ainsi, dans le cas actuel, l'orifice tout alésé n'a pas plus de 35 millimètres de diamètre: or pour pouvoir former, sur un tour à chariot, un cylindre creux d'une si faible dimension, dans une longueur de plus de 80 centimètres, il eût fallu d'abord qu'il fût percé à 30 ou 32 millimètres au plus, et en admettant que l'on eût fait un porte-lames de cette grosseur, il eût dû avoir au moins 1^m 90 de longueur, pour être placé entre les pointes du tour parallèle, et permettre la course convenable. Or il est aisé de comprendre qu'une tige aussi longue et proportionnellement aussi faible, aurait nécessairement *flambé*, fléchi pendant

le travail, la lame d'ailleurs ne dépassant de chaque côté que de 2 millimètres à peine, l'espace libre étant par cela même très-resserré, le dégagement des copeaux se serait fait difficilement et on n'aurait pas pu obtenir un alésage parfait.

Cet arbre n'a donc pas été alésé sur le tour parallèle; après avoir été tourné, ou plutôt dégrossi extérieurement, on l'a placé contre la pointe de la poupée fixe d'un tour ordinaire et maintenu vers l'autre extrémité par une lunette, qui le dirigeait exactement dans la ligne d'axe du tour, puis on l'a percé par un foret à lame d'aspic, en acier fondu trempé, que l'on poussait très-lentement à l'aide de la vis de la contre-poupée, à mesure que l'arbre tournait. Parvenu à une certaine profondeur, on était obligé de chasser dans l'intérieur du trou, de l'eau de savon, au moyen d'une petite seringue. On a dû prendre les précautions nécessaires pour que le foret, l'arbre à percer, et les pointes des poupées se trouvent exactement dans une même ligne, pour qu'il y ait le moins de dérangement possible dans la direction du trou; toutefois, on ne pouvait pas évidemment obtenir une grande exactitude: aussi eut-on le soin de ne percer le premier trou qu'à un diamètre de 24 à 25 millimètres. Mais on le traversa ensuite par une mèche *demi-ronde*, qui permit de le redresser, parce que, mieux guidée et mieux soutenue, elle put suivre plus facilement la ligne d'axe déterminée par les pointes du tour. Toutefois, cette seconde passe ne fut pas jugée suffisante, parce que le trou n'était pas assez lisse, assez *cylindré*; on y passa donc une troisième lame, en forme de demi-ronde également, mais n'ayant cette forme qu'à l'extrémité, et prolongée par une partie cylindrique du diamètre exact du trou alésé et fini. A cette dernière passe, la mèche n'avait presque pas de matière à enlever, aussi le trou était parfait dans toute sa longueur.

L'arbre, ainsi préparé, sert de conducteur au porte-lames, que l'on y ajuste avec exactitude, et qui doit aléser les trous cylindriques comme des moyeux de poulies, de roues d'engrenages, etc. (Voy. fig. 3 et 6.)

A l'extrémité de cet arbre est monté un plateau circulaire en fonte F, que l'on y retient solidement au moyen de quatre vis taraudées dans l'épaisseur de la large embase forgée avec l'arbre, et contre laquelle s'applique le plateau; souvent même, lorsque le moyeu de celui-ci le permet, cette embase s'y trouve logée en tout ou en partie; ce qui permet de rapprocher le plateau le plus près possible de la poupée. La face extérieure de ce plateau est tournée sur l'arbre même, après son ajustement, pour présenter une surface parfaitement plane contre laquelle on peut appliquer les pièces à dresser ou à aléser, avec la facilité de les centrer. Quatre longues mortaises rectangulaires sont pratiquées, à angle droit, dans l'épaisseur du plateau, pour le passage des boulons qui doivent y assujéter

les pièces (fig. 3), ou les pinces en fer *l*, au moyen desquelles on centre et on adapte la pièce à percer ou à aléser; ces entailles permettent aux boulons, aux pinces ou aux tocs de se rapprocher ou de s'écartier du centre à volonté. Au besoin, on peut encore pratiquer, de distance en distance, dans l'épaisseur du plateau, des trous carrés servant au même usage.

A l'autre extrémité de l'arbre est ajustée une contre-pointe en acier *i*, contre laquelle on fait buter une vis de pression *h*, dont le bout est aussi acieré; cette vis est taraudée dans l'épaisseur de la bride en fer à oreilles *f*, que l'on retient à distance contre la poupée, au moyen de deux goujons cylindriques *g*, dont un bout se visse dans l'épaisseur même de la fonte. Comme, pendant le travail, la poussée de l'outil se fait presque toujours du côté de la poupée fixe, on conçoit que l'embase de l'arbre tendrait à presser fortement contre les premiers coussinets *d*, et produirait ainsi un frottement considérable; la vis buttante *h* a pour effet d'éviter ce frottement, en s'opposant à la poussée, et on peut aussi empêcher que l'arbre ne prenne du jeu dans le sens de sa longueur. D'un autre côté, les chapeaux en fer *e*, placés au-dessus des joues de la poupée, maintiennent aussi les coussinets, au moyen d'une vis de pression qui les traverse dans leur milieu, et par suite, on serre les collets de l'arbre au degré convenable; le tourneur doit apporter la plus grande attention à régler le serrage de ces coussinets, pour qu'ils ne soient ni trop lâches ni trop durs, parce que l'arbre jouerait ou prendrait une force considérable pour être mis en mouvement. Chacun des chapeaux en fer *e* est fixé sur les joues de la poupée par des vis à tête carrée, qui y sont taraudées. M. Carlier, mécanicien à Paris, qui s'occupe spécialement de la confection d'outils de toute espèce, et qui apporte dans ce travail les plus grands soins, construit beaucoup de tours semblables à celui-ci; il dispose les chapeaux des coussinets de manière à cacher complètement les têtes des vis qui les fixent sur les poupées, comme nous l'avons représenté sur le détail fig. 10. Cette disposition permet de nettoyer le tour avec plus de facilité. On peut voir un tour complet et un beau support à chariot de ce constructeur dans le 2^e vol. de ce recueil.

MOUVEMENT DE L'ARBRE DU TOUR. — Ce tour étant destiné à percer, à aléser, ou à tourner des pièces de différentes natures, comme de différentes dimensions, il importe de pouvoir varier la vitesse de l'arbre; à cet effet, il porte, d'une part, un *cône* en fonte *H*, ou poulie à quatre diamètres, dont les gorges extérieures sont tournées légèrement bombées. Ces poulies sont fondues d'une même pièce avec le pignon droit *I* de 24 centimètres, et ajustées libres sur l'arbre *E*; un croisillon en fonte et à quatre branches *J*, aussi ajusté libre sur cet axe, soutient la poulie la plus grande, avec laquelle il est assemblé (voyez la coupe verticale fig. 3).

Le pignon I engrène avec la roue droite en fonte K, de 0^m 54 de diamètre, et qui est montée vers l'extrémité d'un arbre intermédiaire en fer M, sur lequel elle est fixée par une clé à demeure et une vis de pression ; mais, en desserrant cette vis, on peut faire glisser la roue, et, par suite, la débrayer de son pignon. Plus loin, sur le même axe, est monté un second pignon droit L, qui n'a que 0^m 18 de diamètre, et que l'on fait engrenier avec la roue droite G, fixée à demeure sur l'arbre du tour, et à laquelle on a donné 0^m 60 de diamètre primitif. Par cette disposition, il est aisé de concevoir que si l'on donne au cône en fonte H un mouvement de rotation, ce mouvement se transmettra d'abord à la roue K, puis au pignon L et à la roue G ; l'arbre E tournera donc dans le sens de cette dernière, et avec une vitesse correspondante, mais proportionnellement beaucoup plus petite que celle des poulies.

Si, au contraire, on rendait le cône et la roue G solidaires ensemble avec le même arbre, au moyen d'une vis *j*, que l'on tarauderait dans un renflement de l'un des bras du croisillon J (fig. 3), et si, en même temps, on débrayait la roue K et le pignon I, en les faisant glisser latéralement sur leur axe, on comprend que l'arbre du tour tournerait alors à la même vitesse que les poulies.

Par conséquent, toutes les fois qu'on aura besoin d'une grande vitesse, ce qui a lieu pour aléser des petits trous dans la fonte ou le fer, pour tourner du bois ou du cuivre, quel que soit le diamètre, ou encore pour planer des pièces de fonte ou de fer, on devra évidemment faire marcher l'arbre E directement par le cône H, en le réunissant par la vis *j* à la roue G, et en ayant soin de dégrener les autres engrenages. Puisque ce cône a quatre diamètres différents, on peut donc avoir quatre vitesses directes, soit qu'il se trouve commandé par une même poulie motrice que l'on ferait glisser sur son axe, soit par un cône semblable, mais renversé, c'est-à-dire que la courroie passerait sur la plus petite poulie de l'un, et en même temps sur la plus grande de l'autre, ce qui a généralement lieu.

Lorsque les engrenages seront embrayés, on pourra de même avoir quatre vitesses différentes, mais beaucoup plus ralenties que les précédentes, ce qui doit être pour pouvoir tourner ou aléser des pièces de fonte ou de fer d'un certain diamètre, au-dessus de 9 à 10 centimètres.

Nous pourrions aisément voir quelles seraient les vitesses relatives que l'arbre du tour devrait avoir, en donnant à l'arbre moteur une vitesse de régime de 60 révolutions en 1', par exemple, et en admettant que le plus grand diamètre du cône placé sur cet arbre de commande soit en regard avec la plus petite du cône H, qui se trouve sur l'arbre E.

Le plus grand diamètre des deux cônes est de 0^m 51, et leur plus petit de

0^m 20; leurs diamètres intermédiaires sont de 0^m 32 et de 0^m 44. Comme ces cônes sont renversés, on a évidemment les rapports suivants :

$$\begin{aligned}0^m\ 51 : 0^m\ 20 &= 2,550 \\0^m\ 44 : 0^m\ 32 &= 1,375 \\0^m\ 32 : 0^m\ 44 &= 0,727 \\0^m\ 20 : 0^m\ 51 &= 0,392\end{aligned}$$

Or, puisque nous supposons la vitesse de l'arbre de commande de 60 tours par minute, les vitesses successives de l'arbre du tour, quand il sera directement commandé par le cône H, seront

$$\begin{aligned}2,550 \times 60 &= 153\text{ t},00 \\1,375 \times 60 &= 82\text{ ,50} \\0,727 \times 60 &= 43\text{ ,62} \\0,392 \times 60 &= 23\text{ ,52}\end{aligned}$$

Ce serait évidemment les plus grandes vitesses que l'arbre E pourrait alors avoir.

Si, au contraire, on le supposait commandé par les engrenages en détachant la roue G du cône, et en faisant embrayer la roue K avec son pignon, et en même temps le pignon I avec sa roue G, comme alors le rapport de vitesse entre le cône et cette roue G, serait

de 1 à 0,1333,

on verrait sans peine que les vitesses relatives de l'arbre E diminueraient en proportion et deviendraient successivement :

$$\begin{aligned}183,00 \times 0,1333 &= 20,39 \\52,50 \times 0,1333 &= 10,00 \\43,62 \times 0,1333 &= 5,80 \\23,52 \times 0,1333 &= 3,13\end{aligned}$$

Ainsi la plus petite vitesse que l'on transmettrait à l'arbre du tour serait de 3 tours par minute environ, la vitesse de l'arbre moteur étant toujours de 60 révolutions.

Or, pour dégrossir, par une première passe, des pièces de fonte sur un tel tour, on ne doit pas compter pouvoir marcher à une vitesse de plus de 8 centim. par seconde, à la circonférence de la pièce, en la tournant avec un outil fixe d'un support à chariot (1); et de plus de 11 centim., si

(1) On sait que lorsqu'on tourne ou qu'on rabote des pièces en fonte douce la vitesse de

on la tourne avec un crochet ou outil libre à la main. Par conséquent on voit que, dans le premier cas, la plus grande circonference de la pièce de fonte douce qu'on pourrait décroûter serait :

$$\text{de } 0,08 \times 60'' = 4^m 80 \div 3^h 13 = 1^m 533,$$

et le plus grand diamètre correspondant

$$\text{de } 1,533 \div 3,1416 = 0^m 488;$$

et dans le deuxième cas, le plus grand diamètre pourrait être

$$\text{de } \frac{0,11 \times 60}{3,13} : 3,1416 = 0^m 967.$$

Quand on termine le tournage à l'outil fixe, ce qui se fait rarement sur un tour de ce genre, on n'augmente pas sensiblement la vitesse de la pièce; souvent même on conserve la vitesse primitive pour que la surface soit plus lisse, plus unie. Mais le plus ordinairement la seconde passe se fait avec des outils libres, des *planes* que le tourneur conduit lui-même, en donnant alors au tour une vitesse qui est quatre ou cinq fois plus grande que lorsqu'il dégrossit au crochet.

On est aussi limité, pour la dimension de la pièce à placer sur le tour, par le diamètre même du plateau, ou plutôt encore par la hauteur de la poupée au-dessus du banc. Ainsi, dans la machine actuelle, la distance du centre de l'arbre à la surface supérieure du banc est de 0^m 40, la plus grande pièce à monter sur le tour ne pourrait donc avoir que 0^m 80 de diamètre extérieur. Il est vrai que dans des cas extrêmes on rehausse les poupées sur des cales, et on rallonge les boulons; mais il faut pour cela avoir le soin de faire ces cales bien égales d'épaisseur.

On a pu voir par le plan général, fig. 2, et la coupe transversale fig. 4, que l'axe intermédiaire M, est supporté par deux consoles N, venues de fonte avec les joues verticales de la poupée fixe; les tourillons de cet axe sont recouverts par des chapeaux k, fixés sur les consoles au moyen de vis. Par la disposition adoptée, pour embrayer ou débrayer la roue K et le pignon L, il faut, comme nous l'avons dit, les faire glisser sur leur axe. Il existe des tours où cet axe même peut s'écartier d'une certaine quantité de l'arbre du plateau, soit parce qu'il est ajusté dans des coussinets excentrés dont on peut varier la position à l'aide d'un contre-poids, soit

l'outil dépasse rarement 8 cent. par seconde, parce qu'il s'échaufferait et s'userait trop rapidement. Pour des outils libres on peut augmenter sensiblement cette vitesse, parce qu'il existe des intermittences, ils ne sont pas constamment en contact avec la pièce qu'ils travaillent.

parce qu'il est porté par des consoles que l'on peut faire tourner autour d'un centre fixe placé à leur partie inférieure. De cette sorte le débrayage ou l'embrayage peut se faire plus rapidement que par la disposition adoptée dans le tour actuel, et on est moins susceptible d'abîmer les engrenages.

CONTRE-POUPÉE OU POUPÉE MOBILE. — La poupée mobile du tour est comme la première, composée d'une pièce de fonte P, reposant sur le banc, sur lequel elle peut se promener et occuper une place quelconque; deux boulons à écrous et à clavettes c' la fixent solidement dans la position qui lui est déterminée.

Dans les joues de cette poupée sont ajustées, avec soin, les deux paires de coussinets n et n'; ces coussinets sont recouverts par les chapeaux en fer e, semblables à ceux de la poupée fixe, et portant des rebords de chaque côté; les premiers n sont alésés exactement cylindriques, pour servir de conducteur à la tige horizontale en fer Q; les seconds n' sont filetés intérieurement pour former écrou à cette même tige qui, sur une partie de sa longueur, doit servir de vis de rappel, pour pousser la pointe d'acier m, et par suite faire marcher le porte-lame lorsqu'on alèse, ou aussi pour serrer la pièce entre ses deux pointes, lorsqu'on tourne. La pointe m est ajustée légèrement conique à l'extrémité de la tige, comme l'indique la coupe détaillée fig. 6, et deux parties méplates sont ménagées sur la surface cylindrique pour permettre de l'enlever aisément. A l'autre bout de cette tige sont fixés, un volant p, qui sert à la faire marcher à la main, et une poulie à gorges o, par laquelle elle reçoit un mouvement de rotation très-lent de l'arbre même du tour, comme nous allons le voir plus bas.

ALÉSOIR. ... Lorsqu'on alèse les surfaces cylindriques, comme dans le cas de la fig. 3, sur laquelle nous supposons une roue d'engrenage O' adaptée contre le plateau F, la contre-poupée P est rapprochée de la poupée fixe, et l'alésoir X, composé simplement d'une tige de fer, bien calibrée et exactement ajustée dans l'arbre du tour, est supporté, d'une part, dans une grande partie de sa longueur, par cet arbre, qui lui sert de conducteur, et de l'autre, par la pointe m. Une lame en acier trempé q' traverse cet alésoir et y est retenue par une clé. Pour qu'elle puisse mordre des deux côtés à la fois, comme l'indique le détail fig. 7, on l'a faite d'une largeur exactement égale au diamètre que le trou de la roue O' doit avoir, et on a centré ces deux arêtes coupantes par rapport au centre de l'arbre. La partie de l'alésoir qui pénètre dans l'arbre porte une petite cannelure demi-circulaire (voyez fig. 6 et 8), dans laquelle on fait arriver de l'huile, que l'on introduit par une ouverture z, préalablement pratiquée dans une embase de l'arbre E; cet arbre et le porte-lames sont donc ainsi graissés

dans toute leur partie en contact ; on a le soin de fermer l'orifice z , pour que l'huile ne puisse s'échapper.

MARCHE DE L'ALÉSOIR. — Comme la pièce à aléser est animée d'un mouvement de rotation, le porte-lame ne doit pas tourner : aussi on a le soin de le retenir par une clé en fer r (fig. 3), qui descend entre les deux jumelles du banc, et qui s'ajuste à son extrémité, que l'on a faite exprès quarrée ; il suffit donc de faire avancer ce porte-lame au fur et à mesure que la pièce tourne. Le tour est ici disposé pour que cet avancement s'opère par le mouvement même de l'arbre E. A cet effet, vers l'extrémité de cet arbre, près du pignon I, est ajustée une petite poulie u' , qui a à peine 13 centim. de diamètre ; elle communique par une courroie à une poulie plus grande u , en fonte, de 42 centim. de diamètre, et montée au bout de l'axe horizontal en fer t , situé à une certaine hauteur au-dessus du tour.

Cet axe porte aussi un très-petit pignon droit v , qui engrène avec la roue U, placée plus haut ; ces deux engrenages sont à très-fine denture : le premier ne porte que 12 cent. de diamètre primitif ; le deuxième en a 70. L'axe t , qui porte le pignon et la poulie, est supporté d'un bout par un montant vertical en fonte T, à nervures et à jour, et de l'autre par une console de fonte s , qui s'adapte au montant. Celui-ci s'élève au-dessus pour porter aussi le grand arbre horizontal V, à l'extrémité duquel la roue U est ajustée ; l'autre bout de cet arbre, qui doit être suffisamment prolongé, est supporté par un second montant T, semblable au premier ; sur le même arbre est placée une poulie à gorges x , en fonte, pareille à celle qui est à l'extrémité de la vis de rappel Q ; elle n'y est retenue que par une clé à talon, qui permet de la déplacer à volonté pour la faire toujours correspondre avec la première, à qui elle transmet son mouvement de rotation par une corde sans fin.

Cette communication de mouvement, de l'arbre du tour à la vis de rappel, doit être combinée de manière à ne faire avancer cette vis que d'une très-petite quantité, relativement à la vitesse circulaire de la pièce à travailler. Il y a évidemment un rapport établi entre l'avancement de l'outil et la marche de la pièce, comme il en existe entre le diamètre de celle-ci et le nombre de tours qu'elle doit faire ; ce rapport est à peu près constant pour les pièces de même nature. Sur un tour de la dimension de celui que nous étudions, il ne faut pas compter, pour l'alésage de la fonte douce, que la lame puisse avancer de plus de $1/4$ à $1/3$ de millimètre par chaque révolution de la pièce alésée ; cet avancement ou cette *pression* de l'outil s'accroît évidemment avec les dimensions du tour ; cependant, pour que l'alésage soit bien fait, nous avons remarqué qu'on ne devait pas donner à l'outil plus de $1/3$ de millim. de pression sur des machines de cette dimension.

En partant de cette donnée, de $1/4$ de millim. d'avancement à donner à la lame par chaque tour de la pièce, on pourra facilement déterminer la vitesse à donner à la vis de rappel, et par suite quel devra être le pas de cette vis. Et d'abord, prenons les dimensions adoptées sur la machine pour les poulies et les engrenages qui doivent faire mouvoir la vis; nous savons que les deux poulies u et u' tourneront avec des vitesses en raison inverse de leurs diamètres; par conséquent, lorsque la plus petite u' fait 1 tour, la plus grande u n'en fait que

$$13/42 \text{ ou } 0,31.$$

De même, le rapport de vitesse entre la roue U et le pignon v , qui la commande, est égal à $12/70$ ou $0,17$.

Donc, pour une révolution de l'arbre du tour, l'axe V ne fera que

$$0,31 \times 0,17 = 0,0527.$$

Et si l'on admet que la gorge de la poulie o soit égale à celle de la poulie x , qui lui transmet son mouvement, nous pouvons dire que la vis de rappel Q ne fera que $0,0527$ de révolution par chaque tour de la pièce, ou bien 1 révolution pendant que celle-ci en fera $1 : 0,0527 = 19$.

Par conséquent, si la lame ne doit avancer que de $0,25$ mill. par révolution de la pièce, son avancement, au bout de 19 tours de celle-ci, sera de

$$0,25 \times 19 = 4 \text{ mill. } 75.$$

Le pas de la vis de rappel ne doit donc être que de $4,75$ mill. Celle du tour, représenté pl. 19 et 20, porte 5 mill. de pas.

On pourrait ainsi aisément déterminer le temps qui serait employé à l'alésage d'une pièce donnée, à partir du moment de la mise en train.

Avec une telle disposition du mouvement appliquée au tour, on a l'avantage de faire un alésage beaucoup plus régulier, plus précis que lorsque la vis de rappel est conduite par la main de l'homme; on économise cette main-d'œuvre, et un même ouvrier, intelligent et travailleur, peut aisément conduire deux ou trois tours semblables, n'ayant à s'occuper que du centrage des pièces, de leur mise en place, et à régler ou à affûter les outils.

ALÉSAGE DES TROUS CONIQUES. — Pour aléser des surfaces coniques sur un tour ordinaire, comme celui dont nous nous occupons, on se sert d'une troisième contre-poupée en fonte R (fig. 1 et 2), tout à fait pareille à la précédente Q , et qui, comme elle, est munie de coussinets en fonte et à rebord n'' . Dans ces coussinets est ajusté un porte-lame cylindrique en fer S , dont un bout est quarré pour recevoir la clé r , qui doit l'empêcher de

tourner, et dont l'autre bout porte une lame d'acier *q*, tenue par une clavette.

La pièce que l'on veut aléser conique est un manchon en fonte *O*, placé près du plateau du tour, puis centré et maintenu par quatre pinces à vis *l*, boulonnées contre ce plateau ; on suppose un premier trou venu de fonte à cette pièce.

On conçoit déjà que si l'on place la poupée *R* de manière que l'axe de l'alésoir *S* ne soit pas sur le prolongement de la ligne d'axe du tour, mais fasse, au contraire, un certain angle avec celle-ci, et que si l'on fait avancer cet alésoir à l'aide de la vis de rappel *Q*, que l'on placerait dans la même direction ; on conçoit, disons-nous, que la lame *q* devra former une surface conique. Seulement il importe que cette lame n'ait, pour sa plus grande largeur, que le plus petit diamètre du trou à obtenir, et qu'elle ne travaille que d'un côté, comme on l'a indiqué sur le plan (fig. 2). Il importe aussi, pour placer l'alésoir dans la direction convenable, de se rendre bien compte de la différence entre le plus grand et le plus petit rayon des deux bases extrêmes du trou conique à aléser ; c'est cette différence qui évidemment détermine l'angle que doit faire l'arbre du tour avec l'axe du porte-lame et de la vis de rappel, placée sur son prolongement pour la faire avancer.

Une fois ce porte-lame réglé, bien mis en place, l'alésage peut se faire seul comme précédemment, la vis de rappel *Q* étant commandée de la même manière. On conçoit qu'il peut aussi bien aléser des surfaces cylindriques, mais dans ce cas l'arbre du tour n'a pas besoin d'être percé ; seulement il faut prendre plus de précaution, en employant ce moyen, pour placer l'axe du porte-lame exactement dans l'axe de la poupée fixe. Avec ce système, on peut aussi avoir l'avantage d'aléser des extrémités d'arbres en fonte ou en fer, pour recevoir, par exemple, des pointes acierées qui doivent y être ajustées coniques. L'arbre à aléser ainsi est alors porté par la pointe de la poupée fixe, d'une part, et par une lunette placée le plus près possible de l'autre extrémité. On évite, de cette sorte, l'emploi des mèches demi-rondes qui coûtent d'autant plus à confectionner qu'elles ne peuvent servir que pour des ouvertures de même diamètre, et qu'il en faut, par suite, un très-grand nombre ; et d'ailleurs ces mèches demi-rondes demandent beaucoup d'attention et d'intelligence de la part de l'ouvrier, pour ouvrir des trous bien exacts.

M. Thiébaut aîné, habile fondeur en cuivre à Paris, et en même temps l'un de nos premiers fabricants pour la confection des rouleaux propres à l'impression des étoffes, vient de faire confectionner, dans ses ateliers, un tour spécial pour aléser aussi des pièces coniques, et qui présente cet avantage de pouvoir faire un cône très-prolongé, ce qui peut être très-précieux pour certaines pièces.

Observations. — Lorsqu'une pièce , présentant une certaine longueur , doit être tournée extérieurement, comme un arbre, par exemple, elle doit être portée par la poupée fixe et la poupée mobile P; on ajuste alors dans le bout de l'arbre E , une pointe conique en acier trempé, semblable à la pointe *m* , qui est adaptée à la tige cylindrique Q ; la pièce est alors prise entre ces deux pointes, après avoir été centrée préalablement, et pour lui faire communiquer le mouvement de rotation imprimé à l'arbre et à son plateau, on monte sur celui-ci un fort boulon ou un *toc* , que l'on fait appuyer contre l'oreille d'une bride en fer fixée à l'extrémité de la pièce.

Si cette pièce doit être tournée au crochet à la main , on se sert d'un support ordinaire en fonte , surmonté d'une traverse en bois sur laquelle l'ouvrier appuie son outil qu'il élève à la hauteur de la ligne d'axe du tour. Si, au contraire, elle doit être tournée par un outil fixe, celui-ci est assujetti sur un support à chariot, dont la vis de rappel est mue par le système d'arbres, d'engrenages et de poulies placés au-dessus du tour, comme nous l'avons vu plus haut. L'avancement de l'outil, comme la vitesse de rotation de la pièce , doivent être, dans ce cas , combinés suivant ce que nous avons dit précédemment.

Ayant l'occasion plus tard de donner les dessins d'un tour à chariot (1), et avec lui le support fixe qui l'accompagne , nous n'en donnons pas de détails aujourd'hui, nous étant principalement proposé de faire connaître plutôt le tour à engrenages proprement dit avec ses applications à l'alésage des trous coniques et cylindriques.

POIDS ET PRIX DU TOUR.

Le poids de la poupée fixe de ce tour, en y comprenant son arbre en fer, son plateau, le cône et les engrenages , telle enfin qu'elle est représentée sur nos dessins, est de. 320^k
sans les boulons ni les plaques qui l'assujettissent sur les jumelles.

Le poids de la poupée mobile P, avec sa vis, sa pointe, le volant et la poulie à gorges , est de. 150^k

Celui de la 2^e contre-poupée R, seule avec ses coussinets et chapeaux, de. 120^k

Le poids total de ces trois pièces est donc de. 590^k

Toutes ces pièces étant travaillées , les engrenages tournés , alésés et taillés, les arbres et les poulies tournés partout, les ajustements de chaque

(1) Voyez les 3^e et 7^e livraisons du tome II de ce Recueil et la 9^e du tom. III.

pièce, sans exception, étant bien faits, on nous a dit qu'un tel tour, ainsi composé, ne pourrait pas être livré par le mécanicien, à moins de 2 fr. le kilogramme.

Soit pour les trois poupées toutes montées 1,200 fr.

Il y a des constructeurs qui confectionneraient de tels appareils à raison de 1 fr. 80 c. le kilogramme.

Il faut évidemment compter en dehors les supports, montants, axes, engrenages et poulies, placés au-dessus des poupées pour faire marcher l'outil : cette disposition est nécessairement variable, suivant la localité. On doit également estimer, en plus, les jumelles du banc et leurs pieds en fonte ; nous savons que trois chaises semblables à celles B du dessin, pèsent ensemble 120_k.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 19 ET 20.

Pl. 19, fig. 1^{re}. Élévation du tour à engrenages vu dans le sens de la longueur du banc.

Fig. 2. Plan général, vu en dessus du tour, disposé pour alésier une pièce conique. A cet effet les deux poupées mobiles sont placées de manière que leur ligne milieu fasse un certain angle avec la ligne d'axe du tour ; tandis que sur l'élévation elles sont supposées ramenées dans cette ligne, afin d'éviter des raccourcis qui auraient rendu le dessin confus.

Pl. 20, fig. 3. Coupe verticale et longitudinale faite par le milieu de la machine, suivant la ligne 1-2 du plan. On suppose, dans cette figure, aléser un trou cylindrique sans l'addition d'une seconde poupée mobile.

Fig. 4. Vue par le bout, ou du côté de la tête du tour, et coupe verticale du banc faite suivant la ligne 3-4 de la fig. 3.

Fig. 5. Coupe verticale de la poupée mobile, suivant la ligne 5-6 fig. 3.

Fig. 6. Élévation du porte-lame destiné à l'alésage des trous cylindriques, et coupe verticale de l'arbre du tour, au 1/10.

Fig. 7. Section verticale faite en avant de la lame propre à l'alésage, et qui est supposée, dans ce cas, travailler des deux bouts à la fois.

Fig. 8. Coupe verticale de l'arbre perpendiculairement à son axe, et vue par le bout du porte-lame.

Fig. 9. Détails de la bride en fer qui porte la vis buttante h.

Fig. 10. Détails de l'un des chapeaux qui peuvent remplacer ceux désirés en e sur les poupées du tour.

Ces différentes figures sont dessinées à l'échelle de 1/15 d'exécution.

MACHINE

A RABOTER LES MÉTAUX,

LA PIÈCE ÉTANT MOBILE,

ET LE MÊME OUTIL TRAVAILLANT PENDANT L'ALLÉE ET LE RETOUR ,

PAR

M. WHITWORTH , Constructeur à Manchester.

(PLANCHES 21 A 23.)



Ayant déjà donné dans l'une de nos premières livraisons les dessins d'une machine à raboter les métaux , nous serions loin de publier aujourd'hui une nouvelle machine portant le même titre , si nous n'y avions été engagé par plusieurs de nos souscripteurs qui désirent vivement connaître la disposition et les détails de la machine anglaise. Comme d'ailleurs celle-ci diffère complètement de la première , dans sa construction comme dans son travail , nous avons pensé qu'elle n'en intéresserait pas moins tous nos lecteurs. Nous sommes persuadé qu'un tel outil , qui joue un rôle si important dans les ateliers de construction , se répandra dans un grand nombre d'établissements ; bien construit , bien dirigé , il peut en effet devenir un instrument très-précieux et surtout très-actif , présentant l'avantage inappréciable d'éviter les pertes de temps , et par conséquent , toutes choses égales d'ailleurs , de faire plus d'ouvrage et avec autant de précision que les machines à raboter connues.

Ainsi dans cette machine , qui est due à M. Whitworth , l'un des habiles constructeurs d'outils à Manchester , le même burin travaille soit que la pièce , qui est mobile , marche dans un sens , soit qu'elle revienne sur elle-même. A chaque extrémité de la course ce burin fait une demi-révolution sur lui-même avec une précision que l'on peut dire mathématique , et cela sans être mû par la main de l'homme ; cet effet s'opère par le mouvement même de la machine , à point nommé , et en se répétant ainsi autant qu'il est nécessaire. Au premier aspect , lorsqu'on voit marcher cet appa-

reil pour une première fois, on est réellement étonné des mouvements qui s'effectuent seuls, avec une harmonie parfaite, sans qu'on y touche ; on suit la marche lente et régulière de la pièce, que l'outil attaque et sur laquelle il enlève des copeaux qui se succèdent ; puis tout à coup, elle s'arrête un instant très-court, pendant lequel le burin fait un demi-tour, et s'avance en même temps transversalement, d'une très-faible quantité, afin de ne pas se trouver en contact avec le sillon qu'il vient de tracer. La pièce se met de nouveau en marche, mais en revenant alors successivement avec la même vitesse, avec la même régularité que précédemment, comme si rien n'était changé, pour continuer ainsi jusqu'à ce que toute sa surface soit dressée.

Le talent de l'ouvrier, avec un tel instrument, ne consiste pas dans la manière de le conduire, mais seulement dans le mode de forger le burin, de le tremper, de l'affûter, de l'ajuster dans sa boîte, et dans les moyens d'assujétir la pièce sur le chariot, pour que la surface à dresser ne se déforme pas après le rabotage. Qu'un ouvrier intelligent sache donc bien préparer ses outils, et monter les pièces, la machine fait le reste, avec précision, régularité et promptitude.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE.

PLANCHES 21, 22 ET 23.

BATIS PRINCIPAL DE LA MACHINE. — Le bâti de cette machine est disposé comme le banc d'un tour parallèle ; il se compose d'une seule pièce de fonte A dont les deux joues verticales et parallèles sont non-seulement très-épaisses, mais encore renforcées par des nervures intérieures *a*, placées à égale distance. Trois pieds en fonte B, de peu de hauteur, élèvent le banc au-dessus du sol ; ils reposent sur de larges dés en pierre que l'on a presque complètement encastrés dans le terrain affermi de l'atelier, et des boulons à écrous, qui traversent des oreilles *c*, venues de fonte à l'intérieur du banc, l'assujettissent solidement sur ces trois pieds. (Voyez la coupe longitudinale, fig. 12, pl. 23.)

Comme dans certaines machines, on a pratiqué sur les parties saillantes *b*, qui surmontent les deux côtés du banc, dans toute leur longueur, des rainures angulaires, dont la section présente la forme d'un trapèze à bases horizontales, surbaissé d'un rectangle de peu de hauteur, comme le montrent bien la vue de bout (fig. 1), et la coupe transversale (fig. 2, pl. 21).

CHARIOT QUI PORTE LA PIÈCE A RABOTER. — Ces rainures longitudinales reçoivent les appendices *d* de même forme et fondus avec le long chariot horizontal C, sur lequel on doit assujettir les pièces à travailler.

Cette disposition diffère ainsi de la plupart de celles adoptées dans les tours à chariot ou dans les machines à raboter établis jusqu'alors, et dans lesquels on a pu remarquer qu'au lieu de faire des rainures sur les côtés supérieurs du banc, on fait, au contraire, venir de fonte des saillies bien dressées, dont l'une est droite et horizontale, et l'autre est à section triangulaire, comme on l'a supposé sur le banc de tour C' placé sur le chariot pour être seulement raboté. Le constructeur, en adoptant une disposition différente, a eu principalement pour but d'éviter les pertes d'huile ou de graisse, qui, dans ce cas, séjourne au fond des rainures, comme dans un réservoir établi exprès, tandis que dans le premier cas elle tend naturellement à s'en échapper, de sorte que les surfaces restent onctueuses, et glissent avec moins de facilité. Pour que le chariot soit mieux maintenu, mieux guidé dans sa marche rectiligne, M. Whitworth, et avec lui quelques autres constructeurs, ont préféré pratiquer deux rainures parallèles, plutôt que de laisser une partie méplate d'un côté et faire la coulisse triangulaire de l'autre seulement; il est vrai qu'alors l'ajustement est beaucoup plus difficile, et exige une très-grande précision; toutefois, comme ce travail doit être fait sur une machine à raboter, avec de l'attention, un ouvrier intelligent et soigneux peut y parvenir en peu de temps, et quand il a le soin d'essuyer la machine souvent, pour enlever la poussière ou les copeaux qui séjourneraient dans les rainures, on peut travailler bien des années sans usure sensible.

Le chariot qui porte la pièce à dresser est une large plaque de fonte C, de même longueur que le banc et sur laquelle sont ménagées des entailles à queues qui permettent d'y loger les têtes des boulons, en les faisant glisser aux points convenables pour y assujettir la pièce. Les appendices d qui règnent sous la plaque sont évidemment dressées, avec la plus grande exactitude, pour coïncider avec les faces des coulisses; mais on a eu le soin de ne pas les faire toucher au fond de celles-ci: elles ne doivent rigoureusement bien porter que sur les deux faces inclinées.

MOUVEMENT DU CHARIOT QUI PORTE LA PIÈCE. — Deux chaises, ou supports e, sont aussi venues de fonte, au-dessous du milieu de la plaque, pour recevoir les tourillons de deux galets mobiles D. Ces chaises sont munies de chapeaux que l'on resserre à volonté par des vis. La section transversale (fig. 2) et la coupe horizontale détaillée (fig. 15), donnent bien la forme de ces galets ou poulies à rebord d'un côté, disposés pour engrenner avec une longue vis de rappel E, placée dans l'axe de la machine. C'est au moyen de cette vis et des galets que le mouvement de translation est communiqué au chariot et par suite à la pièce à travailler.

Il paraît que depuis longtemps on avait essayé l'application d'une vis à simple ou à double filet, pour déterminer ce mouvement rectiligne dans

les machines à raboter, mais comme on se servait alors d'un écrou qui embrassait complètement plusieurs filets de la vis, on trouva sans doute l'ajustement trop dur, et par suite que les frottements étaient trop considérables. Quoi qu'il en soit, on préféra se servir de crémaillères ou de chaînes sans fin, et retarder le mouvement par des engrenages convenablement combinés. Mais cette disposition exige ou d'employer des roues très-grandes ou des pignons très-petits, ou une multiplication d'engrenages qui compliquent la machine et ajoutent d'ailleurs à ses frais d'entretien.

En remplaçant l'écrou par deux galets, qui ne se trouvent chacun en contact avec les filets de la vis de rappel que par deux points diamétralement opposés, le constructeur est arrivé non-seulement à diminuer les frottements d'une manière notable, mais encore à éviter les efforts de torsion inévitables dans l'emploi de l'écrou, et il a de plus l'avantage, en donnant aux galets un assez grand diamètre, de transmettre l'effort en des points éloignés; ainsi la vis est bien moins fatiguée, et n'éprouve aucune contrariété, lors même que l'ajustement du chariot ne serait pas bien fait, et que la marche ne serait pas régulière; avec l'écrou, au contraire, elle serait tantôt trop serrée, tantôt trop lâche, parce qu'il est impossible de faire une vis de cette longueur qui puisse exactement bien coïncider dans toutes ses parties avec un écrou occupant plusieurs filets, sans forcer dans des points ou jouer dans d'autres.

Cette vis de rappel doit être en bon fer forgé, que souvent pour plus de durée l'on trempe en paquet, en prenant alors les plus grandes précautions pour la redresser dans le cas presque certain qu'elle se fausserait à la trempe. Elle peut être faite à double ou à simple filet, suivant que l'on combine sa première vitesse de rotation plus petite ou plus grande. Dans tous les cas, le pas et la vitesse de la vis doivent être calculés pour que la marche rectiligne du chariot soit de 7 à 8 centimètres au plus par seconde. Or, il est évident que, pour chaque tour de la vis, les galets, et par suite le chariot et la pièce à dresser, s'avancent d'une quantité égale au pas de cette vis; ainsi dans la machine actuelle la vis étant à double filet et son pas de 7 centimètres, le chariot marche donc de cette quantité par chaque révolution; par conséquent il suffirait qu'elle fit un tour par seconde, ou 60 tours par minute, dans les circonstances les plus ordinaires où l'on rabote des pièces de fonte douce.

A l'une des extrémités de la vis est montée une petite roue d'angle F, qui n'a que 0^m 200 de diamètre primitif, et qui est alternativement commandée par deux pignons d'angle à douille F', F'', de chacun 0^m 135 de diamètre. Le premier de ces pignons est fixé sur l'axe horizontal G, par une longue clavette; la douille du second, qui est tout à fait libre sur cet axe, se prolonge pour porter, vers le bout, la poulie H'' (voyez la coupe horizon-

tale fig. 13, pl. 23); ainsi cette poulie et le pignon F'' tournent toujours dans le même sens, puisqu'ils sont solidaires. Contre la poulie H'' , est une seconde poulie H , de même diamètre, mais plus étroite et qui est folle sur l'axe; enfin, à l'extrémité de celui-ci est fixée une troisième poulie H' entièrement pareille à la première: ces trois poulies sont toujours commandées, mais alternativement, par la même courroie h que l'on voit en élévation (fig. 3, pl. 22). Or il est aisé de concevoir que, lorsque cette courroie se trouve sur la poulie H' , par exemple, l'axe G avec lequel elle fait corps, tourne et entraîne dans son mouvement le pignon F' , qui alors commande la roue F , et par suite la vis de rappel peut ainsi faire marcher le chariot dans une direction; pendant ce temps le pignon F'' et sa poulie H'' tournent librement et en sens contraire, et la poulie folle plus étroite H peut obéir successivement au mouvement des deux premières, suivant qu'elle se trouve plus ou moins entraînée par l'une ou par l'autre. Si la courroie motrice passe de la poulie H' à celle H'' , elle opère immédiatement le mouvement rétrograde du chariot C , parce qu'alors c'est le pignon F'' qui commande la roue F ; l'autre pignon F' devient libre, et tourne en sens opposé avec l'arbre G et la poulie H' .

On voit donc qu'il suffit, pour déterminer le changement de direction du mouvement de la pièce à raboter, de faire passer successivement la courroie de la poulie H' à celle H'' et réciproquement; celle du milieu H ne sert que d'intermédiaire: on l'a faite plus étroite que ses voisines, afin que la courroie, qui est un peu plus large qu'elle, commence, au moment de la transposition, à être en contact avec la poulie qu'elle doit embrasser, quand elle n'a pas encore tout à fait abandonné celle qu'elle est sur le point de quitter. Le mécanisme qui doit effectuer ce changement est réduit dans cette machine, comme nous allons le voir, à sa plus simple expression. Il consiste, en effet, en une fourchette en fer courbée J (fig. 3, 4 et 5, pl. 22), formant un œil elliptique à la partie supérieure pour embrasser la largeur de la courroie, et assemblée à charnière à son extrémité inférieure à une chappe en fer i qui est appliquée contre le banc près des poulies. Cette fourchette est percée vers son milieu pour être traversée par le bout de l'une des branches d'un levier coudé en équerre K , lequel est à douille pour s'ajuster sur un tourillon vertical fixé au support de fonte k . Le bout de la seconde branche de ce levier forme un bec rectangulaire engagé dans une entaille faite exprès au bas de la douille mobile j . Or cette douille s'ajuste et se fixe par une vis de pression sur la longue tringle horizontale en fer L , qui est placée un peu au-dessus de l'un des côtés du banc, et soutenue par deux supports de fonte L' , dans lesquels elle peut glisser comme entre des guides; sur cette même tringle sont ajustées deux bagues en fer $l' l''$, dont on peut régler la place et l'écartement à volonté,

et maintenir ensuite dans leur position, en serrant les vis de pression dont elles sont munies.

Au milieu de la longueur de la plaque mobile C, et du côté extérieur qui nous occupe, est fixée par deux vis une petite pièce buttante *m* qui est courbée en forme de demi-cylindre pour embrasser en partie la surface supérieure de la tringle. Il est aisément de concevoir que cette espèce de main, dans le mouvement rectiligne du chariot, viendra tantôt rencontrer la bague de gauche *l'*, et tantôt celle de droite *l''*, et qu'elle poussera ces bagues jusqu'à ce qu'un changement général dans le mouvement se soit opéré. Or, en poussant la première bague *l'*, par exemple, la tringle L est tirée avec elle de droite à gauche (fig. 3), la douille *j*, marchant aussi, fait osciller le levier coudé K, et par suite la fourchette J qui, tendant à s'écartier du banc, oblige la courroie motrice *h* de passer de la poulie H'', sur la première H'. Lorsqu'au contraire c'est la deuxième bague *l''* qui est poussée par la main buttante *m*, la tringle est tirée de gauche à droite, et avec elle la douille *j*, qui alors ramène la fourchette contre le banc, pour obliger la courroie de passer de la poulie H' à celle H''. On comprend sans peine que cette transposition n'est pas faite tout à coup; il faut que les bagues soient entraînées pendant un instant très-court, à la vérité, pour donner le temps à la courroie motrice de changer de poulie, sans cependant rester sur la poulie intermédiaire H.

L'arbre horizontal G est tourné cylindrique dans toute sa longueur; à une extrémité, il forme collet, d'un côté par une embase extérieure et de l'autre par le moyeu du pignon F', afin de ne pas glisser: il est reçu à cette extrémité par un coussinet en bronze ajusté dans le support à console I, boulonné contre la nervure extérieure qui termine le banc. La douille du second pignon F'' sert de deuxième coussinet au même arbre; elle est supportée par une console I' semblable à la première, et comme elle forme une gorge cylindrique en cette partie, elle ne peut glisser, mais seulement tourner librement sur elle-même, tout en permettant à l'arbre de tourner aussi en sens opposé. La vis de rappel est aussi supportée à ses extrémités par des coussinets *g* en bronze et à joues quarrées, ajustés sur les nervures extrêmes du banc, qui sont à cet effet plus élevées que les nervures intermédiaires; ces coussinets sont d'ailleurs serrés au degré convenable par les chapeaux en fonte qui les recouvrent.

CHARIOT DU PORTE-OUTIL ET SES SUPPORTS. — Dans cette machine, comme dans toutes les machines à raboter anglaises, on dit que le porte-outil est fixe. Il l'est en effet pendant qu'il travaille et que la pièce marche; mais il change de position à chaque extrémité de la course, soit pour s'avancer dans le sens transversal de la machine, lorsqu'on rabote une surface horizontale, soit pour descendre verticalement quand on doit pratiquer

quer une rainure, soit encore pour marcher obliquement, quand on veut dresser une surface inclinée; mais dans tous les cas, il ne marche que d'une très-faible quantité à la fois. Le porte-outil est aussi disposé pour qu'on puisse le monter ou le descendre à la main, pour l'écartier ou le rapprocher du chariot qui porte la pièce à travailler, suivant la plus ou moins grande hauteur de cette pièce.

A cet effet, le constructeur a adapté de chaque côté du banc deux forts supports courbes en fonte P, qui sont solidement boulonnés, comme on peut le voir dans l'élévation latérale (fig. 3, pl. 22); chacun de ces supports est fondu avec un montant vertical P' dont le sommet se trouve à plus de deux mètres au-dessus du sol de l'établissement, ce qui permet ainsi d'élever au besoin le porte-outil de manière que sa partie inférieure soit à plus de 60 centimètres au-dessus du chariot C. On est toujours, comme on le voit, bien limité dans la hauteur, et à moins que de donner des dimensions exagérées aux supports P et à leurs montants, il ne serait pas possible de raboter, sur ce système de machines, des pièces qui seraient très-élevées. En cela nous avons vu que les machines de MM. Cavé et Mariotte ont un avantage marquant que nous avons dû faire ressortir.

Les deux montants verticaux P sont réunis, à leur partie supérieure, par une forte entretoise en fer P'', formant embase et taraudée à chaque bout; ils se maintiennent ainsi d'une manière solide. Évidés dans presque toute leur hauteur, ces montants renferment dans leur milieu les vis à filets quarrés Q, au moyen desquelles on peut faire descendre et monter au besoin tout le système du porte-outil: ces vis sont exactement de même pas et traversent les écrous en cuivre q' (fig. 7), incrustés et fixés aux extrémités du chariot en fonte R du porte-outil. S'élevant jusqu'au sommet des montants, elles les traversent pour porter chacune au-dessus les petites roues d'angle r qui servent à les faire mouvoir: ces roues sont commandées par les pignons plus petits r', montés aux extrémités d'un même axe horizontal s, au bout duquel est une manivelle. Ainsi, en imprimant à celle-ci, à la main, un mouvement de rotation plus ou moins rapide, on fait tourner les vis de rappel Q, et par suite ou fait monter ou descendre le chariot R.

L'axe horizontal s est soutenu dans des espèces de fourches en fer s', d'un ajustement tout particulier, et d'autant plus intéressant qu'il est très-simple et d'aucune apparence à l'extérieur de la machine. Au lieu de s'adapter aux montants par des boulons, ces fourches sont ajustées dans la tête même des vis; mais comme elles ne doivent pas être entraînées dans le mouvement de rotation imprimé à celles-ci, on les a tournées cylindriques, comme l'indique la coupe verticale détaillée fig. 19 (pl. 21). Leur extrémité inférieure forme une petite gorge rectangulaire dans laquelle se

logent deux petites clés qui traversent la tête des vis et le moyen des roues d'angle qui y sont montées; de cette sorte ces dernières peuvent librement tourner sur elles-mêmes en faisant marcher les vis, sans cependant entraîner les petits supports s' .

Le chariot du porte-outil se compose d'une forte pièce de fonte R , appliquée contre les montants sur lesquels elle doit glisser en marchant toujours parallèlement à elle-même. Pour la maintenir contre ces montants d'une manière solide, et éviter qu'elle ne prenne du jeu, sans pourtant empêcher de l'élever ou de l'abaisser au besoin, deux platines rectangulaires en fonte R' , bien dressées sur une face, sont serrées par deux vis à chapeaux contre ses extrémités (fig. 7), et s'appliquent en même temps contre la face postérieure des montants (fig. 2 et 3). Le corps de cette même pièce est renforcé par deux nervures arrondies et mourant vers les extrémités (voyez la coupe horizontale, fig. 18); elle est aussi évidée, sur le côté opposé, dans toute sa longueur, pour recevoir la vis de rappel horizontale t , qui doit faire marcher tout le porte-outil.

PORTE-OUTIL ET SON MOUVEMENT. — Contre la face verticale des parties saillantes q'' , fondues avec la pièce R (fig. 7), et dressées avec soin dans toute leur longueur, s'applique un plateau quarré en fonte T , qui est exactement plané sur ses deux faces opposées; ce plateau doit glisser le long du chariot contre lequel il reste constamment tenu au moyen des deux coulisseaux S ; un écrou en cuivre t' , qu'il porte à son centre, est traversé par la vis précédente t (fig. 12 et 18); ces coulisseaux ont deux faces en contact avec les saillies q'' , et des vis à tête perdue, taraudées vers les bords du plateau, le serrent au degré convenable, et empêchent qu'il ne puisse prendre du jeu, soit dans le sens vertical, soit dans tout autre sens.

Contre le même plateau T est adapté, par deux vis, le disque circulaire en fonte U , également dressé sur les deux faces verticales opposées: ce disque ne se fixe pas à demeure; comme il est nécessaire qu'il puisse prendre diverses positions, afin de permettre de placer l'outil verticalement ou dans une direction oblique quelconque, on a eu le soin d'y ménager deux coulisses circulaires qui lui permettent de pivoter autour de son centre, sans changer les deux vis qui le tiennent appliqué contre le plateau, et que l'on serre très-fortement lorsque sa place est réglée. Il est aussi évidé à son centre pour recevoir une petite vis de rappel x et son écrou, au moyen desquels l'outil peut descendre verticalement, quand il doit faire une rainure sur un arbre ou sur une pièce quelconque. Nous verrons plus loin comment le mouvement même, imprimé à la machine, peut se communiquer à cette vis pour ainsi faire marcher l'outil à propos.

Une boîte cylindrique en fonte Z est à son tour ajustée sur le disque U et maintenue contre ce disque au moyen de deux coulisseaux j' , que des

vis, à tête fraisée, fixent sur lui. Et pour que cette boîte ne puisse prendre du jeu en cas d'usure, on peut, au besoin, resserrer ces coulisseaux, à l'aide de vis à chapeau, taraudées latéralement dans les parties avancées j'' , venues de fonte avec le même disque (fig. 18). C'est vers la partie inférieure de cette boîte que se trouve fixé l'écrou en cuivre x' , qui doit la faire monter ou descendre suivant le sens dans lequel tourne la vis de rappel x qui le traverse (fig. 12). Cette vis est à filets triangulaires, d'un pas très-fin, et se termine par une tête quarrée qui permet de la faire tourner à l'aide d'une clé, afin de régler la hauteur exacte de l'outil au moment où l'on commence une nouvelle pièce.

Le porte-outil, proprement dit, dans cette machine de M. Whitworth, n'est autre qu'un cylindre en fer A' , tourné très-exactement et ajusté avec la plus grande précision dans la boîte précédente, qui a été alésée à cet effet. L'intérieur de ce cylindre est percé d'un trou quarré mandriné dans lequel on renferme l'outif f' , que l'on y maintient par quatre vis de pression. Cet outil se termine en dehors par un bec demi-rond, en forme de crochet de tourneur sur métaux, ou bien droit et en biseau, comme une plane (fig. 20). Cette forme est variable suivant le genre du travail à faire, suivant la nature du métal à couper ; elle varie bien aussi suivant le mode de travailler de l'ouvrier chargé de diriger la machine. Quoi qu'il en soit, il importe que cet outil soit en bon acier, trempé et recuit à un degré convenable, pour bien couper la matière sans se refouler ni s'égrener. Comme nous l'avons dit, la préparation des outils, leur forme, leur trempe, sont d'une très-grande importance pour obtenir de bons résultats ; il en est de même, du reste, dans toutes les machines-outils, quelles qu'elles soient, et les contre-maîtres, les chefs d'atelier, ne sauraient trop recommander aux ouvriers qu'ils dirigent d'y apporter toute leur intelligence, tous leurs soins.

Le cylindre A' est surmonté d'une partie filetée qui traverse un écrou et un contre-écrou h' , au moyen desquels une bague en fer D' , ajustée sur la portion évidée du même cylindre, est tenue appliquée sur la boîte Z ; de cette sorte, le porte-outil ne peut monter ni descendre dans sa boîte, mais il peut toutefois tourner librement sur lui-même, sans jeu, pourvu que les écrous et la bague soient serrés convenablement à cet effet.

On conçoit déjà aisément que toute l'invention du mécanicien anglais consiste dans la disposition nouvelle qu'il a donnée au porte-outil, disposition qui lui permet de faire à chaque extrémité de la course une demi-révolution sur lui-même pour se trouver dans la même position, par rapport à la partie qu'il attaque, pendant l'allée et le retour de la pièce. Mais il s'agissait de faire faire à ce porte-outil son demi-tour par le mouvement même de la machine, sans avoir recours à la main de l'ouvrier ; le construc-

teur est parvenu à ce résultat d'une manière très-simple par un mécanisme bien ingénieux.

MOUVEMENT ROTATIF DU PORTE-OUTIL. — Il a d'abord pratiqué sur la surface extérieure du cylindre A', une rainure hélicoïde d'un pas très-allongé et comprenant seulement une demi-spirale, que l'on peut regarder comme engendrée par un rectangle (voyez l'ensemble fig. 12, et le détail fig. 16); dans cette rainure s'engage l'extrémité coudée de la tige verticale en fer e', qui, traversant toute la hauteur de la boîte Z, s'élève au-dessus pour traverser aussi la pièce d', avec laquelle elle doit monter et descendre alternativement, ou glisser à frottement sans elle. Il est évident que n'importe à cette tige un mouvement rectiligne et vertical, le bec qui la termine tend à faire monter le cylindre A'; mais comme celui-ci ne peut s'élever, le bec glisse dans sa rainure et le fait ainsi tourner sur lui-même. Pour que sa demi-révolution soit exacte et qu'il ne puisse tourner davantage, lors même que la tige marcherait encore (ce qui pourrait arriver si le mouvement principal n'était pas parfaitement exécuté), on a eu le soin d'adapter à l'extérieur de la bague B', qui fait corps avec le porte-outil, une espèce de dent d'arrêt g' qui butte contre une portée correspondante g'' (fig. 3), ménagée à droite et à gauche de la boîte.

La pièce d' porte une oreille qui a permis de l'assembler à charnière avec deux brides en fer c', lesquelles se lient, de même par articulation, à l'extrémité d'une fourchette à deux branches Y; cette fourchette est aussi en fer et ajustée sur un axe horizontal X qui prend toute la largeur de la machine; elle peut glisser le long de cet axe, mais elle ne peut osciller sans lui, parce qu'il y est retenu par une clavette qui entre à frottement dans la rainure pratiquée sur toute sa largeur, comme le montre la figure 1. Cet axe est supporté, à ses extrémités, par deux équerres en fer X', adaptées sur les bords du chariot R: il est aussi soutenu, entre ces deux équerres, par un support à douille X'' qui est fixé sur le sommet du plateau mobile T dont nous avons parlé plus haut; ce support marche donc ainsi avec tout le système porte-outil.

A l'un des bouts du même axe, à l'extérieur de la machine, est monté un levier très-court V, terminé par une partie arrondie, laquelle est destinée à être touchée alternativement par les pattes à douille O, O', que l'on fixe à volonté, et à des distances voulues, sur la tringle verticale N, au moyen de simples vis de pression. Cette tringle est munie, à son extrémité inférieure, d'un goujon cylindrique p (fig. 1^{re}, 2 et 3), lequel est engagé dans une coulisse à développante, pratiquée dans l'épaisseur d'un excentrique en fonte M. On conçoit sans peine que si l'on donne à cet excentrique un certain mouvement, le goujon qui est renfermé dans sa rainure glissera, en tendant à suivre la courbe, par conséquent il se rapprochera ou s'écar-

tera du centre; et comme la tringle mobile N, avec laquelle il fait corps, est maintenue entre deux guides en fonte^q, qui sont adaptés par quatre vis à l'extérieur de l'un des montants P', il sera nécessairement obligé de monter ou de descendre en conservant rigoureusement sa verticalité. C'est alors que les pattes à douille O et O', agissant alternativement sur le levier V, le feront baisser ou éléver, et par suite feront osciller l'axe X, au bout duquel il est fixé. La fourchette Y, entraînée dans ce mouvement alternatif, déterminera à son tour l'ascension ou la descente de la tige e', et par suite fera tourner, comme nous l'avons dit, le porte-outil dans sa boîte, soit à droite, soit à gauche.

Il ne s'agit donc que de donner à l'excentrique un diamètre convenable, et à la coulisse à développante une course assez grande pour que l'ascension de la tige soit suffisante et proportionnelle au mouvement rotatif du porte-outil. On voit sur l élévation longitudinale (fig. 3), que la coulisse pratiquée dans l'excentrique occupe un peu plus que la demi-circonférence; il est même prudent de s'arranger pour que ses extrémités soient concentriques à l'axe o sur lequel cet excentrique est monté, afin d'éviter un choc trop vif, trop prononcé à chaque course. Or, la hauteur verticale, ou le demi-pas de la rainure hélicoïde dans laquelle s'engage le bec inférieur de la tige e', est de 0^m15, le rapport des longueurs entre le levier V et la fourchette Y, est de 0^m108 à 0^m195; par conséquent l'amplitude de l'arc de cercle, que doit décrire ce levier V, est déterminée par la proportion directe suivante :

$$0^m 195 : 0^m 108 :: 0^m 15 : x$$

$$\text{d'où } x = 0^m 083$$

Cette amplitude, ou la corde de l'arc décrit, est donc de 0^m 083.

Ainsi il faut que la tringle verticale N parcoure au moins cet espace. D'après les dimensions données à l'excentrique, elle pourrait avoir une course un peu plus longue; mais il est évident qu'on ne doit pas en profiter.

Le mouvement circulaire alternatif, qui doit alors être communiqué à ce même excentrique, pour produire l'effet que nous venons d'expliquer, est obtenu au moyen d'un simple secteur denté en fonte n (fig. 9 et 10), qui forme aussi plus d'un demi-cercle; ce secteur est fixé à la seconde extrémité du petit arbre o et engrène avec la partie dentée en crémaillère l, qui fait corps avec la longue tringle horizontale L. Nous avons vu précédemment comment, dans la marche rectiligne du chariot qui porte la pièce à travailler, cette tringle recevait un mouvement alternatif qui se prolonge pendant un instant très-court, à la vérité, mais suffisant cependant pour

opérer le débrayage d'un côté et l'embrayage immédiat de l'autre ; or, lorsqu'elle marche ainsi, soit à droite, soit à gauche, elle fait tourner, dans le sens correspondant, le secteur denté n et avec lui l'excentrique.

On comprend alors maintenant que la demi-révolution du porte-outil, dans sa boite, s'effectue en même temps que le changement de direction du mouvement de la pièce, chaque fois que celle-ci arrive à l'une ou à l'autre extrémité de sa course. Il serait aisément de voir approximativement en combien de secondes doit s'effectuer ce double mouvement, en admettant, comme nous l'avons déjà fait, que la vitesse de la pièce avançant sous l'outil soit de 7 centimètres par seconde. En effet, pour que le secteur n puisse décrire une demi-circonférence, comme son diamètre est de $0^m 140$, il faut évidemment que la tringle L parcoure un espace horizontal égal à

$$\frac{0^m 140 \times 3,1416}{2} = 0^m 220$$

et par conséquent le temps nécessaire pour parcourir cet espace est de

$$0^m 220 : 0^m 07 = 3''14$$

c'est-à-dire un peu plus de trois secondes. Ce temps serait évidemment plus court si on avait donné au pignon n un diamètre plus petit, ce qui était très-possible. Le changement de la courroie motrice, sur l'une ou l'autre des poulies H' et H'' , est effectué en moins de temps encore, car alors l'extrémité de la fourchette J ne doit marcher que de $0^m 120$ au plus ; et comme le bras du levier R, qui est mû par la tringle, pour agir sur cette fourchette, n'a que $0^m 130$, tandis que celle-ci a $0^m 230$, on voit que la tringle ne devrait marcher, pour opérer ce changement, que de la quantité déterminée par la proportion

$$0,230 : 0,130 :: 0,120 : x$$

$$\text{ou } x = 0^m 068$$

par conséquent le débrayage et l'embrayage ont lieu dans l'espace d'une seconde au plus. En donnant au secteur n un diamètre de $0^m 046$ seulement au lieu de $0^m 140$, la demi-révolution du porte-outil se ferait aussi dans ce même instant ; mais ces mouvements devant s'effectuer très-souvent, il est préférable, pour ne pas fatiguer les pièces travaillantes du mécanisme, pour éviter des chocs subits, des changements trop brusques, trop précipités, de passer un peu plus de temps qui, du reste, est toujours peu appréciable comparativement au travail fait par la machine.

C'est aussi dans la crainte d'une secousse soudaine, résultant d'un

excentrique dont la courbe à développante aurait été mal calculée, ou de ce que les pattes à douille O ou O' n'auraient pas été bien placées, ou de toute autre cause enfin, que le constructeur a cherché à rendre l'ajustement de la tige e' dans la pièce d' à frottement, au lieu de la fixer invariablement, comme on aurait pu le croire et comme d'ailleurs il semble tout naturel de le faire au premier abord. Ainsi il a placé dans cette pièce d' des coussinets en bois, formant des rondelles légèrement coniques, que l'on peut resserrer à volonté au moyen d'un chapeau méplat en fer qui les recouvre et dont les vis se taraudent de chaque côté dans des oreilles ménagées à cet effet.

Or il est évident que, lorsque ce chapeau est serré, il appuie fortement sur les rondelles qui alors adhèrent à la tige avec une force suffisante pour que, dans le mouvement ascensionnel ou descensionnel de la pièce d' , cette tige lui obéisse et se trouve entraînée ; mais si elle était arrêtée parce que le porte-outil lui-même serait à la fin de sa course et qu'il ne pourrait plus tourner, et si cependant le mouvement de la pièce d' , continuait, la tige glisserait alors et n'obéirait plus à cette pièce, puisque son adhérence avec les coussinets en bois ne serait plus assez grande, tandis que si elle avait été liée à cette pièce d'une manière invariable, elle se romprait évidemment, ou à défaut elle ferait rompre quelque autre partie du mécanisme. On voit donc combien un ajustement, qui paraît très-simple en lui-même, est pourtant d'une grande importance pour éviter des accidents. Dans les dernières que M. Whitworth vient d'établir, il remplace une partie du mécanisme par des cordes sans fin et des poulies qui déterminent également la marche rotative de l'outil, en évitant la tige et la rainure hélicoïde, comme M. Decoster dans sa machine à outil mobile et tournant (Voyez la 4^e livraison, tome 3^e).

PRESSION OU AVANCEMENT DE L'OUTIL. — Il faut encore, pendant que le porte-outil effectue sa demi-révolution, qu'il avance transversalement, afin de prendre une nouvelle épaisseur du métal qu'il doit attaquer sur la pièce à travailler. Pour cela, à l'extrémité de la vis horizontale, à filet quarré t , que nous avons vu traverser le chariot porte-outil dans toute sa longueur, sont assujetties deux petites roues à rochets, u et u' , dont les dents sont inclinées dans un sens opposé ; dans les dents de la première s'engage un cliquet en fer v , et dans celles de la seconde un cliquet semblable v' , plus long, et dont l'extrémité n'est évidemment pas de même forme ; ces deux cliquets sont assemblés, par articulation, à une même pièce courbe en fer v' , ajustée sur le même axe que les roues et entre elles deux.

On peut ainsi faire tourner la vis de rappel dans un sens ou dans l'autre, et, par suite, faire avancer son écrou t' et tout le système du porte-outil à droite ou à gauche. Les cliquets sont mis en jeu par des bagues en fer v^2 , placées sur la même tringle verticale N , et fixées à une distance calculée

pour les faire marcher d'une quantité telle que leur roue respective puisse tourner de trois, de deux ou même d'une seule dent, suivant la nature, la dureté de la pièce à raboter. On conçoit que l'avancement de l'outil est d'autant moins sensible que le métal à couper est plus dur, plus tenace, et par conséquent plus difficile à travailler. Il peut arriver aussi que l'on veuille obtenir une surface bien plane, bien unie ; il faut de même, dans ce cas, que la pression soit très-faible : les bagues v^2 n'étant fixées sur la tringle que par des vis, permettent de les régler aussi exactement que possible, pour déterminer le plus ou le moins de pression de l'outil.

Il serait aisé, du reste, de voir quelle devrait être la longueur de la portion circulaire dont chaque roue tournerait et ferait réciproquement tourner la vis sur laquelle elles sont montées, en admettant, par exemple, que le porte-outil dût s'avancer transversalement de $1/2$ millimètre à chaque course. En effet, le pas de la vis de rappel t est de 11 millimètres : elle ne doit donc tourner sur elle-même que de $1/22$ de révolution par course, et comme les roues précédentes ont chacune 55 dents, elles ne devront marcher chaque fois que

$$\text{de } 55 : 22 = 2,5 \text{ dents,}$$

ou deux dents et demie. On peut, dans certains cas, marcher à une pression plus considérable, quand on veut raboter des pièces en fonte très-douce, et quand surtout on ne tient pas à obtenir une surface parfaitement lisse. Du reste, cette pression est aussi bien limitée par les dimensions mêmes de la machine et surtout par celles du porte-outil ; comme il importe beaucoup que l'outil ne broute pas pendant le travail, il ne faut pas seulement qu'il soit bien assujetti, mais il est encore nécessaire de ne pas exiger qu'il enlève de trop forts copeaux à la fois, sans quoi on risquerait de détériorer les pièces principales du mécanisme en très-peu de temps. Il est prudent, et nous dirons même indispensable, d'avoir, dans un établissement de quelque importance, plusieurs machines à raboter, construites sur différentes forces, afin de pouvoir leur donner à chacune des pièces proportionnées à leurs dimensions.

Il est évident que les deux roues à rochets précédentes u et u' ne doivent pas marcher simultanément ; on a le soin de détacher le cliquet des dents de celle qui doit être arrêtée, pour que la vis de rappel obéisse au mouvement de celle en activité seulement. L'addition d'une seconde roue n'est appliquée que pour ne pas être obligé de faire revenir le porte-outil sur lui-même après qu'il a parcouru toute la largeur de la pièce ; on engage alors son cliquet dans sa denture et on débraye celui de la première roue pour effectuer la seconde passe. Il existe des machines de ce genre dans lesquelles,

au lieu d'employer deux roues à rochet, on peut n'en avoir qu'une seule et cependant obtenir le même effet qu'avec les deux. Il suffit, pour cela, de donner à la denture la forme des dents droites d'une roue d'engrenage en fonte ordinaire, et de disposer un cliquet à deux becs, que l'on engage alternativement, en le maintenant au moyen d'un ressort; on peut, à l'aide d'une poignée, le dégager pour le changer de place à volonté.

Par ce qui précède, on peut aisément se rendre compte de trois mouvements combinés et distincts que la machine doit avoir pour obtenir l'effet voulu, savoir :

1^o Le mouvement rectiligne alternatif du chariot qui porte la pièce à raboter;

2^o Le mouvement demi-circulaire du porte-outil à chaque extrémité du chariot;

3^o Le mouvement transversal et très-peu sensible du même porte-outil.

Ces trois mouvements, ou ces trois opérations, ont lieu en même temps et à chaque course, sans que l'un nuise à l'autre. Ainsi, l'avancement de l'outil, qui s'effectue pendant qu'il tourne sur lui-même, comme on vient de le voir, ne le gêne en aucune manière et n'en opère pas la rotation avec moins de précision; cet avancement est en effet tellement faible qu'il ne devient, pour ainsi dire, pas sensible, et que par cela même il ne peut apporter aucun dérangement dans le mouvement des pièces qui doivent faire faire le demi-tour au porte-outil.

MOUVEMENT DESCENSIONNEL DU PORTE-OUTIL. — Nous avons encore à examiner, pour terminer l'étude de cette belle machine, le mécanisme bien simple qui a été additionné au porte-outil pour lui permettre de raboter soit des surfaces inclinées, soit des rainures ou des mortaises plus ou moins profondes. Cette addition consiste dans l'application de la vis de rappel *x*, dont il a été déjà question, et qui est renfermée dans l'évidement du disque circulaire en fonte U (fig. 12 et 18); cette vis traverse l'écrou en cuivre *x'* adapté à la boîte cylindrique *Z*, et se termine au-dessus par une tête quarrée qui permet de la faire tourner à la main à l'aide d'une clé ordinaire; on fait ainsi monter ou descendre la boîte et son cylindre *A'*, soit pour régler l'outil à la hauteur convenable au-dessus de la pièce à raboter, soit pour le faire marcher à chaque course.

Si, au contraire, l'outil doit descendre, conduit par la machine même au lieu d'être mis à la main, on peut aisément l'obtenir par la disposition additionnelle suivante :

Sur la partie supérieure non taraudée de la vis de rappel *x*, est ajusté

un canon à embase y , dont la surface extérieure est filetée ; mais les filets qui s'y trouvent pratiqués sont d'un pas tellement grand, que dans la hauteur entière du canon on n'en peut avoir qu'une partie, comme l'indique l'élévation (fig. 3) ; sur ce canon, ainsi fileté, est ajustée une bague en cuivre a' de peu d'épaisseur et formant écrou ; en deux points diamétralement opposés de cette bague, on peut faire appuyer deux vis b' , taraudées dans l'épaisseur des branches de la fourchette Y (voyez le plan fig. 11) ; au-dessous de l'embase du canon, et toujours sur la même vis, sont ajustées deux petites roues à rochets z , dont les dentures sont différemment inclinées et surmontées de leurs cliquets correspondants z' . Le tout est disposé de telle sorte, que lorsque les vis b' sont pressées contre la bague, si on desserre les coussinets renfermés dans la pièce d' pour rendre la tige e' libre, et par conséquent immobile, la bague a' , dans le mouvement alternatif de la fourchette, marchera avec elle et fera en même temps tourner le canon y sur lequel elle est filetée ; celui-ci ne tournera évidemment que d'une faible quantité, puisque ses filets sont très-allongés, mais en même temps il entraînera l'un des cliquets z' , celui supérieur qui lui est attaché, et par suite la roue correspondante z tournera proportionnellement, et avec elle la vis de rappel sur laquelle elle est adaptée ; puisque le pas de cette vis est très-fin, son écrou z ne descendra que d'une faible quantité. Comme on ne peut jamais faire travailler l'outil qu'en remontant, il est évident que la seconde roue à rochet inférieure et son cliquet servent comme pièce d'arrêt, pour empêcher la première roue et sa vis de rappel de se détourner.

Cette disposition, qui est, comme on le voit, aussi simple qu'ingénieuse, ne peut, dans tous les cas, s'appliquer qu'en ne faisant travailler l'outil que dans une position verticale, c'est-à-dire, pour pratiquer les rainures sur des arbres ou d'autres pièces en métal. Elle ne pourrait plus être applicable dans le cas où le porte-outil serait incliné, comme on est obligé de le placer, lorsqu'il doit dresser de certaines surfaces qui sont obliques par rapport au plan du chariot.

Nous avons vu dans l'établissement de M. Whitworth, à Manchester, un grand nombre de machines à raboter de toutes dimensions ; c'est évidemment le constructeur qui en a fourni le plus.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 21, 22 ET 23.

Pl. 21, fig. 1^{re}. Vue de face par le bout de la machine à raboter, du côté des engrenages de mouvement.

Fig. 2. Coupe verticale et transversale faite suivant la ligne 1-2 de la figure 3.

Pl. 22, fig. 3. Élévation en longueur de la machine, avec l'indication du banc de tour en fonte qu'on est supposé devoir raboter.

Fig. 4 et 5. Détails, en élévation et en plan, de la fourchette d'embrayage en fer qui sert à faire passer la courroie motrice d'une poulie à l'autre.

Fig. 6. Vue de face et coupe verticale de l'une des roues à rochet qui servent à faire marcher le porte-outil horizontalement.

Fig. 7 et 8. Coupes verticale et horizontale de l'une des deux pièces qui portent le chariot du porte-outil adapté aux montants de la machine.

Fig. 9 et 10. Élévation et coupe par l'axe du secteur denté et de la crémaillère qui le commande.

Fig. 11. Plan de l'axe horizontal et du levier double, à l'aide desquels s'opère le mouvement demi-circulaire de l'outil.

Pl. 23, fig. 12. Coupe longitudinale faite par le milieu de la machine.

Fig. 13. Coupe horizontale passant par l'axe des poulies motrices et des engrenages d'angle qu'elles commandent.

Fig. 14 et 15. Détails, en élévation et coupe horizontale, des galets ou poulies à rebords qui engrènent avec la longue vis de rappel pour transmettre un mouvement de va-et-vient au chariot de la pièce à dresser.

Fig. 16 et 17. Coupe verticale par l'axe et plan vu en dessus du porte-outil cylindrique.

Fig. 18. Coupe horizontale par l'axe de la vis qui fait avancer le chariot porte-outil.

Cette coupe est faite suivant la ligne 3-4 de la fig. 12.

Fig. 19 (pl. 21). Coupe par l'axe de l'une des petites roues montées sur la tête des vis verticales qui font descendre le chariot du porte-outil.

Fig. 20 (pl. 23). Détails d'outil.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 2/25 ou 8 centimètres pour mètre.

GRUE EN FONTE ET EN BOIS,

Construite par M. CAVÉ,

POUR LES ATELIERS DU CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS.

(PLANCHE 24.)

Les grues sont des machines tellement répandues aujourd'hui, que toutes les personnes qui s'occupent d'industrie en connaissent l'objet principal, sinon la construction entière. Mais les applications qu'on en a faites dans ces derniers temps sont si multipliées, si différentes, que lorsqu'on se propose d'en publier une nouvellement établie, on peut encore faire voir des dispositions qui n'étaient pas connues, des moyens de construction plus ou moins ingénieux, et enfin des modifications heureuses que l'on n'avait pas encore faites.

Ainsi, il y a quelques années, MM. Maudsley, ces habiles constructeurs anglais si renommés pour l'exécution de leurs grandes machines à vapeur, ont établi, dans leur vaste atelier de montage, une forte grue portative complètement en fonte et en fer, et qui, montée sur de larges roues, peut se transporter dans toutes les directions; étant à doubles bras mobiles afin de se tenir en équilibre et pivoter sur elle-même, elle est assez puissante pour supporter de très-fortes pièces, comme de grands cylindres de fonte, des balanciers, etc., en équilibrant toutefois le côté opposé par une charge correspondante; on la promène, ainsi chargée, là où les pièces doivent être portées. Cette grue a été publiée en 1834, dans le Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, et qui donna aussi, d'après une traduction du Bulletin de la société de Berlin, la vue en perspective du bel atelier de montage de ces mécaniciens, lequel est l'un des premiers et aussi l'un des plus considérables de l'Europe.

Plus nouvellement, en 1839, MM. Cartier et Armengaud ainé furent chargés de construire une grue mobile entièrement en fonte et en fer, qui put remplir les conditions suivantes :

Transporter de grandes caisses à section rectangulaire, et les placer régulièrement les unes sur les autres dans un grand magasin, et suivant

des directions parallèles pour éviter les manœuvres si longues et si pénibles qu'on ne pouvait faire qu'à force de bras.

Les caisses ont été calculées sur un poids de 1200 kilogr. ; elles devaient avoir 2 mètres de longueur sur 1 mètre de large, et 0^m 65 de hauteur ; on avait exigé d'en placer au moins six les unes sur les autres.

Cette grue fut établie sur quatre larges roues en fonte, portant un plateau quarré de deux mètres de côté, et au centre duquel était placée une forte colonne élevée servant de pivot aux deux bras mobiles, sur la partie supérieure desquels était disposé un chariot horizontal qui permettait, après avoir élevé la caisse à la hauteur convenable, et l'avoir tournée dans la direction parallèle à celle sur laquelle elle devait être placée, de la transporter horizontalement sur celle-ci et l'y laisser retomber lentement pour coïncider sur toute l'étendue de sa base.

Avant de la recevoir, le négociant qui l'avait commandée, voulut qu'on l'essayât, et, à sa grande satisfaction, il reconnut que, non-seulement elle remplissait les conditions déterminées par le marché, mais qu'elle pouvait même supporter des charges plus considérables que celles voulues. Cette machine, destinée pour un vaste entrepôt de marchandises du Brésil, fut livrée, après essai, en mai 1839.

Ce système de grue mobile ou portative peut être très-avantageux dans bien des circonstances. Etablie avec des modifications convenables et appropriée à la manutention d'objets très-lourds ou très-embarrassants, on conçoit en effet qu'elle peut être d'un grand service et par suite rendre les manœuvres plus faciles, plus promptes et plus économiques.

La grue que nous représentons dans la pl. 24 n'est pas portative, comme celle que nous venons de mentionner, mais elle n'en est pas moins remarquable par l'application qui en a été faite. Établie dans les chantiers qui dépendent des beaux ateliers du chemin de fer de Paris à Orléans, elle est destinée à enlever des machines locomotives toutes complètes et à les supporter ainsi au-dessus du sol, pour permettre de visiter et de réparer facilement les pièces du mécanisme qui se trouvent sous la chaudière, ce qu'il n'est pas commode de faire lorsque la machine repose à terre, parce que, quel que soit le diamètre des roues, elles ne peuvent être suffisamment élevées pour le passage des ouvriers, et pour leur permettre de se placer et de se retourner dans tous les sens. Cette machine a été commandée à M. Cavé par M. Clarke, ingénieur chargé de la direction des travaux de construction et de réparation des machines ; elle fut exécutée, d'après les dessins de cet ingénieur, sur le dernier système usité en Angleterre pour des applications analogues ; le constructeur y apporta cependant diverses modifications.

Le point important dans l'établissement d'une telle grue était d'arriver

à la construire assez solidement, pour qu'en adaptant un seul bras en bois, elle fût capable de supporter à l'extrémité de celui-ci une charge de 20,000. kilog. sans aucune charge qui l'équilibrât du côté opposé, et cependant son propre poids étant bien inférieur ; ce poids n'est pas en effet, comme on le verra plus loin, la moitié de la charge que la machine peut tenir en suspension.

Des grues de ce genre pourraient être appliquées dans bien des localités, sur des ports, près des gares et bassins où l'on est susceptible d'opérer constamment des chargements et des déchargements : ainsi à Lyon, par exemple, sur tout le parcours des quais de la Saône, depuis la gare de Vaize jusqu'à Perrache, où cette rivière se jette dans le Rhône, de telles machines seraient d'un service immense. On peut être bien étonné qu'on n'en eût pas encore établi une seule, en 1841, dans une ville aussi commerçante, tandis qu'on voit effectuer des déchargements de pierres par des hommes qui descendent successivement dans les bateaux, et emportent sur leur dos, en courbant la tête, la charge dont ils sont capables, jusqu'au lieu où ils doivent la déposer, pour venir de nouveau, et continuer ainsi pendant des journées entières. On doit se faire une idée du nombre de bras qu'on est alors obligé d'occuper à ces pénibles travaux, par la foule de marchandises, de matériaux de toute espèce, dont ces quais sont tous les jours encombrés.

Quelques spéculateurs ont cependant pensé à tirer parti de cette manutention en cherchant à y appliquer des grues et des chariots ; mais nous n'avons pas appris jusqu'ici qu'ils aient mis leur projet à exécution.

Il est bon de dire qu'à Paris l'on n'est pas resté en arrière pour l'emploi des grues ; il en existe plusieurs sur les quais qui bordent la Seine et le long du canal Saint-Martin ; il est vrai que ces appareils, construits depuis un assez grand nombre d'années, ne sont plus à la hauteur des progrès de la mécanique, à l'exception cependant des grues établies à l'entrepôt des Marais. Celles-ci ont été en grande partie exécutées par M. J.-F. Saulnier, mécanicien très-distingué, dont les travaux en machines à vapeur, presses hydrauliques et monétaires, lui ont acquis une si belle et si honorable réputation. On doit à M. Prisse, ingénieur de mérite, et en même temps l'un des directeurs de cet entrepôt, le projet et l'application de ces appareils qu'il a su heureusement disposer de manière à les rendre commodes et faciles à manœuvrer.

Il existe aussi au bassin de Saint-Ouen plusieurs grues de construction anglaise, dont l'une à doubles bras, est remarquable par son élégance et sa solide construction ; elle a été décrite, en 1834, dans le Portefeuille du Conservatoire, par M. Pouillet.

Nous donnons dans le 4^e volume la description et le dessin d'une grue

mobile double en fonte, et qui sert en même temps à peser les charges qu'elle enlève ou qu'elle transporte.

M. Cavé en a, en ce moment, plusieurs à confectionner pour des ports maritimes ; elles sont d'une disposition analogue à celle que nous publions aujourd'hui, à l'exception que les bras sont en fonte et doivent porter des charges moins considérables.

Comprenant toute l'utilité de ces machines, nous sommes bien aise d'en parler et d'en faire connaître avec détail la construction et le travail : nous espérons que celle que nous avons choisie, de bonne exécution, d'un beau modèle, pourra intéresser les constructeurs, et, en général, toutes les personnes qui s'occupent d'industrie.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE L'APPAREIL,
REPRÉSENTÉ SUR LES FIGURES DE LA PLANCHE 24.

ARBRE ET BRAS MOBILE DE LA GRUE. — On peut diviser les grues proprement dites en trois classes distinctes :

La première comprend les appareils dont l'arbre vertical prend ses points d'appui extrêmes sur le sol et contre une muraille ou les poutres d'un bâtiment : telles sont les grues employées dans les fonderies, dans les forges, dans les ateliers de construction et dans les magasins, où elles rendent des services incontestables. Elles peuvent être regardées comme de la plus ancienne construction, elles sont aussi les plus faciles à établir.

La deuxième classe comprend celles qui, étant complètement isolées de toute construction élevée, ne peuvent avoir d'autres points d'appui que le sol même : telles sont les grues employées sur les ports, sur les quais, et qui devraient être appliquées dans toutes les localités où l'on opère des chargements ou des déchargements extérieurs.

La troisième classe comprend les grues portatives qui permettent de les promener, avec ou sans leur charge, dans toutes les directions, et qui exigent pour cela un terrain uniforme et horizontal : telles sont celles dont nous avons parlé précédemment.

La machine actuelle est évidemment comprise dans la seconde classe ; on voit, en effet, par les fig. 1 et 2 (pl. 24), qui la représentent sur deux faces verticales, toute montée, que son arbre n'a d'appui que sur la maçonnerie même établie dans le terrain pour la recevoir. Cet arbre, d'une forme toute particulière, est d'une seule pièce en fonte A, dont les sections horizontales présentent des segments de cercle réunis par un fort panneau, et de distance en distance par des nervures b.

La partie de gauche de cet arbre, vue sur la fig. 1^{re}, c'est-à-dire le côté opposé à la charge, présente des sections plus grandes que la partie de

droite : on conçoit qu'il doit en être ainsi pour rendre la pièce le plus résistante possible sans augmentation de matière. Cette forme est évidemment bien raisonnée et bien convenable ; elle exige, il est vrai, plus de frais de modèle que la forme cylindrique ou à pans ; mais pour une pièce aussi importante, on doit savoir gré au constructeur de ne pas craindre un surcroît de main-d'œuvre en modèle pour rechercher des formes qui ajoutent la solidité à l'élégance.

La partie inférieure de l'arbre est alésée d'un trou légèrement conique, dans lequel est ajustée une pointe acierée *a*, qui doit lui servir de pivot. Cette pointe repose sur un grain d'acier trempé *a'*, logé et fixé par un goujon, au fond d'une *poëlette* en fonte *B*, dont la base quarrée est assujettie par quatre boulons à scellement sur la pierre d'assise qui se trouve en dessus des fondations. Cette poëlette, et par conséquent la pierre d'assise, doivent supporter non-seulement tout le poids de la grue, mais encore toute la charge qu'elle est susceptible d'enlever ; on comprend alors combien il importe d'établir des fondations profondes et solides, pour que la machine n'éprouve pas de tassement sensible.

Dans le cas actuel, la pointe *a* fait corps avec l'arbre et tourne sur le grain ; divers ingénieurs ont proposé, soit pour des portes d'écluses, soit pour des grues dont les pieds sont presque toujours dans l'eau, ou au moins à l'humidité, de rendre la pointe fixe et de faire pivoter l'arbre sur elle. Telle est la disposition que nous reproduisons dans la coupe détaillée (fig. 12), où l'on reconnaît que la pointe est fondu avec la plaque d'assise actuelle ; cette disposition est extrêmement simple, comme on le voit : il est vrai qu'elle ne permet pas de graisser, mais on sait que généralement des pivots ou des tourillons en contact avec l'eau se trouvent naturellement graissés par elle. Quelquefois la pointe est en fer, acierée et rapportée au centre de la plaque d'assise, comme nous l'avons représentée (fig. 13) ; en cas d'usure, il suffit alors de remplacer cette pointe.

Dans chacun de ces systèmes on n'applique aucun moyen de soulager, c'est-à-dire de remonter la pointe et l'arbre ; cette application serait en effet de peu d'importance, car dans de telles machines qui ne travaillent pas constamment, l'usure est bien peu sensible. Il n'en peut être évidemment de même pour des arbres verticaux qui doivent transmettre des mouvements continus, comme des arbres de turbines, de moulins, etc. Nous verrons les divers moyens de soulagement employés dans ces circonstances, en traitant de ces appareils.

L'arbre de la grue est renfermé, sur une hauteur de plus de 4 mètres, dans une fosse cylindrique, ménagée au centre d'une maçonnerie solide en pierres *D*, et, vers le niveau du sol, cet arbre porte un renflement cylindrique *c*, formant tourillon ou collet, contre lequel s'appuient six forts

galets en fonte *d* qui le maintiennent exactement dans sa verticalité. Ces galets sont traversés, à leur centre, par des axes en fer légèrement coniques, qui y sont chassés avec force pour les rendre solidaires; ces axes se prolongent en dessus et en dessous, pour être reçus par les joues parallèles et horizontales de la grande plaque d'assise en fonte C, scellée sur la maçonnerie et mise à fleur de terre.

On conçoit que, lorsque la grue est chargée, elle tend à déverser l'arbre vers la droite, toute la pression du collet *c* a lieu contre les galets qui se trouvent du même côté que la charge, et par suite contre la partie correspondante de la plaque; mais comme elle est entièrement encastrée dans la maçonnerie qui la porte, la pression se reporte sur cette dernière, et les boulons qui l'y assujettissent sont peu fatigués. Les détails, indiqués fig. 10 et 11, montrent que le pourtour cylindrique qui réunit les deux joues horizontales de la plaque, est renforcé par des nervures *e* qui sont aussi naturellement entaillées dans la pierre. Un trou d'homme *f* est ménagé dans une partie de la base supérieure de cette plaque, pour permettre de descendre dans l'excavation qui conduit jusqu'à la pointe de l'arbre vertical; on ferme ce trou par un couvercle de même forme, et qui se met de niveau avec le plan de la plaque.

Au sommet de l'arbre A, on reconnaît aisément la disposition ménagée pour recevoir le bras de la grue. Il présente, en effet, une partie inclinée *g* qui prend la direction même que ce bras doit avoir et qui présente en section la forme indiquée fig. 4; les deux plans inclinés exprimés dans la fig. 1, et entre lesquels est comprise la naissance de la pièce de charpente E, sont joints à leur milieu par une forte nervure verticale, qui la fend ainsi en deux dans une petite distance. Une forte bride en fer *h* entoure cette portion de l'arbre qu'elle relie, au moyen de cinq boulons, avec la pièce de bois qui compose la partie principale du bras, celle qui, à son autre extrémité, doit soutenir la charge.

Plus bas, immédiatement au-dessus du collet *c*, l'arbre porte encore un commencement de branche inclinée *g'*, dont la section est la même que la précédente, mais dont l'inclinaison est différente; elle est destinée à recevoir l'extrémité inférieure de la jambe de force F, qui s'y trouve solidement retenue par cinq boulons, et qui, à sa partie supérieure, s'assemble à tenon avec la première pièce E.

Le bras de la grue se compose donc simplement de deux pièces de charpente en bois de chêne, d'une forte dimension, comme le montrent les cotes marquées sur le dessin. La première est nécessairement la plus forte, sa section n'a pas moins de 16 décimètres quarrés, surface énorme, mais qu'il convenait de donner pour que le bras puisse soutenir le poids de la locomotive la plus lourde, à une distance de plus de 4 mètres, en dehors

du centre de l'arbre, et sans être équilibrée par un contre-poids du côté opposé. La grue a été essayée avec une charge de 20,000 kilog. qu'elle a portée sans qu'elle parût fléchir dans aucune de ses parties; on peut donc, sans crainte, lui faire enlever les machines locomotives, dont le poids total ne s'élève pas à ce chiffre.

Vers l'extrémité supérieure de la pièce principale du bras, sont boulonnés deux paliers en fonte *t*, dont la semelle est encastrée de toute son épaisseur dans le bois, et assujettie par des boulons. Ces paliers reçoivent les deux tourillons de l'axe en fer, qui porte à son milieu la poulie à gorge *S*, sur laquelle passe la forte chaîne *r*, qui doit soutenir toute la charge. On voit par le dessin (fig. 1 et 2), que le corps des paliers est renforcé par des nervures qui se raccordent avec leur semelle, et que la poulie à gorge pénètre d'une certaine quantité dans l'épaisseur de la pièce de bois qui est fendue à cet effet, et qui est, de plus, traversée par la chaîne. Celle-ci se termine par un fort anneau dans lequel on accroche les extrémités des chaînes *r'*, avec lesquelles on enlève la locomotive, en les faisant passer sous la chaudière et sous les axes des roues. Pour donner une idée de cette suspension, nous avons cru devoir représenter, sur la fig. 1^{re}, la vue par le bout d'une locomotive, telle qu'elle peut être en réalité; cette vue est évidemment incomplète: notre but n'était pas de donner ici les détails d'une telle machine, qui est d'ailleurs suffisamment décrite, soit dans le 3^e, soit dans le 5^e volume de ce recueil.

TREUIL ET SON MOUVEMENT. — La grosse chaîne *r* suit une direction parallèle à la pièce principale du bras de la grue, en passant sur des rouleaux mobiles *R* dont les axes tournent librement dans les joues parallèles des chaises en fonte *s*, assises et boulonnées sur cette pièce; elle descend ainsi s'accrocher en un point de la circonférence du treuil ou gros tambour *Q*, sur lequel elle doit s'enrouler. Ce tambour est en fonte, creux intérieurement, comme le montre la coupe horizontale (fig. 3), et terminé à chaque base par des rebords arrondis. La surface extérieure est unie et cylindrique; on n'y a pas ménagé des cannelures hélicoïdes, comme on l'a fait dans plusieurs circonstances: ces cannelures ont l'avantage de diriger la chaîne pour la faire suivre une spire régulière à mesure qu'elle s'enveloppe sur ce treuil; il est vrai qu'ici la chaîne n'a généralement pas un grand nombre de tours à faire sur le cylindre, car la machine locomotive n'est presque toujours élevée que de quelques décimètres seulement au-dessus des rails, et au maximum d'élévation, elle ne serait pas encore à plus de 1^m 80 ou 1^m 90; or, le diamètre extérieur du tambour est de 0^m 57, sa circonférence est donc

$$\text{de } 0^m 57 \times 3^m 1416 = 1^m 791.$$

Ainsi la chaîne n'a jamais besoin de faire beaucoup plus d'une révolution complète autour du treuil.

L'axe en fer P, qui porte ce treuil, le traverse dans toute sa longueur, et est fixé dans ses deux joues verticales, qui forment les bases de celui-ci, par des clés à demeure; il est mobile dans des coussinets en bronze, encastrés, comme le montrent les fig. 1 et 3, dans l'épaisseur des grands supports de fonte G. A l'une de ses extrémités est montée la roue droite en fonte O, par laquelle il reçoit son mouvement de rotation.

Cette roue O a 1^m 400 de diamètre primitif, et porte 105 dents de 10 centimètres de large; elle est commandée par un pignon droit N, qui n'a que 0^m 238 de diamètre et 18 dents; son axe M, en fer forgé, porte du même côté, mais en dedans des supports G, une roue droite L de 92 dents et de 0^m 900 de diamètre primitif, et à l'autre bout une roue à rochet qui n'a pu être représentée sur le dessin. Les coussinets dans lesquels cet axe est mobile sont ajustés sur les consoles intérieures j', venues de fonte avec les mêmes supports. Enfin, dans le même plan horizontal, mais en dehors du bâti, se trouve un axe en fer K parallèle au précédent, et portant, d'un bout, une roue droite J, de même diamètre et de même denture que celle qui lui est opposée L, et de l'autre, un pignon droit q de 11 dents, servant à communiquer le mouvement à celle-ci.

Une poulie cylindrique n (fig. 6 et 7) est venue de fonte avec le côté de la roue J pour être embrassée, dans une grande partie de sa circonférence, par un frein en fer méplat dont les deux branches o o' s'assemblent à charnière vers la partie supérieure, et se lient de même aux extrémités d'un levier à trois coudes p, avec lequel on peut manœuvrer ce frein, pour le serrer contre la poulie ou le rendre libre à volonté. On sait que l'objet d'un frein, ainsi appliqué à une grue, est de permettre d'interrompre instantanément tout le mouvement de la machine, en supposant que la charge soit abandonnée à elle-même; cette application est de première nécessité dans les appareils de ce genre, pour éviter des accidents qui pourraient être extrêmement graves. Toutefois, ce frein exige la présence d'un homme qui reste constamment appuyé sur le plus grand bras du levier p, tant qu'on veut le maintenir serré contre la surface de la poulie, à moins qu'on ne lie ce bras de levier en quelque point de la machine, ce qui n'est pas commode et serait d'ailleurs trop long; il est bien préférable, lorsque la charge doit rester suspendue pendant un certain temps, de l'y retenir au moyen d'une roue à rochet et de son cliquet; du reste, comme on ne peut prendre trop de précaution dans ces circonstances, puisque la vie des ouvriers y est exposée, il est prudent de serrer le frein en même temps que la roue à rochet est engagée.

Sur l'arbre en fer H qui porte les deux manivelles k, auxquelles les

hommes sont appliqués, lorsqu'ils doivent enlever la locomotive, sont ajustés deux pignons de même diamètre et de même denture : l'un I est destiné à transmettre le mouvement à la roue du frein, l'autre I' à la roue opposée L. Comme ces pignons ne doivent pas engrener en même temps avec leurs roues respectives, leur arbre est disposé pour pouvoir glisser dans le sens de sa longueur ; il n'a donc pas d'embases vers les extrémités qui traversent les supports G, mais à son milieu il en porte quatre qui laissent entre elles un même écartement, de manière à présenter trois gorges cylindriques égales. Dans l'une de ces gorges on fait tomber une espèce de main en fer l, qui l'embrasse sur la moitié de sa circonférence ; le centre d'oscillation ou point d'appui de cette main est pris sur une entretroise en fer m, qui est boulonnée aux deux supports. Il est aisément de comprendre que, lorsque la main est engagée dans la gorge du milieu de l'arbre H, comme on l'a supposé sur le dessin (fig. 2), cet arbre est maintenu dans une position telle, que les deux pignons qu'il porte n'engrènent, ni l'un ni l'autre, avec leurs roues respectives ; mais, si on le repoussait vers la droite, par exemple, et qu'on engageât la main dans la gorge de gauche, le pignon I serait engrené avec la roue du frein, et en faisant tourner les manivelles k, le mouvement serait communiqué au treuil avec une vitesse extraordinairement lente, mais aussi avec une puissance capable d'élever une très-forte charge. Si, au contraire, on repoussait l'arbre H de droite à gauche, et qu'on le maintint au moyen de la main engagée dans la dernière gorge à droite, ce serait le pignon I' qui engrènerait avec la roue L, et par la suite le mouvement serait transmis à l'arbre du treuil avec une vitesse plus grande que précédemment ; mais la charge élevée serait proportionnellement moindre, en admettant que la puissance appliquée aux manivelles restât la même.

Comme il est intéressant de connaître les charges que des hommes peuvent être capables de soulever avec de tels appareils, et par suite le travail qu'ils sont susceptibles de faire, nous allons donner quelques calculs théoriques que nous terminerons par les résultats de diverses expériences qui ont été faites, en Angleterre, sur des machines analogues.

CALCULS DE LA GRUE ET RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES.

Par les dimensions données aux engrenages de la machine, aux manivelles et au treuil, il est aisément d'établir théoriquement le rapport de la puissance à la résistance, et de leurs vitesses respectives. Ainsi, nous avons vu que le pignon I, qui doit commander la roue du frein J, ne porte que 11 dents, et celle-ci 92 ; le rapport inverse entre ces deux engrenages est donc

Le rapport entre le pignon q et la roue droite L qu'il commande est exactement le même; et celui qui existe entre le pignon N et la roue O est

$$105 : 18 = 5,83.$$

Enfin le rayon des manivelles étant de $0^m 48$, le diamètre du cercle qu'elles décrivent est égal à $0^m 96$, et celui du cercle passant par le milieu de la chaîne lorsqu'elle s'enveloppe sur le tambour, est de $0^m 60$; par conséquent le rapport existant est égal à

$$0,96 : 0,60 = 1,60.$$

Le rapport entre la puissance et la résistance résulte évidemment du produit des rapports précédents et se trouve exprimé par

$$1 : 1,60 \times 5,83 \times 8,36 \times 8,36 \\ \text{ou } 1 : 652,87.$$

On arrive au même résultat en multipliant entre eux les nombres de dents des roues par le diamètre du cercle décrit par les manivelles, et en divisant le produit par celui des nombres de dents des pignons multipliés aussi par le diamètre du cercle de la chaîne,

$$\text{ce qui revient à } \frac{92 \times 92 \times 105 \times 0,96}{11 \times 11 \times 18 \times 0,60} = 652,87.$$

Ainsi, abstraction faite du frottement des roues d'engrenage et de celui des tourillons des axes dans leurs coussinets, on peut dire qu'une puissance de 1 kilogramme, appliquée aux manivelles, serait capable de soulever une charge de 652 kilogrammes.

Mais aussi, pour un tour de manivelle, on trouve que le treuil ne doit tourner que de

$$\frac{11 \times 11 \times 18 \times 0,60}{92 \times 92 \times 105 \times 0,96} \text{ ou } \frac{1}{652,87} = 0,00154;$$

par conséquent, lorsque les manivelles décrivent une circonférence entière, la chaîne ne parcourt que

$$0^m 60 \times 3,1416 \times 0,00154 = 0^m 0029,$$

le poids ne s'élève donc pas de 3 millimètres par chaque tour de manivelle.

Si on embrayait le pignon I' avec la roue L , après avoir débrayé le

pignon I de la roue du frein, on n'aurait plus que les rapports suivants entre la puissance et la résistance :

$$1 : 1,60 \times 5,83 \times 8,36 = 77,98$$

$$\text{ou } \frac{92 \times 105 \times 0,96}{11 \times 18 \times 0,60} = 77,98;$$

c'est-à-dire qu'un poids de 77,98 kilogrammes pourrait être enlevé par une force de 1 kilogramme ; et pour le rapport des vitesses on aurait

$$\frac{1}{77,98} \text{ ou } \frac{11 \times 18 \times 0,60}{92 \times 105 \times 0,96} = 0,0128;$$

par conséquent, à chaque révolution des manivelles, le treuil tournerait de 0,0128, et la chaîne parcourrait

$$0,60 \times 3,1416 \times 0,0128 = 0^m 024.$$

On estime généralement que le travail journalier d'un homme, agissant sur une manivelle, est de 172,800 kilogrammètres, qui correspondent à 8 kilogrammes élevés à 0^m 75, par seconde, en admettant une durée de huit heures par jour. Mais lorsque des hommes ne doivent agir que momentanément, on conçoit qu'ils peuvent, dans ce temps très-court, développer une puissance mécanique beaucoup plus considérable. Or, c'est ici justement le cas : les ouvriers chargés de réparer la locomotive n'ont besoin de tourner les manivelles de la grue que pendant quelques instants, puis de laisser la machine en repos quand la charge se trouve à la hauteur convenable.

Le travail, dans ce cas, est nécessairement bien plus grand, mais aussi il ne pourrait être répété seulement pendant quelques heures, et peut-être même pendant un quart d'heure.

En Angleterre, on a cherché à déterminer la plus grande charge que des hommes seraient susceptibles d'élever, s'ils étaient appliqués aux manivelles d'une grue : les résultats des expériences faites à cet égard ont été mentionnés dans les *Transactions de l'Institut des ingénieurs civils de Londres* (1). Nous rapportons ces résultats dans le tableau suivant, après avoir traduit en mesures métriques.

(1) *Transactions of the Institution of civil engineers.* Cet ouvrage comprend plusieurs volumes avec planches. Il n'est pas traduit en français.

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES FAITES EN ANGLETERRE,
POUR CONNAITRE LA FORCE INSTANTANÉE DE L'HOMME.

Numéros des expériences.	Poids élevé en kilogramm.	Temps en secondes.	QUANTITÉ D'ACTION.		SUJETS ET OBSERVATIONS.
			p. seconde.	p. minute.	
1	475.57	90''	26.58	4594.8	La charge a été élevée facilement par un Anglais robuste et de haute taille.
2	714.10	135	26.61	4596.6	..... <i>Id.</i> assez aisément par le même.
3	952.14	120	39.91	2394.6	..... <i>Id.</i> non aisément par un fort Irlandais.
4	1190.17	150	39.91	2394.6	..... <i>Id.</i> avec difficulté par un Anglais robuste et de haute taille.
5	1432.74	150	48.74	2922.6	..... <i>Id.</i> par un débardeur de Londres.
6	1666.25	132	63.49	3809.4	..... <i>Id.</i> avec la plus grande difficulté par un grand Irlandais.
7	1666.25	150	55.87	3352.2	..... <i>Id.</i> par le n° 5.
8	1666.25	170	49.18	2950.8	..... <i>Id.</i> avec une peine extrême par un grand Irlandais.
9	1666.25	180	46.56	2793.6	..... <i>Id.</i> par le n° 2.
10	1666.25	243	34.49	2069.4	..... <i>Id.</i> avec les plus grands efforts par un grand Irlandais.
11	1666.25	35	.....	.....	..... <i>Id.</i> par un Irlandais qui y a renoncé.

L'appareil qui a servi à ces expériences était une grue de déchargement, ordinaire, servant habituellement, et qui n'avait été nullement préparée pour cet objet. Le mouvement consistait en deux roues de 96 et de 41 dents, et en deux pignons de 11 et de 10 dents; le diamètre du tambour, mesuré au centre de la chaîne, était de 0^m279, et celui du cercle décrit par la manivelle de 0^m914.

Le poids a été, dans tous les cas, élevé à 5^m03.

Pour comparer les résultats de ces expériences, nous avons ramené le travail obtenu à une même unité; il a suffi, pour cela, de multiplier le poids élevé par la hauteur constante 5^m03, et de diviser par la durée du travail donné dans la troisième colonne, ce qui exprime ainsi la quantité d'action par seconde. On voit alors que dans l'expérience n° 6, cette quantité a été de 63,49 kilogrammes à 1 mètre, travail énorme et qui est égal aux 6/7 de la force du cheval-vapeur.

La moyenne des résultats précédents donne 43,13 kilogrammètres par seconde, pour une durée moyenne de 152 secondes de travail. Lors même qu'on ne prendrait que la moitié de ce résultat pour la quantité d'action que deux hommes, de force ordinaire, pourraient déployer accidentelle-

ment, pendant quelques minutes, on trouverait que deux hommes de cette force mettraient 279 secondes à éléver une locomotive du poids de 12 tonneaux, ou 12,000 kilogrammes, à 1 mètre au-dessus du sol.

Comme les locomotives actuelles sont d'un poids de 10,000 à 15,000 kilogrammes, on voit que généralement deux hommes pourront suffire à ce travail accidentel.

POIDS ET PRIX DE LA GRUE.

Le poids total des pièces de fonte et de fer qui composent la grue établie aux ateliers du chemin de fer de Paris à Orléans est de 9,100 kilogrammes.

Nous avons dit qu'elle peut enlever des charges de 20,000 kilogrammes, sans danger ; il faut que sa construction ait été bien faite, bien entendue, puisqu'elle peut ainsi résister à des poids qui sont au moins deux fois plus forts que le sien propre, et cela sans que l'appareil soit équilibré. C'est en mécanique l'un des plus grands mérites du constructeur d'arriver à construire des machines qui résistent le plus possible et avec le moins de matière possible.

On a estimé qu'elle est revenue, toute montée et mise en place, à 11,000 fr.

Elle a été vendue, sans la pose ni transport, charpente ni maçonnerie, 9,500 fr., ce n'est pas 1 fr. 05 par kilogramme.

Les grues complètement en fonte, que M. Cavé construit en ce moment pour la marine, ne doivent porter que 8 à 10,000 kilogrammes.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 24.

Fig. 1^{re}. Projection latérale de la grue et coupe verticale de la fosse en maçonnerie dans laquelle son arbre est en grande partie renfermé.

Fig. 2. Seconde vue latérale, du côté des engrenages de mouvement et du treuil, et coupe de la même fosse, faite perpendiculairement à la précédente.

Fig. 3. Coupe horizontale par l'axe du treuil suivant la ligne 1-2 de la fig. 1^{re}.

Fig. 4. Section inclinée faite dans la partie supérieure de l'arbre de la grue suivant la ligne 3-4.

Ces quatre figures sont dessinées à l'échelle de 2 cent. pour mètre.

Fig. 5. Vue de face des engrenages qui font marcher le treuil.

Fig. 6 et 7. Vue de face de la poulie du frein et coupe verticale passant par l'axe.

Fig. 8. Section horizontale du bâti en fonte qui porte les engrenages de commande ; cette coupe est faite suivant la ligne 5-6 de la fig. 1^{re}.

Fig. 9. Coupe horizontale faite à la même hauteur dans l'arbre de la grue.

Fig. 10. Vue en dessous de la plaque en fonte qui renferme les galets contre lesquels le corps de l'arbre est maintenu pivotant sur lui-même.

Fig. 11. Coupe verticale de cette plaque faite suivant la ligne brisée 7-8-9.

Ces figures 5 à 11 sont représentées à l'échelle de 4 cent. pour mètre.

Les fig. 12 et 13 représentent au 1/50 des ajustements de pointes servant de pivots à l'arbre de la grue, disposés différemment à celui représenté sur les fig. 1 et 2.

Nota. Nous avons, dans le 5^e volume, publié une notice sur le système de grue à double bras, construite entièrement en tôle, par M. Lemaitre, pour le service de l'un des grands bassins du Hâvre. Cette grue est remarquable en ce qu'elle est d'une construction légère, comparativement aux charges qu'elle est susceptible d'enlever; ainsi elle a supporté, aux essais, un poids de 22 mille kilogrammes à l'extrémité d'un bras de 7 mètres.



MOULINS A BLÉ

PERFECTIONNÉS ,

MARCHANT PAR ENGRÈNAGES, ET ÉTABLIS A CORBEIL ,

PAR

MM. CARTIER et ARMENGAUD aîné,

A PARIS.

(PLANCHES 25 A 27.)

— — — — —

Les moulins à blé, du système *américain*, plus généralement connus sous le nom impropre de *moulins anglais*, ont subi d'utiles et importantes améliorations depuis leur introduction en France, quoiqu'ils datent à peine de trente ans. Ce système, présentant un genre de travail tout à fait différent de celui employé jusqu'alors dans les moulins français, fut bien long-temps avant d'être compris; aussi se répandit-il difficilement, soit parce que les meuniers ne trouvaient pas de gardes-moulins capables pour suivre et diriger la mouture, pour rhabiller les meules, soit parce qu'ignorant eux-mêmes complètement cette manutention, ils craignaient de l'entreprendre. Il faut dire aussi qu'avec l'ancien système, qui était resté dans l'enfance dans presque toutes les contrées, les propriétaires ou fermiers de ces moulins, n'ayant aucune peine pour conduire la mouture, s'en occupaient généralement fort peu, et pour la plupart trouvaient qu'ils gagnaient suffisamment, ou pensaient qu'on ne pouvait faire plus de bénéfices. Il en est de même de plusieurs branches d'industrie qui sont restées pendant fort longtemps dans une stagnation complète, avant d'éprouver des perfectionnements qui en ont souvent changé entièrement le système de fabrication.

Dans la meunerie ancienne, telle qu'on la pratiquait en France et à peu près dans toutes les contrées de l'Europe, on s'occupait peu de grandes spéculations; se trouvant presque toujours entre les mains d'hommes peu éclairés, elle devait nécessairement faire peu de progrès. Ce n'est donc que depuis l'importation du système qui, vingt ans plus tard, devait éclipser le système routinier, que date une ère nouvelle pour cette importante industrie. Elle devait attendre les progrès que ce genre de mouture américaine ferait en Angleterre avant de prendre germe chez nous; mais

une fois adoptée, une fois reconnue meilleure, et plus avantageuse que le système de mouture française, elle ne le céda à aucun autre pays du monde. Lorsque les mécaniciens comprirent que cette fabrication toute nouvelle devait être bien plus profitable pour le commerce, surtout dans les exploitations importantes, ils cherchèrent à construire des mécanismes semblables à ceux mis en usage en Amérique, et purent bientôt apporter dans l'exécution, comme dans la disposition des machines, des modifications qui ne firent que les améliorer; aussi les progrès faits depuis lors et surtout dans ces dernières années, ont été tels que l'on peut dire sans crainte aujourd'hui que les principaux constructeurs français qui s'en sont occupés sérieusement ont surpassé en ce genre, non-seulement leurs maîtres en Amérique, mais même les mécaniciens anglais.

En effet, les moulins construits depuis quelques années en France sont d'une construction qui est à la fois solide et élégante, d'une disposition commode et économique sous le rapport de la fabrication; les mouvements, bien combinés, se communiquent du moteur aux appareils avec une régularité parfaite. Aussi lorsqu'on entre aujourd'hui dans un moulin de certaine importance, bien monté et bien conduit, on est, tout d'abord, surpris de la bonne harmonie qui règne dans toutes les parties, de toutes les opérations successives et répétées qui se font simultanément, et sans aucune interruption; on est surtout agréablement étonné de ne pas entendre marcher, pour ainsi dire, ces gros mouvements, ces grands engrenages qui doivent faire tourner les meules avec des vitesses considérables; souvent on n'entend qu'un bruit sourd des pièces de fonte en contact, et les roues d'engrenages se meuvent comme celles d'un mouvement d'horlogerie.

Sans doute, il faut le reconnaître, le mécanisme employé dans le système de mouture dite économique, ou à la française, est d'une grande simplicité, et par cela même peu coûteux. Mais outre qu'il avait été jusqu'ici presque toujours très-mal établi, il exige plus de manutention que dans le système américain. Dans ce dernier système bien conçu, bien disposé, toutes les opérations, depuis l'arrivée du blé dans le moulin jusqu'à la sortie des farines, se font successivement et sans discontinuité, sans le secours des hommes, mais par les mouvements mêmes qui y sont plus ou moins ingénieusement appliqués.

Ainsi le blé, d'abord versé dans une grande trémie, dont les dimensions sont ordinairement proportionnées à l'importance de l'usine, est amené directement par des chaînes sans fin, dites *chaînes à godets*, ou par des vis d'Archimède, dans divers appareils de nettoyage plus ou moins compliqués, mais autant que possible de grande énergie, et combinés d'ailleurs de manière à enlever d'abord les pailles et les mottes, puis le blé noir, la

poussière, les petites pierres, et enfin en séparer les petites graines ou les petits blés qui doivent être moulus séparément. Ce même blé passe donc ainsi successivement de l'émetteur au nettoyeur puis au crible. La construction comme la disposition de ces appareils est extrêmement variable ; nous avons eu l'occasion de donner, dans l'une de nos précédentes livraisons, le dessin et la description d'un appareil fort répandu et du système de M. Cartier ; nous pensons qu'il serait superflu d'y revenir.

En sortant du cribleur, le bon blé, dégagé de la poussière et de toutes les graines étrangères qu'il contenait, est amené, soit par des conduits, soit par des vis, jusque dans les trémies, qui sont directement placées à l'étage au-dessus de celui des meules. Quelquefois, on lui fait encore subir une opération, celle du *mouillage*, qui consiste à le faire passer dans des cylindres à mouvement continu et à vis sans fin, constamment humectés d'eau. D'autres fois aussi, on le fait tomber des trémies entre des *cylindres comprimeurs* (1), où il se trouve concassé avant de se rendre aux meules. Ces deux opérations ne sont pas indispensables dans un grand nombre de localités, cependant sur de certains points de la France on les a jugées utiles, et les appareils destinés à cet usage sont employés avec fruit. Nous avons donné, dans le 6^e volume, les dessins d'un moulin complet, avec la disposition générale des appareils et des mouvements ; nous parlons alors avec détails de chacune de ces opérations successives qu'on fait subir aux blés pour en extraire des farines de 1^{re}, de 2^e et de 3^e qualité. Notre but principal aujourd'hui est de donner le *gros mécanisme* proprement dit d'un moulin bien établi, avec les perfectionnements qui y ont été apportés ; les détails dans lesquels nous croyons devoir entrer, pour le faire bien comprendre dans toutes ses parties, sont d'un trop grand intérêt pour que nous ne cherchions pas à y apporter tous nos soins, et sont trop étendus pour que nous puissions traiter en même temps les autres appareils qui se rattachent à cette belle et intéressante fabrication.

Le mécanisme que nous avons choisi pour notre publication est celui de Corbeil, établi dans les moulins dits de la Réserve, dont nous avons donné le moteur hydraulique dans notre première livraison. Cette usine, qui reliée à celle dite, des Hospices, peut être regardée comme l'une des plus importantes de France, contient douze paires de meules à l'anglaise, qui, en origine, étaient mises en mouvement par la même roue hydraulique. Le bâtiment, construit d'ancienne date, et servant à des moulins français qui ont été détruits, n'a pas permis, par sa structure, de disposer les mouvements et les appareils de nettoyage et de blutrage dans les divers étages avec autant de facilité qu'on aurait pu le faire dans un local bâti exprès ; toutefois on

(1) Cet appareil est publié avec détails à la fin du 3^e volume.

peut encore reconnaître que les opérations successives ne s'en effectuent pas avec moins de régularité et de précision.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU MÉCANISME DU MOULIN.

DES DEUX BEFFROIS. — Les moulins de la Réserve, appartenant aujourd'hui à M. Darblay, ont été disposés sur deux systèmes de beffrois, comprenant chacun six paires de meules, et qui peuvent marcher simultanément ou indépendamment l'un de l'autre, quoique recevant leur mouvement de la même roue dentée, montée sur l'arbre du moteur. Ces deux systèmes sont tout à fait semblables, comme le montre la planche 25^e, sur laquelle nous avons supposé le premier, celui de gauche, vu en élévation de face, et le second, celui de droite, en coupe verticale passant par l'axe. Ce que nous disons pour l'un s'appliquant naturellement à l'autre, nous n'aurons pas besoin de faire de distinction dans la description qui va suivre.

Le beffroi d'un moulin à l'anglaise est, à proprement parler, le bâti ou la partie fixe sur laquelle est assise toute la partie mobile du mécanisme. Dans plusieurs établissements le beffroi est en charpente, quelquefois en pierres, d'autres fois partie en fonte partie en pierres, et dans un grand nombre il est presque complètement en fonte, comme ceux des deux systèmes de l'usine dont nous nous occupons.

Les beffrois en charpente ne sont généralement appliqués qu'à des moulins de deux à trois paires de meules. Sous le rapport de la construction ils sont nécessairement plus économiques ; ils coûtent moins à établir, et par cela même sont préférés par les propriétaires ou meuniers qui tiennent à verser le moins possible de capitaux dans l'établissement du mécanisme de leur usine. Mais il faut le reconnaître, ce système de beffroi n'est jamais aussi solide, ne peut présenter, à beaucoup près, autant de stabilité que celui qui serait en fonte ou même en pierres : il a de plus l'inconvénient d'être relié avec les murs ou les poutres du bâtiment, et par suite de dépendre de l'affaissement que peut prendre celui-ci ; ou enfin il est susceptible d'éprouver des vibrations plus ou moins fortes pendant le travail des meules, et il peut en résulter pour celles-ci des différences de niveau qui, d'abord imperceptibles, deviendraient quelquefois très-sensibles si on n'y apportait remède.

Parmi les moulins construits par MM. Cartier et Armengaud, avec des beffrois en charpente, nous mentionnerons celui de trois paires de meules de M. Anjibout, à Saint-Arnoult, près Chartres, et celui de deux paires de meules de M. Chantemille, près Sens (Yonne).

Les beffrois en pierres ou en fonte ne présentent pas les mêmes inconvénients que les précédents ; ils offrent, au contraire, toute la solidité dési-

rable, quand ils sont bien construits. Les premiers peuvent ne pas revenir, dans bien des localités, sensiblement plus cher à établir que les beffrois en bois, et par conséquent devront leur être préférés; il est vrai qu'ils ont le désavantage de former un massif plus lourd, qui exige plus d'espace, et qui offusque en grande partie le mécanisme proprement dit, et peut même quelquefois rendre l'accès de celui-ci plus difficile. Cependant nous pouvons citer le bel établissement de Perrache, à Lyon, qui renferme un beffroi de six paires de meules, ainsi construit en pierres de taille, et qui ne laisse rien à désirer, à part toutefois le luxe et l'élégance, qui, du reste, ne constituent pas la bonté du mécanisme.

Les beffrois en fonte comme ceux des moulins de la Réserve, sont non-seulement les plus solides, mais aussi les plus élégants, les plus spacieux, et ont de plus l'avantage d'être complètement détachés de la construction même des bâtiments; ils laissent à découvert tout le mécanisme et permettent de circuler facilement autour de toutes ses parties. Il est vrai que le prix d'établissement en est nécessairement plus élevé, surtout lorsqu'on désire avoir les colonnes et les piédestaux tournés. Les moulins établis dans ce genre par M. Cartier existent à Saint-Piat, près Chartres; à La Ferté-sous-Jouarre, chez MM. Caillaux et Lefèvre; à Lessines, en Belgique, etc., etc.

La disposition que les constructeurs ont donnée à leur système est celle de beffroi circulaire, qui est le plus généralement adoptée en France, parce qu'elle exige moins d'emplacement que celles dans lesquelles les meules sont en ligne droite; le mécanisme en est plus commode, presque toujours plus simple, et par suite moins coûteux. Ce beffroi est formé de six hautes colonnes en fonte C, tournées sur presque toute leur longueur, et terminées à leur base par un socle quarré pour s'ajuster sur une grande plate-forme circulaire en fonte B, formée de six parties égales, assemblées entre elles par des pattes; cette plate-forme n'est pas indispensable dans la construction du beffroi, cependant elle a l'avantage de réunir tout le système qui repose sur elle, et de le rendre pour ainsi dire solidaire; elle a permis de le placer exactement de niveau, elle rend même le pourtour en pierres A, sur lequel elle est assise, à peu près inutile; ce pourtour aurait pu, en effet, être construit en briques ou même en moellons; ce qui s'est fait dans bien des moulins où l'on a cherché à apporter de l'économie dans la construction. Ce pourtour est du reste peu élevé au-dessus du sol du rez-de-chaussée, car le plan horizontal qui le termine n'est pas à plus de 26 centimètres en saillie sur le plancher; aussi on voit que tout le mécanisme est laissé à découvert, et permet de le visiter, de le nettoyer, et de le graisser au besoin dans toutes ses parties.

Une corniche ou entablement circulaire D, fondu d'une seule pièce,

forme le couronnement des colonnes qu'elle relie à la partie supérieure, et par lesquelles elle est supportée; elle est établie pour recevoir les six paires de meules; les moulures qui y sont ménagées, donnent à cette pièce une grande solidité, en même temps qu'elles forment un dessin aussi simple qu'élégant qui met le plafond du beffroi en harmonie avec tout l'ensemble du mécanisme. Un grand boulon en fer *a* traverse chacune des colonnes, la corniche, la plate-forme et l'épaisseur du pourtour en pierres; de cette sorte toutes ces pièces sont solidaires; malgré leur longueur, chacun de ces boulons n'a pas plus de 34 millim. de diamètre; ils sont taraudés à leur partie supérieure, pour recevoir leur écrou qui s'appuie sur l'entablement, et ils sont clavetés à leur partie inférieure, comme le montre la fig. 3^e, pl. 26. La colonne dessinée à droite de cette figure se trouvant directement au-dessus de l'arbre de couche qui doit communiquer le mouvement au mécanisme, est traversée par un boulon plus court que les autres, parce qu'il ne pourrait évidemment descendre plus bas. Le diamètre extérieur de la corniche D est de 4^m 05, et pèse 1800^k; fondu à Paris, elle a pu être transportée à Corbeil sur voiture; mais il n'en serait pas de même pour toutes les contrées de la France: il y a bien des villes où un chariot, chargé de telles pièces, ne pourrait pas passer par les portes trop étroites, parce qu'on ne peut que les placer à plat sur les rideaux de la voiture, sans quoi il serait bien difficile de les assujétir; aussi il est prudent, dans ces circonstances, de faire ces pièces en plusieurs parties, pour en faciliter le chargement et le transport, surtout quand elles doivent aller au loin; à plus forte raison pour des corniches de moulins de 7 et 8 paires de meules, et qui, par conséquent, sont plus grandes de diamètre.

Sur l'entablement sont placées six couronnes ou cuvettes en fonte E, à rebords élevés, destinées à recevoir les meules gisantes, en permettant de les mettre exactement de niveau, de les centrer, et de les assujétir solidement. Ces cuvettes sont à jour, les vis à tête quarrée *d* les maintiennent sur la corniche; elles renferment chacune une pièce triangulaire en fonte F, à laquelle on a donné, à cause de sa forme même, le nom géométrique de triangle. Aux trois angles de chacun de ces triangles sont des vis de pression qui les soutiennent à hauteur, au-dessus du fond des cuvettes, de manière à régler facilement l'horizontalité des meules qu'ils doivent porter. Ces vis peuvent être disposées de deux manières: dans l'une, leur tête est au-dessus des cuvettes, et l'écrou est logé dans l'épaisseur de celle-ci (voyez fig. 2, pl. 25); dans l'autre, leur tête est en haut, au-dessus des oreilles venues avec les bords des cuvettes, et l'écrou est incrusté dans l'angle du triangle, comme le montre la coupe détachée fig. 4, pl. 26. Par la première disposition, on est obligé de niveler la meule en descendant au rez-de-chaussée, pour aller serrer ou desserrer les vis dont les têtes apparaissent au-dessous du plafond du beffroi; par la seconde, on peut niveler

du premier étage, à côté de la meule même. Comme trois points suffisent toujours pour déterminer un plan, il est plus simple et plus commode de n'employer que trois vis, plutôt que quatre ou un plus grand nombre, pour mettre les meules de niveau; on a moins de tâtonnements à faire et on y arrive plus promptement. Il n'en est pas de même pour les centrer, c'est-à-dire pour les placer de manière que leur centre, qui est aussi celui des arbres verticaux ou fers qui font marcher les meules courantes, se trouve à une distance telle que les pignons dentés, montés sur ces fers, n'engrènent ni trop ni trop peu avec la grande roue horizontale qui les commande; pour effectuer ce centrage, il est préférable d'adopter quatre vis, que l'on place autant que possible deux à deux diamétralement opposées; ces vis, indiquées en *e* (fig. 4 et 6), sont horizontales, et traversent des écrous quarrés ajustés dans les rebords élevés des cuvettes ou des oreilles venues de fonte avec ces dernières.

Telle est la disposition du beffroi de chacun des deux systèmes qui composent l'usine de Corbeil; on voit qu'ils sont tout à fait indépendants des murs et des poutres du bâtiment; les meules sont tellement bien assises, qu'elles ne font éprouver, dans leur marche, aucune élasticité, aucune vibration dans une partie quelconque.

Pour des beffrois que nous regardons construits partie en fonte, partie en pierre, la disposition adoptée par les constructeurs est analogue à celle que l'on vient de voir, seulement le pourtour circulaire A est beaucoup plus élevé au-dessus du sol du rez-de-chaussée des moulins; il se trouve à 1^m au moins, et 1^m 30 au plus, en saillie sur le plancher; la hauteur des colonnes est alors bien moindre, proportion gardée pour la hauteur de l'étage, et les bornes ou les *piédestaux* en fonte J que l'on voit sur les dessins, n'existent plus. Ces piédestaux sont remplacés par de simples *poëlettes*, munies de crapaudines, et qui font partie de la plate-forme en fonte, qui est alors à la hauteur déterminée par le pourtour. Cette construction est aussi solide que la précédente, et présente quelque économie, surtout lorsque le pourtour est bâti en moellons ou en briques, et dans des localités où ces matériaux sont très-communs. Les moulins de MM. Vachon, à Lyon; de M. Perrot, à Fontaines; de M. Tramois, à Neuville; de MM. Galaire, à Port-sur-Saône; de M. Pinet, près Châlons; de M. Convert, à Bourg; de MM. Gamot et C^{ie}, à Plombières-lès-Dijon; de M. Laperche et de madame Billy, à Provins; de M. Brajoux, à Dugny, etc., ont été établis avec cette disposition; l'entablement, les cuvettes et les triangles en fonte, ont été également appliqués, pour isoler, dans chaque cas, le mécanisme des bâtiments. A voir chacun de ces moulins, on peut reconnaître qu'ils ne le cèdent en rien pour la solidité de construction aux meilleurs moulins anglais ou américains; et pour dire toute la vérité, nous ajouterons qu'on peut se convaincre qu'ils

sont plus élégants, moins chargés de fonte, moins lourds, et d'un aspect plus agréable, plus harmonieux.

DES MEULES. — Les meules fixes inférieures ou *gisantes* F', comme les meules mobiles supérieures ou *courantes* F², proviennent de la Ferté-sous-Jouarre, qui est le pays le plus riche et le plus réputé pour les bonnes pierres meulières. Elles ont 1^m 30 de diamètre extérieur sur 0^m 27 d'épaisseur, et sont formées de plusieurs carreaux réunis et scellés entre eux. Toutefois il est bon d'observer que toute cette épaisseur n'est pas en meulière propre au moulage du blé ; elle comprend une forte couche de plâtre qui en forme la moitié et quelquefois plus. Pour les meules courantes il est essentiel de leur donner cette épaisseur, afin qu'elles aient un poids suffisant pour le travail ; pour les meules gisantes, il est à peu près indifférent de les faire moins épaisses, lorsqu'elles sont bien emboîtées, et que leur plan supérieur a la hauteur convenable au-dessus du niveau du plancher du premier étage. Des meules bien faites, bien choisies, sont toujours disposées de telle sorte que les morceaux les plus durs, les plus vifs, et par suite les plus favorables au travail du moulage, sont placés vers la circonférence, et ceux dont la pierre est moins serrée, moins ardente, se trouvent vers le centre. Il est bon aussi de ne pas appareiller deux meules de même nature ; il est préférable de mettre une meule très-vive avec une autre qui l'est moins.

Ces meules de 1^m 30, sont aujourd'hui le plus généralement adoptées en France, dans le système de mouture américaine, quoique des meules plus petites ou plus grandes puissent remplir l'objet en leur donnant une vitesse convenable ; toutefois les expériences ont prouvé qu'il est bon de ne pas trop s'écartez des dimensions. Au centre de chaque meule est ménagée une ouverture cylindrique de 0^m 27 à 0^m 30 de diamètre, et appelée l'*œillard* (1) ; à peu de distance de cette ouverture, les meules sont *rayonnées* sur leur surface en contact. La forme et la disposition des *rayons* sont indiquées sur la fig. 5 (pl. 27), qui fait voir le plan de deux meules gisantes ; celles des rayons des meules courantes sont évidemment les mêmes, seulement ces rayons se croisent avec les premiers, lorsque ces meules sont superposées. La profondeur de ces rayons n'est pas de plus de 5 à 6 millimètres ; ils sont formés en plan incliné, pour présenter d'un côté une arête vive et tranchante qui coupe les grains de blé soumis à leur action, pour en faciliter le broiement complet, lorsqu'ils se présentent à l'action des parties pleines en contact. Ces parties pleines laissées entre les rayons, doivent former sur chaque meule une surface exactement plane, et à cet effet, avant d'être livrées au

(1) Cet œillard est souvent de 0^m 32 à 0^m 35 de diamètre ; il n'y aurait aucun inconvénient qu'il fût encore plus grand ; nous avons vu des meules qui étaient ouvertes à 0^m 40. On les avait ainsi faites pour faciliter, nous dit-on, l'introduction de l'air entre les meules, et par ce moyen diminuer l'échauffement de la boulange. (Voir la 1^{re} liv. du tome III^e).

travail, elles sont dressées au marteau avec le plus grand soin; les *rhabilleurs* qui en sont chargés, les vérifient avec une règle en bois, de la rectitude de laquelle ils se sont assurés d'avance en la faisant coincider dans toute sa longueur sur un *régulateur* ou règle en fonte très-précise. Ils s'assurent aisément si la meule est bien droite, en posant sur la règle de bois une légère couche de rouge. Les ouvriers rhabillent les meules en frappant des coups légers et parallèles sur toute la surface, à l'aide d'un marteau tranchant en acier fondu et bien trempé. Les soins qu'ils doivent apporter dans ce travail sont très-minutieux et ne peuvent jamais être trop grands, car on conçoit que des meules bien ou mal rhabillées dépend la bonne ou mauvaise confection de la mouture; c'est ce qui nous faisait dire, au commencement de cet article, que dans l'origine, les rhabilleurs étant extrêmement rares, on n'osait adopter le système de mouture anglaise; mais aujourd'hui on trouve, dans cette profession, un grand nombre d'ouvriers capables et des contre-maîtres, des gardes-moulins très-intelligents, qui ne sont pas embarrassés pour diriger la manutention d'un établissement important qui occupe dix à douze paires de meules.

Des fabricants, des industriels du plus grand mérite, ont cherché à opérer le rhabillage des meules mécaniquement; mais cette opération, qui pourrait paraître fort simple au premier abord, présente cependant des difficultés que bien des praticiens regardent comme insurmontables. Si les carreaux qui composent ces meules étaient de même grain d'une égale dureté, si les blés à moudre étaient toujours de même nature, on pourrait comprendre que ce travail deviendrait possible à faire par machine; mais lorsqu'on remarque que le plus souvent dans la même meule les morceaux ne sont pas semblables, mais tantôt durs et tantôt tendres, tantôt très-éveillés et tantôt d'un grain très-serré; comment combiner un mécanisme qui puisse varier les coups de marteau, pour frapper plus ou moins fort, pour frapper inégalement et surtout à propos? Il faudrait presque que ce mécanisme lui-même eût de l'intelligence. En voyant cependant les progrès immenses que la mécanique a faits depuis un certain nombre d'années, on ne peut regarder la solution de ce problème comme impossible: elle a résolu d'autres problèmes qui présentaient autant et peut-être plus de difficultés. Nous ne pouvons donc qu'encourager les personnes qui s'en occupent à persévéérer dans leurs recherches, persuadé qu'elles pourront obtenir des résultats satisfaisants. Déjà depuis quelques années on a exécuté des machines propres au dressage et au rayonnage des meules, c'est un premier pas fait dans cette fabrication. Ainsi M. Gilquin, de La Ferté, a adopté la machine de M. Houyau pour le *dressage-plan* de ses meules, et est l'auteur d'une nouvelle machine qui sert à la fabrication et au rayonnage. MM. Guevin, Bouchon et C^{ie}, de la même ville, ont également cherché à dresser leurs meules mécaniquement. Pour le rhabillage, il faut évidemment plus de

précision, plus de minutie que pour le dressage, ce qui rend l'application d'un procédé mécanique plus difficile. Ajoutons d'ailleurs, nous ne devons pas craindre de le dire, que les meules, telles que les livrent les fabricants, sont loin d'être dressées et rayonnées au degré convenable pour être prêtes à mettre en moulage aussitôt qu'elles arrivent au moulin ; on passe souvent bien des semaines, et même des mois entiers, pour les redresser de nouveau et les mettre dans un état de travail sinon parfait, du moins qui peut le devenir au bout de quelque temps (1).

Des fabricants de meules anglaises ont proposé, pour simplifier le rhabillage, de remplacer le rayonnage par des lames d'acier, tranchantes, incrustées dans la surface travaillante de la meule. Ces lames, n'étant pas fixées d'une manière invariable dans la pierre, pouvaient se démonter pour s'afûter chaque fois qu'il était nécessaire. Des meules ainsi confectionnées ont été présentées à l'exposition de 1839, par MM. Blouet et C^{ie}, mais nous ne sachons pas qu'elles aient été appliquées dans quelque établissement, quoique ces messieurs disent que ces rayons ont la propriété de faire écouler plus rapidement la farine sans l'échauffer.

DES FERS DE MEULES, NILLES ET MANCHONS. — Les meules courantes sont maintenues en suspension à l'extrémité des arbres verticaux en fonte *G*, appelés *fers de meules* ; elles en reçoivent un mouvement de rotation continue et extrêmement rapide, comme nous le verrons plus loin. Le meilleur mode usité jusqu'ici, pour lier le fer à la meule, est un manchon conique en fonte *f*, ajusté au sommet de l'arbre et fixé par deux nervures, et traversé par une nille à deux branches *g*, dont les extrémités sont incrustées et scellées dans la meule (Voyez la coupe, fig. 2) ; mais cette nille n'est pas invariablement fixée avec le manchon, elle n'y est qu'ajustée de manière à balancer sur son centre ; pour faciliter ce balancement sans décentrer la pièce et par suite la meule avec laquelle elle fait corps, au sommet de l'arbre est ajusté un pointal en acier *i*, terminé par une portion sphérique qui sert de pivot à la nille, laquelle est fraisée, à cet effet, à son milieu. De cette sorte la meule est comme tenue en équilibre en son point central ; par suite, lorsqu'elle tourne sur elle-même, entraînée par l'arbre, elle n'éprouve aucune raideur, surtout si on a eu le soin de bien l'équilibrer avant de la mettre en place. Il est important, pour le bon effet du travail de la meule, que la nille soit placée de telle sorte que le contact du pointal à son centre se trouve à plus de la moitié au-dessus du plan inférieur ; ainsi il faut, pour une meule de 27 centimètres d'épaisseur, combiner chaque pièce de manière que le sommet du pointal se trouve à 15 ou 16 centimètres environ de la surface travaillante.

(1) Nous avons donné dans la 1^{re} livraison du tome III, les détails d'un instrument exécuté depuis peu pour le rhabillage des meules, et dont on paraît généralement satisfait.

L'ajustement du pointal dans l'arbre est un cône peu sensible de 8 centimètres de longueur, et qui se termine supérieurement par une sphère de 30 à 32 millimètres de diamètre.

Le fer de meules doit être maintenu dans sa verticalité, d'une part, à l'aide d'une pointe acierée, par une crapaudine qui renferme son pivot, et de l'autre par un boitard en fonte garni de coussinets et ajusté dans l'œil-lard de la meule fixe. Ce boitard, représenté en coupe verticale et en plan (fig. 7 et 8, pl. 27), se compose d'un tambour cylindrique en fonte H, scellé dans le centre de la meule, et alésé intérieurement, pour recevoir un *trèfle* h', à trois compartiments rectangulaires, et fixé par trois vis, au fond du tambour. Les côtés de chaque compartiment de ce trèfle sont bien dressés et embrassent des coussinets méplats en bronze h, qui sont chacun mis en contact contre la partie cylindrique du fer, suivant une ligne verticale; des coins en fonte évidés h², placés derrière ces coussinets, les maintiennent appuyés contre l'arbre; on peut rapprocher ou reculer ces coins du centre, à l'aide de vis à chapeau que l'on peut serrer au-dessus de la meule, sans démonter le couvercle en fonte qui forme exactement le tambour et cache toutes ces pièces; de l'étope bien graissée, logée dans les cavités circulaires du trèfle, tient constamment le collet de l'arbre dans un état onctueux qui l'empêche de s'échauffer et de gripper pendant le travail; il faut avoir le soin de bien huiler ces étoupes et de les renouveler de temps en temps. On pourrait même les tenir constamment graissées par un filet d'huile qu'on ferait arriver à l'aide d'un petit tube qui traverserait la meule.

PIVOTS DES FERS DE MEULES. — A la partie inférieure de chaque fer de meules est ajustée une pointe acierée i', dont une portion légèrement conique pénètre dans l'arbre à une profondeur de 11 à 12 centimètres. L'autre partie, celle qui est apparente sur le dessin (fig. 2 et 4), est cylindrique, de 0^m034 de diamètre, terminée par une base sphérique en forme de goutte de suif: cette base est en acier soudé à la pointe, trempé et recuit à un degré convenable; elle est en contact avec un grain d'acier fondu i² (fig. 12) placé au fond de la crapaudine j'. Celle-ci est un cylindre en bronze, tourné extérieurement pour s'ajuster exactement dans un gobelet ou manchon en fonte j, et alésé intérieurement au diamètre de la pointe qu'elle doit maintenir latéralement. Le gobelet tourné sur ses deux bases horizontales est placé dans la *poëlette*, ou cuvette cylindrique qui est formée à la partie supérieure du piédestal en fonte J. Dans quelques moulins, le gobelet et la crapaudine ne font qu'une même pièce, ce qui en simplifie la construction, mais il est facile de voir que cette simplification est vicieuse. En effet, il est essentiel, pour pouvoir régler la mouture, de *soulager les meules*; pour cela on soulève la crapaudine, et

avec elle la pointe, le fer de meule et la meule supérieure; le gobelet reste assis au fond de la poëlette, et comme il est maintenu latéralement par des vis de pression, la verticalité de l'arbre n'est nullement dérangée. La crapaudine peut monter ou descendre dans son manchon, mais ne peut être entraînée dans le mouvement de rotation de la pointe, parce qu'un goujon à tête quarrée, taraudé dans l'épaisseur du gobelet et pénétrant dans la rainure verticale pratiquée sur la surface cylindrique de cette crapaudine, la retient et l'empêche de tourner. Le grain d'acier i^2 placé à l'intérieur de la crapaudine pour recevoir le bout de la pointe, y est aussi tenu de manière à ne pouvoir tourner sur lui-même; une rainure demi-circulaire, pratiquée dans sa base inférieure, correspond à une nervure demi-cylindrique en fer, qui a été préalablement introduite au fond de cette crapaudine, après y avoir ciselé deux cannelures verticales et diamétralement opposées.

MOYEN DE SOULAGER LES MEULES. — La disposition nouvelle adoptée pour soulever la crapaudine, et par cela même soulager les meules, est due à M. Cartier. Comprenant combien il était important d'éviter les dérangements aux gardes-moulins ou aux rhabilleurs, il a cherché à rendre les opérations relatives à la mouture proprement dite, les plus promptes, les plus économiques. Ainsi, au lieu de soulager les meules au rez-de-chaussée, comme on l'avait toujours fait avant lui, il a trouvé le moyen de faire cette opération au premier étage, à côté des meules mêmes; ce moyen est aussi simple qu'ingénieux: il consiste en une longue tringle verticale *L*, en fer (fig. 4), qui traverse la hauteur de la colonne et l'épaisseur de l'entablement, celle du plancher, et s'élève jusqu'au-dessus de l'archure qui recouvre les meules, pour porter un petit volant en fonte *l'* qui sert de manivelle. Son renflement *l* est taraudé dans l'écrou ou la platine en fer *c*, boulonné sur la corniche, et la partie inférieure est assemblée à l'extrémité d'un balancier horizontal *K*, au-dessous duquel elle n'est retenue que par une clavette qui ne l'empêche pas de tourner sur elle-même. Ce balancier, qui doit former bascule, est logé dans une cavité ménagée exprès dans l'épaisseur du pourtour en pierres du beffroi; des évidements sont même pratiqués à l'intérieur de celui-ci, soit pour permettre de placer les bascules, après la pose des colonnes et des piédestaux, soit pour, au besoin, remettre ou resserrer une clavette qui viendrait à s'échapper. La partie correspondante au centre du fer de meule, est fraisée sphérique pour recevoir le bout arrondi d'une tige verticale *I*, qui, logée dans le piédestal, s'élève jusqu'au-dessous de la crapaudine, en traversant, par un renflement tourné, le fond de la poëlette qui reçoit son manchon. Enfin, le balancier est assemblé, à l'autre bout, à une chape en fer *k* qui doit lui servir de point fixe et qui se termine

par une partie taraudée, par laquelle un écrou à six pans la tient à la plate-forme, comme l'indique bien la coupe fig. 4. Il est aisément de comprendre, par cette disposition, que si l'on tourne le petit volant *l'*, dans le sens convenable, on fait tourner la tringle avec lui, et comme son écrou est fixe, elle soulève l'extrémité du balancier, à laquelle elle est attachée; ce dernier tournant alors autour de sa chape, comme centre, soulève en même temps la tige verticale *I*, et par suite la crapaudine, le fer et la meule courante. Il est évident qu'en tournant dans un sens opposé, la tige tendrait naturellement à descendre par le poids même de l'équipage qu'elle supporte. Ainsi, le meunier ou le garde-moulin se trouvant au premier, près des meules, occupé à rhabiller, ou à vérifier la mouture, ou à donner du grain, soulage ou rapproche les meules à volonté, sans se déranger; il le fait avec la plus grande célérité et en même temps avec la plus grande précision. Ce nouveau procédé de soulager les meules du premier étage, date à peine de dix ans, et on le voit aujourd'hui appliqué dans un grand nombre de moulins. Il a, outre l'avantage que nous venons de signaler, celui de permettre de soulager, au besoin, du rez-de-chaussée, car il suffirait de serrer ou de desserrer l'écrou de la chape *k*, à l'aide d'une clé.

MODE DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT. — La partie principale du mécanisme d'un moulin est, sans contredit, la communication du mouvement; cette communication se fait le plus ordinairement par des engrenages; cependant dans quelques usines on commence à faire l'application des courroies. Nous croyons utile de parler des deux systèmes, afin qu'on puisse en faire la distinction, et par suite adopter l'un ou l'autre selon les circonstances.

Pour obtenir de bons résultats, avec des meules de 1^m 30 de diamètre, rayonnées et rhabillées à l'anglaise, on a généralement reconnu qu'une vitesse de 110 à 120 révolutions par minute était convenable. Au-dessus de cette vitesse on a à craindre l'échauffement de la farine; au-dessous, de ne pas faire autant de travail. Or on conçoit que lorsque le moteur marche à une très-petite vitesse, comme la plupart des roues hydrauliques verticales, qui ne font souvent que 3, 4 et 5 tours au plus par minute, il faut plusieurs renvois de mouvement pour atteindre celle des meules; et si la transmission doit se faire entièrement par des engrenages on compte généralement sur un *triple harnais*, ou une *triple tournure*, pour y parvenir. Quand la vitesse du moteur est grande, comme celle des turbines ou roues horizontales, celle des petites roues à augets ou des roues à la Poncelet, un *double harnais* peut suffire; et si les transmissions de mouvement doivent être effectuées par des courroies, la première partant du moteur se fait d'abord, soit par des engrenages droits, soit par des engre-

nages d'angle, et le second par des poulies montées horizontalement sur des arbres verticaux.

La transmission de mouvement par courroies n'est pas toujours plus simple ou plus économique que celle par engrenages, lors même que le moteur serait tout à fait semblable et dans les mêmes circonstances.

Ainsi, que l'on compare, par exemple, un système de dix paires de meules mû par des courroies, chez M. Darblay, à Corbeil, et un même système mû par des engrenages aux moulins de Saint-Maur, ces deux systèmes ayant chacun pour moteur une turbine hydraulique de M. Fourneyron, on verra que le mouvement, dans le premier, est plus compliqué, plus coûteux que dans le second. Dans celui-ci le beffroi est circulaire, dans l'autre les meules sont placées sur deux lignes parallèles ; à Saint-Maur une grande roue horizontale dentée, placée sur l'arbre vertical de la turbine, commande directement les pignons montés sur les fers de meules. A Corbeil, aux nouveaux moulins de M. Darblay, la communication du mouvement est d'abord faite par des engrenages d'angle, puis transmise aux fers de meules par des poulies horizontales.

Il est vrai qu'on a présenté les courroies comme avantageuses, non sous le rapport de l'économie de construction, mais plutôt sous le rapport d'une plus grande douceur dans les mouvements ; on a reconnu, en effet, que par des poulies, embrassées par des courroies, le mouvement des meules est très-doux, très-régulier, et s'effectue sans aucun bruit ; comparé à des systèmes d'engrenages, qui *passaient mal*, on a pu le préférer pour ces motifs à ceux-ci ; mais dans l'état actuel de la construction, ces raisons tombent d'elles-mêmes et ne peuvent plus être admises aujourd'hui ; car des engrenages bien divisés, bien taillés, comme on peut les faire maintenant, marchent avec la même régularité, la même douceur et sans plus de bruit que les courroies qui roulent sur des poulies dont les surfaces sont parfaitement tournées ; ces engrenages n'éprouvent aucune secousse, parce que les dentures sont tellement régulières, tellement précises, qu'on peut les comparer à des roues d'horlogerie ; parce qu'enfin ces dentures sont taillées sur des machines, sur des plates-formes qui ont en grand la même précision, la même rigueur géométrique que celles des roues de montres ou de pendules (1).

Que l'on compare donc des moulins à courroies, avec des moulins à engrenages bien confectionnés, on ne pourra faire aucune différence dans les mouvements ; le bruit, les secousses, ne seront pas plus sensibles dans un système que dans l'autre ; et sous le rapport de la construction, de l'entretien, il arrive souvent que le moulin par courroie coûte plus que

(1) Ces machines à tailler sont publiées dans les tomes II et III de ce Recueil.

le moulin par engrenages. Toutefois, il faut le dire, les moulins à courroie présentent ce grand avantage qu'ils permettent de débrayer ou d'embrayer à volonté une paire de meules sans arrêter le moteur. (Voyez les descriptions du moulin à courroie dans la 1^{re} livraison du tome III de cet ouvrage, et de celui à colonne dans le v^e volume.

La roue hydraulique du moulin de la Réserve ne faisant, comme nous l'avons vu, que trois tours par minute, il était indispensable, pour transmettre son mouvement aux meules, et les faire marcher à 120 révolutions, de combiner un triple harnais, sans quoi il eût fallu adopter ou des pignons trop petits ou des roues trop grandes, ce qui eût été un double inconvénient, parce que des pignons trop petits s'usent rapidement et produisent des pressions latérales considérables sur leurs arbres, et que des roues très-grandes deviennent difficiles à construire. En général, pour de fortes transmissions de mouvement, il est essentiel de ne pas dépasser le rapport de 1 à 6 entre le pignon commandé et la roue qui commande, il est préférable même de n'établir que le rapport de 1 à 4, et mieux encore quand il est possible de 1 à 3. Nous allons voir que dans le moulin qui nous occupe, on s'est sensiblement rapproché de ces rapports.

La roue M' montée à l'extrémité de l'arbre de la roue hydraulique, et qui a été désignée par la lettre Y dans les pl. 1, 2 et 3 de ce volume, commande à la fois les deux pignons en fonte M, de 1^m 26 de diamètre; ces pignons étant ajustés libres sur leurs arbres de couche N, ne communiquent leur mouvement de rotation à chacun des deux systèmes qu'autant que les manchons en fonte m sont embrayés avec eux. Ces manchons sont d'une forte dimension, et il ne serait pas facile de les faire mouvoir par une fourchette, comme cela a lieu pour des manchons d'embrayage ordinaire; les constructeurs ont établi une vis de rappel m', que l'on manœuvre à l'aide d'un petit volant à manivelle; l'écrou de cette vis est incrusté dans une oreille venue de fonte avec le manchon, le mouvement de ce dernier s'effectue alors très-lentement, mais du reste ils doivent varier de place très-rarement, car on ne les débraye qu'autant que le moteur ne reçoit pas assez de puissance pour faire marcher les deux systèmes à la fois (ce qui n'arrive que pendant quelques parties de l'année), ou parce qu'il est nécessaire de faire quelques réparations indispensables à l'un ou à l'autre. On comprend alors que cette disposition était ici très-convenable, moins compliquée et plus commode, quoiqu'on soit obligé d'arrêter le moteur pendant un certain temps qui est d'ailleurs très-court.

L'arbre de couche N est fondu creux dans toute sa longueur, il est tourné aux collets par lesquels il est reçu dans les coussinets des paliers n, et aux ajustements du manchon et des roues dentées qu'il porte; son diamètre au milieu est de 0^m 220, celui des tourillons de 0^m 160, le diamètre du trou

intérieur n'est pas de plus de 0^m 070. L'un des paliers *n* est placé sur une plaque d'assise en fonte, incrustée dans la pierre de taille, qui est logée dans l'épaisseur du mur de *tampanne*; et l'autre est monté sur le prolongement même de la base qui forme la semelle de la grande chaise de fonte R'.

A l'autre extrémité de l'arbre N vers le centre du beffroi, est une roue d'angle en fonte O, de 2^m 275 de diamètre primitif, et sa denture est en bois de cormier tournée et bien taillée; cette roue engrène avec un pignon P, de 0^m 838 de diamètre, monté à la partie inférieure du gros arbre vertical en fonte Q. Cet arbre est aussi fondu creux; il porte, après être tourné, 0^m 180 dans une grande partie de sa longueur, et est plus petit vers les extrémités. Il est maintenu, vers le haut, par un croisillon à six branches R, dont le centre est disposé pour recevoir trois coussinets en bronze semblables à ceux ajustés dans les boîtards des meules; ces coussinets sont pressés par trois vis horizontales qui permettent de centrer l'arbre et d'empêcher qu'il ne prenne du jeu. Les oreilles méplates qui terminent les branches de ce grand croisillon sont boulonnées contre le rebord intérieur des cuvettes des meules, et il se trouve ainsi faire corps avec le beffroi. A la partie inférieure de l'arbre est une forte pointe en fer acierée *p*, de 0^m 070 de diamètre, terminée en goutte de suif, assez aplatie pour pivoter sur un grain d'acier fondu, ajusté au fond d'une crapaudine en bronze *r'*, comme les grains des fers de meules. Cette crapaudine est aussi enveloppée d'un manchon en fonte qui repose au fond de la poëlette cylindrique par laquelle la grande chaise de fonte R' est terminée supérieurement. La pointe *p* est tournée légèrement conique au-dessus de son embase, et pénètre dans l'arbre, sur une longueur de 0^m 160; elle ne doit pas toucher dans le fond, comme son embase elle-même ne doit pas toucher le bout de l'arbre, car on aurait à craindre, après un certain temps de travail, qu'il n'y eût grippe-mé, l'arbre tendrait à tourner sur la pointe, au lieu de l'entraîner; des constructeurs lient la pointe à l'arbre au moyen d'une clavette ou d'une nervure, mais c'est souvent pour cacher un mauvais ajustement, car cette précaution est tout à fait inutile quand toute la partie conique coïncide bien avec le trou alésé dans l'arbre; la surface latérale en contact étant toujours très-grande, comparativement à celle du grain d'acier, on comprend que si l'ajustement a été bien exécuté, la pointe est essentiellement liée à l'arbre par ce contact. Pour centrer l'arbre par le bas, on a aussi le soin de tarauder latéralement, sur la poëlette de la chaise, quatre vis de pression qui buttent contre le manchon de la crapaudine *r'*.

Quoique l'usure de la pointe et du grain soit bien peu sensible, lorsqu'on a le soin de les bien graisser, de manière que leur crapaudine soit constamment baignée d'huile, il importe pourtant de pouvoir soulager l'arbre, afin

de permettre de régler le pignon d'angle à sa hauteur et d'éviter qu'il n'embraye trop avec la roue qui le commande, et pour conserver aussi à leur même hauteur les diverses pièces, engrenages ou autres qui se trouveraient non-seulement sur cet arbre, mais encore sur les arbres secondaires en fer Q', qui traversent les étages supérieurs pour aller donner le mouvement aux divers appareils accessoires du moulin.

Pour opérer le soulagement de toute cette colonne d'arbres, on a placé au centre de la chaise R', une tige en fer q, renflée d'un bout pour traverser la poëlette et porter la crapaudine r', et de l'autre elle est filetée et traverse un fort écrou en fer r, qui s'appuie sur la semelle de la chaise. Ainsi en tournant celui-ci, à l'aide d'une clé à griffes, comme la tige ne peut tourner, retenue par une clé dans le fond d'une poëlette, elle monte et soulève alors la crapaudine et toute la colonne verticale.

Le premier des arbres en fer Q', tourné au diamètre convenable, est ajusté dans le bout supérieur de l'arbre principal en fonte Q, et retenu dans cet arbre au moyen de deux nervures à demeure, qui y ont été ajustées préalablement; une entaille faite immédiatement au-dessus de cet assemblage, permet d'enlever l'arbre en fer au besoin.

A quelque distance au-dessus du pignon d'angle P, est montée sur le même arbre vertical une belle et grande roue horizontale en fonte S, d'une seule pièce, munie d'une denture fine en bois, tournée et taillée avec le plus grand soin. Le diamètre primitif de cette roue est de 2^m 70; elle porte 252 dents en cormier; elle est rendue solidaire avec l'arbre au moyen d'une nervure de 0^m 45 de large, incrustée de 0^m 022 dans celui-ci, et de deux fortes vis de pression de 0^m 032 de diamètre; une clavette o mise en travers, à la partie inférieure de la nervure, suffirait pour empêcher la roue de descendre, si par inattention ou par négligence les vis n'avaient pas été assez serrées avant de mettre en marche; on en a fait autant pour l'ajustement du pignon d'angle.

La roue horizontale S, que l'on appelle assez ordinairement le *hérisson*, peut commander à la fois les six pignons droits T, complètement en fonte, alésés avec soin, tournés et taillés de même; le diamètre primitif de ces pignons est de 0,675, et leurs dents sont au nombre de 63; leur ajustement sur les fers de meules doit être fait avec le plus grand soin, parce qu'il faut que non-seulement ils y soient solidement maintenus, quand ils embrayent avec la roue, mais encore qu'on puisse les débrayer sans peine, si on voulait arrêter quelques paires de meules. La nervure qui les rend solidaires avec les arbres G, est prolongée au-dessus de leur moyeu, pour les retenir dans la position surélevée qu'on leur donne, lorsqu'ils doivent être dégrénés.

Le mécanisme que l'on emploie généralement aujourd'hui pour débrayer

des pignons de meules, n'est plus adhérent aux fers de meules mêmes, comme on le faisait il y a encore peu d'années ; il se compose simplement d'une petite colonne portative en fonte, renfermant une vis de rappel, et munie de deux petites roues que l'on manœuvre aisément à l'aide d'une manivelle ; la tête de la vis porte une espèce de patte que l'on présente sous le moyeu du pignon, tandis qu'on fait reposer la base de la colonne sur le bord de la poëlette du fer ; en tournant alors les roues dans le sens voulu, comme l'une forme écrou à la vis, celle-ci monte et oblige le pignon de s'élever également. Il est inutile de dire que l'on a eu le soin de desserrer auparavant les deux vis de pression qui maintenaient le pignon à hauteur sur son arbre, et qu'on les resserre quand il est complètement débrayé. On a donné à ce mécanisme de débrayage des pignons le nom de *cric*, par analogie avec ceux dont on se sert en construction pour soulever de fortes charges. Un seul cric suffit évidemment dans un moulin, quel que soit le nombre de paires de meules dont il se compose, tandis qu'auparavant il fallait un appareil à chaque fer, ce qui était plus coûteux à établir et ne présentait aucun avantage ; il avait, au contraire, l'inconvénient de compliquer tout le mécanisme en général.

RAPPORT DES VITESSES DES ENGRÈNAGES. — On sait que le diamètre de la grande roue motrice M' est de 4^m 67, et qu'elle porte 200 dents de 0^m 27 de largeur. On sait aussi qu'elle marche avec une vitesse de 3 révolutions par minute, comme le moteur hydraulique sur l'arbre duquel elle est assujétie. Or les pignons droits M , qui sont commandés par cette roue, portent chacun 54 dents, en fonte brute, comme celles de la roue, et leur diamètre primitif est 1^m 261. Leur vitesse est déterminée, soit par la proportion

$$54 : 200 :: 3 : x$$

soit par celle-ci : $1^m\ 261 : 4^m\ 670 :: 3 : x$

de l'une ou de l'autre on trouve 11,11, pour le nombre de tours de ces pignons et des arbres de couche qu'ils portent. Le rapport de vitesse entre ces premiers engrenages est donc compris entre 1 : 3 et 1 : 4, il est exactement égal à 1 : 3,706.

Le diamètre de la roue d'angle O est de 2^m 275 ; elle porte 114 dents de chacune 0^m 160 de largeur, et de 0^m 0627 de pas ; son pignon P a 0^m 858 de diamètre et porte 42 dents ; ces deux engrenages ont donc entre eux le rapport de vitesse

$$= 114 : 42 = 2,714;$$

ainsi le pignon est plus du tiers de la roue qui le commande. Le nombre de tours du pignon d'angle et de l'arbre vertical est donc égal à

$$11,11 \times 2,714 = 30,15.$$

On le trouverait de même par la proportion inverse :

$$42 : 114 :: 11,11 : x = 30,15.$$

Enfin la roue horizontale S, de 2^m 70, a 252 dents dont la largeur est de 0^m,130, et dont le pas n'est que de 0^m,0336; les pignons de meules qu'elle commande en sont exactement le quart, ils portent donc 63 dents, de même largeur et de même pas, et leur vitesse est égale à

$$30,15 \times 4 = 120,60 \text{ révolutions.}$$

Ainsi, les pignons, les fers de meules et les meules tournent donc avec une vitesse de 120,6 révolutions par minute, quand la roue hydraulique fait exactement trois tours dans le même temps; et l'on voit que pour arriver successivement de cette faible vitesse du moteur à celle des mobiles, les engrenages sont disposés de manière à ne pas dépasser le rapport de 1 à 4. On a évité ainsi de passer trop subitement d'une vitesse très-petite à une autre très-rapide; les mouvements sont tous bien proportionnés, et comme, à l'exception des deux premiers engrenages moteurs M et M' qui marchent avec des dentures brutes de fonte, tous les autres ont leur denture, soit en bois, soit en fonte, bien tournée et taillée à la machine, ces engrenages se conduisent avec une douceur et une régularité extrêmes.

A propos de ces roues taillées mécaniquement, qu'il nous soit permis d'abandonner un instant notre description peut-être trop aride et sévère, pour citer un court fragment d'un article sur l'Exposition de 1839, donné par l'un de nos plus spirituels écrivains, M. J. JANIN, dans le journal l'ARTISTE :

« J'en étais là de ma contemplation, lorsque je fus abordé par un « ancien forgeron de mes amis, qui tient aujourd'hui une des plus « nobles places à la chambre des députés. C'est un homme d'un grand « esprit et d'un grand sens, qui comprend très bien, malgré son vif « amour pour le fer brut ou travaillé, que l'on aime avec passion les « toiles peintes par les grands maîtres, les marbres taillés par les habiles « statuaires, l'or et le bronze des grands ciseleurs... — Et nous voilà bras « dessus bras dessous, passant en revue et dans le plus grand détail « toutes les choses qui m'avaient échappé. Remarquez, me dit-il, cette « roue dentelée; au premier abord vous croyez avoir affaire à toutes « espèces de roues telles qu'elles existent dans toutes les machines; vous « êtes cependant en présence d'une grande perfection. Cette fois, loin de « se contenter d'un à peu près, le mécanicien a trouvé le moyen de faire « les dents de deux roues forcées à s'engrenier l'une avec l'autre, de telle

« façon que la cohésion est complète, mathématique, invariable; car ce n'est plus la main de l'homme, toujours quelque peu incertaine et tremblante, qui fabrique ces rouages divers, mais bien une machine prudente, exercée et sûre de son fait. Par la force même de cette cohésion qui maintenant est inévitable, ne voyez-vous pas quelle force et quelle puissance vont gagner les machines à venir? Ces roues diverses, qui, pour agir, ont besoin d'entrer l'une dans l'autre, réunies désormais par une cohésion invariable, ne dépenseront aucune force en pure perte. Chaque tour, chaque mouvement aura son résultat immédiat; pas de vide et par conséquent un essor plus rapide. C'est un **DES PRODUITS DE L'EXPOSITION QUE J'ADMIRE LE PLUS**, et cependant il est bien simple; mais, comme vous le savez, la simplicité c'est la force. »

Disons, pour terminer cette citation, un mot du rapport du jury central de l'Exposition des produits de l'industrie nationale :

« MM. Cartier et Armengaud ont monté des machines spéciales pour tailler les engrenages, soit de bois, soit de fonte. Par les procédés de ces industriels, on peut se dispenser de faire venir au moulage les dents des roues; elles sont enlevées mécaniquement dans la masse de la jante. Les machines de MM. Cartier et Armengaud peuvent aussi facilement tailler les roues à dents intérieures ou extérieures; cette propriété est précieuse dans certains cas, etc. »

Nous renvoyons au v^e volume qui comprend une table et des données pratiques sur la force des dents des engrenages. Nous faisons voir qu'avec des dentures bien faites, on peut sensiblement diminuer les dimensions établies jusqu'ici. En construisant des roues avec des dentures fines, on a l'avantage de faire engrêner un plus grand nombre de dents à la fois: la pression se partage sur toutes celles en contact; elles fatiguent moins et par suite elles s'usent fort peu, tout en transmettant de grands efforts. Il est toujours préférable d'augmenter la largeur des dents plutôt que leur épaisseur, pour la bonne marche d'un engrenage, quand elles sont taillées avec précision (1).

ENGRENEURS OU DISTRIBUTEURS DE BLÉ. On s'est servi pendant bien longtemps d'une trémie et d'un auget placés au-dessus de chaque paire de meules pour y conduire le blé à moudre, et un papillon monté sur le sommet du fer, donnant à l'auget un mouvement vacillatoire, y faisait tomber le blé en petite quantité. Mais outre que ce procédé avait l'inconvénient de ne pas alimenter d'une manière régulière, il produisait un bruit dés-

(1) Dans l'un des derniers moulins à l'anglaise montés par MM. Cartier et Armengaud, ces constructeurs ont réduit le pas des dents de la roue horizontale et des pignons de meules à 27 mill.; les dents de ceux-ci n'ont que 12 mill. d'épaisseur.

agréable : il était d'ailleurs plus coûteux, plus lourd, plus embarrassant, L'engreneur ou distributeur de M. Conty est venu, depuis plusieurs années, remplacer cette disposition avec avantage et économie. Cet engreneur, pour lequel l'inventeur avait eu un brevet d'invention de cinq ans, étant actuellement du domaine public, est généralement adopté dans les moulins à l'anglaise. Il se compose d'un vase en cuivre mince V, dont la base inférieure repose sur le milieu d'une bascule en fonte *u*, que bien des constructeurs font en bois ; les extrémités de cette bascule sont logées dans de petits supports de fonte *v*, fixés sur le plan supérieur des *archures* U ou enveloppes qui recouvrent les meules.

Des vis taraudées à ces mêmes extrémités de la bascule, et s'appuyant contre les supports, permettent de l'élèver ou de l'abaisser à volonté, et toujours parallèlement au plan des meules ; par conséquent le vase et le tube vertical en cuivre *t*, qui est adapté à sa partie inférieure, restent constamment dans l'axe des meules. Au-dessus du manchon de nille qui relie la meule courante avec son fer, est fixée une sébile ou soucoupe *a'* qui reçoit le grain à mesure qu'il tombe du tube dont l'extrémité en est très-rapprochée. Pendant le travail cette soucoupe est mobile, le blé qui tombe à son centre se projette à la circonférence pour se rendre entre les meules ; il en tombe d'autant plus que le tube est plus élevé et qu'il laisse par suite plus de passage entre la base et le bord de la sébile (fig. 2, pl. 25).

Le blé est amené dans les vases au moyen d'un conduit incliné *s*, en zinc ou en fer-blanc, et qui communique avec une trémie placée à l'étage supérieur et commune à tout un système de six paires de meules. Une soupape à clé est placée vers le haut de chaque conduit, au-dessous du plancher, pour permettre l'arrivée du blé, ou l'en intercepter à volonté. La partie inférieure du tuyau s'ajuste dans le couvercle en cuivre qui ferme l'engreneur, et lui permet de le soulever au besoin.

Par la disposition que nous venons d'expliquer, on est obligé, en montant la bascule, de soulever avec elle l'engreneur et le blé qu'il renferme ; dans le moulin à vapeur récemment monté chez MM. Vachon, à Lyon, les constructeurs ont apporté une modification qui évite de lever la charge, tout en réglant l'alimentation. La bascule est placée entre la meule et le dessus de l'archure, comme l'indique la fig. 4, pl. 26, et un tube à embase *t²*, qui entoure la partie inférieure d'un premier tuyau vertical *t*, descendant un peu plus bas que celui-ci, règle l'ouverture libre par laquelle le blé se projette au dehors de la soupape ; l'engreneur est porté sur l'archure par un trépied en fer, il est alors fixe, ainsi que le tuyau *t*.

Les archures sont des enveloppes U, cylindriques ou prismatiques, que l'on fait généralement en bois mince ; elles entourent les meules, en laissant un espace libre tout autour, d'environ 0^m06 ; le dessus est aussi en

bois mince, mais consolidé en dedans par des traverses en chêne, afin de pouvoir soutenir une certaine charge sans céder ; à leur centre est pratiquée une ouverture circulaire qui donne entrée à l'air extérieur, et qui n'a pas moins de 0^m 40 de diamètre.

RÉCIPIENT A BOULANGE.— Dans un grand nombre de moulins anglais, on recevait la mouture, à la sortie des meules, dans des boîtes verticales, appelées *anches*, qui descendaient jusqu'au rez-de-chaussée, et de là elle était remontée dans les bluteries. Plus tard il fut apporté des modifications importantes ; les anches conduisirent la farine dans un grand récipient circulaire placé autour du beffroi, un peu au-dessus du sol du rez-de-chaussée, et qui recevait un mouvement de rotation extrêmement lent, afin de présenter la boulange à l'air et de la laisser refroidir ; un *élèvateur*, ou chaîne à godets mise en communication à un point du récipient, emportait la mouture et l'élevait dans les étages supérieurs pour la verser dans la chambre du râteau ou du *refroidisseur*. Cette disposition pour laquelle MM. Feray et C^{ie}, d'Essonne, prirent un brevet d'invention de dix ans en 1833, quoique bien supérieure à celle employée précédemment, présentait cependant plusieurs inconvénients. Ainsi, le récipient étant à découvert, il se produisait une évaporation continue de folle farine qui se répandait sur tous les mouvements, et formait dans les coussinets, sur les engrenages, une espèce de boue, qu'il fallait nettoyer souvent. De plus, le mécanisme était compliqué et devenait fort coûteux ; il ne supprimait pas les anches qui obstruaient une partie du mécanisme et dans laquelle il se produisait une pâte collante et de mauvaise odeur, qu'il était nécessaire d'enlever presque chaque jour.

En 1836, M. Cartier, qui avait reconnu tous les inconvénients des divers systèmes de récepteurs en usage, trouva une disposition beaucoup plus commode et bien moins dispendieuse. Elle fut appliquée depuis, non-seulement dans tous les moulins qu'il a montés, mais encore par plusieurs mécaniciens qui en reconnaissent les avantages. Comme il se fit breveter alors pour cette nouvelle disposition, quelques-uns lui demandèrent l'autorisation d'en faire l'application, d'autres ne craignirent pas de le contrefaire. Au reste ce brevet est aujourd'hui expiré.

Dans le système de M. Cartier, les anches sont complètement supprimées, elles ne viennent donc plus obstruer une partie du mécanisme ; il n'existe pas non plus de récipient mobile dans le bas du rez-de-chaussée, mais seulement une auge circulaire X, en bois ou en tôle, placée dans l'épaisseur du plancher même des meules, au centre du cercle qu'elles occupent. Cette auge est fixe, supportée sur les branches du croisillon en fonte R, au-dessus duquel elle est élevée à une hauteur convenable. Elle reçoit directement la mouture sortant des meules, par de petits conduits inclinés b', indiqués fig. 2, pl. 25 ; des palettes en bois x' se promènent, en tour-

nant, dans l'intérieur de ce récepteur et conduisent la boulange jusqu'à la boîte de la vis sans fin Z, qui est posée sur la corniche en fonte et passe sous le plancher entre deux meules, pour se rendre vers le mur de tampanne. Les palettes x' doivent marcher très-lentement afin d'éviter autant que possible l'évaporation, qui se dégage d'autant plus rapidement de la mouture que celle-ci est plus agitée. Les branches en fer x , qui les portent, ne reçoivent pas alors directement leur mouvement de rotation de l'arbre vertical Q, elles sont adaptées par des boulons aux oreilles d'une roue droite dentée Y, de 0^m 402 de diamètre, et qui est ajustée libre sur cet arbre ; un petit pignon y (fig. 6), qui n'a que 0^m 067 de diamètre, engrène avec cette roue, et comme il est solidaire avec une roue inférieure y' , qui est montée sur un même goujon adapté à l'une des branches du croisillon R, il tourne à la même vitesse que celle-ci et par suite à la même vitesse que l'arbre vertical, puisque cette roue y' est commandée par une roue égale y^2 , que porte ce dernier.

Comme le rapport entre le pignon y et la roue Y qu'il commande est de 1 à 6, cette roue ne fait donc qu'un tour pour six de l'arbre vertical, et puisque ce dernier fait trente révolutions par minute, les branches des palettes x' n'en font que cinq dans le même temps. Le diamètre extérieur du cercle décrit par l'extrémité de ces palettes est de 1^m 83, la plus grande vitesse de ces dernières est donc :

$$1^m 83 \times 3,1416 \times 5 : 60 = 0^m 479 \text{ par seconde.}$$

Or la vitesse à la circonférence extérieure des meules est égale à

$$1^m 30 \times 3,1416 \times 120 : 60 = 8^m 168 \text{ par seconde.}$$

Ainsi la vitesse de la boulange à la sortie des meules est 17 fois plus grande que celle qui lui est imprimée par les palettes quand elle est dans le récipient.

Cette disposition n'exempte pourtant pas complètement de l'évaporation de la folle farine ; il s'en produit encore beaucoup, il faut le dire, et le constructeur a proposé, pour parvenir à la détruire en presque totalité, de placer au-dessus du récipient un large tuyau que l'on mettrait en communication avec un ventilateur situé au 2^e étage, et auquel on imprimerait un mouvement de rotation très-rapide : la folle farine, aspirée par ce ventilateur, devrait être amenée par un conduit plus élevé jusque dans la chambre du refroidisseur. Nous sommes fondé à croire que cette addition aurait produit un bon effet si les vicissitudes qui ont frappé les moulins de la Réserve n'avaient empêché qu'elle ne fût mise en expérience.

Quoi qu'il en soit, on ne peut disconvenir que ce système de récepteur à

boulange, à la sortie des meules, est bien plus avantageux que ses prédecesseurs, par la suppression des anches, par l'économie de construction, par l'extrême propreté qu'il permet d'entretenir dans tout le mécanisme, par la suppression d'un étage d'élévateur ou de chaîne à godets, par la commodité de tâter, de vérifier la mouture, près des meules mêmes, ce qui est d'autant plus agréable dans les moulins actuels, qu'on soulage les meules, qu'on règle l'alimentation du blé et la dépense d'eau sur la roue hydraulique, du premier étage ; le rhabilleur ou le garde-moulin n'éprouve ainsi presque pas de dérangement pour effectuer toutes ces opérations, qui sont également à sa portée.

On a pensé, non sans raison, que l'évaporation de la farine produite à l'issue des meules résultait principalement de ce qu'étant obligée de sortir par un seul orifice qui est toujours très-restréint, elle était ainsi resserrée, tandis que si on lui donnait une large issue, qu'elle devienne tout à fait libre aussitôt qu'elle parvient à la circonférence des meules, on obtiendrait nécessairement beaucoup moins d'évaporation. On a donc proposé de laisser sortir la farine sur tout le pourtour de chaque meule et d'établir au-dessous de chacune un récipient particulier, que l'on ferait ensuite communiquer avec le récepteur général qui resterait toujours disposé comme précédemment. Cette disposition est d'autant plus facile à expliquer qu'il suffit de construire les cuvettes des meules de manière à former elles-mêmes une auge circulaire dans laquelle tombe toute la boulange, et des palettes recevant un mouvement du fer de meule, mais convenablement ralenti, ramènent cette boulange dans le récipient central. Cette modification a fait en 1839 le sujet d'une demande de brevet d'addition et de perfectionnement au brevet d'invention de M. Cartier. MM. Feray et C^{ie}, d'Essonne, ont également pris un brevet en 1840 pour un objet analogue remplissant le même but, mais établi différemment. Toutefois ces systèmes ne paraissent pas généralement s'adopter, sans doute à cause de la complication de leur mécanisme.

VIS SANS FIN ET ÉLÉVATEUR A BOULANGE. — La vis sans fin Z, qui amène la boulange du récipient à la chaîne à godets, se compose d'un arbre en bois traversé par un axe en fer et sur lequel sont implantées des palettes en bois ou en tôle, disposées de manière à former une hélice sur tout le contour de l'arbre; celui-ci est à 8 *pans*, ou octogonal; les palettes sont placées de telle sorte qu'elles paraissent avoir une inclinaison de 45 degrés par rapport à un plan vertical perpendiculaire à l'axe. Le diamètre de cette vis, à l'extérieur des palettes, ne peut être, dans la situation où elle se trouve, que de 0^m 245; il en résulte que, pour qu'elle ne s'engorge pas, il est indispensable de lui donner une grande vitesse de rotation, étant obligée de ramener la mouture des cinq ou six paires de meules, quand toutes

celles-ci sont en action. A cet effet la petite poulie z^2 , fixée à l'extrémité de son axe, reçoit de l'un des arbres de couche situés à un étage supérieur, une vitesse de 75 à 80 révolutions par minute, et comme le pas de la vis est de 0^m 32, la boulange, avançant de cette quantité à chaque tour, marche donc dans la boîte de la vis avec une vitesse de :

$$0^m 32 \times 80 : 60 = 0^m 427 \text{ par seconde.}$$

Mais dans l'espace de 0^m 32 se trouvent 8 palettes sur l'arbre de la vis, par conséquent sur la longueur de 0^m 427, il s'en trouve :

$$0^m 320 : 0^m 427 : 8 : x = 10,68.$$

Toute la boulange faite par les meules, en une seconde, est donc amenée de la vis dans l'élévateur par 10,68 palettes et avec une vitesse de 0^m 427.

Or nous avons vu qu'avec un moulin de 6 paires de meules, on peut moudre 8025 kilogr. de blé en 24 heures, lorsqu'on a une puissance disponible de 22 chevaux, appliquée à un moteur hydraulique qui rend en effet utile 70 pour 100. La quantité de blé moulu par seconde est donc de

$$8025^k : 24 \times 60 \times 60 = 0^k 0928.$$

Par conséquent chaque palette n'a pas à entraîner plus de :

$$0,0928 : 10,68 = 0^k 0087 \text{ de boulange.}$$

Comme on pourrait faire faire plus de travail aux meules, si l'on disposait d'une plus grande puissance motrice, on peut compter au maximum que la quantité de mouture amenée par chaque palette de la vis est de 0^k 01.

L'élévateur à boulange se compose d'une poulie à joues z , ajustée libre sur l'axe en fer de la vis, et sur laquelle passe une courroie sans fin z' , de 0^m 16 de largeur. Cette courroie est chargée de godets en fer-blanc ou en cuir, destinés à prendre la mouture dans la boîte qui termine la vis sans fin, et à la monter jusqu'au dernier étage du moulin, au-dessus de la chambre du refroidisseur ; les godets ont 0^m 14 de largeur, et sont espacés de 0^m 32 à 0^m 33, et les poulies sur lesquelles s'enveloppe la courroie qui les porte, font 30 révolutions par minute ; ce mouvement est imprimé à la poulie supérieure, dont le diamètre est de 0^m 325.

La marche rectiligne de la chaîne à godets est donc de

$$0^m 325 \times 3,1416 \times 30 : 60 = 0^m 51 \text{ par seconde.}$$

On voit que cette vitesse est un peu supérieure à celle des palettes du récipient ; mais elle peut être réduite sans inconvénient, en donnant aux godets la capacité nécessaire pour qu'ils ne soient jamais remplis à plus de moitié.

L'élévateur est renfermé, sur toute sa hauteur, dans une boîte rectangulaire en bois blanc mince qui traverse tous les étages depuis le premier plancher ; la partie inférieure est fermée par une porte horizontale, et la partie supérieure est ouverte latéralement pour permettre aux godets de verser la mouture qui se rend, par un conduit incliné, dans la chambre du refroidisseur.

INDICATEUR DE VITESSE. — La régularité du mouvement est une condition essentielle dans le travail d'un moulin, pour obtenir de bonnes moutures, aussi il importe que le meunier ou son contre-maître y apporte la plus grande surveillance. Il leur est du reste facile aujourd'hui de connaître très-exactement la vitesse des meules, à l'aide d'un indicateur qui marque, sur un cadran ou secteur convenablement gradué, le nombre de tours correspondants à celui des meules, et qui de plus communique à deux sonnettes de différent son, au moyen desquelles on peut, quoique à distance, savoir si le moulin marche trop vite ou trop lentement.

Les indicateurs figurés en A', sur les fig. 1 et 2 de la pl. 25 remplissent ces deux conditions ; ils sont établis comme les modérateurs à force centrifuge des machines à vapeur : leur mouvement est donné par des poulies à gorge c', montées sur les arbres verticaux Q' des deux systèmes, leur vitesse dépend donc de celle de ces arbres, et comme la vitesse des meules en dépend aussi, on conçoit que les variations de ces dernières peuvent être exactement marquées par les cadans divisés des indicateurs.

Nous croyons que cet appareil est suffisamment connu pour ne pas entrer dans plus de détails. Nous reviendrons d'ailleurs, dans les volumes suivants, sur cette fabrication importante, afin de faire connaître successivement les améliorations qui y seront apportées et que nous jugeons devoir être de quelque intérêt pour nos lecteurs.

Nota. Le défaut d'espace ne nous a pas permis de placer sur la pl. 25 les deux beffrois à leur véritable distance, ils devraient être plus éloignés ; il est facile, du reste, de rétablir leur écartement par le diamètre de la roue droite de 4^m 67, qui commande les deux systèmes, et qui a été représentée avec détails dans les planches 1, 2 et 3.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 25, 26 ET 27.

Pl. 25, fig. 1^{re}. Vue de face extérieure du gros mécanisme du moulin (premier système).

Fig. 2. Coupe verticale de l'axe du beffroi, suivant la ligne 1-2 du plan, fig. 7 (second système.)

Pl. 26, fig. 3. Coupe verticale, perpendiculaire à la précédente, suivant la ligne 3-4 (fig. 6).

Fig. 4. Coupe par l'axe d'un fer de meule et d'une colonne, suivant la ligne 5-6 (fig. 5).

Fig. 5. Coupe horizontale au-dessus de la plate-forme du beffroi, suivant la ligne 7-8 de la figure précédente.

Pl. 27, fig. 6. Plan général du premier système, montrant la disposition des meules : ce plan est supposé fait à différentes hauteurs, pour faire voir soit les archures qui recouvrent les meules, soit les meules inférieures et leur plancher, soit les triangles et les cuvettes qui les reçoivent.

Fig. 7. Plan général du second système, dont la disposition est en tout semblable à celle du premier ; cette figure suppose des sections horizontales, faites à diverses hauteurs au-dessous de la charpente des meules, pour montrer les pignons de meules et la roue horizontale qui les commande, les piédestaux qui reçoivent les pointes des fers de meules, les colonnes et la plate-forme circulaire qui supportent tout le système.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/30, ou 33 millim. pour mètre.

Fig. 8 et 9. Coupe verticale et plan d'un boîtier de fer de meules.

Fig. 10 et 11. Coupe verticale et plan de la partie supérieure de l'un des piédestaux en fonte.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 66 millimètres par mètre.

Fig. 12. Détails d'un grain en acier sur lequel pivote la pointe du fer de meules.

On verra, dans les III^e et V^e volumes, les dessins et la description des moulins marchant par courroies, et dans le VI^e volume, les plans d'ensemble d'une minoterie complète, avec des documents intéressants sur le travail, le produit et la force employée.

Nous renvoyons aussi au V^e volume pour les moyens d'envoyer de l'air entre les meules, soit afin d'éviter l'échauffement de la mouture, soit afin d'en augmenter le travail.

MACHINE

A PERCER ET A DÉCOUPER LA TOLE FORTE,

Inventée et construite par M. CAVÉ,

Mécanicien à Paris.

(PLANCHE 28.)

On a cherché et mis à exécution bien des moyens de percer rapidement les tôles employées pour la fabrication des chaudières à vapeur. Ces tôles étant généralement de forte épaisseur pour qu'elles ne puissent céder à des pressions considérables, exigent nécessairement des appareils puissants et susceptibles d'une grande résistance.

Les premières machines destinées à cet usage étaient manœuvrées à bras d'hommes, à l'aide de longs et forts leviers que l'on soulevait et que l'on rabattait ensuite très-vivement. Un grand nombre de ces machines existent ainsi chez plusieurs fabricants de chaudières; mais on conçoit sans peine qu'elles sont loin de pouvoir faire le travail de celle qui est mue par un moteur à vapeur; aussi dans les établissements d'une certaine importance et qui possèdent un premier moteur, a-t-on cherché à l'appliquer à faire marcher la machine destinée à percer ou à découper le fer et la tôle.

M. Cavé, qui occupa lui-même pendant bien des années plusieurs machines à percer manœuvrées par des hommes, a eu l'idée d'appliquer directement le piston à vapeur au balancier de la machine. Avant lui, il existait déjà quelques machines qui, commandées par des poulies et des engrenages, recevaient du moteur un mouvement continu: telle est la machine de MM. Pihet et Cie, habiles mécaniciens (1), qui, des premiers,

(1) Cette machine n'est pas seulement employée à percer des tôles épaisses, mais elle est bien souvent occupée à couper des barres de fer, à les percer et à en former des écrous quarrés ou à six pas; ces constructeurs sont trop ingénieux et trop actifs pour ne pas chercher tous les moyens de rendre leurs outils utiles à une foule d'opérations. C'est ainsi qu'ils sont arrivés à produire mécaniquement, et à des prix très-doux, bien des objets qui, avant eux, se construisaient à grands frais: tels sont leurs lits en fer, les fusils de munition, etc.

ont compris que, pour que la mécanique devint profitable aux constructeurs, il fallait qu'elle fût faite en fabrication; telle est encore la machine de M. Ph. Gengembre, ingénieur du premier mérite, malheureusement trop tôt enlevé à l'industrie (1); telles sont de même les machines anglaises et bien d'autres encore introduites dans les principaux ateliers. Mais, dans chacune de ces machines, le moteur qui les fait mouvoir est le même qui fait marcher les outils, les autres appareils de l'usine, tandis que la machine de M. Cavé, pour laquelle il a pris un brevet d'invention qui est aujourd'hui dans le domaine public, présente cette particularité, que le moteur est spécial, immédiat. On en interrompt l'action spontanément, on le met en activité de même; la machine et son moteur ne font qu'un; la puissance est directe, elle se transmet sans aucun intermédiaire.

Nous espérons pouvoir donner une idée exacte de la disposition et de la construction de cet appareil, par le dessin qui le représente sous différentes faces, planche 28, et par la description qui va suivre.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE A PERCER,
ET DE SON MOTEUR.

CYLINDE A VAPEUR ET DISTRIBUTION. — L'appareil qui doit servir de moteur à cette machine est de la plus grande simplicité. Il consiste uniquement en un cylindre A, son piston, sa boîte et son tiroir de distribution. Ce cylindre, complètement ouvert par le haut, est fermé par le bas; la bride qui termine sa partie supérieure, est renflée en deux points diamétralement opposés, pour se poser et s'assujétir par des boulons sur la pièce principale L de la machine. Il est alésé intérieurement à 0^m 210 de diamètre; sa partie inférieure est disposée pour recevoir la boîte rectangulaire en fonte B, qui s'y trouve boulonnée, et avec laquelle il peut communiquer.

Un tuyau en cuivre a, qui prend la vapeur à l'une des chaudières de l'établissement, la conduit directement à cette boîte. Ce tuyau doit être muni d'un robinet pour inter céter, au besoin, toute communication. Le disque en fonte C, qui forme le tiroir de distribution, doit tantôt ouvrir, et tantôt fermer l'orifice d'introduction b. Ce tiroir se manœuvre à la main; il est à cet effet lié à une tige verticale en fer D, qui, traversant le stuffingbox de la boîte à vapeur B, s'élève jusque vers le sommet de la machine pour s'adapter, à charnière, à la bascule en fer E, après s'être bifurqué en se divisant pour le passage du grand balancier H.

La bascule a son point fixe en d, autour d'un axe en fer, qui est maintenu par deux équerres courbes g, boulonnées latéralement contre les guides.

(1) Le second volume donne les appareils exécutés par cet ingénieur.

Un contre-poids *f* est adapté à l'extrême de droite de cette bascule, pour tendre à soulever la tige et son tiroir, et par suite faire tenir celui-ci fermé. A l'autre extrémité est suspendue une faible tringle à poignée *e*, qui, située en avant de la machine, est à portée de l'ouvrier perceur. Deux plates-bandes en fer *l*, fixées sur le sommet de la poupée *L*, et percées de plusieurs trous, permettent de régler par des goujons la position de la bascule et, par suite, la coulisse du tiroir.

PISTON A VAPEUR. — Le piston à vapeur *F* est à segments et à ressorts, comme les pistons ordinaires de machines à haute pression ; mais sa tige, au lieu d'être en fer ou en acier, est en fonte pleine et d'un gros diamètre, pour lui donner du poids et accélérer, par cela même, son mouvement descensionnel. La partie supérieure de cette tige est assemblée, par articulation, à une moufle en fer *h*, composée de deux pièces méplates et qui servent à la relier avec le grand balancier *H*. L'axe en fer, qui traverse cette moufle et la tige, se prolonge de chaque côté pour porter, vers leur extrémité, deux galets d'acier *h'*, lesquels glissent dans les guides ou coulisseaux en fer *G*, destinés à conduire cette tige dans une direction verticale. Ces coulisseaux sont garnis intérieurement de réglettes en bois ou en cuivre, pour adoucir et diminuer le frottement des galets.

BALANCIER DE LA MACHINE. — Le grand balancier *H* est en bon fer forgé ; sa forme, légèrement coudée sur le dessin, n'est évidemment pas indispensable ; on conçoit en effet qu'il eût suffi de placer le cylindre à vapeur plus haut, pour que le point fixe et ses points d'attache avec le piston et avec la bielle *I* se trouvassent sur une même ligne. M. Cavé nous en a fait l'observation, et dans les nouvelles machines qu'il construit, il a le soin d'éviter ce coude, qui n'a du reste que l'inconvénient de n'être pas gracieux à l'œil. La bielle qui joint la queue de ce balancier avec l'arbre coudé *J*, sert à transmettre à cet arbre, et par suite aux deux volants *K* montés à ses extrémités, un mouvement de rotation intermittent. La jante de ces volants n'est pas pleine sur toute la circonférence, elle est, au contraire, évidée sur près d'une moitié, pour que, lorsque le coude qui forme la manivelle se trouve vers la partie inférieure, auquel cas le piston est au bas de sa course, ils ne tendent pas à continuer le mouvement : ils feraient alors remonter le piston, et par suite, descendre le poinçon adapté à l'autre bout du balancier, tandis qu'il importe, au contraire, qu'il reste en repos tout le temps nécessaire pour qu'on puisse changer la tête de place, aussitôt qu'un trou est percé. L'action de ces deux volants est de limiter la course du piston, de faire passer son point mort et de faciliter sa descente ; on peut aussi penser qu'ils aident un peu à son action, au moment où le poinçon perce, parce que celui-ci n'opère pas aussitôt que le piston s'élève, comme nous allons le voir.

POUPÉE FIXE OU PIÈCE PRINCIPALE DE LA MACHINE. — Le balancier a son centre de mouvement en *i*, sur un fort tourillon en fer forgé qui traverse les deux joues de la poupée *L*. Celle-ci est venue de fonte d'un seul morceau avec sa large et longue semelle, par laquelle elle repose sur une forte pièce de charpente *N*, ou mieux sur deux jumelles parallèles en chêne; deux fortes nervures *k* consolident sa base, surtout vers la tête, du côté du poinçon, où elle reçoit évidemment la plus grande pression, par conséquent où elle éprouve le plus de fatigue. Une partie avancée *n* est également venue de fonte avec cette poupée pour former collier avec le chapeau *o*, et embrasse le porte-outil. Ce chapeau, après avoir été boulonné sur cette partie, comme l'indique le plan (fig. 4), se trouve alésé avec elle, au diamètre même du porte-outil, afin de permettre à celui-ci de glisser sans aucun jeu.

La base de la poupée se partage en deux branches depuis le cylindre à vapeur jusque vers la manivelle, pour faciliter son passage, celui de la bielle et de la tige du tiroir. A l'autre bout, à gauche du dessin (fig. 1), elle est percée d'un trou cylindrique dans lequel est ajusté un manchon en fer *t*, dont une portion reste en saillie au-dessus, et reçoit une matrice ou bague en acier *s*, qui sert de point d'appui à la tôle et de conducteur au poinçon; et pour cela elle est ouverte exactement au diamètre de celui-ci, puis réglée et maintenue sur son centre par des vis de pression taraudées dans le manchon *t*; sa base est bien dressée, pour que la tôle ou le fer que l'on vient y placer horizontalement, pose bien à plat et se trouye ainsi percée suivant une ligne perpendiculaire à sa surface.

PORTE-OUTIL ET SON POINÇON — Le porte-outil se compose d'un fort cylindre vertical en fer *M*, alésé à sa partie inférieure, et un peu évidé vers le haut; deux brides en fer *p* le suspendent à la tête du balancier *L*, qui ne s'appuie sur son sommet qu'au moment de frapper, c'est-à-dire après que le piston s'est élevé d'environ la moitié de la hauteur de sa course. Ainsi, dans la position inférieure qu'il occupe sur le dessin, il existe un espace libre entre le sommet du porte-outil et le plan qui termine le balancier; par conséquent, au moment où l'on ouvre le tiroir *C*, le piston monte et avec lui soulève la queue du balancier, en faisant tourner la manivelle et les deux volants dans le sens de la flèche (fig. 1); ceux-ci s'accaparant de toute la puissance que développe le piston pendant ce premier mouvement, ajoutent alors à son énergie, au moment où le balancier commence à toucher le sommet du porte-outil, et à le faire descendre. Un porte-poinçon *q*, ajusté dans la partie inférieure de ce dernier, et retenu par une clavette, est muni de son poinçon en acier *r*, qui a été tourné préalablement à la grosseur déterminée par le diamètre des trous à percer, et puis trempé au degré convenable. La base de ce poinçon se trouve à

très-peu de distance de la matrice *s*, sur laquelle repose la feuille de tôle *v* destinée à être percée; on le ferait presque toucher avant le percement, s'il n'était nécessaire de laisser un petit espace libre pour glisser la feuille librement, et surtout pour laisser apercevoir la division qui y a été primitivement tracée, afin de permettre de la placer exactement au point.

TRAVAIL DE LA MACHINE. — Les tôles de chaudière que l'on soumet généralement à l'action de la machine, portent 10, 12 ou 15 millimètres au plus d'épaisseur, et les diamètres des trous sont de 15 à 18 millimètres; cependant on a percé chez M. Cavé avec cette machine des barres de fer de 20 et de 25 millimètres d'épaisseur sur 18 et 20 millimètres de diamètre; ainsi nous avons eu l'occasion de voir, non sans surprise, des bandes de roue de 25 millimètres d'épaisseur percées à froid, avec un poinçon de 23 à 24 millimètres de diamètre. Ces résultats peuvent donner une idée de la puissance de la machine et des effets dont elle est capable. M. Cavé nous dit à ce sujet qu'il croyait bien percer des fers qui seraient encore plus forts; il en aurait fait l'essai s'il n'avait craint que quelque partie de la machine ne se détraquât et ne lui occasionnât ainsi de grands dommages; ce sont, en effet, des essais qui, quoique fort utiles, peuvent revenir trop dispendieux à un constructeur, pour qu'il n'y apporte pas beaucoup de prudence, et qu'il n'en soit pas très-sobre.

Les poinçons ne sont qu'ajustés dans leur cylindre de fer *q*, de sorte qu'on peut les changer facilement; on doit évidemment en avoir de tous les calibres suivant les dimensions variables des trous à percer, ils peuvent être ou non à embase.

En arrière de la matrice *s*, est figurée une pièce en fer *u* (fig. 1), qui sert d'arrêt à la feuille de tôle, pour éviter de la pousser trop avant quand on change de divisions, ce qui a lieu à chaque trou; les deux hommes qui soutiennent cette feuille, la font glisser successivement, en ayant soin de bien la placer à son point de division, avant qu'un troisième ouvrier ne fasse agir la machine; mais dès que la feuille est à sa place, cet ouvrier tire la tringle *e*, pour faire prendre à la bascule la position horizontale qu'elle occupe sur le dessin, et par suite ouvrir le tiroir, tel qu'on l'a indiqué (fig. 1). En ce moment, la vapeur pénètre dans le cylindre et passe sous le piston; celui-ci s'élève et, comme nous l'avons dit plus haut, son action ne se fait pas immédiatement sentir sur le poinçon, parce qu'il existe du jeu entre le sommet du porte-outil *M* et la tête du balancier.

Avec des ouvriers actifs on peut ainsi percer un grand nombre de trous dans un temps donné; on comprend que ce nombre dépend plus de l'habileté des hommes qui manœuvrent les pièces que de la machine: moins ils perdent de temps à mettre la tôle en place, et plus ils peuvent effectuer de percements. M. Lemaitre vient d'ajouter à ce système un chariot qui

porte maintenant la tôle à la machine, avec un compteur qui détermine l'écartement des trous. Déjà M. Ph. Gengembre avait appliqué à la machine à percer qu'il a établie dans l'usine d'Indret, près de Nantes, un système de plateau mobile sur lequel la feuille est couchée et présentée à l'action du poinçon ; des crémaillères, commandées par des pignons, sont adaptées sur les deux côtés de ce plateau qui s'avance ainsi parallèlement à lui-même. Mais jusqu'ici cet avancement n'a été opéré que par la main de l'homme, tournant une manivelle montée à l'extrémité de l'axe des pignons, de sorte que les divisions doivent être faites préalablement sur les feuilles à percer (1).

Ce n'est pas du reste chose trop facile à faire que de déterminer l'avancement d'un chariot portant la tôle par un mouvement dépendant de la machine, à cause des distances si variées, et souvent si peu différentes, qui séparent les trous entre eux ; cette variation dépend non-seulement de la forme et de la dimension de la chaudière, mais encore de la disposition, de l'assemblage des tôles. Or quand des feuilles qui appartiennent à une même chaudière, sont percées chacune séparément et doivent être rassemblées, il faut que les trous se rapportent très-exactement. Lorsque la chaudière est cylindrique, il faut qu'on ait bien le soin de remarquer quelle est la feuille qui recouvre l'autre, et de calculer par avance et avec exactitude la distance des trous, qui est évidemment un peu plus grande sur la feuille extérieure que sur la feuille intérieure. Cette distance, quoique insensible à l'œil, devient cependant fort importante et pourrait amener à des erreurs graves, si on n'y avait égard.

CISAILLE POUR DÉCOUPER LA TÔLE. — M. Cavé a voulu rendre sa machine susceptible de faire un travail non moins essentiel que celui du perçement ; par une addition fort simple et non moins ingénieuse, elle peut découper les barres de fer, comme les grosses feuilles de tôle qui lui sont soumises. Cette addition consiste à remplacer le porte-outil M par un porte-couteau représenté en détails fig. 5, 6 et 7, pl. 28, qui, au lieu d'être percé comme le premier, est au contraire fendu à sa partie inférieure. Une espèce de cisaille P, ou couteau acieré tenu entre ses deux branches par un boulon, et assemblé à charnière, a son point d'appui en x, qui est disposé de telle sorte à se relier très-solidement avec la poupée L. Un couteau fixe d'acier P', assujetti sur la base de cette poupée et sur lequel se pose la partie de la tôle ou de la barre que l'on veut enlever, forme la seconde branche de la cisaille.

Il est aisé de concevoir que le mouvement doit être imprimé au porte-couteau, exactement de la même manière qu'il l'était au porte-poinçon ; il

(1) Cette machine est publiée avec détails dans la 2^e livr. du tome 11 de ce Recueil.

suffit de faire avancer la feuille de tôle à chaque coup de piston, et le mouvement peut être très-rapide quand les hommes sont habiles.

Ainsi pour rendre cette machine propre au perçage comme au découpage de la tôle ou d'autres métaux, il suffit de changer le porte-outil.

M. Cavé a établi plusieurs machines sur ce système dans ses ateliers, pour l'usine de son beau-frère, M. Lemaitre, et pour d'autres manufacturiers ; il s'est occupé, comme nous l'avons dit, d'appliquer depuis peu à l'une d'elles un système de chariot mobile, qui amène la tôle sous l'outil.

Disons encore, en terminant, que M. Calla, qui s'occupe avec beaucoup d'activité et d'intelligence de la construction de machines-outils, vient d'apporter au découpoir ou appareil à percer la forte tôle, marchant par poulie et par excentrique, une amélioration importante, qui consiste dans l'application d'un mécanisme fort simple qu'il place en tête de la machine pour empêcher le porte-poinçon ou le porte-cisaille de fonctionner, quand on le veut, lors même que le balancier continuerait à marcher. Cette disposition est très-utile, en ce qu'elle permet d'arrêter toujours au point voulu, quelle que soit d'ailleurs l'action des volants qui sont adaptés au moteur.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 28.

Fig. 1. Coupe verticale par l'axe de la machine à percer, suivant la ligne 1-2 du plan.

Fig. 2. Plan général vu en dessus de cette machine.

Fig. 3. Vue par le bout, du côté du porte-poinçon.

Fig. 4. Fragment de coupe horizontale, faite suivant la ligne 3-4 (fig. 1^{re}).

Fig. 5. Plan de la cisaille servant à découper la tôle.

Fig. 6. Élévation ou coupe verticale du porte-lame, faite suivant la ligne 5-6.

Fig. 7. Seconde coupe perpendiculaire à la précédente, suivant la ligne 7-8.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 5 centimètres par mètre.

Fig. 8. Coupe verticale au 1/10 du porte-poinçon pour percer la tôle.

On peut voir dans le II^e volume la machine de M. Gengembre avec son chariot mobile, et dans les IV^e et VI^e volumes, les marfeaux, cisailles, et squeezers marchant directement par l'action de la vapeur.

CHAUDIÈRE A VAPEUR

AVEC APPAREIL

POUR LA PRODUCTION DU GAZ

PROPRE A L'ÉCLAIRAGE DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS,

Par M. MARIOTTE, mécanicien à Paris.

(PLANCHE 29.)



L'éclairage au gaz hydrogène prend en France un développement considérable, et qui ne peut que s'accroître encore pendant bien des années. Dans la plupart de nos grandes villes, de nos villes d'industrie et de commerce, des sociétés se sont formées et ont monté des appareils en grand pour la fabrication du gaz qu'elles tirent de différentes matières.

Si ce mode d'éclairage est aujourd'hui reconnu le meilleur, et le plus économique pour les places publiques, pour les rues, les magasins, les maisons de commerce, etc., il n'est pas moins avantageux pour les usines, les fabriques, les ateliers de construction ; aussi un grand nombre d'établissements sont actuellement éclairés de cette manière, soit qu'ils fabriquent leur gaz chez eux, soit qu'ils l'achètent aux compagnies spéciales.

A Paris, à Lyon, et en général dans les grands centres de consommation, on conçoit qu'il est facile pour un industriel de faire venir son gaz chez lui, il peut souvent trouver préférable de l'acheter plutôt que de le fabriquer, parce que d'une part, il lui faudrait un emplacement convenable pour l'appareil, et que, d'un autre côté, il en aurait toute la sujexion ; et que, tout calcul fait, il n'y verrait pas grande économie. Ainsi nous avons vu des manufacturiers, qui occupent plusieurs centaines de becs, abandonner leur première idée de monter chez eux un appareil, après avoir reconnu les embarras qu'il leur donnait, et s'adresser directement à une compagnie d'éclairage. Disons aussi que, jusqu'ici, les appareils appliqués à la production du gaz, sont réellement trop compliqués, trop coûteux et tiennent trop de place, pour être employés avec quelque avantage par un établissement particulier, surtout quand cet établissement est à portée de se le procurer sans beaucoup plus de frais, et avec moins d'embarras.

Cependant il existe encore bien des usines, bien des manufactures, qui ne sont pas éclairées au gaz, quoiqu'elles en reconnaissent bien tous les avantages, soit parce qu'elles ne sont pas à proximité des centres de production, soit parce qu'elles ne sont pas en mesure d'en fabriquer; mais si on leur proposait un appareil simple, peu dispendieux, et qui n'exigeât, pour ainsi dire, aucune manipulation, aucune manœuvre, on les verrait l'adopter avec le plus grand empressement. M. Mariotte, en praticien qui sait raisonner sur le *positif*, en matière de construction, a compris qu'on pouvait rendre la fabrication du *gaz-light* à la portée de tout établissement. Il a compris qu'en chauffant un fourneau de chaudière à vapeur, il pouvait en même temps distiller une certaine quantité de charbon, et en obtenir du gaz propre à éclairer ses ateliers, et, pénétré de cette idée, il a voulu avant tout en faire l'essai chez lui-même.

Sans rien changer à son fourneau, ni à la disposition de sa chaudière, il a pensé qu'en plaçant une cornue immédiatement au-dessus de la grille du foyer il pouvait la chauffer assez fortement pour la faire venir rouge, et par conséquent pour que la houille qu'il y mettrait pût s'y distiller; ses prévisions ont été complètement réalisées, il a réussi au delà même de ses espérances, et il obtient aujourd'hui avec une petite cornue, qui n'a pas 60 décimètres de capacité, plus de gaz qu'il ne lui est nécessaire pour éclairer toute sa maison.

Nous avons pensé, en voyant les heureux résultats obtenus chez ce mécanicien, qu'il serait intéressant de les livrer à la publicité, persuadé qu'un grand nombre d'industriels pourraient en faire l'application. M. Mariotte, dont nous avons à déplorer la perte, se faisait un plaisir de communiquer ses idées, ses procédés, ses moyens de construction; il nous avait offert, avec son obligeance accoutumée, de donner les détails de son appareil dans notre publication. Nous allons essayer d'en faire la description, et nous ne terminerons pas sans mentionner les données que nous avons recueillies sur cette fabrication.

DISPOSITION GÉNÉRALE

DE L'APPAREIL ADAPTÉ A UN FOURNEAU DE CHAUDIÈRE A VAPEUR (PL. 29).

PRODUCTION DU GAZ DE HOUILLE. — Le gaz propre à l'éclairage peut se tirer de diverses substances; on en fabrique avec de la houille, des bitumes, des huiles, de la tourbe, des résines et des matières grasses. Les procédés employés pour l'extraire ne sont pas toujours semblables, ils exigent des précautions particulières appropriées nécessairement à l'espèce de substance employée. Ce n'est pas ici le lieu de discuter sur les avantages ou sur l'économie que l'on pourrait tirer de telle matière plutôt que de telle

autre. L'appareil que nous avons à décrire est appliqué à la décomposition de la houille, qui sera, nous le croyons, pendant longtemps encore, la substance la plus économique dans bien des localités, celle qui demandera aussi le moins de peine, le moins d'embarras pour la production du gaz-light; elle est d'ailleurs d'autant plus facile, d'autant plus propre à cette application, que presque tous les établissements qui font usage de moteurs à vapeur chauffent leurs fourneaux avec le charbon de terre.

On sait que la houille exposée, pendant un certain temps, à une forte chaleur, dans un vase clos, se décompose en gaz hydrogène libre, hydrogène mi-carboné, hydrogène carboné, eau, goudron, et huile plus ou moins épaisse, ammoniaque, oxyde de carbone, acide carbonique, acide hydro-sulfurique et sulfure de carbone.

La première de ces substances, le gaz hydrogène libre, est d'un pouvoir peu éclairant, la seconde l'est beaucoup moins que la troisième; le goudron et l'huile sont en vapeurs qui se condensent en abandonnant le gaz en presque totalité. L'ammoniaque se condense aussi, et n'est pas d'ailleurs combustible dans les circonstances ordinaires de l'éclairage. Le gaz oxyde de carbone est un mauvais produit pour cet usage; l'acide carbonique est plutôt nuisible qu'utile, et dans les grandes fabrications on cherche à s'en emparer par la chaux. Les deux dernières substances, l'acide hydrosulfurique et le sulfure de carbone sont très-funestes, ce sont elles principalement qu'on aurait besoin de décomposer dans l'opération.

Les quantités relatives de chacun de ces corps sont très-différentes, non-seulement à raison des variétés que présente la houille, mais encore d'après la température à laquelle s'opère la décomposition. L'expérience a prouvé que la quantité d'huile ou de goudron, ainsi que celle du résidu charbonneux (coke), est plus grande lorsque la température pour la distillation est restée plus basse, tandis que ces mêmes produits sont en moindre proportion dans le cas d'une température plus élevée. La proportion du gaz, au contraire, augmente considérablement si l'on chauffe davantage les vases qui renferment le charbon.

Les appareils le plus généralement en usage pour la fabrication en grand du gaz de houille, et qui ont été presque partout adoptés en France, se composent de sept parties distinctes, dont nous allons dire un mot avant de décrire le petit appareil qui nous occupe, afin de faire voir en quoi il diffère des grands.

1^o Les *cornues*, vases en fonte et quelquefois en terre cuite, parfaitement clos, dans lesquels la houille se décompose à une température très élevée.

2^o Le *barillet*, ou caisse contenant de l'eau, dans laquelle on fait plonger les tuyaux qui amènent le gaz, à mesure qu'il se dégage des cornues.

3^o Le *condenseur*, formé de plusieurs réfrigérants, sur lesquels on pra-

tique un système quelconque d'aspersion d'eau froide, ou de submersion; ils ont pour objet de condenser le goudron et les corps huileux entraînés dans la distillation du gaz permanent.

4° Le *dépurateur*, appareil dans lequel on cherche à débarrasser le plus complètement possible le gaz hydrogène carboné de tout ce qu'il peut encore contenir d'étranger. Il consiste généralement en plusieurs caisses dans lesquelles on place un lit épais de mousse barbouillée de chaux; le gaz arrive en dessous, et sort par la partie supérieure.

5° Le *gazomètre*, grande cloche dans laquelle se rend le gaz après son épuration.

6° Les *tubes* ou tuyaux qui partent du gazomètre et transportent le gaz sur les divers points de consommation.

7° Enfin les *becs* ou brûleurs (*burners*) à la sortie desquels s'opère la combustion du gaz.

L'appareil adapté par M. Mariotte à son fourneau de chaudière à vapeur se compose des mêmes parties, à l'exception du dépurateur qu'il n'a pas jugé nécessaire d'appliquer quant à présent, ayant reconnu que le gaz produit était assez pur, puisqu'en brûlant il ne répand aucune odeur sensible.

DE LA CORNUE. — Dans les grandes fabrications, les cornues ou *retortes* ont ordinairement 1^m 62 de longueur, sur environ 0^m 40 de diamètre moyen; elles reçoivent par charge, à peu près 100 kilogrammes de houille à la fois; cependant cette quantité n'est pas constante, elle varie nécessairement suivant la qualité des houilles.

Dans l'appareil de M. Mariotte, la cornue EE', vue en coupe longitudinale, fig. 2, et en section transversale, fig. 1, n'a que 1^m 18 de long, sur 0^m 25 de diamètre moyen; ainsi sa capacité intérieure est de 58 litres. Cette cornue n'a pas moins de 25 millimètres d'épaisseur. Étant destinée à supporter une forte chaleur rouge, il faut qu'elle puisse résister; et pour qu'elle expose le plus complètement possible toutes les parties de la matière qu'elle contient à cette haute température, on lui a donné la forme elliptique, comme la plus convenable, et celle adoptée généralement; le plus grand diamètre de l'ellipse est horizontal, comme l'indique bien la fig. 1^{re}. Elle n'est pas fondu d'une seule pièce, parce que comme la partie antérieure E', par laquelle on introduit la houille, n'est pas susceptible de se détériorer comme le corps même ou la *panse* de la cornue qui est directement exposée à l'action du feu, on a pensé, avec raison, qu'il suffirait de remplacer cette panse, quand il serait nécessaire, en conservant la tête pour l'adapter à une autre.

Le corps de cette cornue n'est donc autre qu'un cylindre aplati, fermé d'un bout et ouvert à l'autre. Il repose par ses deux extrémités dans la maçonnerie du fourneau de chaque côté du foyer, comme on le voit fig. 2,

et vers le bout de la grille fig. 1^e (1), disposition qui permet de chauffer la retorte très-fortement, et sans nuire sensiblement à l'action de la flamme et de l'air chaud sur les bouilleurs et la chaudière à vapeur. La tête E' de la cornue est ouverte aux deux extrémités; d'un côté elle présente la même forme et la même disposition que la partie ouverte de la panse, à laquelle elle s'adapte solidement par des boulons. On remplit la commissure avec le lut ordinaire de limaille de fer, de soufre et de sel ammoniac. L'autre côté est fermé par un couvercle elliptique en fonte E, qui y est ajusté très-exactement, mais qui n'est pas fixé invariablement, pour faciliter la charge et la décharge. Il y est assujetti au moyen d'une barre de fer *j* qui, d'une part, est retenue sur un boulon *i* (fig. 3 et 4), autour duquel on peut la faire tourner comme autour d'une charnière, et de l'autre, par un boulon semblable *i'* sur le bout duquel elle ne fait que reposer. Pour maintenir cette barre en place, quand une charge est faite, on serre fortement sur le centre du couvercle une vis de pression *k*, à laquelle le milieu taraudé de la barre sert d'écrou; les boulons *i*, *i'* sont maintenus par des écrous contre les oreilles venues de fonte avec le rebord extérieur de la tête E'. Quand on veut opérer la décharge de la cornue, il suffit de desserrer la vis *k*, à l'aide de sa grande et double poignée, de décrocher la barre du boulon *i'* et de la laisser pendante au boulon *i*, puis d'enlever l'obturateur, au moyen de deux clés en fer *l* (fig. 5), qui se taraudent dans des trous pratiqués à cet effet dans son épaisseur.

Pour donner issue au gaz qui se dégage pendant la distillation, on a fait venir de fonte sur la tête de la cornue un tube vertical *h*, qui se termine par une bride à laquelle on boulonne le tuyau *m*. Celui-ci s'élève jusqu'à la partie supérieure du fourneau, et s'attache de même à la tubulure *n* fondue avec le *barellet*.

La cornue doit être d'abord chauffée au rouge cerise, avant de la charger. Comme deux charges par jour suffisent pour produire la quantité de gaz nécessaire à l'éclairage de tout l'établissement, qui occupe une trentaine de becs, on ne commence ordinairement pas à remplir la retorte avant onze heures du matin: ainsi, depuis la mise en marche du fourneau, elle a pu facilement s'élèver à cette température. Pour la charger, il faut avoir le soin de prendre de la houille bien menue, et de l'étaler également sur toute la longueur du cylindre; on replace le couvercle de fonte qui doit le fermer, après en avoir garni les bords avec un lit d'argile, puis on serre fortement la vis de pression, et la distillation se fait sans autre soin que celui d'entretenir une température constante dans le foyer, précaution qui

(1) Cette cornue est placée, sur le dessin, trop en avant du fourneau, elle devrait se trouver exactement à la place de l'autel, par conséquent plus en arrière, pour ne pas embarrasser la grille.

est naturellement prise par le chauffeur, pour maintenir la vapeur à une pression régulière dans la chaudière.

On pouvait craindre, avant cet essai de chauffage, que l'on ne pût maintenir la cornue à la température rouge ; mais aujourd'hui que l'appareil a fonctionné pendant plusieurs années, et sans interruption, on peut être dégagé de toute appréhension à cet égard, les résultats sont trop convaincants pour laisser quelque doute.

M. Mariotte n'a pas trouvé, dans les expériences, d'augmentation dans la consommation du combustible, malgré cette addition faite à son fourneau ; il mêle le coke qu'il obtient, comme résidu de la distillation de la houille, au charbon qu'il emploie au chauffage de sa chaudière et de la cornue. Dans tous les cas, en admettant que la consommation soit un peu plus grande, ce que l'auteur est loin de penser, il y a certainement une économie notable dans le nouveau mode d'éclairage. Comme pendant la décharge de la cornue, et surtout au moment de l'ouverture, il se dégage une grande quantité de fumée, le constructeur a fait disposer une cheminée en tôle N contre le fourneau, immédiatement au-dessus de l'obturateur, afin de donner issue à cette fumée, et d'éviter ainsi qu'elle se répande dans l'atelier.

DU BARILLET ET DU CONDENSEUR. — L'appareil dans lequel doit passer le gaz à mesure qu'il se dégage de la cornue, est d'une extrême simplicité : il consiste en une caisse prismatique en fonte G, placée sur le fourneau (fig. 1 et 2), et remplie d'eau jusque vers les trois quarts de sa hauteur. La tubulure n, à laquelle s'adapte le tuyau vertical qui vient de la cornue, est venue de fonte avec la caisse, et se prolonge à son intérieur, à quelques centimètres seulement au-dessus de l'eau, comme l'indique bien la coupe verticale détaillée (fig. 6). L'appareil est fermé hermétiquement par une grande plaque de fonte H, que l'on a boulonnée sur son rebord supérieur ; on a fait venir à ce couvercle deux cloches cylindriques I, I', dont l'une, la première, descend à une certaine profondeur dans la caisse, et enveloppe la partie supérieure de la tubulure n, en laissant entre elles un espace libre, dans lequel le niveau de l'eau s'établit. Cette cloche est d'ailleurs fermée exactement par un obturateur que l'on serre au degré convenable, à l'aide d'une bride en fer o et d'une vis de pression, comme pour la cornue. Il est aisément de voir que le gaz arrivant dans la cloche par le tuyau vertical m, tend à en sortir en descendant le long des parois intérieures de cette cloche et de celles extérieures de la tubulure n, il est donc forcé de traverser l'eau contenue dans le barillet et de s'y laver. Il se dépouille ainsi d'une grande partie du goudron et de l'eau qui se sont volatilisées pendant la décomposition de la houille. Un second tube en fonte J, qui s'élève jusqu'au niveau de l'eau dans la caisse et même à quelques millimètres au-dessus, donne

issue à ces matières condensées qui sont amenées au dehors, ou dans un réservoir d'où on peut au besoin les récueillir.

Le gaz, composé d'hydrogène carboné ou demi-carboné, et d'oxide de carbone, sort par la partie supérieure de l'appareil, ainsi débarrassé du goudron et de l'eau ammoniacale, pour se rendre directement au gazomètre par le tuyau K. Il resterait à en dégager le sulfure de carbone, l'acide hydrosulfurique et le soufre, épuration qu'il est difficile et bien rare de rendre complète dans les grandes fabrications, malgré les appareils plus ou moins compliqués qui ont été appliqués à cet effet. Pour une petite production, comme celle nécessaire à l'éclairage d'un établissement de construction, on conçoit que cette épuration n'est pas aussi exigible; et le constructeur ne l'a pas jugée indispensable. Elle peut le paraître d'autant moins, que l'on n'a même pas besoin de renouveler très-souvent l'eau du réfrigérant G; ainsi on pensait, dans les premiers temps de la marche de l'appareil, qu'il faudrait sans doute vider la caisse au moins une fois par jour (cette vidange peut se faire aisément à l'aide du robinet L adapté au fond de la caisse), tandis qu'on est plusieurs semaines sans qu'il soit nécessaire de la renouveler, et cependant le gaz en combustion ne laisse pas échapper d'odeur sensible pour l'atelier.

Toutefois, dans une usine qui tiendrait à avoir un gaz bien épuré, nous n'en conseillerons pas moins de faire usage d'un *dépurateur* renfermant de la mousse stratifiée avec de légères couches de chaux humectée: ce moyen a été reconnu le meilleur, et il est devenu général dans toutes les grandes fabriques; néanmoins on estime que malgré l'emploi d'un hectolitre de chaux, au moins, pour 340 à 350 mètres cubes de gaz, celui-ci conserve encore du soufre.

Nous devons faire remarquer que l'eau qui est renfermée dans le bariquet interrompt tout accès de l'air dans la cornue en activité par les tubes *n* et *m*, et, en même temps, toute communication de cette cornue, quand on la vide, avec le reste de l'appareil. A l'aide d'un ringard on peut aisément enlever le coke que l'on étale sur le sol où il s'éteint rapidement. On remplit de nouveau la retorte pour renouveler l'opération.

DU GAZOMÈTRE. — M. Mariotte n'a pas fait de grands frais pour monter son gazomètre qui, du reste, est d'une très-petite dimension; il a construit une cuve en bois, cerclée en fer, d'environ deux mètres de diamètre intérieur sur autant de hauteur, et qui est presque entièrement remplie d'eau; dans cette cuve, placée sur le sol, plonge la cloche du gazomètre; celle-ci, figurée en M sur le dessin (fig. 2), est simplement en zinc, elle aurait pu être en tôle goudronnée, comme on le fait pour les cloches de grande dimension.

Cette cloche, étant très-légère, est seulement soutenue par une corde

que l'on fait passer sur des poulies, et à l'autre extrémité de laquelle on suspend un contre-poids qui tient la cloche du gazomètre en équilibre lorsqu'elle est plongée dans l'eau. Dans les grands gazomètres, qui sont toujours d'un poids considérable, il est d'une extrême importance d'équilibrer la cloche, sans quoi le gaz, dans les premiers moments de la distillation surtout, aurait à vaincre une résistance énorme, susceptible non-seulement d'endommager les conduits, mais aussi de ralentir l'émission du gaz dans les cornues.

Le tuyau K (fig. 1), qui doit amener le gaz lavé dans le barillet G jusqu'au gazomètre, se bifurque pour traverser la partie inférieure de la cuve et s'élever ensuite dans son intérieur jusqu'à quelques centimètres au-dessus du niveau de l'eau; la section de ce tuyau n'étant pas grande (il ne porte que 45 millimètres de diamètre intérieur), il a été fait en plomb, il aurait pu être en étain. Les tuyaux de forte dimension se font ordinairement en fonte.

Le tuyau d'éjection, qui doit partir du gazomètre pour se distribuer dans les différentes parties de l'établissement, s'élève aussi dans l'intérieur de la cuve, à la même hauteur que le précédent, en traversant également tout le liquide qu'elle contient. On conçoit que le diamètre à donner à ces tuyaux doit dépendre du nombre de becs à éclairer, et, par conséquent, du volume de gaz auquel il s'agit de livrer passage. Comme il y a de l'inconvénient à augmenter la pression du gaz dans la cloche du gazomètre pour balancer la résistance dans des conduits plus étroits, et comme, d'ailleurs, le nombre de becs à éclairer peut être susceptible de s'augmenter, il est prudent de donner aux premiers tuyaux plus de diamètre qu'il n'est réellement nécessaire.

L'expérience a prouvé qu'un orifice de 16 centimètres, qui correspond à une section de 2 décimètres quarrés, peut suffire, sous la pression d'une colonne de 4 centimètres d'eau, pour l'écoulement de 265 mètres cubes de gaz de houille par heure. En général, pour l'alimentation d'une dizaine de becs, un diamètre intérieur de 20 millimètres paraît suffisant; ainsi, en augmentant proportionnellement à la consommation, il faudrait, pour la conduite de cent becs, des tuyaux de 63 à 65 millimètres. Il est, en général, à observer qu'il vaut mieux avoir des tuyaux plus grands que plus petits, parce qu'alors on obtient constamment dans les becs une flamme moins mobile, moins vacillante.

Du reste, voici les diamètres adoptés par la compagnie Manby, Wilson, pour l'éclairage, par le gaz hydrogène carboné, dans les différents quartiers de Paris :

ESPÈCES DE TUYAUX.	De 4 à 10	De 11 à 20	De 21 à 30	De 31 à 50
	becs inclusivemt.	becs inclusivemt.	becs inclusivemt.	becs inclusivemt.
Branchement extér. (diamètre intérieur)....	millim.	millim.	millim.	millim.
27	34	40	54	
Tuyau principal intérieur.....	27	34	40	54
Tuyaux de distribution, de 4 bec.....	12 5	12 5	12 5	12 5
<i>id</i> de 2 à 5 becs.....	18 7	18 7	18 7	18 7
<i>id</i> de 6 à 10 becs.....	27	27	27	27
<i>id</i> de 14 à 20 becs....	34	34	34	34
<i>id</i> de 21 à 30 becs....	34	40	40	40
<i>id</i> de 31 à 50 becs....	34	34	34	54

DES BECS OU BRULEURS DE GAZ. — Le gaz est amené par les différentes ramifications des tuyaux d'éjection jusqu'aux becs où il doit être brûlé. La disposition de ces becs, dans les ateliers de construction, dans les fonderies comme dans diverses fabriques, doit être telle qu'elle permette de les changer aisément de place pour que l'ouvrier puisse s'éclairer dans toutes les directions, quoiqu'à peu de distance autour de lui. Celle qui est représentée sur les fig. 8 et 9 de la planche 29, paraît être le plus généralement adoptée ; elle consiste en plusieurs petits tubes en cuivre O, assemblés de manière à former une articulation libre autour de leurs extrémités *p*. Ainsi, à chacun de ces tubes, on voit qu'un bout est alésé d'un trou conique pour recevoir le bout correspondant tourné du tube avec lequel il doit être réuni : une vis taraudée au centre de la partie tournée, retient leur assemblage sans les empêcher de s'articuler, comme on peut aisément le comprendre par la coupe détaillée, fig. 10.

Pour que, quelle que soit la direction d'un tube par rapport à l'autre, la communication puisse toujours être établie intérieurement, on a le soin de ménager, dans cette partie tournée, des petites ouvertures latérales qui donnent passage au gaz-light. Sur cette même coupe on a monté le petit robinet *q*, adapté à la première partie qui s'assemble avec le tuyau d'embranchement ; cette partie fixe, terminée par une large embase circulaire, formant plateau, s'applique, soit contre un poteau, soit contre un mur de l'atelier ; et, quand le robinet *q* est ouvert, le gaz, trouvant immédiatement issue, parcourt chacun des petits tubes de cuivre O, et se rend à l'extré-

mité du bec proprement dit, qui présente la forme indiquée en *r* (fig. 8 et 9). C'est à cette extrémité que le gaz est mis en combustion en sortant par une fente étroite, et non interrompue d'un bout à l'autre de l'ouverture. Cette disposition de *becs plats* ou *éventails* a paru très-convenable pour l'éclairage au gaz dans les établissements manufacturiers.

On fait usage aussi de *becs ronds* dans lesquels le dégagement du gaz s'effectue par de petits trous circulaires percés sur tout le pourtour de l'anneau cylindrique par lequel se termine le tube à gaz.

MM. Pelouze observent, dans leur *Traité d'éclairage au gaz* (1), que l'on peut, avec l'une et l'autre espèce de becs, obtenir des effets utiles d'éclairage très-différents, suivant que la flamme sera tenue longue ou courte. L'expérience a prouvé que pour chaque espèce de becs il n'y a, en raison de la somme des passages laissés au gaz, qu'une hauteur de flamme, à la fois économique et exemple de fumée.

« Les densités des gaz variant beaucoup selon la nature des substances dont ils sont tirés, et même suivant le mode de fabrication, les dimensions des ouvertures des becs doivent varier dans le même rapport. La densité des gaz de houille parcourt, en général, une échelle de 0,4 à 0,7, l'air étant pris pour l'unité ; celle du gaz d'huile peut varier de 0,8 à 1,1. »

« Pour un bec à simple et unique ouverture, tels que ceux auxquels on donne à Paris les noms de *jet*, ou *veilleuse*, ou *chandelle*, il paraît résulter d'expériences très-nombreses faites à Édimbourg, par MM. Christison et Turner, que l'ouverture circulaire la plus convenable est de 9/10 de millimètre, dans le cas d'emploi du gaz de houille de densité moyenne ; tandis que pour brûler du gaz d'huile à 0,9 ou 1, de poids spécifique, l'ouverture convient beaucoup mieux à 6/10 de millimètre. En général, les auteurs ont remarqué que l'étroitesse des ouvertures, favorable sous plusieurs rapports, ne peut pas être poussée au delà d'une certaine limite sans exposer la flamme à s'éteindre fréquemment, et à la moindre agitation de l'air. »

« Avec les becs ronds, indépendamment de la nature du gaz, qui doit être prise en considération tout comme dans le cas d'un simple jet, il faut encore diminuer les diamètres des issues circulaires proportionnellement au nombre des trous. Pour du gaz de houille d'une densité de 0,6 environ, et pour un anneau circulaire de 8 mill. de rayon, les trous, au nombre de 10, doivent avoir 8/10 de mill. Avec le gaz d'huile de 0,9 à 1, si l'anneau est perforé de 15 trous, il convient de donner à chacun un demi-millimètre. »

« La distance à conserver entre les trous est aussi d'une grande impor-

(1) *Traité de l'éclairage au gaz* tiré de la houille, des bitumes, des lignites, de la tourbe, des huiles, des résines, des graisses, etc., avec 24 planches, par MM. Pelouze père et fils; publié en 1839, à Mons.

tance pour un bon éclairage et surtout pour la stabilité des flammes : trop distants entre eux, les jets ne se réunissent pas, et cependant il est fort essentiel que les flammes se pénètrent en une lame continue. Pour des ouvertures de $1/2$ millimètre, MM. Christison et Turner assignent comme la plus utile une distance de 3 millimètres. Ces messieurs recommandent aussi expressément la plus minutieuse égalité dans le diamètre de tous les trous. Si quelques-uns sont plus larges, par ceux-là le gaz s'élèvera à une plus grande hauteur que dans les autres, et il deviendra impossible de ramener la masse lumineuse à un niveau constant dans toutes ses parties, sans faire affluer davantage de gaz par l'ouverture à donner au robinet d'éjection, et sans par conséquent occasionner le fumage du bec. » (1)

« Lorsque le gaz brûle dans un bec circulaire au centre duquel passe un courant d'air, il faut que l'air afflue à l'extérieur de la flamme en la frapant à une température convenablement élevée. Pour produire cet effet constant, MM. E. et W. Dixon ont imaginé un nouveau mode de construction de becs, pour lesquels ils se sont fait patenter en Angleterre. Les modifications qu'ils ont apportées ont eu pour but de régler les courants d'air et les quantités de gaz consommé dans un temps donné (1). »

Au lieu des tubes en cuivre O, on emploie avec avantage dans les fonderies de fer, où l'éclairage au gaz commence à s'introduire, des tubes élastiques, composés soit en toile goudronnée, soit en d'autres matières, qui permettent de les contourner dans tous les sens et de diriger les becs de gaz sur tous les points que l'on veut éclairer ; ce qui est d'une très-grande importance pour les ouvriers mouleurs, car il leur arrive souvent d'avoir des parties très-minutieuses à raccorder dans leurs moules, et pour lesquelles, souvent générés par les ombres, ils ne peuvent voir qu'avec beaucoup de peine par la lumière du jour ou de la chandelle. Aussi on en est complètement satisfait dans les fonderies qui ont introduit ce mode d'éclairage, et dont plusieurs fabriquent leur gaz soit par des appareils particuliers, soit par des appareils disposés d'une manière analogue à celui que nous venons de décrire.

Avant de terminer ce sujet, nous avons pensé qu'il serait intéressant de mentionner ici les expériences qui ont été faites, soit pour établir une comparaison entre les prix de revient des divers systèmes d'éclairage, soit pour déterminer les quantités de gaz-light que l'on peut obtenir avec les différentes substances employées à sa production.

(1) M. Manoury, mécanicien à Paris, a imaginé et construit plusieurs petits tours à chariot très-ingénieux, pour la fabrication mécanique des divers becs de gaz ; un enfant de 14 à 15 ans conduisant ces outils peut en faire une grande quantité dans sa journée.

COMPARAISON

DU PRIX DE REVIENT DE L'ÉCLAIRAGE AU GAZ DE HOUILLE,
 PAR RAPPORT A CELUI DE LAMPES A HUILE,
 BOUGIES, CHANDELLES, ETC.

M. Clément-Désormes a donné dans ses leçons de chimie appliquée aux arts, et M. Péclet a publié les résultats d'expériences constatant l'économie qu'offre respectivement dans l'éclairage, l'emploi des diverses matières dont on fait ordinairement usage pour se procurer de la lumière au moyen de leur combustion.

Nous reproduisons dans le tableau suivant le travail du savant professeur de physique.

NATURE de la substance employée A L'ÉCLAIRAGE.	QUANTITÉ de combustible nécessaire pour fournir une lumière égale à celle qu'on obtient avec une bonne lampe Carcel, par heure.	PRIX du kilogramme de la matière employée.	DÉPENSE pour une heure d'éclairage.
Chandelles des 6 au demi-kilogramme.....	grammes. 70 35	francs. 4 40	francs. 0 098
Chandelle des 8..... <i>id.</i>	85 92	4 40	0 120
Chandelle dite économique des 6 au demi-kilogramme..	98 93	2 40	0 237
Bougie de pure cire, de 5 au demi-kilogramme.....	64 04	7 60	0 486
Bougie de blanc de baleine de..... <i>id.</i>	61 94	7 60	0 478
Lampe de Carcel.....	42 00	4 40	0 058
Lampe à mèche plate, à réservoir supérieur et à che- minée.....	88 00	<i>Id.</i>	0 123
Lampe astrale.....	86 16	<i>Id.</i>	0 120
Lampe sinombre, à réservoir supérieur, bec no 4.....	50 58	<i>Id.</i>	0 070
Lampe sinombre, à réservoir supérieur, bec no 4.....	43 90	<i>Id.</i>	0 064
Lampe à réservoir supérieur, bec en fer-blanc.....	47 77	<i>Id.</i>	0 066
Lampe de Girard, bec en fer-blanc.....	54 52	<i>Id.</i>	0 076
Lampe hydrostatique, bec no 4.....	47 50	<i>Id.</i>	0 066
<i>id.</i> bec no 2.....	45 76	<i>Id.</i>	0 064
Gaz de houille.....	407 litres.	5 cent. 2 les 436 livres.	0 042

On voit, par ce tableau, combien, sous le point de vue d'économie, le

système d'éclairage au gaz est préférable à tout autre. Le prix de revient du gaz de la houille est tiré d'une grande fabrication ; nous sommes persuadé que, dans l'emploi de l'appareil que nous venons de décrire, le prix de revient serait au-dessous de ce chiffre, car les frais de main-d'œuvre et d'entretien sont presque nuls, et la dépense en combustible n'est pas même appréciable.

RENDEMENT

EN GAZ ET EN COKE DES DIVERSES ESPÈCES DE HOUILLES.

Nous tirons du traité de MM. Pelouze les résultats suivants sur la production en gaz et en coke, fournie en moyenne, par voie de 15 hectolitres de diverses espèces de houille, que l'on est susceptible d'employer dans les établissements ;

ESPÈCES DE CHARBONS.	GAZ.	COKE.
	mètres cubes.	hectolitres.
1 ^o Charbons du couchant de Mons ; diverses exploitations, en majeure partie du centre du Fléau.....	318,387	48 25
2 ^o Charbons du levant de Mons.....	292,420	22 00
3 ^o Charbons de Saône-et-Loire.....	261,956	48 42
4 ^o Charbons du nord de la France.....	303,276	49 80
5 ^o Charbons de provenances diverses.....	310,160	49 75
6 ^o Charbons de diverses provenances, mais en majeure partie de Mons (Fléau), distillés au nombre de 88,496 hectolitres.....	316,945	*
7 ^o <i>id.</i> <i>id.</i> <i>id.</i> de 96,406 hectolitres.....	307,679	*
8 ^o Charbons du groupe de Saint-Étienne, mine de la Ricamarie.....	312,312	47 50
9 ^o Charbons du Glamorgan et du Monmouth (Angleterre), 1 ^{er} essai...	326,040	20 00
10 ^o <i>id.</i> <i>id.</i> <i>id.</i> <i>id.</i> 2 ^e essai...	343,200	20 00

Ces résultats sont le résumé d'un grand nombre d'expériences faites sur de vastes opérations, dans lesquelles rien n'a été négligé pour assurer les meilleurs produits et pour les évaluer avec certitude.

RENDEMENT ET PRIX DE L'APPAREIL

ÉTABLI CHEZ M. MARIOTTE.

En prenant pour base la plus faible quantité de gaz obtenu des résultats que nous venons de rapporter, nous pouvons dire qu'avec un hectolitre de

houille, d'un poids moyen de 80 kilogrammes, on peut obtenir 17,5 mètres cubes de gaz-light et 1,20 hecolitre de coke, ce qui correspond à 210 litres de gaz par kilog. de houille distillée. Ainsi, si l'on admet une alimentation de trente becs consommant chacun 136 litres de gaz par heure, comme on le suppose avec les grands becs généralement employés, on verra que la dépense du gaz est de

$$30 \times 136 = 4080 \text{ litres par heure ;}$$

et celle du charbon de terre est de

$$\frac{4080}{218} = 19 \text{ kilog.}$$

Par conséquent, dans les soirées d'hiver où les établissements travaillent quatre à cinq heures par jour à la lumière, la dépense en houille, propre à la production du gaz, peut être de

76 à 95 kilog.

soit de 80 à 100 kilog. au plus par jour.

Ces 80 ou 100 kilog. de houille donnent en même temps 1,20 à 1,50 hecolitre de coke qui serait à défaillir de la consommation habituelle du charbon de terre employé; et, comme la quantité de chaleur développée par le coke est, sous le même poids, à peu près égale à celle de la houille de première qualité, on conçoit sans peine que la consommation du combustible puisse ne pas être sensiblement augmentée lorsqu'on mèle le coke, résultant de la distillation, au charbon qui, dans le cas actuel, alimente le fourneau d'une chaudière à vapeur, destinée à faire marcher une machine de cinq à six chevaux seulement.

M. Mariotte, qui construisait des appareils semblables à celui que nous avons représenté, pour diverses maisons de province, estimait que le prix, mis en place, pouvait revenir à 50 fr. ou 60 fr. par bec.

M. Moineau, mécanicien, qui s'est beaucoup occupé de la construction des appareils pour la production du gaz, soit par la houille, soit par l'huile ou la résine, en établit également dans toutes les dimensions, et vient, depuis peu, d'en faire une application fort heureuse dans une des bonnes fonderies de Paris, celle de MM. Marc frères.

PRIX DE REVIENT DE L'ÉCLAIRAGE AU GAZ, DANS PARIS.

Pour se rendre compte de la différence du prix de revient de l'éclairage au gaz qu'un manufacturier voudrait appliquer dans son établissement,

soit qu'il voulût le fabriquer chez lui-même par le procédé que nous venons d'exposer, soit qu'il l'achetât à une compagnie, nous croyons utile de donner, en terminant ce sujet, les prix établis à Paris par MM. Manby, Wilson et compagnie.

TEMPS LIMITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE.	PAR BEC (pour l'année.)	
	Tous les jours de l'année.	Excepté les dimanches et fêtes.
Jusqu'à 40 heures.....	fr. c. 96 60	fr. c. 82 80
Jusqu'à 41 heures.....	109 80	94 20
Jusqu'à minuit.....	132 00	112 80

Observations. On ne peut s'abonner que pour une de ces durées d'éclairage, et jamais les réunir sur un même embranchement.

Les éclairages extraordinaires, jusqu'à minuit, sont payés à raison de 6 centimes 1/2 par heure pour chaque bec, et les éclairages après minuit, 7 centimes. Ces prix, qui sont trop élevés, devront diminuer avec l'accroissement de la consommation, qui va sans cesse en augmentant.

Pour compléter les renseignements relatifs à l'éclairage par le gaz, nous ajouteron, d'après une circulaire de MM. Manby et Wilson, une indication du prix des embranchements pour conduire le gaz aux magasins ou boutiques, et des accessoires y relatifs :

Tuyau de 14 mill. de diamètre intérieurement.	4 f. 60 c. le mètre.
Tuyau de 20. <i>id.</i>	5 50 <i>id.</i>
Tuyau de 27. <i>id.</i>	6 75 <i>id.</i>
Tuyau de 34. <i>id.</i>	8 60 <i>id.</i>
Tuyau de 40. <i>id.</i>	11 00 <i>id.</i>

Y compris la pose, soudure pour les nœuds et embranchements, crochets, brides, colliers et gâches pour fixer le long du mur, tranchées dans les murs et plafonds, raccordement en plâtre.

Planchette en bois entaillée pour loger la patère en cuivre et donner passage au tuyau de plomb, y compris la pose et l'ajustement sur les poutres, les vis et l'encadrement en plâtre ; la pièce. 1 f. 50 c.

Patère avec douille en cuivre à vis pour y fixer les lampes, y compris l'étamage et la soudure, la pose et l'ajustement sur la patère en bois et la fourniture des vis ; la pièce. 2 50

Bec garni de sa galerie, y compris la pose; la pièce.	6 00
Bras avec une genouillère de 33 à 50 centimètres, robinet et	
ajustoir.	18 00
Chaque genouillère, conducteur en plus.	6 00

Nous aurions à parler des divers appareils qui ont été proposés, soit pour mesurer la quantité de gaz consommé dans des temps donnés, soit pour régulariser l'alimentation des becs à gaz, soit pour de nouveaux procédés de fabrication; nous renvoyons à ce sujet, aux volumes IV^e et V^e, qui traitent de ces appareils avec détails.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 29.

Fig. 1^{re}. Coupe verticale par l'axe de la chaudière, suivant la ligne brisée 1-2-3-4 de la fig. 2. Elle montre aussi la section transversale de la cornue et l'élévation extérieure de l'épurateur à gaz.

Fig. 2. Coupe transversale faite perpendiculairement à la précédente, suivant la ligne 5-6-7-8-9 de la fig. 1^{re}. Elle fait voir, en outre, la coupe longitudinale de la cornue, la section transversale de l'épurateur, et plus loin l'élévation de la cloche du gazomètre.

Ces deux figures sont représentées à l'échelle de 5 centimètres par mètre.

Fig. 3 et 4. Vues de côté et de face de la tête de la cornue en fonte, dans laquelle s'opère la production du gaz.

Fig. 5. Détails de l'une des deux clés à poignée qui aident à enlever le couvercle de la cornue, quand on doit l'ouvrir.

Fig. 6. Coupe verticale faite par l'axe de l'épurateur.

Fig. 7. Section transversale suivant la ligne 10-11.

Ces figures sont dessinées au 1/10^e, ou à l'échelle d'un décimètre par mètre.

Fig. 8 et 9. Élévation et plan d'un système de bec d'éclairage, représenté au 1/5^e d'exécution.

Fig. 10. Coupe par l'axe du robinet qui admet le gaz dans le bec.

MACHINE

A PERCER ET A ALÉSER VERTICALEMENT

LES PIÈCES DE FER ET DE FONTE,

Construite par M. RAYMOND, à Paris.

(PLANCHES 30 ET 31.)

— 6 —

Les machines généralement employées pour percer et aléser les métaux, peuvent être divisées en trois classes principales que nous pouvons définir de la manière suivante :

1^o Les machines dans lesquelles la pièce tourne sur elle-même, et l'outil s'avance proportionnellement dans une direction rectiligne : tels sont les tours à pointes, à engrenages ou à plateaux, à axes horizontaux ; la pièce est alors percée horizontalement. Ainsi, le tour que nous avons donné dans la cinquième livraison, peut fort bien remplir ce but.

2^o Les machines dans lesquelles l'outil reçoit un mouvement de rotation continu, tandis que la pièce, au contraire, marche progressivement : tels sont les tours parallèles ou tours à chariot, comme celui de M. Whitworth, publié tome 11^e, 3^e livraison ; telles sont encore certaines machines à aléser horizontales.

3^o Les machines dans lesquelles la pièce est complètement immobile, et où l'outil reçoit les deux mouvements de rotation et d'avancement rectiligne ; telles sont la plupart des machines dites à aléser horizontales, telles sont aussi toutes les machines à percer et aléser verticales.

La machine de M. Raymond, que nous allons décrire, est de cette dernière catégorie ; elle est destinée, non-seulement à percer des trous dans des pièces de fer, de fonte ou de cuivre, mais aussi à aléser ces mêmes pièces si elles étaient préalablement ouvertes. Cette disposition de machine à percer, à axe vertical, est aujourd'hui employée dans un très-grand nombre d'établissements, avec des formes, à la vérité, bien différentes sous le rapport de la construction comme sous le rapport de la solidité. Cette machine peut être présentée comme un fort bon modèle, et qui a de

plus l'avantage de pouvoir se placer dans toute localité, dans le milieu de l'atelier ou dans un lieu tout à fait isolé, sans autre point d'appui que le sol même qui doit la porter.

La combinaison du mouvement, comme la force donnée aux pièces principales de l'appareil, permet d'aléser des trous de 20 à 22 centimètres de diamètre sur une profondeur de deux à trois décimètres, avec des vitesses et des pressions proportionnelles. Il suffirait de citer les établissements dans lesquels la même disposition de machine a été appliquée pour s'en former une opinion très-favorable ; ainsi, chez M. Cavé, chez M. Pauwels, il en existe plusieurs semblables ; chez M. Christian et à l'atelier du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, on peut également en voir fonctionner.

Comme dans ce genre d'appareil, le plateau est horizontal, la pièce à percer, qu'on doit y assujettir, peut être centrée et facilement mise en place, ce qui est extrêmement avantageux pour une foule de pièces dont les formes ou les dimensions ne se prêtent pas toujours pour les adapter contre un plateau de tour, et d'ailleurs, quand les pièces ne doivent être que percées ou alésées, souvent il ne convient pas de les travailler sur le tour, il peut au contraire y avoir avantage à le faire sur une machine spéciale ; telles sont, par exemple, des poulies, des petites roues qui doivent marcher brutes, des manivelles, des têtes de bielles, et une foule de pièces qu'il serait superflu d'énumérer ici. Il suffira, du reste, de prendre connaissance des dessins de la machine que nous allons étudier pour en reconnaître les besoins ou les applications que l'on peut en faire dans chaque circonstance.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE,
REPRÉSENTÉE SUR LES PLANCHES 30 ET 31.

DES PARTIES FIXES DE L'APPAREIL. — Tout le bâti de cette machine consiste simplement dans deux colonnes verticales en fonte A, tournées cylindriques sur toute leur hauteur, et scellées par leur partie inférieure dans des dés en pierre de taille, comme le fait voir la coupe générale (fig. 1^{re}, pl. 30). Des bouchons en bois a, tournés, ferment le dessus des colonnes auxquelles ils servent de simple ornement. Une forte traverse à nervure et en fonte B, formant sommier, s'assemblé sur le sommet des deux colonnes qu'elle réunit et auxquelles on peut suffisamment l'assujettir par des vis de pression. Une seconde traverse C, semblable à la précédente, et ajustée vers le milieu des mêmes colonnes, se fixe contre elles de la même manière. Ce mode d'assujettir les traverses par des vis, permet de les faire varier de position au besoin, et nous pourrons voir qu'il est quelquefois nécessaire d'opérer leur changement pour arriver à tra-

vrailler certaines pièces qui présentent des formes ou des dimensions particulières.

Ces deux traverses de fonte sont destinées à porter et à maintenir chacun des axes de la machine. Ainsi, à leur milieu, elles reçoivent l'arbre principal G qui forme l'élosoir ou porte-lames; à cet effet, le constructeur a eu le soin d'y ajuster des coussinets en bronze et à joues v, en deux parties que l'on rapproche, au degré convenable, par un chapeau en fonte, serré par des boulons. Sur le côté se trouve l'arbre de commande R qui pivote dans une crapaudine en bronze x, ajustée dans la traverse inférieure, et qui, par son sommet, tourne simplement dans un trou cylindrique percé dans la traverse supérieure; une vis de pression y, dont l'écrou en fer est incrusté dans cette dernière, s'appuie sur le bout de l'arbre pour l'empêcher de prendre du jeu dans la direction verticale. De l'autre côté, à gauche de l'arbre principal (fig. 1^{re}) se trouvent les axes en fer K et M, également portés par les mêmes traverses.

Vers la partie inférieure des deux colonnes, sont ajustées deux douilles en fonte E que l'on y a également assujéties par des vis de pression. Ces douilles présentent chacune, d'un côté, une règle horizontale bien dressée, sur laquelle s'appliquent les équerres en fer b. L'objet de ces dernières est de maintenir le plateau en fonte D, avec lequel elles font corps, sur les deux règles parallèles, et de le placer soit dans le centre de la machine, comme il se trouve sur les dessins, soit au dehors de ce centre. Il est aisé de voir, en effet, que, comme les règles des douilles E se prolongent parallèlement d'un côté (voy. fig. 2 et 6), on peut transporter les équerres b, et avec elles le plateau D, en avant de la machine, ce qui est quelquefois nécessaire, soit parce qu'on veut percer ou aléser plusieurs trous parallèles dans une même pièce sans la détacher du plateau sur lequel on l'a préalablement assujétie, soit parce que la force même de la pièce ne permet pas que le centre du plateau corresponde à l'axe vertical de l'arbre porte-lames. On voit qu'alors il suffit, pour pouvoir opérer le changement de place du plateau, tout en le laissant dans un plan parfaitement horizontal, de desserrer les vis de pression qui tiennent les équerres appuyées contre les règles des douilles E, puis de pousser le plateau à la main d'un côté et de l'autre, et de resserrer ces vis aussitôt qu'il se trouve dans la position qu'il doit occuper.

M. Whitworth, de Manchester, dispose ses machines à percer de manière à mobiliser le plateau à volonté, dans des directions différentes, à l'aide d'engrenages et de vis de rappel; cette disposition, fort ingénieuse du reste, a l'inconvénient de compliquer l'appareil.

La surface horizontale supérieure du plateau, doit être parfaitement dressée sur toute l'étendue de la partie carrée sur laquelle on fait reposer la

pièce à travailler et qui est percée de plusieurs trous plus ou moins rapprochés du centre pour le passage des boulons à clavettes *d*; ces boulons sont assez longs et mortaisés à différentes hauteurs afin de pouvoir être raccourcis ou rallongés à volonté, suivant l'épaisseur de la pièce qu'ils doivent pincer; des brides ou pattes en fer *c*, traversées par ces boulons, appuient sur cette pièce et la maintiennent solidement lorsque leurs écrous sont serrés. Les fig. 1, 3 et 6 montrent bien ce mode de fixité qui est fort simple; on doit remarquer que des cales en bois *c'*, que l'on fait varier de dimension au besoin, servent d'abri aux brides pour les éléver à la hauteur de la pièce. Au-dessus de la traverse inférieure *C* sont placés deux disques en bois *U* qui, percés de trous de diverses grandeurs, sont destinés à recevoir les mèches, forets et porte-lames employés dans le forage ou l'alésage des pièces.

DES PARTIES MOBILES DE LA MACHINE. — La pièce principale de l'appareil est, sans contredit, l'arbre vertical *G* qui est en fer forgé et tourné exactement cylindrique dans toute sa longueur; le diamètre à donner à cet arbre est évidemment proportionnel à l'importance ou à la force des pièces que l'on doit aléser sur la machine; comme celle-ci est destinée à forer et à opérer des alésages de 22 cent. de diamètre au plus, on conçoit aisément qu'il suffisait de donner à cet arbre une dimension convenable pour qu'il ne tremble pas pendant l'opération; ainsi il ne porte que 0^m 092 de diamètre extérieur. Dans ce genre de machines, il est bien rare que les arbres soient plus forts, à moins qu'ils ne soient destinés à aléser de grandes pièces, comme des cylindres de machines à vapeur, par exemple.

Cet arbre doit recevoir un mouvement de rotation continue du moteur par une roue droite en fonte *P*, à denture de bois taillée, et fixée sur lui par une nervure; par conséquent elle suit l'ascension ou la descente de l'arbre, et cependant elle ne quitte pas pour cela le pignon en fonte *Q* qui la commande. Celui-ci ayant été fait d'une très-grande largeur de denture, reste, par cela même, toujours engrené avec la roue, quelle que soit d'ailleurs la position plus ou moins élevée que l'arbre lui fasse occuper. Dans certaines machines du même genre, et nous devons même dire, dans le plus grand nombre de ces machines, l'engrenage, placé sur l'arbre, est presque toujours une roue d'angle, assujétie de telle sorte qu'elle ne peut ni monter ni descendre, quoique tournant avec l'arbre; elle reste constamment engrenée avec le pignon qui doit la commander, parce qu'elle est retenue par une clavette en fer glissant dans une longue rainure pratiquée à cet effet sur la surface de l'arbre; telle est la machine anglaise employée dans les ateliers du chemin de fer de Paris à Versailles (rive droite); telle est aussi la machine de M. Cartier et celle de M. Whitworth. On conçoit qu'alors l'arbre, qui doit transmettre son mouvement à l'alésoir,

est nécessairement horizontal et peut directement être commandé au moyen de poulies par l'axe moteur; tandis que dans la disposition de la machine qui nous occupe, l'arbre de commande R, qui porte le pignon Q, ne peut être que vertical; il faut, dans ce cas, avoir un arbre intermédiaire, également vertical, portant des poulies qui, par une courroie, correspondent à celles du cône S; à son sommet, cet arbre reçoit, par une roue d'angle, son mouvement rotatif de l'axe moteur qui est presque toujours horizontal.

Quo qu'il en soit, cette disposition de mouvement a été adoptée non-seulement dans plusieurs machines anglaises, mais encore dans celles construites, soit par M. Cavé, soit par M. Pauwels, qui en occupent plusieurs, et par bien d'autres constructeurs.

L'arbre vertical R est renflé en deux points correspondants aux extrémités du pignon Q pour en simplifier l'alésage et l'ajustement; à sa partie supérieure, cet arbre porte un *cône* S ou poulie à sept diamètres, fondu d'une même pièce et tourné extérieurement. Pour qu'il soit suffisamment maintenu, le constructeur a eu le soin d'ajuster, dans l'intérieur de la poulie la plus grande, un plateau mince en fonte T, dont le moyeu percé et alésé, comme la poulie la plus petite du même cône, est ouvert au diamètre de l'arbre où il est retenu par une clé à demeure. Un cône semblable, mais dans une situation renversée par rapport à celui-ci, est monté sur l'arbre intermédiaire dont nous parlions plus haut; cet arbre est porté, soit par une colonne, soit par un pilastre, un poteau ou un mur de l'atelier,

Cette grande variété de diamètres, sur les mêmes pièces, permet d'obtenir, comme on le voit, bien des vitesses différentes qu'il importe d'avoir, d'ailleurs, dans toute machine à percer ou à aléser, sans quoi on serait souvent dans l'impossibilité d'y travailler certaines pièces qui pourraient l'être aisément si l'on pouvait donner à l'outil la vitesse rotative convenable.

Il en est, en effet, de cette machine comme de toutes les machines-outils en usage pour travailler les métaux. Il faut que la marche de l'outil, comme un foret, un burin, une lame, ne soit ni trop petite ni trop grande, parce que, si elle est trop faible, on ne fait pas assez d'ouvrage dans un temps donné; si elle est trop considérable, le travail est moins bien fait, l'outil s'échauffe et s'émousse plus rapidement.

Il est aisément de voir déjà quelles sont les vitesses de rotation que l'on pourra successivement transmettre à l'arbre R, et par suite à l'alésoir, en admettant la vitesse de l'arbre intermédiaire constante. Observons d'abord que les diamètres des poulies qui composent le cône S sont :

0^m 125, 0^m 175, 0^m 225, 0^m 275, 0^m 325, 0^m 375, 0^m 425.

Les diamètres des poulies du cône de commande sont respectivement semblables, mais nous avons dit que ce cône était renversé, et que par conséquent le plus grand correspond au plus petit du premier.

Ainsi les rapports entre les différentes poulies correspondantes doivent être établis de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 0^m 425 : 0^m 125 &= 3,50 : 1 \\
 0^m 375 : 0^m 175 &= 2,14 : 1 \\
 0^m 325 : 0^m 225 &= 1,44 : 1 \\
 0^m 275 : 0^m 275 &= 1,00 : 1 \\
 0^m 225 : 0^m 325 &= 0,69 : 1 \\
 0^m 175 : 0^m 375 &= 0,47 : 1 \\
 0^m 125 : 0^m 425 &= 0,29 : 1
 \end{aligned}$$

Par conséquent, pour un tour de l'arbre intermédiaire, l'arbre vertical R pourra successivement faire 3.5 tours, ou 2.14, 1.44, 1, 0.69, 0.47, et 0.29.

Et comme les diamètres primitifs de la roue P et de son pignon sont :

$$\begin{aligned}
 0^m 750 \text{ et } 0^m 152, \\
 \text{et leur rapport} &= 4,93 : 1,
 \end{aligned}$$

il est évident que les vitesses correspondantes de l'alésoir ou du porte-alésoir pourront être approximativement, pour une révolution de l'arbre intermédiaire,

$$\begin{aligned}
 3,50 : 4,93 &= 0,69 \\
 2,14 : 4,93 &= 0,43 \\
 1,44 : 4,93 &= 0,29 \\
 1,00 : 4,93 &= 0,20 \\
 0,69 : 4,93 &= 0,14 \\
 0,47 : 4,93 &= 0,09 \\
 0,29 : 4,93 &= 0,06
 \end{aligned}$$

Or, en connaissant la marche régulière que doit avoir l'arête travaillante d'une lame destinée à aléser une pièce de métal quelconque, il devient facile de déterminer le nombre de tours que devra faire l'arbre intermédiaire de commande pour transmettre au porte-lames une vitesse relative convenable.

Nous avons pensé qu'il serait sans doute de quelque utilité de faire des expériences à cet égard, et comme nous en avons facilement trouvé l'occa-

sion, nous en avons profité, et nous nous proposons d'en faire connaître les résultats à la suite de cette description.

DES FORETS ET DES LAMES. — Lorsqu'on se propose de forer sur cette machine un premier trou dans une pièce de fer, de cuivre ou de fonte, qui n'est pas encore percée, on se sert d'une mèche triangulaire ou *foret à langue d'aspic*, semblable à celui représenté en H' (*Voy.* le détail, fig. 12, pl. 31). Cette mèche est ajustée dans le bout alésé de l'arbre principal G , et y est retenue par une vis de pression; elle ne doit être employée que pour percer des trous qui ne demandent pas une précision extrême, et dont le diamètre ne dépasse pas 40 millimètres. La forme à donner à ces sortes de forets n'est pas indifférente, et il y a encore bien des ouvriers qui n'en comprennent pas les effets. L'angle que doivent faire les deux arêtes coupantes n'est pas arbitraire. On conçoit, en effet, que si cet angle est trop aigu, la mèche tend à pénétrer trop facilement dans la matière, elle s'y engage et peut se rompre au moindre effort; si, au contraire, l'angle est trop ouvert, trop obtus, le foret mord moins, et, ce qui est surtout à remarquer, il tend plus à se dévier pendant le forage. Il est, en général, convenable de faire en sorte que cet angle soit à peu près droit, et par conséquent que les arêtes tranchantes soient inclinées à 45 degrés avec l'axe vertical du foret.

Il faut aussi que l'épaisseur de la mèche soit bien proportionnée avec son diamètre; cette épaisseur doit être plus faible au milieu que sur les côtés, parce qu'il se fatigue évidemment bien moins au centre que vers le plus grand diamètre, où les points travaillent davantage, puisqu'ils ont bien plus d'espace à parcourir et plus de résistance à vaincre. En réduisant l'épaisseur vers la pointe, on diminue le frottement, le foret coupe mieux et tend plus à se maintenir au centre du trou. Il est aisé de voir que la courte arête, formée par l'intersection des deux facettes inclinées de la mèche, doit être une ligne horizontale, et que plus on diminuera l'épaisseur en cette partie, plus cette arête sera courte: mais cependant on ne peut pas trop la réduire, car alors la pointe deviendrait trop faible. On ne saurait trop apporter de soin dans la confection de ces outils, en général, non-seulement pour obtenir de bons résultats, mais encore pour ne pas en perdre souvent en aussi grande quantité.

Lorsqu'un trou ne doit pas traverser la pièce, et qu'il doit être terminé dans le fond par une forme sphérique, on donne à la mèche une coupe demi-circulaire, comme elle est représentée en H^2 (fig. 12); les côtés tranchants doivent également être disposés en biseau, ou légèrement en pente, pour que les arêtes qui travaillent restent seules en contact avec la surface du trou.

Quand une première ouverture est déjà faite dans la pièce et qu'on veut

l'agrandir, il faut l'aléser. On se sert à cet effet d'un porte-lames, semblable à celui représenté en H (fig. 1 et 3, pl. 30). Ce porte-lames est en fer, ajusté à la partie inférieure de l'arbre vertical G, et retenu, soit par une vis de pression, soit plutôt par une clavette ; dans ce dernier cas, il est bon que le trou pratiqué dans cet arbre soit légèrement conique, afin que la clavette, en serrant, tende à faire appliquer l'embase du porte-lames contre l'extrémité de l'arbre, comme l'indique la fig. 13, pl. 31. La mèche ou la lame propre à l'alésage est tirée d'un morceau d'acier fondu méplat, auquel on donne la forme indiquée sur une grande échelle, dans les détails fig. 11^e ; les côtés latéraux et le côté inférieur horizontal doivent être légèrement en biseau, comme le montre bien cette figure, sur laquelle on peut reconnaître, par la flèche, le sens suivant lequel elle doit tourner pendant le travail ; ce n'est donc que par les arêtes saillantes les plus avancées qu'elle coupe la matière.

Il est bien préférable de disposer les lames ainsi, pour les faire travailler à la fois des deux bouts, ce qui, à la vérité, exige d'en avoir une grande collection, pour toutes les variations de trous que l'on peut avoir à aléser. La mèche est fixée dans son porte-lames par une vis de pression latérale et une clé de serrage au-dessus. Il est évident qu'un même porte-lames peut suffire pour plusieurs mèches de différentes grandeurs ; cependant, pour qu'ils ne s'écartent pas trop des dimensions voulues, il est nécessaire d'en avoir de différents calibres.

DE LA PRESSION OU DE LA MARCHE RECTILIGNE DE L'OUTIL. — La descente verticale du porte-lames est nécessairement proportionnelle à sa vitesse de rotation, et par conséquent en raison inverse des diamètres des trous à percer ou à aléser. Cette marche rectiligne, ou la pression de l'outil, est déterminée par le mouvement même de l'arbre principal G, sur lequel on a placé une poulie à deux diamètres O, en bois, mais montée sur une douille en fonte à rebord supérieur. Cette poulie n'est solidaire avec l'arbre que par une clé à talon qui fait qu'elle se trouve entraînée dans sa rotation, mais elle ne peut monter ni descendre avec lui, parce qu'un galet mobile t, porté par un tourillon qui est adapté à l'équerre en fer u (fig. 1), s'appuie contre le bord circulaire qui termine la douille. Une courroie très-étroite transmet le mouvement de cette poulie à une autre semblable N, à trois diamètres, et fixée sur l'axe vertical M. La partie inférieure de cet axe porte un très-petit pignon droit p, que l'on peut faire engrener avec une roue correspondante L, à denture fine et en fonte. Cette dernière est, à son tour, assujettie sur la tige cylindrique en fer K, qui est filetée, dans une partie de sa longueur, à pas triangulaires très-fins.

On voit déjà que le mouvement de rotation transmis à l'axe M, se communique avec une vitesse beaucoup plus petite, à cette vis K, qui, formant

collet dans la traverse horizontale B, oblige par cela même l'écrou mobile en fer *n*, à monter ou à descendre, suivant le sens dans lequel elle tourne. Or cet écrou *n* porte, sur deux points diamétralement opposés, deux tourillons qui s'assemblent, par articulation, à la partie supérieure de deux tiges méplates en fer *m*, lesquelles se réunissent de même, par le bas, aux deux balanciers I. Ces deux balanciers, situés dans des plans verticaux et parallèles, ont leur point d'appui sur des tourillons adaptés à la bague en fonte J, qui, comme les traverses dont il a été parlé, est maintenue contre l'une des colonnes par deux vis de pression; des entretoises ou boulons à embases et à écrous *l*, tiennent les balanciers à distance et parallèles dans leur mouvement; à leur milieu sont adaptées les tringles *k*, qui s'élèvent à très-peu près verticalement jusqu'au sommet de l'arbre G, où elles sont réunies par une barre horizontale en fer *j*. Cette barre porte à son centre un goujon en acier *f*, dont une extrémité pénètre dans l'arbre, et s'y trouve fixée par une goupille, afin de tourner avec lui pendant l'action de la machine.

La tête ronde de ce goujon est maintenue appuyée sur la barre horizontale *j*, par une vis à tête quarrée *g*, taraudée au centre d'une petite traverse supérieure en fer *h*, que des boulons *i* tiennent suspendue à la barre inférieure *j*. De cette sorte, on peut aisément concevoir que, lorsque l'appareil fonctionne, l'écrou mobile *n*, qui, par la vis de rappel *k*, est forcé de descendre, fait marcher dans le même sens le balancier I, par suite les tringles *k*, les traverses *h* et *j*, et par conséquent l'arbre G est aussi contraint de suivre le mouvement descensionnel, dans une proportion relative, proportion qu'il est, du reste, facile de déterminer.

En effet, remarquons que le pignon *p* et la roue L sont dans le rapport inverse de 5,2 : 1, et admettons que les deux diamètres 0^m 220 et 0^m 170 de la poulie O, puissent successivement commander les trois diamètres 0^m 200, 0^m 160 et 0^m 100 de la poulie correspondante N, il est évident que nous pourrons établir les rapports de vitesse suivants :

$$0^m 170 : 0^m 200 = 0,85 \text{ et } 0,85 : 5,2 = 0,163$$

$$0^m 170 : 0^m 160 = 1,06 \text{ et } 1,06 : 5,2 = 0,204$$

$$0^m 170 : 0^m 100 = 1,70 \text{ et } 1,70 : 5,2 = 0,327$$

$$0^m 220 : 0^m 200 = 1,10 \text{ et } 1,10 : 5,2 = 0,211$$

$$0^m 220 : 0^m 160 = 1,37 \text{ et } 1,37 : 5,2 = 0,263$$

$$0^m 220 : 0^m 100 = 2,20 \text{ et } 2,20 : 5,2 = 0,423$$

Or le pas de la vis de rappel K est de 2,5 millim., et les distances respectives du point de suspension des tiges méplates *m* et de celui des tringles *k*, au point d'appui ou au centre fixe des balanciers I, sont de 1^m 58 et

0° 99, la marche descensionnelle de l'arbre G est proportionnellement moindre que celle de l'écrou articulé *n*; on trouvera donc les pressions successives correspondantes aux vitesses précédentes, par les relations :

$$\begin{array}{rcl}
 & \text{mil.} & \text{mil.} \\
 0,163 \times 2,5 \times 0,626 & = 0,25 & \\
 0,204 \times 2,5 \times 0,626 & = 0,32 & \\
 0,327 \times 2,5 \times 0,626 & = 0,51 & \\
 0,211 \times 2,5 \times 0,626 & = 0,33 & \\
 0,263 \times 2,5 \times 0,626 & = 0,41 & \\
 0,423 \times 2,5 \times 0,626 & = 0,67 & \\
 \end{array}$$

Ainsi, par la combinaison existante, on voit que la plus faible pression de l'outil est de 1/4 de millim. par révolution de l'arbre, ce qui est convenable pour aléser des pièces de fer, ou même des pièces de fonte raide; et la plus grande pression est de 67/100 ou 2/3 de millim.; cette dernière pression ne peut être employée que pour forer ou aléser des matières très-douces ou très-tendres. Comme dans diverses circonstances il est souvent utile de faire marcher l'outil avec une pression extrêmement faible, il faudrait alors augmenter les diamètres de la poulie N.

Pour pouvoir remonter l'arbre, quand l'alésage ou le forage d'une pièce est terminé, on conçoit qu'il suffirait de faire marcher la vis de rappel en sens contraire; mais comme ce moyen serait fort long, le constructeur a placé à la partie inférieure de la tige cylindrique K une petite manivelle *o*, par laquelle on lui imprime un mouvement de rotation très-rapide, qui détermine l'élévation du porte-lames. Mais il faut évidemment que la machine soit arrêtée, et que, de plus, l'axe M ne soit pas entraîné dans la rotation de la vis; il suffit pour cela de débrayer le pignon *p*, ce qui est extrêmement facile, parce que le pivot de l'axe M porte sur une pièce en fer *q*, qui n'est tenue à la traverse inférieure C que par un boulon (Voy. fig. 8 et 9). Cette pièce se termine par une poignée à l'aide de laquelle on peut faire engager l'espèce de dent qui est ménagée au-dessous dans l'une des deux encoches arrondies pratiquées vers l'extrémité d'un ressort *r* (fig. 10). Ainsi, tant que la dent de la pièce *q* reste engagée dans la première encoche de ce ressort, le pignon *p* reste embrayé avec sa roue L; mais si, au moyen de la poignée, on transporte cette même pièce dans la deuxième encoche, on conçoit que le pignon est aussitôt débrayé, son axe devient libre, et la roue tourne sans l'entraîner dans son mouvement. Cette disposition fort simple est aussi très-commode, et ne prend que fort peu de temps pour opérer le changement demandé.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES. — Sur une machine à percer et à aléser, établie chez M. Cartier, d'une construction analogue à celle que l'on vient d'étudier, mais de moindre force, car l'arbre principal ne porte que 0^m 080 de diamètre, au lieu de 0^m 092, nous nous sommes attaché à constater, dans bien des circonstances, le travail obtenu et les vitesses relatives aux dimensions des pièces travaillées. Nous allons résumer quelques-unes des expériences que nous avons faites sur cet objet.

Dans une première expérience, une roue d'angle en fonte douce, placée sur le plateau de la machine, a été alésée à 0^m 078 de diamètre, le trou primitif venu à la fonte était de 0^m 072 moyennement, il y avait donc 3 millim. de matière à enlever de tout côté. La vitesse du porte-lames était de 15 révolutions par minute, la lame était disposée pour travailler des deux bouts; mais vers l'une des extrémités, elle coupait par l'arête horizontale inférieure et ne touchait pas la paroi du trou par l'arête latérale, tandis qu'à l'autre extrémité l'angle ne touchait presque pas, mais l'arête latérale finissait la surface inférieure de l'ouverture qui, de cette sorte, devint lisse et polie comme une glace. En 100 minutes, l'outil descendit de 0^m 117, c'est-à-dire de 1^{mil.} 17 par minute, ou environ 8/100 de millim. seulement par révolution. Avec cette pression, la vitesse à la circonférence de la lame était de

$$0^m 078 \times 3,1416 \times 15 : 60 = 0^m 061 \text{ par } 1''.$$

Dans une autre expérience, une pièce en fonte ouverte brute à 0^m 044 de diamètre fut alésée à un diamètre de 0^m 056, dans une profondeur de 0^m 06 en 60 minutes. La pression ou la descente de l'outil était donc de 1 millim. par minute ou moins de 6/100 de millim. par révolution, et cependant la vitesse à la circonférence extérieure de la lame qui travaillait des deux bouts n'était pas de plus de 0^m 05 par seconde; il est vrai de dire que la fonte était raide et que la surface du trou alésé était d'un poli extrême; l'outil avait à couper sur une largeur de 6 millim.

Sur la même machine il a aussi été alésé un pignon droit en fonte percé brut à 0^m 092; le diamètre de l'ouverture après l'alésage était de 0^m 113, ce qui donnait 5 1/2 millim. de largeur de fonte à enlever. En 7 heures, l'alésage fut terminé sur une profondeur de 0^m 210, ce qui correspond à une pression moyenne de 1/2 millim. par minute; pendant ce temps la vitesse du porte-lames était de 9 tours: ainsi l'espace parcouru par seconde à la circonférence extérieure de la lame était de 0^m 053, et la pression n'était pas

de 6/100 de millim. par révolution. Le trou était exactement cylindrique et d'une surface parfaiteme^tnt unie.

Pour peu que l'on examine ces résultats, on peut remarquer que la vitesse à la circonference d'une lame qui alèse en travaillant des deux bouts est de 5 à 6 centimètres par seconde. Cette vitesse, comparée à celle des alésoirs propres à l'alésage des cylindres de machines à vapeur, est réelle-
ment trop considérable, car on estime alors que la vitesse des lames n'est pas de plus de 30 à 35 millim. par seconde. Mais il faut dire que dans ces alésoirs les outils travaillent avec une pression de 1/4 à 1/3 de millim. et quelquefois plus, tandis que dans la machine actuelle, la pression a tou-
jours été au-dessous de 1/10 de millimètre.

Nous devons observer aussi qu'en général un alésage est d'autant plus parfait, que la pression de l'outil est moindre, ce qui se conçoit tout naturellement; or chez M. Cartier, qui tenait toujours à obtenir des pièces alé-
sées avec la plus grande précision, parce qu'il sait que plus une pièce est bien cylindrique, mieux elle porte sur l'arbre qui doit la recevoir, on pré-
férera^t passer un peu plus de temps à l'alésage, et donner moins de pression aux lames. Disons encore que l'on ne fait presque toujours qu'une seule passe pour ouvrir une pièce au diamètre convenable, et que pour en obtenir une surface aussi unie, aussi lisse, et surtout aussi parfaiteme^tnt cylindrique, il faut faire faire moins de travail à l'outil. Quand la pression est de 1/3 à 1/2 millim., il est rare qu'il ne faille pas faire une seconde passe.

Pour percer des pièces sur cette machine, il est prudent de donner au foret une vitesse proportionnellement plus faible que celle que l'on peut se permettre dans l'alésage, malgré la faible pression, parce qu'il s'échauf-
ferait trop rapidement. Ainsi, pour forer un premier trou de 30 millim. de diamètre, on ne faisait faire à la mèche, sur la machine de M. Cartier, que 25 révolutions par minute, et elle descendait avec une pression de 9/100 de millim. par chaque révolution.

Pour forer des trous de 25 millim. de diamètre et au-dessous, il est pré-
férable d'employer de simples machines à percer à mouvement continu,
mais beaucoup plus légères. On conçoit aisément que dans la machine actuelle le poids seul de l'arbre deviendrait trop considérable, et ne permettrait pas de se servir de petits forets sans risquer de les rompre, et d'ailleurs le mouvement de rotation ne pourrait pas être assez rapide, et la pression ne pourrait pas être assez faible. Il ne faudrait pas non plus aléser des ouvertures au-dessus de 0^m 22 de diamètre, parce que les lames trem-
bleraient, *brouteraient* pendant l'opération, et les surfaces ne seraient pas bien alésées.

CHARIOT APPLIQUÉ A LA MACHINE,
POUR RABOTER CIRCULAIREMENT.

Pour compléter les documents que nous avons à donner sur cette machine, nous avons ajouté le double chariot horizontal représenté sur les fig. 15 et 16, pl. 31. Ce chariot est adapté à l'arbre alésoir, et est destiné à dresser horizontalement la surface de certaines pièces que l'on ne pourrait pas commodément faire sur le tour, comme, par exemple, pour dresser la tête d'une bielle de machine à vapeur; et d'ailleurs ce chariotage évite dans certains cas un déplacement et le remontage de la pièce sur le tour. Ainsi, pour la manivelle que nous avons figurée sur le dessin (fig. 1 et 6), on peut, après avoir effectué l'alésage des deux trous, en dresser la surface extérieure sur la machine même, et ne pas être dans l'obligation de la transporter sur le plateau d'un tour. Nous croyons que c'est M. Cavé qui, le premier, a fait cette heureuse application d'un chariot marchant circulairement à l'arbre vertical d'une machine à aléser; il y a déjà bien des années qu'il en fait usage, et c'est chez ce constructeur que nous avons relevé celui qui est représenté pl. 31.

Ce chariot est, du reste, d'une grande simplicité. Il se compose de deux branches en fonte V, qui s'assemblent entre elles par des boulons, et qui s'adaptent à la partie inférieure de l'alésoir G, par une clavette méplate en fer, afin d'être entraînées dans le mouvement de rotation imprimé à celui-ci. Dans l'intérieur de ces branches sont logées des vis de rappel X, à filet très-fin, et qui portent chacune à leur tête une étoile Z (fig. 18) à six ou huit rayons; ces étoiles rencontrant, dans le mouvement de rotation du chariot, un obstacle que l'on a préalablement fixé au plateau D de la machine, tournent sur elles-mêmes d'une certaine quantité, et par suite font tourner avec elles les vis de rappel d'une quantité correspondante, et qui n'est toujours que d'un sixième ou d'un huitième de révolution.

Une pièce en fer Y, que nous pouvons appeler le porte-outil, est traversée par l'une des vis de rappel, à laquelle elle sert d'écrou, et comme elle est exactement ajustée dans l'intérieur de la branche V, qui a été dressée à cet effet, elle est forcée de marcher, quand la vis tourne, soit vers le centre du plateau, soit au contraire vers la circonférence. L'outil en acier fondu z, qui doit raboter, est fixé à la partie inférieure de la pièce V, au moyen de deux vis de pression. Quand on s'attache peu à la forme de l'outil, on le prend dans la barre d'acier même, que l'on courbe et dont on affûte l'extrémité en grain d'orge ou en crochet.

AVANTAGES DE LA MACHINE.

Les avantages d'une telle machine sont incontestables, non-seulement par la facilité avec laquelle on peut assujétir les pièces sur le plateau, mais encore par l'économie de main-d'œuvre qu'elle procure. Ainsi, puisque la machine travaille seule dès que la pièce est placée, et que la marche de l'outil est réglée, un homme de peine un peu intelligent peut suffire pour la surveiller, pour préparer les pièces, les cintrer; et lorsque l'épaisseur de ces pièces est assez considérable (et il est rare qu'elle ne soit pas au moins de plusieurs centimètres), cet homme peut aisément, après quelque habitude, conduire à la fois deux machines semblables. Si à ces avantages on ajoute celui de pouvoir, avec la simple addition du chariot qui vient d'être décrit, raboter les surfaces extérieures des pièces qui ont été alésées, on pourra dire sans crainte qu'une telle machine devient indispensable dans les ateliers de construction.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 30 ET 31.

Pl. 30, fig. 1^{re}. Coupe verticale par l'axe de la machine, faite suivant la ligne 1-2 des plans, fig. 4, 5 et 6.

Fig. 2. Coupe transversale faite suivant la ligne 3-4.

Fig. 3. Autre coupe transversale par l'axe du porte-lames, suivant la ligne 5-6.

Pl. 31, fig. 4. Plan vu en dessus de la machine.

Fig. 5. Section horizontale faite à la hauteur de la ligne 7-8, fig. 1^{re}.

Fig. 6. Deuxième section parallèle à la précédente, suivant la ligne 9-10 de la même figure.

Fig. 7. Détails de l'une des brides qui assujétissent la pièce à percer sur le plateau de la machine.

Ces diverses figures sont représentées à l'échelle de 1/15^e.

Fig. 8. Plan des deux engrenages qui font marcher la vis de rappel par laquelle se détermine la pression du porte-lames.

Fig. 9. Coupe verticale par l'axe du pignon suivant la ligne 11-12.

Fig. 10. Élévation d'un fragment de la traverse en fonte qui porte les engrenages.

Ces trois figures sont dessinées à l'échelle de 1/5^e.

Fig. 11. Détails aux 3/10 d'exécution, de l'une des lames d'acier employées dans l'alésage des pièces.

Fig. 12. Vues en élévation de deux mèches en acier servant à percer, dessinées à l'échelle de 1/10^e.

Fig. 13 et 14. Projections du porte-lames et d'une lame à aléser.

Fig. 15 et 16. Plan et coupe verticale par l'axe d'un chariot double appliquée à l'arbre de la machine pour raboter circulairement les surfaces des pièces de métal.

Fig. 17. Coupe transversale de ce chariot, faite suivant la ligne 13-14.

Fig. 18. Vue par le bout de ce chariot, pour montrer la forme de l'étoile qui fait marcher la vis de rappel.

Ces figures sont à l'échelle de un décimètre par mètre.

Nous avons publié dans le III^e volume de ce recueil une machine à percer et à aléser verticale, à plateau tournant, montant ou descendant à volonté, système qui paraît adopté aujourd'hui dans un grand nombre d'établissements.

Nous donnons aussi dans les II^e, IV^e et VI^e volumes des détails sur des tours à chariot, servant aussi bien à l'alésage qu'au tournage des métaux.



MACHINE A VAPEUR

A ROTULE,

A HAUTE PRESSION ET A SIMPLE EFFET,

AVEC APPLICATION DE LA DÉTENTE, PAR M. C. F.,

ET CONSTRUISTE DANS LA MAISON

DEROSNE et CAIL, à Paris.

(PLANCHE 32.)

La variété des systèmes de machines à vapeur est tellement grande aujourd'hui qu'il serait difficile de les énumérer, et plus difficile encore d'en donner des dessins détaillés; aussi nous n'avons point la prétention de faire connaître toutes celles en usage. Cependant lorsqu'il s'en rencontre qui, par leur originalité, par leur simplicité ou leur mode de construction, méritent de l'intérêt, nous croyons devoir les publier, soit afin d'en faire ressortir les avantages ou les inconvénients, soit afin de montrer les applications plus ou moins heureuses qui en ont été faites. Mais, hâtons-nous de le dire, nous ne sommes pas toujours partisan des machines les plus simples, quoiqu'elles soient, en général, plus faciles et plus économiques à établir. Dans les machines à vapeur surtout, il y a d'autres considérations que celles du prix de revient qui ne doivent pas l'emporter sur celui-ci, et qui, avant leur établissement, doivent être sérieusement examinées.

Nous essaierons, après cette description, de donner quelques chiffres qui pourront nous aider à faire voir qu'il serait souvent préférable d'adopter un système plus compliqué, plus dispendieux d'achat, mais qui produirait des économies notables sur la consommation du combustible, ou qui serait plus avantageux sous le rapport de la régularité de la marche et de l'entretien. Cependant, comme dans bien des localités il importe d'avoir des appareils simples, peu coûteux, il est de notre devoir de faire connaître les divers systèmes qui peuvent, dans chaque cas, trouver leur application.

C'est surtout dans les machines à haute pression que les constructeurs

ont cherché à apporter des modifications qui en rendent l'exécution plus facile, plus commode. Parmi les systèmes en usage, nous pouvons mentionner :

- 1^o Les machines à cylindre fixe, avec ou sans balancier, avec ou sans parallélogramme, à directrices ou à galets ;
- 2^o Les machines à cylindre mobile, oscillant soit par le milieu, soit par l'une ou l'autre de leurs extrémités ;
- 3^o Les machines à rotule, que nous nous proposons de faire connaître dans cette livraison ;
- 4^o Enfin les machines à rotation immédiate, système depuis longtemps bien étudié, et qui est encore fort peu répandu.

La machine à rotule est due à M. C. F., et est construite dans les ateliers de MM. Derosne et Cail, qui s'occupent spécialement des appareils relatifs à la fabrication du sucre. Les moteurs établis sur ce système, depuis six années seulement, composent ensemble une puissance de plus de 400 chevaux ; ils sont généralement de petites dimensions : ainsi on en compte un grand nombre depuis la force de 1 cheval jusqu'à celle de 10 chevaux ; il en existe de 12 et même de 16 chevaux. La plus grande partie est appliquée à des sucreries, des raffineries, ou des fabriques de produits chimiques.

Nous sommes persuadé que l'inventeur, en composant cette machine pour la première fois, ne pensait pas qu'il en ferait plus tard une espèce de fabrication. Amené bientôt, par une suite de circonstances, à en faire diverses applications, il a dû apporter à son idée primitive des perfectionnements notables qui n'ont pas peu contribué à la faire adopter. En mécanicien intelligent, qui sait étudier les inconvénients et les avantages d'un nouvel appareil, il a su ménager les uns et prévenir les autres. De sorte que si la machine à rotule n'a pas conservé toute sa première simplicité, on peut dire cependant qu'elle est aujourd'hui bien améliorée, et qu'elle n'en doit pas moins être regardée comme l'un des systèmes les plus simples dont on ait fait usage jusqu'ici.

Le principe de la machine à rotule, telle qu'elle a été conçue en origine, consiste dans l'oscillation du cylindre à vapeur sur une surface sphérique fixe, percée de deux orifices pour l'entrée et la sortie de la vapeur. Comme ces orifices étaient très-rapprochés, on reconnut qu'après un certain temps de travail il se produisait des fuites. Mais depuis, l'auteur est arrivé à éviter cet inconvénient, en combinant la distribution différemment, tout en conservant pourtant le même système de rotule. Ainsi l'introduction de la vapeur se fait aujourd'hui par une soupape qui s'ouvre seulement pen-

dant une partie de la course ascendante du piston, et qui, par suite, opère comme un tiroir de détente. La sortie de vapeur s'effectue par une ouverture entièrement séparée de l'orifice d'introduction, avec lequel elle ne peut jamais être en communication. Cette ouverture est aussi beaucoup plus grande que celle d'entrée, d'où il résulte que l'échappement peut se faire très-rapidement ; elle est d'ailleurs ouverte ou fermée alternativement par une glissière ou tiroir fixe, pendant la mobilité du cylindre.

L'introduction de la vapeur n'a jamais lieu que sur un côté du piston, de bas en haut ; l'autre côté est toujours en communication avec l'air extérieur. La machine marche alors à *simple effet* (1), comme les machines dites *atmosphériques*. Cette disposition, tout en permettant de simplifier la construction de l'appareil, présente l'avantage de vérifier, à chaque instant de la marche, s'il existe des fuites de vapeur, soit par le piston, soit par la distribution ; il n'en peut être de même dans les machines à double effet. Il est vrai qu'alors, pour obtenir la même régularité de mouvement que donnent ces dernières, on est dans l'obligation d'augmenter sensiblement les dimensions du volant. Comme la détente est appliquée à la machine, elle ne doit pas consommer plus de combustible que celles qui marchent à la même pression, sans condensation et avec le même degré de détente. On a toutefois objecté que la consommation devait être nécessairement plus grande à cause du refroidissement que le cylindre éprouvait par l'air extérieur introduit à chaque coup de piston ; refroidissement qui tend évidemment à condenser une partie de la vapeur affluant sous le piston. L'auteur en a prévu les conséquences en enveloppant le cylindre d'une chemise en tôle ou en cuivre, et en permettant à la vapeur sortant de se rendre, en partie, par cette enveloppe, au-dessus du piston. Cette addition ne remédie pas au refroidissement, parce que la vapeur, ainsi en contact avec l'air extérieur, ne peut pas être à une haute température.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE A ROTULE.

PLANCHE 32.

DU CYLINDRE A VAPEUR ET DE SA ROTULE.— Dans cet appareil, le cylindre à vapeur A, vu en coupes verticales sur les fig. 1 et 2, est, comme dans la plupart des machines à vapeur, ouvert aux deux extrémités et alésé intérieurement. Mais les couvercles qui ferment ce cylindre sont loin de présenter la même disposition que celle généralement adoptée. Ainsi, le

(1) On sait qu'une machine à vapeur à *double effet* est celle dans laquelle l'introduction se fait alternativement en dessus et en dessous du piston ; par conséquent le haut et le bas du cylindre sont successivement en communication soit avec l'air extérieur soit avec le condenseur.

couvercle supérieur L forme une espèce de cloche en fonte, très-élevée au-dessus du cylindre sur le bord duquel il est fixé par des vis, et la boîte à étoupes, dont il est surmonté, renferme une longue douille en bronze o, pour servir à maintenir la tige du piston. Cette disposition est nécessaire quand on ne fait pas l'application d'un galet et de deux guides parallèles, comme ordinairement on le fait dans les machines oscillantes.

Le couvercle inférieur, ou la sphère B, dressé méplat d'un côté pour recevoir la base du cylindre, est tourné sphérique, de l'autre, pour s'ajuster exactement dans une coquille en fonte C, de même forme, et solidement assujettie sur la plaque d'assise en fonte D, qui porte toute la machine. Quoique la bride du cylindre soit intérieure pour se boulonner sur la bride correspondante de la sphère, elle ne gêne en rien son alésage, parce qu'on peut toujours, dans cette opération, faire arriver le porte-lames de l'alésage assez proche de l'extrémité. La coquille étant invariablement fixée, la sphère peut tourner dans son intérieur librement et dans toutes les directions, comme si on la faisait mouvoir autour d'un seul point. C'est à cette combinaison, à ce mode d'assemblage ou de joint mobile que l'auteur a donné le nom de *rotule*; le cylindre à vapeur se meut sur cette rotule, comme s'il oscillait sur le centre commun I. La sphère B, fondue creuse, n'a pas plus de 0^m 02 d'épaisseur, et son diamètre extérieur est de 0^m 40; ce diamètre doit être évidemment proportionnel à celui du cylindre, qui est de 0^m 38 dans la machine actuelle, laquelle est estimée de la force de 10 chevaux. La partie plate et dressée de la sphère est percée de plusieurs orifices qu'il importe de distinguer :

1^o L'orifice rectangulaire a (fig. 2 et 8), qui établit une communication constante entre le cylindre à vapeur et le tuyau coudé g, quelle que soit la position du piston et de la manivelle; ce qui ne veut pas dire, néanmoins, qu'il s'introduise constamment de la vapeur dans le cylindre, car on verra plus loin comment on intercepte les conduits e e, ménagés dans la plaque d'assise et dont le tuyau g est le prolongement.

2^o L'orifice curviligne b, qui donne sortie à la vapeur après qu'elle a produit son action sur le piston, et seulement lorsque celui-ci descend; cet orifice est alternativement ouvert et fermé par un tiroir en fonte J, qui le découvre ou l'intercepte suivant la direction inclinée que prend le cylindre (fig. 3 et 4).

3^o L'orifice rectangulaire d, pratiqué au centre de la même partie plate de la sphère, pour laisser passage au levier fixe H, lequel porte à son sommet le tiroir de sortie J.

La partie inférieure de la sphère est encore percée d'un trou rectangulaire c, correspondant à une ouverture semblable c' pratiquée dans l'épais-

seur de la coquille C, pour, d'une part, donner entrée à l'air extérieur qui doit venir au-dessus du piston, en faciliter le mouvement descensionnel, et, de l'autre, donner issue à la vapeur sortant du cylindre, et dont une partie remonte avec l'air extérieur au-dessus du piston.

Enfin, un dernier orifice *d'* est pratiqué latéralement entre les deux brides de la sphère (fig. 1^{re}), pour établir la communication entre les ouvertures précédentes *b*, *c* et *c'* et l'intérieur de la chemise en tôle ou en cuivre K qui enveloppe le cylindre à vapeur.

Cette chemise est terminée par des rebords en cuivre qui y sont brasés, et par lesquels elle se fixe, d'une part, sur la bride inférieure de la sphère, et, de l'autre, au couvercle du cylindre. Celui-ci est percé, vers son bord supérieur, de plusieurs ouvertures *n*, par lesquelles l'air extérieur et la vapeur sortant peuvent se rendre au-dessus du piston. En origine, l'enveloppe n'existe pas, et l'entrée de l'air se faisait simplement par des orifices pratiqués dans la cloche L, ce qui amenait à dire que les parois du cylindre étaient constamment refroidies pendant la marche de la machine. Avec l'enveloppe, l'auteur a cru pouvoir pallier, jusqu'à un certain point, cet inconvénient, parce qu'elle permet l'introduction de la vapeur sortant avec l'air extérieur.

Il est aisément de voir, par le dessin, que l'objet du levier vertical H est de maintenir le tiroir de sortie J pendant les oscillations du cylindre. Ce levier est monté sur l'axe horizontal en fer I placé au centre même de la sphère.

Ainsi, lorsque, pendant la marche de la machine, le cylindre est obligé de passer de la direction inclinée fig. 3, qui correspond à la position milieu ascendante de ce piston, à celle indiquée figure 4, correspondante à celle descendante de ce piston, le levier fixe H, restant constamment vertical, retient nécessairement le tiroir et l'empêche de s'avancer soit à droite soit à gauche, mais cependant il ne l'empêche pas de suivre les inclinaisons successives de la base du cylindre, avec laquelle le plan de ce tiroir ne cesse de rester en contact; il s'y trouve maintenu par deux ressorts appliqués sous les rebords de deux coulisseaux m (fig. 9), fixés sur la partie plane de la sphère, et entre lesquels le tiroir peut glisser. Il résulte de cette combinaison que tantôt l'orifice *b* est mis à découvert, comme le montre la fig. 4, et permet à la vapeur de s'échapper, et tantôt cet orifice est complètement fermé (fig. 3), pour interrompre toute communication de l'extérieur avec le bas du cylindre.

Le tiroir de sortie J est assemblé avec le sommet du levier H par un coussinet en bronze l, logé dans son intérieur, et formant articulation, de sorte qu'il oscille seulement autour du centre de ce coussinet comme autour d'un point fixe. Les deux orifices d'entrée et de sortie *a* et *b*, étant tout à fait distincts, permettent de rendre l'introduction et l'évacuation de la vapeur

entièrement indépendantes. On peut aussi, par cette disposition, faire en sorte que la section de l'ouverture de sortie soit sensiblement plus grande que celle d'admission, et par conséquent rendre l'échappement de la vapeur très-rapide.

Cette combinaison d'orifices indépendants a déjà été appliquée avec avantage par des mécaniciens très-expérimentés, et qui ont su en reconnaître les bons effets. Ainsi, M. Ph. Gengembre a établi sur cette idée plusieurs machines importantes, parmi lesquelles nous pouvons citer l'appareil du *Vautour*, publié dans le tome *II^e*; de même M. Cavé construit, depuis plusieurs années, toutes ses machines à cylindre oscillant avec des orifices d'entrée et de sortie séparés, et il donne à ceux-ci des dimensions sensiblement plus grandes qu'aux premiers. Nous avons eu l'occasion de vérifier, sur plusieurs des machines de ce constructeur, que la section des ouvertures d'introduction n'est quelquefois pas la 60^e partie de celle du cylindre, tandis que celle des ouvertures de sortie en est souvent la 30^e partie. Quand il en est autrement, il faut de toute nécessité donner aux orifices des dimensions plus considérables. Ainsi, on a vu précédemment que dans les machines à basse pression, on prenait la 20^e ou la 25^e partie de la surface du piston; pour des machines à haute pression on ne compte pas généralement sur plus de 1/35 à 1/40. Toutefois observons bien que c'est pour des machines fixes, à longue course de piston. Il n'en est pas de même des machines locomotives, qui fonctionnant à des pressions de 3 à 4 atmosphères, sont toujours à très-petite course, et marchent de plus à de grandes vitesses; l'aire des orifices, que l'on règle aujourd'hui de manière à être plus grande pour la sortie que pour l'entrée, est alors considérablement augmentée. Nous avons trouvé que dans quelques-unes le rapport était de 1/11 à 1/12, et dans d'autres de 1/15 à 1/16. (Voir la machine locomotive publiée dans les tomes *III^e* et *V^e*, et les notes que nous avons données sur les machines à détente *tom. II^e* et *IV^e*.)

L'axe fixe *I*, qui est supporté en deux points de la *sphère*, se prolonge d'un bout à l'extérieur, pour être embrassé par un collier *k* que l'on a cru, par prudence, devoir appliquer contre la sphère, afin que si, à la mise en marche, on craignait que le cylindre n'eût quelque tendance à se soulever, ce collier pût suffisamment le tenir. Du reste, il paraît que cette précaution est à peu près inutile, car tant que l'arbre de couche *R* reste bien de niveau, et que l'axe du cylindre est dans un plan exactement vertical, le collier n'est pas même touché par le tourillon *I* pendant le mouvement.

SOUAPE DE DISTRIBUTION ET DE DÉTENTE. — La vapeur est amenée du générateur à la machine par un tuyau en cuivre *f*, boulonné contre le bord de la plaque d'assise, à l'extrémité du canal horizontal *e*, qui est venu de fonte avec cette plaque; au milieu de ce canal est une ouver-

ture i' qui s'élève jusqu'à la chapelle en bronze G, laquelle renferme la soupape de distribution. Cette soupape est un tronc de cône en cuivre E, terminé par une base sphérique, qui doit s'appliquer exactement sur son siège de même forme, préparé sur la plaque, à l'entrée de l'orifice circulaire i , à côté de l'ouverture précédente. Lorsque cette soupape est fermée, il n'y a pas de communication entre les deux parties du canal e avec le prolongement duquel se raccorde le tuyau coudé g . Mais, dès que la soupape est soulevée, la vapeur qui arrive de la chaudière peut passer de la première partie du conduit dans la seconde, et par suite s'introduire dans le cylindre. Il ne s'agit donc que de donner à cette soupape un mouvement alternatif, pour permettre l'introduction de la vapeur, ou l'intercepter à propos.

Le moyen employé à cet effet est un excentrique circulaire S, qui, embrassé par une bague en cuivre liée à une longue tringle T, fait monter et descendre successivement l'axe horizontal r , et avec lui la tige de la soupape. Il est évident que si l'admission de la vapeur devait se faire pendant toute la course ascendante du piston, cette soupape devrait être ouverte pendant tout ce temps; mais si, au contraire, on veut marcher à détente, c'est-à-dire intercepter l'entrée de la vapeur en un certain point de la course du piston, au milieu par exemple, il faudra alors que la soupape se ferme en ce point. L'auteur est arrivé à produire cet effet par l'excentrique même, et d'une manière bien simple.

Que l'on conçoive le centre de l'excentrique placé en S' (fig. 11), sur une ligne à 45° , lorsque la manivelle et le piston sont au bas de leur course, et que la machine doit marcher dans le sens indiqué par la flèche; que l'on suppose aussi qu'en cet instant la soupape commence à s'enlever de son siège, parce que préalablement on a réglé le point d'attache de la tige F avec l'axe r , à l'aide de la bride méplate et taraudée s; il est évident que, pendant que le piston montera, l'excentrique fera monter la tringle T, l'axe r , la tige F, et avec elle la soupape E; cette dernière sera à son plus haut point d'élévation, au moment où le centre S' sera arrivé sur la verticale en S², la manivelle aura parcouru un angle de 45 degrés; pendant qu'elle va continuer son mouvement, l'excentrique tournant toujours dans le même sens, son centre arrivera bientôt en S³ sur une ligne perpendiculaire à la première S' R, la manivelle deviendra alors horizontale, le piston sera très-peu au-dessus du milieu de sa course, et la soupape E descendra sur son siège. Il est aisément de reconnaître que si l'on avait voulu détendre plus tôt, il aurait suffi de régler la tige de la soupape de manière qu'elle ne commençât à être soulevée que lorsque le centre de l'excentrique serait au-dessus de S', et par conséquent elle aurait été soulevée à une moindre hauteur, et serait retombée plus tôt sur son siège.

La bride en fer *s*, qui réunit l'axe *r* à la tige de la soupape, présente une coulisse assez grande pour, au besoin, permettre toute la course verticale de cet axe, sans qu'il agisse sur elle ; ce n'est que lorsque le levier excentré *t* vient s'appuyer sur le bout de l'axe, comme l'indique le détail (fig. 10), que la longueur de la coulisse est diminuée, et que, par suite, la bride et la tige *F* sont élevées, pendant le mouvement, d'une quantité correspondante à la hauteur verticale mesurée entre les deux positions *S'* et *S²* du centre de l'excentrique *S* (fig. 11). Ainsi, lorsqu'on veut arrêter la machine, il suffit de faire passer le levier *t* de la position qu'il occupe sur la fig. 10, à droite de cette figure ; de cette sorte on n'a pas besoin d'adapter un robinet d'admission près de la machine. Pour que la soupape *E* redescende sur son siège après qu'elle a été soulevée, comme son propre poids et celui de sa tige ne suffiraient pas, à cause de la pression de la vapeur et du frottement dans la boîte à étoupes *j*, il importe de placer dans sa cage un ressort à boudin qui pèse sur la base supérieure de cette soupape et contre le sommet de la cage : ce ressort n'a pas été représenté sur le dessin fig. 2.

PISTON A VAPEUR ET COMMUNICATION DE MOUVEMENT. — Dans cette machine, le piston à vapeur n'est pas à garniture métallique, comme on le fait généralement dans les machines à haute pression ; l'auteur l'a jugé inutile, parce que, comme la vapeur n'agit toujours que d'un côté, il a reconnu que les tresses de chanvre qui en forment la garniture ne se détériorent pas rapidement, comme dans un appareil à double effet. Sa construction est donc extrêmement simple ; elle se réduit à un disque en fonte *M*, dégorgé extérieurement pour recevoir la garniture, laquelle est pressée par un couvercle de fonte *M'*, percé à son centre d'une ouverture en forme de trèfle.

La tige du piston est une tringle cylindrique en fer *N*, qui est rivée, dans sa partie inférieure, au disque *M*, et qui est filetée à sa partie supérieure, pour, au moyen des deux écrous *p*, faire appuyer le canon en fer étiré *O*, qui l'entoure, sur le couvercle *M'*. A l'extrémité de ce canon est fixé un *trèfle*, ou pièce à trois dents *o'*, qui saillissent sur le couvercle, et opèrent la pression quand on serre les écrous *p*. On peut donc resserrer la garniture du piston sans être obligé d'enlever la cloche *L* qui ferme le cylindre. Lorsqu'il est nécessaire de renouveler la garniture, on peut aisément enlever le couvercle *M'*, en tournant le canon *O* sur lui-même d'une certaine quantité, pour faire tomber les dents de la pièce *o'* dans les trous correspondants du couvercle, lesquels ont été figurés en noir sur le plan (fig. 7) ; la pièce *o'* descend alors avec le canon, et en ramenant celui-ci dans une position analogue à celle qu'il occupait, les dents du trèfle se trouvent sous une partie pleine du couvercle, par conséquent on peut en-

lever celui-ci en enlevant le canon. Par cette disposition le piston ne porte aucun écrou ni boulon.

Le sommet de la tige N est ajusté dans une douille en cuivre P, et tenu par une clavette; cette douille est disposée de manière à permettre un léger mouvement dans le plan vertical passant par l'axe de la manivelle et du volant. A cet effet la douille est en deux parties et renferme, entre ces deux parties, un petit cylindre en acier dont l'axe est justement perpendiculaire à celui du manneton q, qui la réunit à la manivelle; par conséquent si, par un défaut de montage, ou plutôt d'usure inégale des deux tourillons de l'arbre R, la ligne d'axe du cylindre, que nous pouvons appeler la ligne 1-2 (fig. 2), n'était pas dans un plan exactement vertical, la partie inférieure de la douille, celle qui est fixée au sommet de la tige, pouvant facilement osciller autour du petit cylindre qu'elle renferme, ne forcerait pas le manneton q, et l'usure des coussinets qui l'embrassent n'en serait pas moins égale pour cela. Les boulons qui réunissent les deux parties de la douille, et servent en même temps à serrer le chapeau supérieur, ont un peu de jeu dans leurs trous, afin de permettre cette légère déviation qui en résulterait. On peut encore obtenir le même effet en faisant la douille d'une seule pièce, mais en y rapportant un coussinet sphérique, ce qui simplifie la construction.

La manivelle Q est en fonte, et solidement fixée à l'extrémité de l'arbre de couche R qui porte le volant, et qui doit transmettre, par un engrenage, le mouvement de la machine aux appareils à mouvoir. Les coussinets de cet arbre sont en bronze, et portés par les deux grands châssis de fonte V qui forment tout le bâti de la machine. Le mécanicien a souvent construit des appareils sur ce système à rotule, sans bâti en fonte, pour en réduire le prix de revient le plus possible; ainsi il en a établi un grand nombre, mais sur de faibles forces, avec un bâti en bois ou en maçonnerie.

MODÉRATEUR A FORCE CENTRIFUGE. — Dans le tuyau coudé g est appliquée une valve régulatrice a' qui est mue par un modérateur à force centrifuge, comme celui qui a été décrit pl. 18. L'axe vertical Y de ce modérateur se prolonge jusque vers l'arbre de couche par lequel il doit recevoir son mouvement, à l'aide des deux engrenages d'angle y, qui, comme on le sait, doivent être établis dans un rapport inverse des vitesses de rotation des deux arbres. Ainsi, à la vitesse de régime de la machine, le piston donne 30 coups doubles par minute, et la hauteur verticale du point de suspension au plan des boules est à peu près de 0^m 36. On a vu, sur la table relative aux dimensions et vitesses du pendule conique, qu'à cette hauteur doit correspondre une vitesse de 50 révolutions par minute; le rapport des deux engrenages y doit donc être comme les nombres 30 à 50.

La douille mobile z du modérateur est soudée au tube creux en fer Z , qui, à sa partie inférieure, présente une gorge cylindrique, dans laquelle on fait engager un petit bouton attaché à l'extrémité du levier horizontal b' , qui est monté sur l'axe de la valve a' . Ainsi, dans le mouvement ascensionnel ou descensionnel de la douille z , ce bouton s'élève ou s'abaisse, et par suite la valve se ferme ou s'ouvre davantage. Pour régler ce bouton convenablement, d'après la marche de la machine, on a le soin de faire l'extrémité du levier qui le porte à coulisse, et on le retient dans la position qui lui est déterminée par un écrou.

POMPE ALIMENTAIRE ET SON MOUVEMENT. — La pompe qui doit alimenter la chaudière est un cylindre en fonte U' , fixé sur la plaque de fondation, et avec laquelle on a fait venir la chapelle qui renferme les deux soupapes d'aspiration et d'évacuation; on peut ajuster et vérifier ces soupapes en ouvrant un couvercle latéral qui est boulonné sur le côté. Le tuyau coudé u , adapté à la partie inférieure de la chapelle, communique avec un réservoir d'eau froide, ou directement avec le puits, quand celui-ci n'est pas à une profondeur de plus de 3 mètres. Le tuyau supérieur v amène l'eau refoulée par le piston de la pompe dans une espèce de récipient qui reçoit la vapeur perdue, et s'échauffe à une température de 80 à 100 degrés avant de se rendre à la chaudière.

On a déjà pu voir par le dessin, fig. 2, que le mouvement du piston de cette pompe est lié à celui de la soupape d'admission. On a, en effet, placé sur l'arbre de couche du volant deux excentriques semblables et parallèles, embrassés par les bagues des deux tringles T et T' , lesquelles sont réunies, à leur partie inférieure, par le même axe r ; celui-ci porte, d'une part, la tige U du piston, et de l'autre l'extrémité de la bride s . Le constructeur a jugé nécessaire d'appliquer pour ce double mouvement deux excentriques et deux tringles, parce que le centre de la soupape ne pouvant pas être suffisamment rapproché de celui de la pompe, l'axe r aurait trop de portée, et tendrait à fléchir. Pour guider la tige du piston, on a fixé contre le bâti une chaise en fonte x , qui renferme une bague en cuivre alésée, et dans laquelle glisse la partie prolongée de la tige; il faut, à cet effet, pendant le montage de la machine, avoir le soin de bien placer cette bague dans l'axe vertical du corps de pompe.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MACHINE.

La simplicité de construction de cette machine, surtout à son origine, l'a fait adopter dans un assez grand nombre de circonstances. Pour des localités où l'industrie est peu avancée, où les machines ne sont, pour ainsi

dire, pas encore bien comprises, et par conséquent où les ouvriers capables de les conduire, de les réparer, sont extrêmement rares, on conçoit sans peine que l'on doive rechercher les appareils simples, faciles à entretenir, et peu dispendieux d'achat. Sous ce point de vue, la machine à rotule peut être appliquée, surtout établie sur de petites dimensions, c'est-à-dire quand elle ne dépasse pas 8 à 10 chevaux.

Mais il n'en est pas toujours ainsi en industrie : il ne faut pas seulement avoir égard à la simplicité de l'appareil, il faut encore faire entrer en compte la consommation du combustible. Or, il est aujourd'hui un fait bien reconnu, c'est que ce ne sont pas les machines les plus simples de construction, en apparence, celles qui coûtent le moins, qui soient pour cela les plus économiques. Une machine à vapeur peut coûter fort bon marché d'achat, et cependant devenir, au bout de quelques années, plus dispendieuse qu'une autre plus compliquée, et qui aurait coûté davantage en premier lieu. Il est des localités, en France surtout, où le combustible est à un prix extrêmement élevé, et par conséquent l'économie à apporter de ce côté, dans l'emploi d'une machine à vapeur, doit être sérieusement étudiée, avant d'adopter plutôt tel système que tel autre.

Ainsi supposons, par exemple, un établissement situé dans une localité où le charbon revient à 3 fr. 50 c. l'hectolitre du poids moyen de 80 kil., et admettons que cet établissement ait besoin d'une machine à vapeur de la force de 15 chevaux : le chef de cet établissement pourra trouver des machines de cette puissance, avec la chaudière, pour 15,000 fr., mises en place, et d'autres pour 20,000 fr., et même pour 25,000 fr.

Il est évident que la différence énorme existante entre ces différents prix de machines de même puissance, ne résulte pas seulement de la plus ou moins bonne confection, du plus ou moins de soin apporté dans l'exécution des parties les plus importantes et qui fatiguent le plus, mais bien plus encore du système proprement dit de chaque machine, système qui, dans les unes, ne consommera que 3 à 4 kilog. de charbon par heure et par cheval, et dans d'autres en consommera jusqu'à 5 et 6 kilog.

Or, si la machine de 15 chevaux, qui a coûté 15,000 fr., brûle, par exemple, 5 kilog. par heure et par cheval, et qu'elle doive travailler pendant 350 jours de l'année, et 12 heures par jour, on voit que la consommation totale en combustible pendant l'année sera de

$$5 \times 15 \times 12 \times 350 = 315,000 \text{ kilog.}$$

ou environ 3,938 hectolitres,

qui, à 3 fr. 50 c. l'hectolitre, coûteront 13,783 francs.

Si, au contraire, une machine de même force, ayant coûté 25,000 fr.

d'achat, ne consomme par heure et par cheval que 3 kilog. au lieu de 5, la dépense, au bout de l'année, n'aura été que de :

$$3 \times 15 \times 12 \times 350 = 189,000 \text{ kilog.}$$

ou 8,267 francs.

Il y aurait donc une économie sur le combustible de plus de 5,000 fr. par année, par conséquent en deux ou trois ans on aurait récupéré l'excédant du prix de la deuxième machine sur la première, et en moins de six ans on aurait gagné complètement, par cette économie, la valeur de celle-ci, en y comprenant même l'intérêt du capital primitif. Mais cet avantage ne serait pas le seul; nous devons ajouter que la machine établie pour ne brûler que 3 kil. par cheval et par heure, est supposée à moyenne pression, à détente variable, avec condensation, et d'une parfaite exécution; or il est aujourd'hui reconnu que ces machines occasionnent moins de chômage et peuvent marcher avec plus de régularité que les machines à haute pression, sans détente, et même avec détente, mais sans condensation.

Ainsi on voit combien il est important pour un industriel, avant de faire établir une machine à vapeur, de se rendre compte, non-seulement du premier prix d'achat, mais encore de la dépense journalière qu'il sera obligé de faire, et qui doit s'ajouter à l'intérêt du capital primitif.

La machine qui nous occupe est, comme nous l'avons dit, à haute pression, sans condensation, mais avec détente, et à simple effet; elle marche à une pression qui est supposée de 5 atmosphères dans la chaudière; on a vu qu'elle est estimée à la force de 10 chevaux, la détente étant réglée à la moitié de la course du piston.

Les rotules sont toujours faites avec une grande précision à l'aide de supports à chariot fort simples et fort ingénieux que l'auteur a établis à cet effet, et qui marchent directement par les tours mêmes auxquels ils sont appliqués.

Nous devons renvoyer nos lecteurs aux volumes suivants pour les divers autres systèmes de machines à vapeur, ainsi que pour les calculs simples et les tables qui s'y rapportent, principalement ceux qui sont relatifs aux détentes.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 32.

Fig. 1^{re}. Coupe verticale faite par l'axe du cylindre à vapeur, parallèlement au plan du volant, suivant la ligne 1-2 de la fig. 2.

Fig. 2. Seconde coupe verticale faite perpendiculairement à la précédente, suivant la ligne 3-4 de la fig. 1^{re}.

Fig. 3. Fragment de coupe de la rotule du cylindre placé dans une position correspondante à la position milieu ascendante du piston.

Fig. 4. Coupe semblable, le cylindre incliné dans la direction opposée à la précédente, et correspondante à la position milieu descendante du piston.

Fig. 5. Portion de coupe horizontale faite suivant la ligne 5-6 de la fig. 2.

Fig. 6. Section horizontale du cylindre à vapeur, suivant la ligne 7-8 de la fig. 1^{re}.

Fig. 7. Plan vu en dessus du piston à vapeur.

Fig. 8. Projection horizontale de la sphère qui forme la base du cylindre.

Fig. 9. Détails du tiroir de sortie et de ses coulisseaux.

Fig. 10. Tracé de la manette qui débraye la soupape d'admission.

Fig. 11. Tracé géométrique du mouvement de cette soupape.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 5 centimètres pour 1 mètre.

OBSERVATION. — L'auteur de cette machine, ingénieur aussi modeste que recommandable, a désiré conserver l'anonyme dans la publication que nous venons d'en faire, nous avons dû respecter ses intentions. Toutefois nous espérons en parler favorablement à l'occasion d'une machine beaucoup plus importante dont il s'occupe.

Nous faisons connaître dans le v^e volume son système de monte-pains appliqué dans les raffineries de sucre.

RÉGULATEUR A AIR

APPLIQUÉ

AUX ROUES HYDRAULIQUES ET AUX MACHINES A VAPEUR ,

PAR

M. L. MOLINIÉ , de Saint-Pons (Hérault).

SIÉGE DE L'EXPLOITATION :

Chez M. MOLINIÉ , neveu , rue des Trois-Bornes , à Paris.

(PLANCHE 33.)

On sait depuis longtemps combien il est important , dans une foule d'usines , de manufactures , d'avoir une grande régularité dans la marche des appareils qui y sont en activité. Il ne faut pas seulement que les machines conservent leur vitesse normale , quand elles sont toutes en action , mais bien aussi lorsque plusieurs d'entre elles sont arrêtées , et que par suite la résistance devient bien moindre ; il faut nécessairement que la puissance du moteur diminue graduellement afin de maintenir la vitesse de régime.

On conçoit , en effet , que , tant que les efforts à vaincre restent sensiblement les mêmes , ou qu'ils ne varient que dans des instants très-courts , le mouvement peut être suffisamment régularisé par un volant , quand celui-ci a été convenablement calculé. Mais lorsque les résistances sont susceptibles de varier notablement , comme , par exemple , dans une filature de laine ou de coton , dans un atelier de tissage mécanique , etc. , où souvent un grand nombre de métiers sont arrêtés à la fois , il faut évidemment appliquer des appareils qui permettent de réduire proportionnellement la puissance du moteur , si on ne veut pas recourir aux soins de l'ouvrier trop souvent distrait , peu attentif , ou sans l'intelligence nécessaire.

Pour arriver à mettre ainsi la puissance constamment en rapport avec la résistance , on a généralement fait jusqu'ici l'application de l'appareil connu sous le nom de pendule conique ou de modérateur à force centrifuge , semblable à celui que nous avons eu l'occasion de décrire avec la machine à vapeur de Saint-Ouen. Mais , il faut le dire , cet instrument ,

dans un grand nombre de circonstances, n'a pu remplir l'objet d'une manière satisfaisante. Ainsi, appliqué aux roues hydrauliques par des constructeurs de haute capacité, il a été, dans la plupart des cas, reconnu complètement insuffisant, soit parce que son action sur la vanne n'était pas immédiate, soit parce qu'il ne pouvait opérer que dans des limites très-restrictees, soit encore parce que ses oscillations continues ne permettaient pas de maintenir la vanne dans une position convenable (1). Pour les machines à vapeur, cet appareil n'a pas éprouvé les mêmes difficultés, surtout quand on lui a donné des vitesses et des dimensions bien calculées, et il est devenu d'un usage à peu près général. Et, cependant, il est encore loin de satisfaire les manufacturiers, qui ont essentiellement besoin d'une vitesse constante dans le mouvement de leurs métiers.

On conçoit, en effet, que, par la disposition même du modérateur, lorsque par une diminution de résistance, par exemple, les boules s'écartent, la bague mobile qui glisse sur son axe s'élève, et il en résulte le rétrécissement de l'ouverture de la valve par laquelle s'effectue le passage de la vapeur qui se rend au cylindre. Bientôt alors la vitesse de la machine se ralentit; mais, par cela même qu'elle décroît, les boules sont appelées à redescendre, et par suite à agir sur la valve en sens contraire, de sorte que les boules du modérateur sont condamnées à éprouver un combat, pour ainsi dire, perpétuel entre la force centrifuge et la force centripète.

En donnant précédemment le tableau relatif aux vitesses et aux dimensions des modérateurs, nous avons déterminé les différences de hauteur qui correspondent aux variations de vitesse, et on a pu facilement voir que ces différences ne sont pas constantes pour un même nombre de révolutions. Ainsi, dans un pendule ayant moyennement 50,72 centimètres de hauteur verticale, qui correspond à une vitesse de régime de 42 révolutions par minute, on a vu que cette hauteur doit s'élever à 53^e 20, lorsque la vitesse descend à 41 tours, tandis qu'elle s'élève à 55^e 92, quand celle-ci descend à 40 tours. Dans le premier cas, pour l'abaissement d'une révolution, la hauteur verticale est augmentée de 2^e 72; et dans le second, pour le même abaissement, l'augmentation de hauteur est de 2^e 90. Ainsi, pour une même différence dans la vitesse, il n'existe pas une égale différence de mouvement de la bague mobile, et, par suite, le même degré d'agrandissement ou de rétrécissement d'ouverture de la valve modératrice.

Ce n'est pas tout encore: on sait que l'action d'un modérateur, quelles que soient ses dimensions, est extrêmement limitée, et devient même à peu

(1) Il est arrivé plusieurs fois de voir briser les engrenages ou autres organes qui servaient de communication entre le modérateur à boules et les vannes, quand celles-ci rencontraient des obstacles dans leur course, ou bien dans le cas où la force motrice était insuffisante pour donner à la résistance la vitesse de régime.

près nulle dans un grand nombre de cas. Considérons, en effet, le même pendule de $50^{\circ} 72$ de hauteur verticale à la vitesse de régime de la machine à vapeur, et imaginons que la valve se trouve alors dans une position intermédiaire, moitié ouverte et moitié fermée; il est évident que les boules ne pourront se mouvoir que dans une certaine étendue, pour une différence de quelques révolutions en plus ou en moins, c'est-à-dire qu'elles tomberont à leur position extrême, dès qu'il y aura une réduction de vitesse de 3 à 4 révolutions, et qu'elles se trouveront à la position la plus élevée après une égale augmentation de vitesse; et dans ces deux cas extrêmes, la valve sera complètement ouverte, ou complètement fermée.

Or, supposons ce modérateur appliqué à une machine à vapeur de 30 chevaux, destinée à faire mouvoir, au maximum, un ensemble de 120 métiers, qui absorbent toute cette puissance, lorsqu'ils sont réglés à une vitesse de 100 révolutions par minute, la valve étant alors entièrement ouverte. Dès qu'un métier sera arrêté, on comprend que le modérateur devra produire son action, l'ouverture de la soupape devra diminuer, et elle se rétrécira de plus en plus, à mesure que plusieurs des métiers s'arrêteront. Mais admettons, pour un instant, que l'on vienne à dégénérer presque simultanément le tiers ou la moitié des appareils : la résistance active n'étant plus alors qu'environ les deux tiers ou la moitié de ce qu'elle était primitivement, la puissance devrait nécessairement être réduite proportionnellement. Il est évident que le modérateur, dans ces cas, devient tout à fait impuissant pour opérer cette énorme réduction : car, par ce grand abaissement de résistance, il se produit tout à coup une augmentation considérable de vitesse, qui fait éléver les boules à leur plus grande hauteur, auquel cas la valve se ferme entièrement; mais alors, la vapeur étant interceptée, la machine tend à s'arrêter, les boules retombent et font de nouveau ouvrir l'orifice; on voit qu'elles ne peuvent plus opérer dans les limites convenables, sans recourir à la main du chauffeur qui est obligé alors ou de changer la longueur des tiges qui communiquent l'action du modérateur à la soupape, ou d'agir directement sur le robinet d'introduction, moyens extrêmes, qui ne peuvent être regardés comme satisfaisants.

Si à ces inconvénients on ajoute la difficulté de bien calculer les dimensions et les vitesses à donner au modérateur à boules, suivant les circonstances, et de plus l'extrême précision qu'il demande dans l'exécution de toutes ses parties, on comprendra facilement pourquoi, dans un grand nombre d'usines, il n'est d'aucun usage, et à peu près complètement abandonné.

M. Molinié, manufacturier à Saint-Pons, avait reconnu depuis longtemps toutes les imperfections du pendule conique, et s'est occupé de chercher

un appareil qui fût aussi simple de construction, et qui ne présentât pas les inconvénients de celui-ci. Propriétaire d'une filature dans son pays, il avait compris toute l'importance de la grande régularité dans le mouvement des métiers. Aussi travailla-t-il avec une persévérance vraiment digne d'éloges pour parvenir au but.

Comme dans le modérateur à force centrifuge les difficultés et les imperfections qu'il présente résident dans le principe même sur lequel il repose, encore plus que dans sa construction, l'auteur du nouveau régulateur que nous allons faire connaître, avait bien senti qu'il était indispensable d'établir l'appareil sur un principe tout à fait différent, et qui fût d'ailleurs d'une sensibilité très-grande, sans produire ces oscillations continues des boules, et surtout sans être aussi restreint que celles-ci dans son action.

Les documents les plus flatteurs que nous avons reçus directement sur ce régulateur, d'un grand nombre de fabricants et de manufacturiers très-recommandables, dont plusieurs sont de nos abonnés, nous ont engagé à demander à M. Molinié l'autorisation d'en donner le dessin dans cette publication; cet inventeur, avec une obligeance toute particulière, a bien voulu nous mettre à même non-seulement de relever l'appareil avec tous ses détails, mais encore nous donner les renseignements nécessaires pour en faire une description complète, et nous communiquer les certificats, fort honorables pour lui, qui lui ont été adressés par les propriétaires des usines dans lesquelles son appareil a été mis en usage.

Ayant pris naissance dans le pays même de l'auteur, cet appareil a dû se répandre d'abord dans tout son département, puis dans les départements circonvoisins et industriels, où bientôt on reconnut tous les avantages qu'on en tirerait; de sorte qu'aujourd'hui on compte, en France, plus de 500 régulateurs-Molinié appliqués à des usines hydrauliques, et 150 à des usines à vapeur. Ces appareils ne sont encore employés que dans 34 ou 35 départements. Remarquons que leur exploitation ne date que de 1838 pour les roues hydrauliques, et seulement depuis 1840 pour les machines à vapeur.

Si aux faveurs accordées à cet appareil par les industriels français nous ajoutons celles des autres pays qui l'ont adopté, on pourra dire sans crainte qu'il est destiné à devenir bientôt d'une utilité générale. Déjà près de 50 régulateurs semblables fonctionnent en Suisse et dans le Piémont, où l'on en monte tous les jours. Ils ont été également exportés en Belgique, en Hollande, en Prusse, en Saxe, en Autriche, en Bavière, dans le Wurtemberg et le grand-duché de Bade, par M. Jacob fils, qui a pris dans chacun de ces pays un brevet d'importation. Ils sont aussi connus en Angleterre, en Écosse, en Irlande, où une patente a été prise par M. Hannuic; en Espagne, par M. Joucla fils, et même en Amérique, où plusieurs ont été direc-

tement expédiés des ateliers de M. Molinié. Nous sommes heureux de pouvoir mentionner de tels faits, qui doivent nécessairement contribuer à faire juger bien favorablement de tout le mérite de l'invention française.

DISPOSITION GÉNÉRALE ET APPLICATIONS DE L'APPAREIL

PLANCHE 33.

Nous avons représenté, sur la fig. 1^{re}, l'élévation du régulateur directement appliqué à une vanne de roue hydraulique à augets, et sur la fig. 2, une coupe verticale faite par l'axe du même appareil, mais appliqué à la valve d'une machine à vapeur. Dans l'un comme dans l'autre cas, la construction est la même.

PRINCIPE ET CONSTRUCTION DU RÉGULATEUR. — Le principe sur lequel repose le régulateur de M. Molinié consiste dans l'insufflation et la compression de l'air atmosphérique. Ainsi, à l'aide de générateurs ou soufflets animés d'un mouvement plus ou moins rapide, et mis en rapport avec le moteur, l'air est envoyé dans un récipient à plateau mobile, qui, en baissant ou en s'élevant, agit sur une tringle verticale, et par suite sur la vanne de la roue hydraulique, ou sur la valve du cylindre à vapeur. Mais, pour bien comprendre les effets de cet appareil, il est indispensable d'en étudier avec soin la construction, ce que nous allons tâcher de faire dans la description suivante.

Le régulateur, représenté sur le dessin (pl. 33), est entièrement en fonte et en fer. Il forme, quand il est tout monté, une caisse cylindrique qui n'a pas un mètre de hauteur, et 0^m 40 de diamètre extérieur. Sa base est un disque circulaire en fonte A, posé sur trois ou quatre patins *a* qui l'élèvent à peu de distance au-dessus du sol. Quatre pilastres ou montants rectangulaires en fonte B sont adaptés, à égale distance, sur les bords du disque, et portent à leur partie supérieure le chapiteau ou corniche C, qui est également en fonte, et qui est retenu par des boulons. Toute cette carcasse est fermée par des panneaux cylindriques en tôle D, que l'on ajuste dans les feuillures formées sur les bords verticaux des pilastres, comme l'indique le plan fig. 3. Ces tôles peuvent d'ailleurs s'enlever à volonté, quand on veut laisser l'intérieur à découvert; sur les fig. 1 et 2 elles sont en partie enlevées.

Deux petites colonnettes en fer E, qui s'élèvent jusque vers la moitié de la hauteur du cylindre, se fixent aussi sur le disque circulaire, pour porter, à leur sommet, le plateau cylindrique et creux en fonte F, auquel on a mé nagé deux oreilles, qui servent à l'y maintenir par des écrous. Le fond I de ce plateau est percé de deux orifices de 0^m 035 à 0^m 040 de diamètre, et

couvert par des clapets en cuir *d* et *g*, qui, en s'ouvrant alternativement, donnent entrée à l'air des soufflets dans le récipient ou réservoir supérieur *J*.

Sur le contour de la base inférieure de ce plateau est attaché le cuir qui forme le premier soufflet cylindrique *G*, et de même sur son bord supérieur est attaché le cuir qui doit former le récipient flexible *J*.

Au-dessous du premier soufflet *G* est un second générateur semblable *G'*, qui sont liés ensemble par le diaphragme commun *H*, lequel est mobile, parce qu'il est adapté par des clavettes aux deux tiges verticales *Q*, qui, guidées par les plateaux fixes *A* et *F*, reçoivent à leur sommet un mouvement rectiligne qui leur est communiqué par les bielles *O* : celles-ci sont assemblées, par articulation, aux manivelles de l'arbre coudé *N*, qui porte les deux poulies *P* et *P'*. La première, fixe sur cet arbre, est commandée par le moteur même de l'établissement, et en reçoit une vitesse de rotation proportionnelle à celle que doivent avoir les machines à mouvoir ; la seconde est folle pour interrompre l'action de l'appareil au besoin.

Ainsi, lorsque l'arbre coudé *N* est en marche, les tiges verticales *Q* sont obligées de monter et de descendre, et avec elles le diaphragme mobile *H*, qui, de cette sorte, fait agir alternativement les deux soufflets cylindriques. Or, la base du premier plateau *A*, qui porte tout l'appareil, est percée à son centre d'une ouverture circulaire de 0^m04 de diamètre, qui donne entrée à l'air extérieur, et sur laquelle est placé un clapet de cuir *b*, qui, pendant l'aspiration, se soulève, pour se fermer aussitôt que le diaphragme commun *H* commence à descendre. Celui-ci est aussi percé latéralement d'un orifice rectangulaire qui donne également entrée à l'air atmosphérique, et qui se rend, en traversant l'épaisseur du métal, jusque vers le centre, où cette ouverture prend la forme circulaire, pour conduire l'air aspiré par le soufflet *g*, dans l'intérieur de celui-ci.

Cet air est naturellement refoulé dans le récipient élastique, toutes les fois que le diaphragme mobile s'élève, parce qu'il fait ouvrir le clapet *g*, qui recouvre l'orifice de communication de ce réservoir avec le générateur *G*. De même, l'air aspiré par le second soufflet *G'* est aussi refoulé dans le même réservoir *E*, parce que cet air, conduit par la poche en cuir élastique *e*, fait ouvrir le deuxième clapet *d*, dont le plateau fixe est encore muni. Chacun des deux générateurs envoie donc successivement tout l'air qu'ils aspirent de l'extérieur dans le récipient *J*. Les constructeurs ont remplacé, depuis peu, cette poche de cuir *e*, par un conduit en cuivre qui se place alors en dehors des soufflets ; cette disposition est beaucoup plus commode et plus avantageuse, en même temps qu'elle rend le système bien plus durable et exempt de fuites. Ils ont aussi remplacé l'arbre à manivelle, et les poulies qui lui donnaient un mouvement de rotation continu, par un sys-

tème de tringle qui communique directement aux tiges Q le mouvement rectiligne alternatif qu'elles doivent avoir, ce qui simplifie encore l'appareil.

Jusqu'ici la construction de cet appareil ne présente réellement rien de particulier, et devient facile à comprendre, puisqu'il ne consiste que dans la combinaison de deux soufflets cylindriques superposés, recevant un mouvement alternatif que l'on fait commander directement par le moteur hydraulique ou à vapeur. Cette combinaison de deux soufflets rend l'insufflation plus continue, et permet ainsi d'obtenir plus de régularité dans la fonction de l'appareil (1).

Mais là n'est pas la partie essentielle, la partie constitutive, l'*âme* de la machine. Nous avons dit que le récipient J est flexible, c'est-à-dire qu'il peut augmenter ou diminuer de capacité. A cet effet le plateau supérieur K, qui le ferme, est libre et susceptible de monter ou de descendre.

Or, voyons comment ce mouvement alternatif d'ascension ou de descente peut être produit, et comment par suite cette action peut être transmise, soit à la vanne d'une roue hydraulique, soit à la valve d'une machine à vapeur.

Puisque les deux soufflets cylindriques G et G' envoient successivement tout l'air qu'ils aspirent dans le récipient J, il faut évidemment, pour qu'il ne puisse s'y accumuler, pratiquer sur celui-ci une ou plusieurs ouvertures, disposées de telle sorte que lorsque le moteur et par conséquent l'appareil sont à leur vitesse de régime, le plateau K du réservoir reste complètement immobile, ce qui a nécessairement lieu si l'air, refoulé par les soufflets, trouve une issue suffisante pour sortir sans obstacle en égale quantité. Il faut de plus, quand l'état normal est changé, que la vitesse de régime est augmentée ou diminuée, que le plateau mobile s'élève ou s'abaisse, ce qui aura lieu si l'air ne peut s'échapper du réservoir en aussi grande quantité qu'il y a été refoulé, ou si, au contraire, il trouve une issue plus considérable que celle nécessaire. Cette combinaison est beaucoup plus difficile qu'elle ne le paraît au premier abord, comme on pourra le comprendre bientôt; mais empressons-nous de dire que l'auteur est parvenu à surmonter les difficultés d'une manière bien ingénieuse et fort remarquable.

Sur le plateau K est percé un orifice conique l, qui n'a pas plus de 10 millimètres de diamètre à la plus grande base. Cet orifice peut être plus ou moins fermé à l'aide d'une vis de rappel à pointe conique m, qui est maintenue dans sa verticalité par une chape en fer n formant écrou (fig. 7), et appliquée sur le plateau par deux vis.

(1) L'auteur, craignant, en origine, de ne pas avoir assez de régularité, avait cru devoir disposer trois soufflets marchant alternativement, au lieu de deux seulement; mais il a reconnu depuis que la disposition actuelle était bien suffisante, et il s'est plus particulièrement arrêté à celle-ci.

On conçoit déjà que par cette disposition on pourra régler le passage qu'il sera nécessaire de ménager entre l'ouverture *l* et la pointe de la vis, et on la maintiendra dans sa position, à l'aide d'un ressort à couteau mince *o*, qui tend toujours à s'appuyer contre la tête dentelée de la vis. Mais cette ouverture ainsi réglée n'est pas suffisante pour régulariser la quantité d'air qui peut en sortir. En effet, quoique le plateau mobile *K* soit équilibré, pour les résultats qu'il aurait à vaincre, soit en montant, soit en descendant, il n'en pourrait pas moins laisser sortir par une même ouverture, et sans bouger, des volumes d'air bien variables, parce que le volume d'un fluide sortant d'un orifice donné ne dépend pas seulement de la section de cet orifice, mais aussi de la vitesse d'écoulement ; ainsi plus cette vitesse sera considérable, la section de l'ouverture restant la même, plus l'écoulement sera rapide.

M. Molinié a tellement bien compris cet effet, que dès l'origine il s'est occupé de rechercher le moyen de rendre la section de l'ouverture de sortie variable par le mouvement même du plateau, tout en permettant de la régler au besoin suivant la vitesse normale qu'on veut donner à l'appareil. Au lieu de la vis de rappel *m*, l'auteur fait aujourd'hui l'application d'une tige conique *m'* (*voy.* le détail fig. 12), qu'il adapte, par sa partie supérieure, à l'aide de deux écrous, au bord supérieur du plateau mobile ; cette tige porte ordinairement 7 à 8 millimètres de diamètre vers sa partie inférieure, et seulement 5 millimètres dans le haut ; du reste, la conicité de la tige, ou la différence entre les deux diamètres extrêmes, est à la disposition de l'ouvrier monteur qui la modifie suivant les besoins, et quand il en reconnaît l'urgence. Cette tige glisse verticalement, et avec liberté, dans un tube en cuivre *n'* coudé, pour s'appliquer à vis contre le disque fixe *F*, qui le met en communication avec le récipient.

Le tube *n'* est complètement fermé dans le bas, mais percé vers son sommet, d'une ouverture qui est égale au plus fort diamètre de la tige, de sorte que, lorsque celle-ci est descendue, comme le montre le dessin, fig. 12, il reste entre elle et le bord de l'ouverture un espace annulaire de 1 à 2 millimètres de largeur, et peut ainsi donner issue à l'air du réservoir ; mais lorsqu'au contraire la tige est tout à fait élevée, elle remplit complètement l'orifice supérieur du tube qui se trouve ainsi fermé, l'air du récipient ne peut donc s'en échapper.

D'après cela on peut concevoir qu'à mesure que le plateau mobile s'élèvera, ce qui ne peut avoir lieu que par une plus grande affluence d'air dans le réservoir, et par conséquent par une plus grande pression de ce fluide, la tige *m'*, montant avec lui, rétrécira de plus en plus l'ouverture du tube ; de cette sorte, il peut s'établir une espèce d'équilibre entre l'entrée et

la sortie de l'air, équilibre d'où l'on fait dépendre la rotation régulière des machines en mouvement.

A cet effet le plateau mobile K est taraudé à son centre pour y recevoir l'extrémité d'une tige verticale L, qui traverse le guide fixe placé au sommet du chapiteau C, pour s'adapter à une cordelette que l'on fait passer sur des poules de renvoi R et R', et que l'on accroche par l'autre extrémité, soit à une vanne additionnelle en tôle S, lorsque le régulateur est appliqué à une roue hydraulique, soit au levier U', d'une vanne circulaire, quand il est appliqué à une machine à vapeur. L'idée de la vanne additionnelle est un complément naturel de l'invention de M. Molinié et qui rend l'application de l'appareil très-facile, et en même temps générale sur tous les systèmes de roues à eau.

On sait, en effet, que presque toutes les fois que l'on a appliqué un modérateur à boules à un moteur hydraulique, on a cherché à agir sur la vanne même, de sorte qu'il fallait dépenser une puissance considérable pour qu'il pût opérer sur cette vanne, souvent fortement retenue dans ses rainures par la pression de l'eau; aussi ne pouvait-on produire d'action que par une multiplication d'engrenages, qui, par cela même qu'ils ralentissaient le mouvement pour augmenter la force, atténuaien les effets du pendule. Et le plus ordinairement il en résultait la rupture que nous avons signalée dans la première note qui précède.

Par l'addition d'une vanne accessoire, placée derrière la vanne motrice, on peut être certain de vaincre la pression de l'eau, quelque variable qu'elle soit, surtout si l'on a eu le soin de l'équilibrer préalablement par un contre-poids, comme celui M adapté à la tringle L. On peut, pour plus de sûreté, faire fondre une boule creuse, et y couler ensuite la quantité de plomb nécessaire, de manière à rendre son poids capable de vaincre celui de la vanne et tous les frottements. La disposition de cette vanne additionnelle est nécessairement variable suivant les circonstances, suivant les admissions d'eau. Ainsi dans la figure 1^{re}, où l'on a supposé l'appareil appliqué à une roue à augets qui reçoit l'eau à son sommet et par un orifice chargé U, la hauteur de cet orifice étant peu considérable, et par conséquent le jeu de la vanne principale d'admission T étant limité dans quelques centimètres, on a pu établir la vanne régulatrice S tout à fait droite, et accrochée par des pistons s à de longs tirants en fer mince t, articulés à leur extrémité fixe. Le léger mouvement d'ascension ou de descente que cette vanne aura à faire pendant l'action de l'appareil, étant toujours très-petit, ne sera pas gêné par ces tirants dont les crochets permettent assez de liberté dans leurs pitons.

Dans d'autres cas, on donne à la vanne régulatrice une forme cylindrique comme on l'a représentée sur les figures particulières 8 et 9. Dans

l'une on suppose la charge d'eau sur l'orifice considérable, et par suite que la hauteur est très-variable; il est essentiel alors d'adopter cette forme cintrée: cependant on doit chercher à donner aux tirants le plus de longueur possible, pour que la courbure et le cercle décrits par la vanne soient moins sensibles. Dans le cas d'une vanne en déversoir, comme on l'a supposée sur la fig. 9, on doit disposer la communication de la vanne régulatrice avec l'appareil, de manière que cette vanne diminue la hauteur de l'orifice, en s'élevant et non en baissant comme dans les cas précédents; on peut aisément disposer un renvoi de mouvement pour que cet effet ait lieu, et M. Molinié a déjà eu occasion de l'appliquer plusieurs fois. On peut même s'arranger, lorsque la lame d'eau au-dessus du col de cygne est susceptible d'être très-grande et aussi très-variable, pour rendre la vanne régulatrice S solidaire avec la vanne moulante T, de manière que les points d'appui des tirants changent en même temps que l'on opère le changement de cette dernière vanne, ce qui peut avoir lieu à diverses époques de l'année (1).

Pour l'application de l'appareil à une machine à vapeur, on fait attacher la cordelette S à l'extrémité inférieure s' d'un secteur monté sur l'axe horizontal de la valve; et à l'angle opposé t' de ce secteur est suspendu un poids T' qui domine quand le plateau K s'élève, et par conséquent fait fermer la valve, et qui, au contraire, est dominé lorsque ce plateau descend pour ouvrir cette dernière. Quelquefois on se sert de tringles raides et de leviers en place de cordelettes.

Mais en même temps que le régulateur est appliqué à la valve d'admission de vapeur, M. Molinié le fait également agir sur le registre de la cheminée, pensant avec juste raison que lorsque la résistance diminue, et que par suite la force du moteur doit décroître dans le même rapport, il faut aussi ralentir l'action du feu dans le fourneau, et à cet effet affaiblir le tirage, et réciproquement. C'est ainsi qu'on peut arriver à produire non-seulement un mouvement régulier, quelles que soient d'ailleurs les variations de résistance, mais encore à économiser le combustible.

Si on a bien compris la relation qui existe entre le régulateur proprement dit et le mécanisme de la vanne additionnelle, ou de la valve d'admission,

(1) L'application d'une vanne additionnelle, libre, plane ou cylindrique, et agrafée à des tirants qui permettent de la mobiliser avec la plus grande facilité, est, selon nous, une idée fort heureuse, que nous regardons comme une découverte aussi neuve qu'indispensable dans les usines hydrauliques, pour tirer d'un régulateur, quel qu'il soit, le meilleur parti possible.

La grande quantité d'appareils que M. Molinié a déjà établis, l'ont mis à même de modifier infiniment la forme de ces vannes, pour rendre utile l'effet de son régulateur dans la plupart des cas: aussi, depuis son brevet d'invention, il a pris plusieurs brevets de perfectionnement, soit pour ses divers systèmes de vannes, soit pour son appareil même.

on pourra aisément concevoir l'action de l'un sur l'autre, et par suite les effets qui peuvent en résulter.

Ainsi, admettons, par exemple, que l'appareil soit réglé de manière à marcher à une vitesse de 20 tours par minute à l'état normal (nous verrons tout à l'heure comment, à l'aide du tube n' , l'auteur arrive à déterminer ou à varier cette vitesse) ; que l'on suppose, de plus, que les machines à mouvoir doivent avoir une vitesse de régime de 100 révolutions par minute ; par ce que nous venons d'avancer précédemment, tant que la vitesse sera constante, il sortira du récipient un volume d'air égal à celui qui y est refoulé à chaque révolution par les générateurs. Mais, dans le cas d'un excès de vitesse, ceux-ci envoient dans le réservoir une plus grande quantité d'air que celle qui peut s'écouler par l'orifice ; cet air s'accumule donc, et il résulte de cette accumulation que le plateau mobile K est soulevé, et par son mouvement ascensionnel produit un effet contraire sur la vanne S , qui, obligée de descendre, diminue la hauteur de l'orifice U , et, par suite, le volume d'eau admis sur la roue.

La vitesse du moteur, des machines et de l'appareil se ralentira donc, jusqu'à ce qu'elle retombe à l'état normal, sans pour cela, remarquons-le bien, que le plateau K redescende : il restera maintenu à la hauteur à laquelle il a été élevé par l'excès de vitesse que nous venons de supposer ; mais comme, lorsque les soufflets reviennent à leur vitesse de régime (que nous avons admis être de 20 tours par minute), la quantité d'air qui a été refoulée par eux, en plus de ce qu'ils fournissent habituellement, n'a pu sortir du réservoir, il ne peut pas s'en échapper non plus davantage, lorsque la vitesse est redescendue à 20 tours ; cet excédant ne pourra s'écouler que lorsque la vitesse se trouvera inférieure à celle-ci, ce qui aura lieu par un accroissement de résistance. Dans ce cas, les générateurs ne peuvent suffire à l'alimentation du réservoir, il en sort bien plus d'air qu'il n'y en peut entrer ; il en résulte naturellement que le plateau devra s'affaisser, et par suite faire remonter la vanne, qui alors agrandit l'orifice d'admission, jusqu'à ce que la vitesse normale des machines soit établie.

Pour que l'appareil fonctionne avec plus d'efficacité, pour rendre son action plus sensible, plus instantanée, l'auteur a ajouté au récipient élastique une soupape ou étouffoir h (fig. 5 et 6), adaptée au-dessous du plateau mobile, et pouvant osciller autour d'un point fixe. Cette soupape est destinée à ouvrir et fermer alternativement un petit orifice circulaire i ; et, au moyen de deux vis verticales j à tête dentelée, taraudées dans l'épaisseur du plateau, on règle son écartement par rapport à cet orifice. Les ressorts k , qui s'appuient contre la tête de ces vis, les empêchent d'ailleurs de se détourner. Une petite tige i' , chargée d'un faible poids que l'on règle à l'avance, est appliquée au centre de la partie élargie de l'étouffoir, et traverse l'ori-

fice *i*. L'objet de cette soupape est tantôt de fermer cet orifice, pour que l'air du réservoir puisse s'y accumuler plus rapidement, et que par suite il soulève aussi plus rapidement le plateau mobile, ou tantôt, au contraire, d'ouvrir ce même orifice, pour faciliter un plus prompt écoulement du fluide, et par conséquent accélérer la descente du plateau.

De cette sorte, on voit que l'étouffoir, comme la tige conique *m'*, concourent à la mobilité de l'appareil, et à en rendre les fonctions très-précises et d'une sensibilité extrême. En effet, admettons, comme déjà nous l'avons fait plus haut, que les machines à mouvoir soient réglées à une vitesse de 100 révolutions par minute, et que tout d'un coup on vienne à en débrayer un certain nombre, de manière que la résistance soit notablement diminuée, il est évident qu'alors la vitesse du moteur et celle de l'appareil tendront à s'accélérer. Il en résulte un excédant d'air envoyé par les générateurs dans le réservoir. Cet excédant ne peut trouver d'issue par l'ouverture *i*, parce que la soupape *h*, dès qu'il y a accélération de vitesse dans l'appareil, vient butter contre elle, et que plus cette accélération est grande, plus cette soupape est pressée, et par conséquent plus aussi son orifice est fermé. De même, nous avons vu que la tige conique *m'* doit, de son côté, tendre à fermer l'ouverture supérieure du tube vertical *n'*, et qu'elle la fermera également d'autant plus que la vitesse sera aussi plus grande. Il y a donc deux causes pour que le plateau mobile s'élève, et pour qu'il s'élève d'autant plus vite que l'accélération est plus considérable ; par conséquent son action se transmet plus rapidement, soit à la vanne de la roue hydraulique, soit à la valve de la machine à vapeur.

L'effet contraire a lieu lorsque la résistance augmente, et qu'il y a par suite un affaiblissement de vitesse ; la quantité d'air envoyée par les générateurs n'est plus suffisante pour alimenter le réservoir, et le plateau mobile tend d'autant plus à descendre, que, d'une part, l'ouverture *i* est plus grande, puisque la pression de l'air n'est pas assez forte pour maintenir l'étouffoir appliqué contre cette ouverture, et que, d'un autre côté, l'orifice supérieur du tube vertical *n'* (fig. 12) s'ouvre davantage. Ainsi, plus la vitesse de l'appareil se ralentit, plus la tendance du plateau à descendre augmente, et par conséquent aussi plus son action sur la vanne ou la valve devient sensible.

Dans la partie coudée horizontale du tube en cuivre *n'* est ajusté un autre tube plus petit *o'*, dont l'extrémité pénètre dans l'intérieur du récipient (voy. fig. 12). C'est par cette extrémité que ce tube donne passage à l'air qui doit sortir de l'appareil. A cet effet, il est percé latéralement, et, à l'aide d'une petite vis de rappel *p'*, taraudée à l'autre bout, on règle le degré de son ouverture en le repoussant dans l'intérieur du réservoir, ou en le tirant en dehors. Un ressort à boudin, qui s'appuie entre la paroi du ré-

servoir et l'embase du petit tube α' , le maintient d'ailleurs dans la position où il a été réglé. Cette disposition a pour but de permettre de varier au besoin la vitesse de l'appareil, et de le gouverner comme on veut, et suivant les circonstances. Ainsi, il peut arriver que la vitesse de 20 tours par 1', comme celle que nous avions admise tout à l'heure, ne convienne pas pour la vitesse normale du moteur et des machines à mouvoir, et qu'on trouve que l'appareil fonctionne mieux avec une vitesse plus faible ou plus considérable, en donnant une ouverture de sortie plus grande ou plus petite : il suffit, dans l'un ou l'autre cas, de faire tourner la vis de rappel, soit à droite, soit à gauche; et il est à remarquer que, malgré le petit diamètre du tube, le moindre mouvement qu'on lui fait faire opère immédiatement une différence, ce qui prouve bien la grande sensibilité de l'appareil.

Nous croyons qu'il importe de bien distinguer les fonctions du régulateur de M. Molinié d'avec celles du volant qui est appliqué dans toutes les machines à vapeur fixes, et même aussi à d'autres appareils. L'objet du volant est bien de régulariser le mouvement des machines, mais pour des intermittences très-courtes et pour des variations de résistance limitées. Ainsi on conçoit très-bien qu'un volant convenablement calculé permette d'obtenir une vitesse constante, tant que les métiers ou les appareils à mouvoir n'augmentent pas ou ne diminuent pas sensiblement; mais que l'on suppose, par exemple, que sur 100 métiers mis par une machine à vapeur, il y en ait 20 ou 30 qui soient débrayés à la fois, il est évident que le volant qui pouvait donner une régularité satisfaisante ne sera plus capable de maintenir cette régularité, pendant la marche de ces 100 métiers, après une réduction de résistance aussi considérable; et à plus forte raison si on débraie la moitié ou les deux tiers des métiers, il s'emportera avec une rapidité extrême, à moins que le régulateur ne vienne ralentir son action en rétrécissant l'ouverture de la valve d'admission. Nous concevons la fonction régulatrice du volant pour des variations de résistance intermittentes et de courte durée; mais, à moins de lui donner des dimensions extraordinaires, et même inadmissibles, il est impossible qu'il puisse faire conserver la vitesse d'une partie des machines, quand l'autre partie est arrêtée, sans diminuer la puissance du moteur proportionnellement. Il est évident que si l'on n'avait pas le soin de réduire cette puissance, le moteur et le volant s'emporteraient avec une vitesse considérable, et entraîneraient les machines dans un désordre immense.

Mais souvent il arrive que des volants appliqués à des machines à vapeur à détente, ou même sans détente, ne sont pas dans des dimensions suffisantes pour régulariser le mouvement, malgré la résistance peu variable, ou du moins de très-courte durée, des appareils à mouvoir. C'est évidemment là, de la part du constructeur, une faute très-grave, surtout lorsqu'il

est de première nécessité pour le manufacturier que toutes ses machines fonctionnent avec la plus grande régularité. Aussi nous ne sommes pas étonné de voir agir presque continuellement le régulateur Molinié lorsqu'il y a défaut dans les dimensions des volants. Cette action continue, en prouvant la sensibilité de l'appareil, fait reconnaître quand ces derniers ne sont pas suffisants pour régulariser le mouvement pendant les variations intermittentes de la puissance et de la résistance. Cependant, selon nous, la fonction du régulateur à air, comme celle du modérateur à boules ou d'autres appareils analogues, n'est pas d'établir l'équilibre entre la puissance et la résistance pour des variations qui ont lieu pendant des interruptions très-rapprochées, mais bien plutôt pour des augmentations ou des diminutions d'efforts qui résultent de l'embrayage ou du débrayage de quelques-unes ou de plusieurs des machines à mouvoir.

M. Molinié, qui a parfaitement compris les avantages que l'on pouvait obtenir avec son appareil, le fait agir (comme nous l'avons dit plus haut), non-seulement sur la valve d'admission de vapeur, mais aussi sur le registre de la cheminée. Ainsi, en même temps que la valve est fermée par le régulateur, au moment où la puissance devient trop considérable, celui-ci vient fermer un registre pivotant sur un axe vertical, placé vers la naissance de la cheminée, pour diminuer le tirage, et au besoin interceppter complètement la communication. Il résulte de cette disposition que, dans plusieurs cas, on a obtenu une économie sur le combustible ou une augmentation de produits avec la même consommation.

AVANTAGES DU RÉGULATEUR A AIR.

Les certificats délivrés aux monteurs des régulateurs de M. Molinié, par les chefs des établissements qui les ont adoptés, certificats que nous avons eus sous les yeux, pourraient facilement convaincre les industriels et manufacturiers qui sont susceptibles d'en faire l'application. Avec le dessin et la description que l'on vient de voir, on peut d'ailleurs juger du mérite de l'appareil. Le grand nombre déjà placé ne doit laisser aujourd'hui aucun doute à cet égard. Nous sommes cependant bien aise de résumer en quelques lignes les avantages qu'il réunit, et qui ne sont pas sans importance dans toutes les usines qui marchent par roues hydrauliques ou par machines à vapeur.

Ces avantages consistent dans : 1^o La puissance motrice régularisée par elle-même, sans le secours de l'homme;

2^o La grande régularité de mouvement obtenue dans les métiers ou dans les machines, quel qu'en soit d'ailleurs le nombre alternativement en activité ou en repos;

3° L'amélioration des produits qui en résulte dans tous les cas où une vitesse régulière est nécessaire;

4° L'économie d'eau ou de combustible, ou l'augmentation des produits fabriqués dans un temps donné, avec la même dépense;

5° L'absence du danger de voir les machines se détériorer par suite d'un excès de vitesse, ainsi que les produits qu'elles confectionnent;

6° La faculté de pouvoir changer à volonté la vitesse des machines, tout en permettant de la maintenir à un état normal.

A ces avantages nous pouvons encore ajouter que l'appareil est d'une pose facile, peu dispendieuse, et n'exige aucun entretien que la peine de verser quelques gouttes d'huile de temps à autre sur les parties mobiles. Il évite, dans certains cas (celui des vannes en déversoir), les saccades occasionnées par l'agitation des eaux que le vent soulève et entraîne vers la roue. Il n'absorbe, pour sa mise en activité dans les moteurs hydrauliques, qu'une très-faible force, qu'on pourrait comparer à celle d'un tourne-broche, ce qui résulte de la disposition de la vanne additionnelle, qui peut monter et descendre avec la plus grande facilité.

D'une construction plus simple et surtout plus facile que celle du modérateur à boules, il n'est pas susceptible d'exposer, comme celui-ci, au danger de fournir un excès de puissance capable de tout briser pour vaincre un obstacle extraordinaire et imprévu.

On a pu voir, par le dessin qui précède, que cet appareil n'occupe pas plus d'un mètre de hauteur, sur 0^m 50 de base; les dimensions sont les mêmes, quelle que soit d'ailleurs la puissance du moteur auquel il est appliqué; elles peuvent très-bien suffire pour un moteur de 100 chevaux, comme pour celui de 10. Il y aurait peut-être à désirer qu'il fût possible de les réduire pour des forces très-petites, pour des machines de 4 à 5 chevaux et au-dessous, par exemple; mais jusqu'ici il ne paraît pas qu'on soit parvenu à obtenir de bons résultats en adoptant des dimensions plus restreintes. L'auteur ne croit pas, d'après ses propres expériences, qu'on puisse y réussir. Nous sommes porté à être de son avis, par les diamètres extrêmement petits qu'il faudrait donner aux ouvertures de sortie, et par suite la difficulté de régler l'appareil.

PRIX ET CONDITIONS DE VENTE DE L'APPAREIL.

Les premiers régulateurs à air, établis par M. Molinié, étaient en bois, renfermés dans des caisses rectangulaires; MM. Saint-Martin et Ferrier en construisaient encore quelques-uns dans ces dernières années pour le prix de 550 francs, pris à Paris.

Mais la plus grande partie de ceux qu'on exécute aujourd'hui sont

semblables à celui représenté sur la pl. 33 ; ils sont alors entièrement en fonte et en fer, et reviennent, tout montés, à 800 francs, pris dans les ateliers des constructeurs. Ce prix est le même, que l'appareil soit appliqué à un moteur hydraulique ou à une machine à vapeur.

En outre de cette somme, il reste à la charge des acheteurs les frais de transport et de pose, la fourniture des accessoires nécessaires, comme de la vanne en tôle, de ses tirants, crochets, poulies de renvoi et scelllements. Un monteur est envoyé par la maison Molinié dans chaque localité où le régulateur doit être appliqué ; il est chargé de le mettre en place, de poser le vaunage, et de faire mouvoir toutes les machines de l'usine, pour s'assurer des fonctions de l'appareil et de ses bons résultats. Un ouvrier habitué et intelligent, qui comprend bien cet appareil, passe peu de jours à organiser tout le système. En sus du prix du régulateur, il est payé 100 fr. au monteur aussitôt que l'appareil est monté, et qu'il fonctionne bien.

Une observation fort importante à faire pour terminer ce sujet, observation qui a dû encore concourir à l'adoption de ce régulateur, c'est la condition établie par l'auteur et aussi par les constructeurs exploitants, de n'exiger le prix de l'appareil qu'après un certificat délivré au monteur par le manufacturier chez lequel il est établi, et qui constate les bons résultats qu'il en a obtenus après les premiers jours de la mise en marche. Certes, de telles conditions, qui sont entièrement à l'avantage de l'acheteur, doivent donner une opinion bien favorable de cette invention aussi intéressante que remarquable, et ne peuvent que contribuer à y attacher la plus entière confiance.

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale a décerné à M. Molinié une médaille d'or pour l'invention et la mise en pratique de ce régulateur à air.

Nous avons vu aussi, avec beaucoup d'intérêt, dans l'établissement de M. Molinié, des machines propres à la confection des bouchons, et un appareil auquel il a donné le nom de *némomètre*, appliqué dans les fabriques à papier continu, pour distribuer la pâte du chiffon qui sort de la cuve d'alimentation sur la toile sans fin de la machine, d'une manière régulière, proportionnelle à la vitesse de celle-ci, et à la pression qui existe dans la cuve. Cet appareil est actuellement dans le domaine public.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 33.

Fig. 1^{re}. Élévation de l'appareil régulateur, et coupe verticale de la roue hydraulique à augets à laquelle il est appliqué. Cette roue, de petite dimen-

sion, a été construite par MM. Cartier et Armengaud pour faire marcher un moulin à l'anglaise.

Fig. 2. Coupe verticale par l'axe dudit appareil, suivant la ligne 1-2 des plans, et élévation d'un fragment de machine à vapeur, pour indiquer la seconde application qui en a été faite.

Fig. 3. Plan ou coupe horizontale, vue en dessus, à la hauteur de la ligne 3-4 (fig. 1^{re}).

Fig. 4. Seconde section horizontale faite suivant la ligne 5-6 de la fig. 2.

Fig. 5 et 6. Coupe par l'axe et plan vu en dessous du plateau mobile du récipient d'air placé sur les générateurs ou soufflets.

Fig. 7. Détails de la vis conique, primitivement appliquée à l'appareil, pour régler l'orifice de sortie de l'air du réservoir, et par suite proportionner la vitesse du régulateur convenablement.

Fig. 8. Coupe verticale d'un système de vannage à orifice très-variable, avec l'application de la vanne courbe additionnelle.

Fig. 9. Coupe transversale d'un vannage en déversoir, et de la vanne libre en tôle qui doit être disposée pour se relever avec la première quand la pente d'eau, et par suite l'épaisseur de la lame, est notablement changée.

Fig. 10. Section de la roue hydraulique, faite suivant la ligne 7-8 de la fig. 1^{re}.

Fig. 11. Section de l'un des bras, suivant la ligne 9-10 de la même.

Toutes ces figures sont représentées à l'échelle de 1 décimètre pour mètre.

Fig. 12. Fragment de coupe verticale, additionnelle, montrant la nouvelle disposition adoptée par M. Molinié pour régler la sortie de l'air, en remplacement de la vis conique détaillée fig. 7.

Cette dernière figure est représentée à l'échelle de 2 décimètres pour mètre.

On peut voir dans le VI^e volume les modifications apportées par M. Sorel au régulateur à boules et son système de dégagement-grille.



MACHINE

A RIVER LES TOLES ET LES CUIVRES ,
APPLIQUÉE PRINCIPALEMENT
AUX CHAUDIÈRES A VAPEUR ET A EAU ,
PAR
M. FAIRBAIRN , de Manchester.
(PLANCHE 34.)

La fabrication des chaudières a été pendant fort longtemps complètement stationnaire, au moins sous le rapport des moyens d'exécution, et sans l'application de quelques appareils spéciaux, faite plutôt par des mécaniciens que par des chaudronniers, nous croyons que cette branche d'industrie n'aurait pas fait de notables progrès; ce qui ne veut pas dire cependant que les fabricants, qui se sont exclusivement adonnés à cette profession, n'y ont pas trouvé leurs avantages; on sait que généralement, au contraire, ils y ont acquis, sinon une fortune remarquable, du moins un bien-être fort au-dessus des besoins; et c'est par cela même que les bénéfices étaient raisonnables et que la fabrication ne présentait pas de difficultés réelles, que l'on ne cherchait pas à l'améliorer par des moyens mécaniques. Mais lorsqu'on commença à comprendre que la main-d'œuvre pourrait être grandement perfectionnée, lorsque des mécaniciens reconurent qu'on pouvait en tirer de grands avantages, en faisant plusieurs des opérations mécaniquement plutôt que de suivre le système routinier des fabricants *ad hoc*, alors on s'occupa de machines qui, en activant le travail, permirent de réduire sensiblement les prix de revient.

Ainsi on emploie aujourd'hui des machines à percer et à découper les feuilles de tôle, des machines à cintrer, des machines à faire des rivets, et depuis peu des *machines à river* que nos lecteurs verront avec intérêt dans les volumes suivants; toutes ces machines simplifient la main-d'œuvre d'une manière notable, et rendent encore la fabrication plus facile.

Il est vrai de dire pourtant que, malgré ces avantages, les fabricants de chaudières de notre époque ne sont pas aussi heureusement placés que ceux qui ont travaillé il y a huit ou dix ans, parce que la concurrence est plus grande, et que les prix sont remarquablement réduits, quoique celui des matières premières n'ait pas sensiblement changé.

La machine à river que nous allons publier est d'origine anglaise; elle est due à M. William Fairbairn, constructeur à Manchester, qui prit une patente en 1838. Elle fut apportée en France par M. Hallette, qui a su doter son pays d'une foule d'inventions et de perfectionnements. MM. J.-J. Meyer et C°, de Mulhouse, se sont rendus acquéreurs de cette machine. C'est après avoir reçu de ces constructeurs les renseignements les plus positifs sur les bons résultats obtenus avec cet appareil, que nous avons pensé qu'il serait intéressant de le faire connaître dans ce Recueil.

Le principe de la nouvelle machine de M. Fairbairn consiste dans une pression presque instantanée et sans chocs. On sait que, par la méthode employée jusqu'ici, l'opération de la rivure s'effectue par une suite de coups de marteau donnés à la main, et par lesquels on cherche à refouler la matière tout autour du rivet. Ce mode de travail exige des ouvriers d'une certaine habileté, et bien entendus, pour faire les rivures solides, sans fatiguer les tôles sur lesquelles ils opèrent, et éviter toutes espèces de fuites. Par la machine anglaise, on peut non-seulement travailler avec une bien plus grande rapidité que par des riveurs à la main, mais encore on a l'avantage de rendre l'opération plus régulière, sans produire aucun bruit, et de faire mieux dans tous les cas.

La machine de M. Fairbairn, telle qu'elle est représentée sur la pl. 34, est destinée à river des chaudières et des bouilleurs cylindriques. Elle peut également s'appliquer à river des chaudières rectangulaires ou carrées; seulement dans les deux cas elle ne peut, avec la disposition actuelle, faire les rivures des angles ou des bouts arrondis, ce qui a fait dire que cette machine n'était pas d'une application générale. Elle pourrait évidemment le devenir, si on donnait à l'espèce de borne fixe qui reçoit toute la pression, la forme nécessaire, et qui doit d'ailleurs varier suivant celle même de la chaudière à fabriquer.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA MACHINE A RIVER,

PLANCHE 34.

DES PARTIES FIXES DE L'APPAREIL. Le bâti ou la carcasse immobile de la machine est tout d'une pièce; elle comprend d'abord la *borne* en fonte A, qui a la forme d'un tronc de cône, dont la plus grande base, celle inférieure, n'a pas moins de 0^m 40 de diamètre, et la plus petite, celle

supérieure, 0^m 26 ; cette borne s'élève à 1^m 25 au-dessus du niveau de la maçonnerie sur laquelle toute la machine est solidement assise ; elle se relie par une partie pleine, qui a 0^m 365 de hauteur, aux deux fortes équerres triangulaires A', avec lesquelles elle est fondue. Ces équerres sont à jour en plusieurs points, mais renforcées par des nervures autour de leurs évidements et sur leur périmètre ; la plaque d'assise qui fait corps avec elles est rendue solidaire avec le massif par les boulons a' qui la traversent. La masse de fonte qui compose cette carcasse est déjà assez considérable pour qu'elle ne puisse être entraînée dans un mouvement de glissement pendant la manœuvre, aussi les boulons ne sont-ils réellement pas d'une nécessité indispensable. La plaque d'assise s'élargit du côté du mouvement principal, pour porter les paliers g et H des arbres de couche par lesquels la machine est mise en action.

Vers le sommet de la borne A est pratiquée une entaille à section carrée, qui la traverse dans toute son épaisseur, et dans une direction correspondante au plan vertical passant exactement par le milieu de la machine. Dans cette entaille est ajustée une matrice en fer a, dont la tête, qui forme embase et saillie en dehors de la borne, est acierée pour recevoir la contre-pression du poinçon mobile. Sur la face de cette embase est gravée une enfonçure à peu près sphérique qui correspond à la forme de la tête du rivet. (Voyez le détail fig. 7, où la partie acierée de la matrice et du poinçon est supposée coupée par son milieu, et représentée par des hachures.)

DES PARTIES MOBILES DE L'APPAREIL. De même, vers le sommet ou la jonction des deux équerres A', est ménagée une entaille rectangulaire dans laquelle est ajusté, avec précision, le poinçon mobile b, dont le bout est également acieré, et qui est placé exactement sur la même ligne horizontale que l'axe de la matrice immobile ; un chapeau en fer méplat e, boulonné sur le sommet du bâti, maintient le poinçon, pour éviter qu'il ne prenne du jeu dans sa boîte, et lui permettre néanmoins de glisser dans le sens de sa longueur. Sur la face de la partie acierée de ce poinçon est aussi gravée une enfonçure sphérique ou conique, suivant la forme que l'on veut donner à l'extérieur du rivet quand il est en place.

Nous pensons qu'il est préférable de donner au rivet la forme sphérique, plutôt que celle d'un cône très-obtus, comme on le fait généralement par la rivure à la main, parce qu'il reste toujours plus de métal vers le bord dans le premier cas que dans le second, ce qui doit être pris en considération, surtout si l'on remarque que ce sont justement les bords des rivets qui doivent présenter de la solidité, pour ne pas occasionner de fuite ; or des rivets trop minces par les bords ne peuvent évidemment pas résister.

Le poinçon est percé à l'autre bout d'un trou latéral pour recevoir le

boulon par lequel il est assemblé, par articulation, aux deux chapes en fer *c*, qui elles-mêmes le retiennent au balancier mobile *C*.

Ce balancier est une forte pièce coudée, en fonte, qui, d'un bout, est renflée pour se monter sur le tourillon en fer *B*, qui traverse horizontalement l'œil pratiqué dans les deux joues parallèles du bâti, entre lesquelles le balancier doit se mouvoir. A l'autre bout, ce balancier forme une fourche à deux branches pour recevoir un galet cylindrique *D* qui est libre sur son axe; il est représenté en détail fig. 6.

Un excentrique en fonte *E*, à figure elliptique, est fixé sur le milieu de l'arbre principal *F*, par lequel il reçoit un mouvement de rotation très-lent et qui peut varier entre 7 et 10 révolutions par minute. A chaque révolution correspond un coup de balancier, et par conséquent une rivure faite; la forme donnée à l'excentrique est symétrique, pour que le balancier mette autant de temps à descendre qu'à monter; cette disposition est très-convenable, parce qu'elle donne le temps, pendant que le poinçon se retire, de changer la position de la chaudière à confectionner, de mettre un rivet dans une nouvelle ouverture et de le remettre en place. Ce temps est encore fort court, car, en admettant que l'arbre *F* fasse $7 \frac{1}{2}$ révolutions par minute, on voit que l'excentrique décrira sa circonférence en 8 secondes; par conséquent, le balancier mettra 4 secondes à s'élever, et par suite le poinçon mobile *b* mettra le même temps à s'avancer contre le rivet pour le former; il restera donc 4 secondes pour effectuer le changement.

Or deux hommes et deux enfants sont ordinairement occupés à cette opération; les premiers pour faire tourner la chaudière sur elle-même, ce qui est facile, car on voit par la fig. 1^{re} de la planche 3⁴ que les premières feuilles assemblées sont suspendues par quatre chainettes *N* au crochet d'une chape mobile *P*, qui porte une moufle à l'aide de laquelle la partie faite de la chaudière peut être élevée à plus ou moins de hauteur. Pendant que ces hommes placent les deux feuilles à river, qui sont appliquées l'une contre l'autre, de manière à faire correspondre successivement les trous qui y sont préalablement percés le plus possible en face du poinçon mobile, les enfants ne cessent d'ajuster les rivets, qu'ils chauffent au rouge, dans les trous qui suivent. Ces ouvriers doivent aussi être tout prêts à arrêter la machine, pour que, dans le cas où ils ne seraient pas en mesure, ils soient à même d'éviter des accidents.

La disposition du mouvement adopté, pour cela, par l'inventeur ne paraît pas satisfaisante. En effet l'axe *J*, qui doit commander l'arbre de l'excentrique, reçoit son action du moteur par la poulie *K* qui est fixe sur lui, et son mouvement est interrompu en faisant passer la courroie de cette poulie fixe sur la poulie folle *K'*. Mais cet axe porte à l'autre extrémité un volant,

qui, dans ces sortes d'opérations, est d'une nécessité absolue. Or on conçoit que l'on ne peut arrêter aussitôt que la courroie est renvoyée de la poulie fixe à la poulie folle par l'énergie acquise dans le volant; celui-ci tend à faire continuer le mouvement pendant plusieurs tours, et comme le pignon droit I, placé près des poulies pour transmettre le mouvement à la roue droite G, est solidaire à l'axe J, il en résulte évidemment que l'arbre F est aussi obligé de tourner d'une certaine quantité.

Ainsi par cette disposition on ne peut interrompre l'action de la machine immédiatement, ce qui est, selon nous, un très-grand défaut, car lorsque pendant le travail on a besoin d'arrêter, c'est souvent par urgence, et si l'arrêt n'est pas subit, l'accident qu'on voulait éviter a également lieu. Ce n'est pas l'axe J lui-même qu'il importe d'arrêter, mais bien le pignon qu'il porte; il est évident qu'en débrayant celui-ci la marche de l'excentrique est aussitôt interrompue, et le volant peut cependant continuer à tourner: MM. Meyer, en voulant mettre cette machine en activité dans leurs ateliers, reconnurent dès les premiers jours ce grave inconvénient, et cherchèrent à y porter remède. Ils s'occupent en ce moment d'établir un système de désembrayage, qui, en rendant à volonté le pignon fou sur son axe, permettra d'arrêter immédiatement et toutes les fois qu'il sera nécessaire.

Le rapport du pignon I à la roue qu'il commande est comme 1 : 6; ainsi la vitesse de l'axe J n'est que de 42 tours par minute, quand celle de l'excentrique est de 7 tours, c'est-à-dire lorsque le balancier donne 7 coups: elle s'élèverait à 48 tours par minute si le balancier donnait 8 coups. Cette première vitesse est peut-être trop faible, si on remarque le grand effort que la machine doit faire pour opérer la compression des rivets, effort qui se reporte naturellement sur les engrenages, et qui, lorsqu'il est trop grand, tend à faire glisser la courroie sur sa poulie.

C'est, en effet, ce qui arrive lorsque la vitesse de l'arbre principal est réduite à 4 ou 5 tours par minute, parce que celle des poulies est aussi proportionnellement bien plus petite; elle n'est plus que de 24 à 30 révolutions par minute. Or, avant que des hommes soient bien habitués à conduire la machine, on conçoit qu'il est nécessaire de la faire marcher très-lentement, sans quoi il pourrait arriver une foule d'accidents, dont le moindre serait de briser quelqu'une des parties faibles. Il eût donc été mieux, selon nous, d'établir un rapport plus grand entre les engrenages, pour que la vitesse primitive fût plus considérable, ce qui d'ailleurs, du côté de la régularité, n'en serait que meilleur, car, sans changer ses dimensions, le volant M aurait évidemment plus d'énergie, par cela même que sa vitesse serait augmentée.

Lorsque le balancier retombe, le poinçon mobile b est rappelé de gauche

à droite (fig. 1^{re}) par les deux brides en fer *c*, qui le relient à la tête du balancier; et, comme il est nécessaire de régler exactement l'écartement qui doit exister entre la tôle et l'extrémité acierée du poinçon, le constructeur a eu l'idée d'appliquer une vis de rappel *d* qui, taraudée dans un coin ou prisme conique ajusté dans la tête du balancier, permet, en tournant la manivelle dont elle est surmontée, de repousser le poinçon d'une très-faible quantité. On a eu le soin aussi, pour pouvoir effectuer ce repoussement, de laisser un peu de jeu dans les trous des boulons qui assemblent les brides avec le poinçon et le balancier.

Les rivets que l'on soumet à l'action de la machine portent déjà une tête faite à l'avance, de sorte que, lorsqu'on les place dans les trous des tôles qu'ils doivent réunir, la tête se trouvant du côté intérieur, c'est-à-dire du côté de la matrice assujettie dans la borne en fonte, le bout de la tige est présenté à la pression du poinçon qui le refoule.

Nous avons appris que MM. Meyer s'occupaient de faire sur leur machine des expériences pour river des deux bouts à la fois, et par conséquent pour n'avoir à apporter que des bouts de tige cylindrique sans tête. Si, comme il y a lieu de l'espérer, ces essais réussissent, ces constructeurs auront apporté une amélioration fort importante dans la manutention, puisqu'on éviterait une opération qui, se faisant presque partout à la main, devient assez dispendieuse, et qui, lors même qu'elle serait faite mécaniquement, exigerait encore des frais notables.

Nous croyons qu'on pourrait également appliquer cette machine à percer les trous dans les tôles mêmes que les rivets doivent réunir, en remplaçant le poinçon riveur par un poinçon perceur, comme celui que nous avons eu l'occasion de donner dans une précédente livraison; de sorte qu'on pourrait ainsi appliquer l'appareil à faire plusieurs opérations distinctes et non moins importantes les unes que les autres. Cependant il n'est pas inutile de remarquer que la pression est tellement considérable, lorsque la machine fonctionne, que, malgré la forte dimension donnée à la borne en fonte, elle fléchit d'une quantité qui peut être rendue sensible à l'œil. MM. Meyer nous ont appris que sur la leur, ils avaient reconnu que la partie supérieure de la borne cédait de près de trois millimètres, pendant la pression, mais que la force élastique de la fonte la ramenait immédiatement à son état primitif.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MACHINE A RIVER.

Pour avoir une idée des principaux avantages d'une telle machine, nous ferons remarquer, avec son inventeur, M. Fairbairn, que, d'après les expériences, on a reconnu que le travail fait par deux bons ouvriers riveurs

à la main, aidés d'un homme de peine et d'un enfant, est de poser 40 rivets de 18 à 19 millimètres de diamètre de tige par heure; tandis que sur la machine, deux hommes intelligents et deux enfants, après avoir acquis une certaine habitude, peuvent arriver à mettre en place 420 à 480 rivets semblables dans le même temps, c'est-à-dire que le travail fait avec l'appareil peut être 10 à 12 fois plus grand que celui obtenu par la main des ouvriers.

Une chaudière cylindrique ordinaire de machine locomotive, ayant 2^m 59 de longueur sur 0^m 915 de diamètre, peut être complètement rivée et les extrémités planes assemblées par la machine en 4 heures; tandis que pour exécuter le même travail à la main, avec des hommes très-forts, très-habiles, il faut 20 heures.

Comme nous l'avons dit, le travail fait avec la machine est supérieur à celui obtenu par le système ordinaire; les rivets sont plus forts, et les chaudières moins susceptibles de fuir, et par conséquent plus parfaites que celles confectionnées par les moyens usuels. La rivure se fait aussi sans bruit, et évite ainsi presque totalement cet assourdissement continual qui résulte du son aigu et pénétrant des coups de marteau que les hommes donnent constamment sur la chaudière.

Toutefois, il faut le dire, il est fâcheux qu'avec tous ces avantages la machine ne puisse être appliquée dans toutes les circonstances. Ainsi, par les dimensions données à celle que nous venons d'étudier, pl. 34, et qui est une copie exacte de l'appareil que nous avons vu fonctionner en Angleterre et construit par M. Fairbairn, on a reconnu que l'on ne pourrait pas rivet des bouilleurs au-dessous de 0^m 40 de diamètre intérieur; on ne pourrait pas non plus employer des tôles de toute largeur. En Angleterre, où l'on fait grand usage de tôles qui n'ont pas plus de 0^m 80 de largeur, la hauteur de la borne est suffisante, et le constructeur paraît s'être basé sur cette donnée; mais en France, où les tôles de chaudière sont généralement plus larges, il faudrait nécessairement compter sur une plus grande hauteur; mais aussi il faudrait encore augmenter le diamètre de la borne, et par conséquent on serait encore plus limité pour les bouilleurs.

La forme ronde et légèrement conique donnée à la borne est très-convenable pour rivet des chaudières cylindriques, planes ou rectangulaires; mais on conçoit sans peine qu'elle ne permet pas de rivet les bouts sphériques ni les angles. Il faudrait avoir, pour chacun de ces cas, des *bornes*, et par suite des dispositions particulières, qui ne pourraient pas évidemment s'appliquer l'une pour l'autre. Il est vrai qu'à bien examiner, un grand nombre d'appareils, et surtout de machines-outils employés dans les ateliers de construction, se trouvent à peu près dans le même cas. On

serait fort embarrassé d'établir une machine qui pût s'appliquer à travailler des pièces de toutes formes et de toutes dimensions.

Aussi, en somme, nous n'en regardons pas moins la machine à river de M. Fairbairn comme très-remarquable et très-susceptible de recevoir bien des applications dans les divers établissements français.

Le prix de cette machine, prise chez le constructeur, en Angleterre, est de 350 livres sterling (soit environ 8,700 fr.), avec le privilége de la jouissance pendant toute la durée de la patente, qui est de quatorze années à compter de 1838. Avec les frais d'emballage, de transport et de douane, elle reviendrait, rendue ici, à près de 11,000 fr. Construite en France, nous sommes porté à croire qu'elle ne reviendrait pas à plus de 8,000 fr.

Nous donnons avec détails dans le 1^{re} volume la machine à river de M. Lemaitre, laquelle a le double mérite d'agir directement par la vapeur, et de maintenir les tôles parfaitement rapprochées pendant le travail.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 34.

Fig. 1^{re}. Élévation latérale de la machine à river, et coupe verticale du massif en maçonnerie sur lequel elle repose, et d'un fragment de chaudière en confection.

Fig. 2. Plan général de la machine vue en dessus.

Fig. 3. Coupe verticale faite par l'axe principal suivant la ligne 1-2.

Fig. 4. Seconde coupe verticale suivant la ligne 3-4.

Fig. 5. Détails de l'excentrique qui fait marcher le balancier porte-poinçon.

Fig. 6. Détails du galet qui reçoit l'action de l'excentrique.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de un vingt-quatrième.

Fig. 7, 8 et 9. Détails du poinçon et de la matrice, représentés à l'échelle de 1/12.

MÉTIER MÉCANIQUE

A DEUX COUPS,

POUR

TISSER LES ÉTOFFES DE LIN, DE CHANVRE, DE LAINE, ETC.,

PAR

M. H. DE BERGUE, Ingénieur à Paris.

(PLANCHES 35 ET 36.)



Les métiers mécaniques à tisser sont aujourd'hui tellement répandus dans tous les pays industriels, qu'il serait difficile de croire que le nombre est encore bien susceptible d'augmenter, si on ne savait que, dans plusieurs branches où ils n'ont presque pas été mis en usage jusqu'ici, ils pourraient être d'une application fort importante. Ainsi, pour les toiles de lin et de chanvre, on peut dire qu'en France, comme dans bien d'autres contrées, le tissage s'est effectué jusqu'à ces dernières années, et s'effectue généralement encore, sur des métiers à la main, soit que les métiers mécaniques que l'on a cherché à leur appliquer n'aient pu remplir convenablement leur but, par défaut de combinaisons ou de modifications bien raisonnées, soit qu'ils n'aient pas produit des avantages ou des économies notables sur le tissage ordinaire, soit enfin qu'on n'ait pas su les établir dans des proportions bien entendues.

Malgré les améliorations successives que les métiers mécaniques ont subies depuis leur origine, et qui ont fait de ces machines les plus intéressantes et les plus utiles dans la fabrication des tissus de tout genre, on n'était pas, il faut l'avouer, arrivé à tisser des toiles de lin et de chanvre dans les gros numéros, parce qu'elles présentent, en effet, des difficultés plus grandes que les tissus de coton ou de laine, difficultés que nous voyons complètement surmontées aujourd'hui par le nouveau métier de M. Henri de Bergue.

Les particularités que présente ce métier, les perfectionnements qui viennent d'y être apportés par ce mécanicien, nous ont engagé à le donner

dans notre publication, persuadé qu'il sera vu avec intérêt par les fabricants, comme par les constructeurs qui s'occupent de tout ce qui est relatif aux tissus en général.

Jusqu'ici les métiers Roberts, comme tous les métiers mécaniques connus, ont été établis pour ne frapper qu'un seul coup de battant à chaque duite, quelle que soit d'ailleurs l'espèce d'étoffe fabriquée. Mais si, pour les filés de coton, un seul coup est suffisant, il n'en est pas de même pour les fortes toiles de lin ou de chanvre. On sait que les tisserands à la main ont le soin de donner deux coups successifs qui permettent de serrer les duites aussi fortement qu'il est nécessaire. M. de Bergue, en praticien qui a étudié la matière depuis plusieurs années, a fort bien compris cette nécessité, et a cherché à l'appliquer aux métiers mécaniques.

Le mouvement du battant ne pouvait plus être tel qu'on l'avait fait jusqu'alors : il a su le disposer de manière à frapper aussi deux coups sur la même duite, par chaque révolution ; il a également combiné la force et les dimensions des pièces pour résister à la fatigue, aux chocs continuels que ces machines éprouvent pendant leur travail. De sorte qu'on peut dire actuellement que le métier De Bergue remplit toutes les conditions de durée, de solidité ou de bonne confection, pour tisser avec avantage et économie toute espèce d'étoffes de lin et de chanvre, et sur des largeurs très-considérables. Il convient aussi fort bien pour d'autres tissus, comme ceux de laine mérinos, parce que le travail est plus doux que sur les métiers à un seul coup ; il y a beaucoup moins de rupture de fils, et par conséquent moins de temps perdu. On sait que, pour l'opération du tissage en général, il faut que les filés soient de qualité supérieure, soit pour la chaîne, soit pour la trame ; aussi le parage est un point extrêmement important, qui doit avant tout occuper le fabricant. Cela est si vrai, qu'il est presque impossible d'obtenir le moindre résultat avec des chaînes mal parées, et dont le fil est de mauvaise qualité. M. de Bergue a aussi bien compris ce besoin, en perfectionnant ses machines à parer, qui ne laissent maintenant plus rien à désirer.

Espérons donc qu'à une époque aussi éminemment industrielle que celle actuelle, où la filature mécanique du lin et du chanvre est sur le point de prendre la plus grande extension, les métiers De Bergue se répandront bientôt dans tous les établissements déjà montés ou qui ne tarderont pas à l'être pour la fabrication des toiles. Depuis le peu de temps qu'il a introduit ce nouveau système, il en a livré un grand nombre à l'industrie ; il a pris plusieurs brevets de perfectionnement, en France, pour les diverses modifications qu'il y a successivement apportées. Nous devons à son obligeance d'avoir bien voulu nous permettre de relever, dans ses ateliers, l'un de ces métiers avec les plus grands détails, et nous nous faisons

un devoir de lui témoigner ici nos remerciements pour tous les documents qu'il s'est empressé de nous communiquer, et qui nous ont aidé à faire la description qui accompagne nos dessins.

Plusieurs métiers mécaniques ont été publiés, dans divers ouvrages, il y a déjà des années, principalement dans *l'Industriel*, en 1826 ; dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, en 1818 ; dans celui de la Société de Mulhouse, en 1830 ; dans plusieurs volumes des *Brevets expirés*, et, plus récemment, dans le *Portefeuille du Conservatoire*, en 1834. Nous n'aurions pas cherché à publier aujourd'hui le métier de M. de Bergue, si nous n'y avions reconnu des dispositions entièrement neuves et toutes particulières, qui le font remarquer parmi tous les métiers connus.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU MÉTIER MÉCANIQUE.

PLANCHES 35 ET 36.

Les parties principales qui constituent les métiers mécaniques en général sont :

- 1^o L'ensouple et le déchargeoir, pour recevoir la chaîne et l'étoffe, avec leur moyen de tension et d'enroulement ;
- 2^o Les lisses, leur mode de suspension et de mouvement ;
- 3^o La chasse ou le battant, avec son mouvement qui, dans le nouveau métier de M. de Bergue, est disposé pour frapper deux coups successifs ;
- 4^o La navette, les fouets et leur mouvement ;
- 5^o Le désembrayage, par lequel le métier s'arrête de lui-même lorsque la navette n'arrive pas dans sa boîte.

Ce sont ces parties que nous allons successivement décrire, pour faire comprendre toute la construction et le jeu de l'appareil ; et nous ferons voir en même temps les modifications qui ont été apportées au métier pour l'appliquer au tissage des toiles.

DE L'ENSOUPLE ET DU DÉCHARGEOR, POUR RECEVOIR LA CHAÎNE ET L'ÉTOFFE. — On sait que la chaîne se compose des filés qui forment la longueur de la pièce d'étoffe à fabriquer ; on l'enroule sur l'ensouple ou cylindre en bois A (fig. 2 et 4), dont les tourillons en fer sont placés et tournent librement dans l'une des deux encoches ménagées aux côtés extérieurs du bâti en fonte B (fig. 1). Le bout de la chaîne est engagé dans une rainure rectangulaire et peu profonde pratiquée sur toute la longueur de l'ensouple, comprise entre les deux plateaux ou joues parallèles qui le terminent ; puis on la pince fortement avec une languette de bois a, que l'on fait entrer de force dans la rainure, comme l'indique la coupe verti-

cale fig. 2. De l'ensouple on la fait passer sur le rouleau de bois C, que l'on peut maintenir à la hauteur jugée convenable à l'aide des supports de fonte *b*, qui sont agrafés sur les montants supérieurs du bâti, et fixés à demeure par une vis de pression; et afin que pendant le travail les supports ne tendent pas à glisser, on a eu le soin de laisser venir à la fonte, sur le côté de l'un des montants, de légères dentelures triangulaires (fig. 1). On peut aussi transporter le rouleau plus en avant du métier, parce qu'on a ménagé sur les supports plusieurs entailles circulaires, dans lesquelles on fait porter les tourillons.

Sur ce même rouleau, et vers le milieu des fils de la chaîne, passe une ficelle très-fine suspendue à un petit poids *c*, qui s'enveloppe sur les baguettes horizontales *d* et *d'*. L'objet de ces dernières est de faire distinguer facilement à l'ouvrier chargé de la conduite du métier quels sont les fils de la chaîne qui traversent les lisses de devant, et ceux qui traversent les lisses de derrière. Ainsi, en arrivant du rouleau C, la moitié des fils de la chaîne passe sur la première baguette *d* et sous la seconde *d'*, pour de là traverser les lisses de derrière E; et l'autre moitié, au contraire, passe sous la première et sur la seconde baguette pour aller traverser les lisses de devant E'. Observons bien que les fils sont alternés de telle sorte que ce sont tous les numéros pairs, par exemple, qui composent la première moitié, et tous les numéros impairs qui composent la seconde; de sorte que si un fil de la chaîne vient à casser pendant le tissage, l'ouvrier placé en avant du métier, c'est-à-dire à droite des fig. 1 et 2, du côté où l'étoffe est fabriquée, va directement de l'autre côté, vers les baguettes, où, à première vue, il reconnaît le fil rompu.

La chaîne traverse donc les lisses et le peigne du battant, et la toile se fait un peu à droite de celui-ci (fig. 2), comme on pourra facilement le voir plus loin. Cette toile glisse sur le bord arrondi de la poitrinière en bois F, qu'elle traverse dans une direction peu inclinée, pour de là s'enrouler sur le second cylindre G, appelé déchargeoir, sur lequel son extrémité est fixée de la même manière que l'extrémité de la chaîne sur son ensouple.

Pour produire un tissu bien régulier, il est de première nécessité que la chaîne et l'étoffe soient constamment tendues à un point convenable, et toujours au même degré, pendant tout le temps du travail. Cette tension égale et constante n'est pas facile à obtenir, et, malgré les moyens heureusement combinés et adoptés aujourd'hui dans un grand nombre de métiers, elle exige encore beaucoup d'attention de la part de l'ouvrier, et une surveillance continue du contre-maître. On conçoit en effet que, comme d'une part l'ensouple de la chaîne diminue de diamètre à mesure que le travail se fait, et, d'une autre part, le déchargeoir augmente au contraire,

il est difficile d'avoir un déroulement régulier d'un côté et un enroulement égal de l'autre, tout en maintenant une même tension entre les deux ensouples.

M. de Bergue, en appliquant un frein d'un côté de l'ensouple A, est arrivé, nous le croyons du moins, à régulariser autant qu'on peut le désirer, le déroulement de la chaîne, au point de ne plus avoir besoin de contrepoids, dans un grand nombre de cas.

A l'une des extrémités du cylindre A, en dehors de ses plateaux, est placée une roue droite, dentée, en fonte K, qui engrène avec un pignon très-petit k, ajusté sur le bout d'un axe en fer, mobile dans la douille en fonte L', qui est adaptée contre un côté du bâti. Cette douille porte une branche inclinée, qui, à son sommet, se termine par une cheville en fer b' (fig. 7 et 8). Sur l'axe du pignon, prolongé en dehors de la douille, est une poulie à gorge plate L, embrassée sur sa circonférence par une bague en fer l, fendue d'un côté, et munie de l'autre d'une espèce de dent qui s'appuie contre la cheville l'. L'intérieur de cette bague est garni d'un cuir, revêtu d'une étoffe de laine, et une vis de pression, taraudée dans l'une des deux oreilles qui la terminent, permet de régler sa tension sur la poulie.

Par cette combinaison, il est aisément de voir que, lorsque la chaîne se déroule, la roue K fait tourner en sens contraire son pignon k, et par suite la poulie L, qui est montée sur son axe ; mais ce mouvement ne peut avoir lieu qu'autant que l'effort de l'engrenage est proportionnellement plus grand que la pression du frein l ; car, dès que celle-ci l'emporte, la poulie ne peut plus tourner, et le pignon retient à son tour la roue et l'ensouple.

Ainsi il suffit de régler convenablement la pression du frein (ce qui peut aisément avoir lieu par la vis dont il est muni), pour permettre à la chaîne de ne se dérouler que d'une quantité rigoureusement nécessaire. Comme M. de Bergue donne à l'ensouple et au déchargeoir des diamètres assez grands, surtout pour de certaines toiles, il peut s'arranger pour n'avoir jamais plus de 3 à 4 centimètres d'épaisseur de fils enroulés sur les cylindres, de sorte que, sans même avoir besoin de toucher au frein pendant la confection d'une même pièce d'étoffe, on obtient un déroulement suffisamment régulier.

A l'autre bout de l'ensouple A, est une large poulie à rebords M, embrassée par une corde, qui d'un bout porte un poids formé de plusieurs rondelles M', dont on varie le nombre à volonté, et qui de l'autre est attachée à un ressort à boudin, fixé par sa partie inférieure vers le pied du bâti. Il est aisément de voir que l'objet du poids M' est de tendre à faire enrouler

la chaîne sur son ensouple, tandis que celui du ressort est, au contraire, de tendre à la dérouler; de sorte que, pour produire une tension plus ou moins forte, il faut que l'action du poids soit sensiblement plus faible que celle du ressort; et comme ce dernier est constant, on diminuera ou on augmentera la tension en retirant ou en remettant des rondelles M' , ce qu'il est aisé de faire pendant l'opération même, parce que toutes ces rondelles sont fendues pour se monter sur la même tige.

Dans les métiers Roberts et autres, on règle la tension par des poids et des contre-poids suspendus à chaque extrémité de l'ensouple de la chaîne, tandis que, comme on vient de le voir, dans le métier De Bergue, d'un côté, on ne fait usage que du frein, qui suffit dans la plupart des cas, et de l'autre, le contre-poids est remplacé par un ressort à boudin, de sorte que, pour régler la tension, on n'a qu'à varier le poids M' seulement, lorsqu'on le juge nécessaire et qu'on ne veut pas s'en rapporter complètement au frein, cas exceptionnel.

Le procédé pour enruler la toile sur le déchargeoir est en tout semblable à celui du métier anglais. Ainsi, sur l'un des tourillons du cylindre G , est fixée une roue droite en fonte H , de $0^m 212$ de diamètre primitif, et portant 64 dents, laquelle engrène avec un pignon f de 16 dents, qui est monté sur un axe fixe, adapté contre l'un des côtés du bâti. Contre ce pignon est placée une roue à rochet en fonte I , qui fait corps avec lui, et dans les dents de laquelle tombent les bouts des cliquets g et g' . Un levier en fonte J , coudé en équerre, et ayant son point d'appui en h , contre le même côté du bâti, reçoit, pendant la marche du métier, l'action du battant, à l'aide d'une cheville coudée en fer i , adaptée à l'un des bras de celui-ci (fig. 1).

Il est aisé de concevoir que, dans son mouvement oscillatoire, lorsque la branche verticale du levier est tirée de droite à gauche, le rochet g , qui est attaché à son sommet, au-dessus du point d'appui, se dégage de la dent de la roue à rochet dans laquelle il était engagé, et, tombant sur l'une des dents suivantes, fait tourner cette roue sur son axe, aussitôt que le levier est abandonné à lui-même, et que le contre-poids j , qui est placé sur la branche horizontale, le fait retomber à sa position perpendiculaire. Les rochets d'arrêt g' empêchent évidemment la roue de se détourner, au moment où le premier rochet g se dégage, et le pignon droit f , entraîné dans la marche de cette dernière, tourne d'une quantité proportionnellement plus petite, et par suite fait tourner aussi la roue H et le cylindre G . Il est évident que plus le poids j sera rapproché du centre h du levier, plus sera petite la marche du rochet g , et par suite celle du cylindre et de la toile, et, au contraire, plus ce poids sera éloigné du centre, ou plus il

sera lourd, et plus aussi le rochet *g* prendra de dents, par conséquent, plus sera grande la marche du déchargeoir, et par suite la tension de l'étoffe.

On comprend déjà que de la force ou de la position du contre-poids *j*, par rapport au point d'appui *h*, dépend la plus ou moins grande tension de la toile; il importe donc de bien régler ce contre-poids suivant la nature des filés, afin de ne pas produire une toile dont la duite serait trop lâche ou trop serrée.

On peut aussi, quand on règle le métier, placer la poitrinière à la hauteur convenable, parce que les supports en fonte *F'*, sur lesquels elle est assujettie, sont à coulisse dans la partie qui s'adapte aux côtés du bâti, comme le montre bien la fig. 2. L'étoffe passant entre la poitrinière et la planche qui est placée en avant, est souvent forcée de prendre deux inclinaisons différentes, et en se brisant ainsi, elle est moins sujette à devenir lâche depuis le sommet de la poitrinière jusqu'à la circonférence de l'ensouple.

Pour maintenir aussi la toile bien tendue dans le sens de sa largeur, on se sert généralement de deux règles en bois *n* et *n'* (fig. 2), appelées *templets* ou *temploirs*, que l'on fait appuyer sur l'étoffe, et qui se terminent par des pointes fines que l'on fait entrer dans les bords de cette dernière; et afin qu'elles puissent servir pour diverses largeurs de tissus, on a le soin de faire chacune de ces règles en deux parties, pour les rallonger ou les raccourcir à volonté. Comme les deux parties sont percées de trous, on peut aisément les réunir par des ficelles.

Ce moyen de tension est certainement fort simple, mais on voit qu'il présente l'inconvénient d'exiger de déplacer les règles de temps à autre, et de les replacer successivement; car, comme elles marchent avec la toile, il faut évidemment les enlever dès qu'elles sont près de toucher la poitrinière, pour les remettre en arrière. C'est une sujexion permanente, qui est d'autant plus fâcheuse qu'elle oblige d'arrêter le métier à chaque fois. Aussi M. de Bergue, et avec lui plusieurs constructeurs, ont cherché à remédier à cet inconvénient, en établissant des temploirs mécaniques qui reçoivent l'action même du battant à chaque révolution. Comme l'application n'en a pas encore été faite au métier que nous avons relevé, nous n'avons pu le représenter sur ces dessins; cependant nous nous proposons de revenir sur ce mécanisme qui doit présenter un grand intérêt. Nous savons que M. Decoster, qui construit aussi des métiers mécaniques à tisser, s'occupe de la recherche de temploirs qui puissent également épargner la main de l'homme. M. Jourdain, d'Altkirch, s'occupe également de cette intéressante question qu'il a, nous le croyons, entièrement résolue.

DES LISSES ET DE LEUR MOUVEMENT. — Les lisses sont disposées comme

dans les autres métiers mécaniques, et sont suspendues à des lisserons ou règles horizontales, qui permettent de les arranger comme l'indique la fig. 2. Les premières lisses E , qui se trouvent du côté de l'ensouple, sont attachées, en se croisant, aux lisserons supérieurs et inférieurs e , elles reçoivent dans leurs œillets, à l'intersection de leur croisure, la moitié des fils de la chaîne, les fils pairs par exemple, que l'on place sur deux rangs, et dans deux plans différents, de telle sorte que les numéros 2, 6, 10, etc., correspondent aux œillets du premier rang, et les numéros 4, 8, 12, etc., à ceux du second rang. De même les lisses E' , qui se trouvent du côté du déchargeoir, sont attachées aux lisserons e' , en se croisant comme les premières, pour recevoir dans leurs œillets l'autre moitié des fils de la chaîne, les fils impairs, disposés encore pour que les uns, les numéros 1, 5, 9, etc., passent dans les œillets du premier rang, et les autres, les numéros 3, 7, 11, etc., dans les œillets du second. Par cette disposition, il n'existe qu'une demi-épaisseur du fil de l'œillet entre deux fils pairs consécutifs, au lieu de deux demi-épaisseurs qui s'y trouveraient si les œillets étaient sur le même rang et dans un même plan.

Les lisserons supérieurs e , e' , sont attachés chacun par deux cordelettes à des lanières de cuir p' , lesquelles sont fixées et s'enroulent successivement sur les quatre poulies o et o' , qui sont toutes portées par l'axe horizontal p . Les lisserons inférieurs sont aussi attachés par des cordelettes aux baguettes en bois p^2 , lesquelles sont portées à leur milieu par les tiges verticales p^3 , qui, taraudées à leur autre extrémité, s'assemblent chacune par un écrou à chape avec les boulons à crochets p^4 . Ces derniers viennent s'articuler aux marches N et N' , dans lesquelles on a eu le soin de ménager des mortaises, pour permettre de varier au besoin leur point d'attache. Ce sont ces marches qui doivent successivement lever et baisser les lisses ; nous allons voir comment elles reçoivent leur mouvement circulaire alternatif.

La douille qui termine chacune d'elles est alésée et ajustée sur un axe horizontal en fer qui est porté par le double support courbe de fonte N^2 , boulonné sur la traverse B' du bâti. Vers le milieu de chaque marche est adaptée une chape en fer q' , dans laquelle est mobile un galet cylindrique q .

Deux excentriques O , O' , fondus d'une même pièce, et exactement semblables, mais de courbure diamétralement opposée, sont placés au milieu de l'arbre de couche P , et fixés à demeure, pour en recevoir un mouvement de rotation continu. Il est aisément de voir que dans cette rotation les excentriques agissent respectivement sur les galets q , et par suite sur les marches. Ainsi, lorsque l'une de celles-ci est abaissée par son excentrique, l'autre, au contraire, est nécessairement relevée, parce que les

courroies p' des lisses qui correspondent à la première ne peuvent se dérouler sur leurs poulies sans que celles des lisses qui correspondent à la seconde s'enroulent sur les leurs. Il en résulte que, lorsque les premières lisses descendent, les secondes sont forcées de remonter, et réciproquement.

On a déjà, sans doute, remarqué par le dessin fig. 2, que les points d'attache des tiges p' , aux extrémités des marches ne sont pas exactement à la même distance du centre d'oscillation ; ainsi l'axe décrit par le bout de la marche N' est un peu plus grand que celui de la marche N qui est plus courte, par conséquent les lisses de devant E' ont un peu plus d'espace à parcourir que celles de derrière E ; c'est pourquoi, afin qu'il y ait compensation dans les montées et descentes de chacune, on a eu le soin de donner aux poulies o' , qui tiennent en suspension les lisses E , un peu moins de diamètre qu'aux poulies o qui soutiennent les premières E' .

Puisque la moitié des fils de la chaîne passent dans les œillets des lisses de devant, et l'autre moitié dans les œillets des lisses de derrière, on voit que tous les numéros pairs de ces fils sont soulevés en même temps, pendant que les autres sont abaissés, et réciproquement. Dans l'état actuel du dessin on suppose la chaîne fermée, c'est-à-dire les lisses et les marches à la même hauteur, et les galets sur lesquels appuient les excentriques sur le même plan ; pendant ce temps, le battant est à l'extrémité de sa course, c'est-à-dire qu'il est arrivé au point où il frappe la duite.

Le mouvement de rotation est communiqué à l'arbre des excentriques par une roue droite en fonte P' , montée à son extrémité, et commandée par le pignon Q , d'un diamètre exactement moitié, et fixé au bout de l'arbre moteur de la machine ; ainsi pour un tour entier de cet arbre l'axe P ne fait qu'une demi-révolution, ce qui doit être, puisque les excentriques sont symétriques et qu'ils doivent faire ouvrir la chaîne chaque fois qu'ils ont parcouru un demi-tour. L'axe P est supporté par trois coussinets, dont deux aux extrémités sur les côtés du bâti, et le troisième, celui du milieu, est adapté à la traverse intérieure B^3 qui se relie à celles extérieures B' et B^2 .

DU BATTANT ET DE SON MOUVEMENT. — Le battant se compose d'une longue pièce de bois U , à section rectangulaire, que l'on relie solidement avec les épées en fonte T , lesquelles sont boulonnées sur une traverse inférieure T' , qui leur sert d'axe d'oscillation. Les extrémités de cette traverse forment, à cet effet, tourillons, et sont reçues dans des supports de fonte que l'on a boulonnés contre les côtés extérieurs du bâti.

Ces épées sont disposées de manière à recevoir chacune deux galets r , r' , l'un plus grand r qui est destiné à recevoir l'action pour frapper la duite, l'autre plus petit r' , pour ramener le battant. Deux excentriques

S, S', de forme particulière, sont placés vers chaque extrémité de l'arbre moteur Q', en dedans du bâti, et dans le plan même des épées, pour remplacer les manivelles qui, dans les autres métiers mécaniques, font mouvoir le battant. Il est aisément de voir que l'objet de ces excentriques est de donner deux coups de chasse, au lieu d'un, par chaque révolution de l'arbre, par conséquent, pour chaque duite. On comprend, en effet, par le dessin fig. 2, que, toutes les fois que les sommets des excentriques S (ou les points les plus éloignés du centre de l'arbre), se trouvent en contact avec les galets r , ceux-ci sont repoussés vers la droite. Or on peut combiner la courbure extérieure de ces excentriques S, de telle sorte que les deux coups de chasse soient égaux en intensité, ou l'un plus faible que l'autre, suivant qu'on le croira le plus convenable pour le travail du tissu. Deux coups ainsi répétés produisent, dans un grand nombre de cas, un bien meilleur effet qu'un seul coup simple, qui est nécessairement plus dur. Ainsi, pour le tissage des toiles de lin et de chanvre, des laines mérinos, etc., on obtient, sur ces métiers à deux coups de M. de Bergue, de fort bons résultats.

Les excentriques S' ne servent qu'à ramener le battant après qu'il a frappé, c'est pourquoi ils restent toujours en contact avec les galets r' , dont on peut d'ailleurs régler exactement la position, parce que leurs tourillons sont logés dans des coulisses ménagées sur la branche courbe de chaque épée, et qu'une vis de pression permet de les pousser et de les maintenir en place.

Au-dessus du battant est une pièce de bois U' qui lui est parallèle, et qui est boulonnée sur les parties prolongées des épées, pour maintenir le côté supérieur du peigne ou *ross*, entre les dents duquel passent tous les fils de la chaîne. Les deux côtés supérieur et inférieur de ce peigne sont renfermés dans des rainures ménagées dans les pièces U et U', et comme cette dernière n'est tenue aux épées que par deux boulons, on peut aisément l'enlever, lorsqu'on veut retirer le peigne et le remplacer.

L'axe Q', que nous avons appelé l'arbre moteur, parce qu'il met en mouvement tout le métier, n'a pas besoin d'être coudé, comme on le fait dans les métiers Roberts et dans beaucoup d'autres; il reste droit dans toute sa longueur. A l'une de ses extrémités, en dehors du bâti, il porte deux poulies R et R', l'une fixe sur lui, et qui est fondue avec le volant R^2 , et l'autre R' qui est folle, pour interrompre le mouvement. C'est à l'autre extrémité de cet arbre que nous avons vu le pignon Q qui commande la roue P'.

Pour tisser de grosses toiles, de 1^m 20 de largeur, on ne fait pas faire à l'arbre moteur plus de 70 à 75 révolutions par minute; c'est une bonne vitesse dans ces métiers à deux coups, pour obtenir un travail bien fait,

bien régulier. Dans les métiers pour le coton, où on ne donne qu'un seul coup de chasse pour chaque duite, on peut marcher à une vitesse sensiblement plus grande, et qui, pour des largeurs semblables, est souvent de 90 à 95 révolutions par minute.

DE LA NAVETTE ET DE SON MOUVEMENT. — Les navettes employées dans le tissage des toiles de lin et de chanvre, telles que les construit M. de Bergue, sont d'une dimension sensiblement plus forte que celles destinées aux tissus de coton, comme on peut s'en rendre compte par le tracé de celle que nous avons représentée sur les fig. 5 et 6, pl. 35. Elle est en bois, sa longueur totale est de 0^m 253, y compris ses pointes v qui sont acierées. La cannette se met sur une broche en fer v' , et est retenue sur elle par un ressort. La trame en sort par l'œillard en porcelaine v^3 , dont les bords sont arrondis, et un cylindre de fer v^4 s'appuie sur le fil pour le maintenir pendant le travail. La base inférieure de la navette, qui doit glisser sur toute la longueur du battant, est garnie de deux tiges de fer rondes, en partie encastrées dans le bois, afin de diminuer le frottement et par suite l'usure de la navette. L'une des faces latérales de cette dernière, celle qui correspond à la sortie du fil, est un peu moins élevée que la face opposée, de 3 millimètres, pour correspondre à l'angle que les fils de chaîne forment entre eux lorsque la chaîne est ouverte. Cette face moins élevée est aussi légèrement concave pour donner au fil un libre passage, et pour qu'il n'éprouve pas de frottement dans les mouvements de la navette ; c'est aussi pour cette raison qu'on a évidé la face intérieure de la joue latérale u' du battant (fig. 11).

La navette est lancée successivement de droite à gauche par deux *fouets*, ou tiges en bois X, qui se relient à leur sommet aux taquets en cuir x' par des lanières x . Lorsqu'on n'employait qu'un seul fouet, comme on l'a fait dans la plupart des métiers construits jusqu'ici, ces lanières étaient beaucoup plus longues, et par suite se cassaient bien plus souvent. C'est une des parties qui demandent à être le plus fréquemment remplacées : aussi doit-on regarder comme une innovation fort utile et économique celle d'avoir cherché à la raccourcir notamment pour en diminuer l'usure.

Les taquets glissent sur des tringles horizontales x^2 , qui leur servent de guide et limitent leur course rectiligne. Les fouets sont solidement assemblés par leur partie inférieure à des oreilles cylindriques X', qui forment manchon et dont la moitié est fondue avec leurs axes de rotation X². Ces deux axes règnent dans toute la largeur du métier, leurs tourillons sont mobiles dans des chaises en fonte à coulisse boulonnées sur les entretoises B' et B². Des espèces de cames z', à surfaces inclinées, sont adaptées vers le milieu des axes X² et transmettent à ces derniers un mouvement oscil-

latoire très-rapide, à chaque passage des galets de fonte z dont le tourillon est fixe dans la coulisse des manivelles Z .

Ces dernières sont en fonte et montées sur l'arbre de couche P , dont elles reçoivent un mouvement de rotation. Elles sont placées dans une direction diamétralement opposée; ainsi, lorsque l'une est en bas, l'autre est en haut, et réciproquement: par conséquent, lorsque le galet de la première vient s'appuyer sur sa came z' , elle fait osciller son axe subitement et produit ainsi un coup de fouet très-sec; le taquet correspondant est alors tiré avec force par la lanière du fouet, et lance ainsi la navette avec toute l'énergie qu'il a reçue. Pendant ce temps le galet de la seconde manivelle se trouvant en haut, la came et l'axe X^2 qui la porte sont libres, par suite le fouet et le taquet correspondants sont abandonnés; mais le fouet est rapidement ramené à sa place naturelle, parce que sur chacun des deux axes X^2 sont adaptés des leviers z^2 qui se relient par des courroies à un ressort à boudin z^2 , dont l'effet est de tendre et tirer constamment les leviers vers le milieu du métier. Par conséquent, quand l'un des axes est libre, l'action de ce ressort fait revenir le fouet qu'il porte, dès qu'il a lancé la navette, à sa position primitive. Pour les taquets, ils sont alternativement repoussés à l'extrémité du battant par la navette elle-même.

Nous avons donné en détails fig. 3 et 4, pl. 35, le tracé géométrique de l'une des cames à surface inclinée z' , pour faire voir le mouvement que lui fait faire le galet quand il s'appuie sur elle.

SYSTÈME DE DÉBRAYAGE POUR ARRÊTER LE MÉTIER. — Dans un métier mécanique à tisser, il importe beaucoup qu'il puisse être arrêté non-seulement à la main, mais encore par la machine même, lorsqu'il se présente quelque obstacle, comme par exemple, lorsqu'un fil de chaîne ne se trouve pas à sa place, ou n'est pas levé quand il devrait l'être, et par suite la navette lancée par les fouets, au lieu de traverser toute la largeur du métier, est projetée au dehors: si dans de telles circonstances le métier ne s'arrêtait de lui-même, il pourrait en résulter souvent des dégâts fâcheux dans le tissage. Aussi on en a tellement bien compris l'utilité, que depuis long-temps on fait usage d'un mécanisme d'arrêt semblable à celui qui existe sur le métier actuel. Nous n'aurons donc besoin que d'en dire quelques mots. A chaque extrémité du battant, dans la joue verticale u , est renfermé un levier horizontal en bois Y , présentant à l'intérieur une surface légèrement convexe, et ayant pour point fixe une cheville en fer y (fig. 7, 10 et 11). Un ressort en acier y' , adapté à l'extérieur du battant, tient la partie supérieure d'un levier coudé y^2 , constamment appuyée contre l'extrémité du premier levier horizontal Y (fig. 1^{re}).

Une tringle en fer y^3 , qui est soutenue par deux petites chaises de fonte

y^1 , boulonnées sous le battant, porte vers les extrémités les deux leviers coudés y^2 , dont la branche inférieure et inclinée est susceptible de passer sans toucher sur la surface de la pièce à coulisse y^3 , ou de faire glisser cette pièce. Ainsi, lorsque la navette arrive sans obstacle à une extrémité du battant, comme elle rencontre la surface convexe du levier horizontal Y, elle force celui-ci à sortir, et par suite elle fait basculer d'une certaine quantité le levier coudé y^2 sur son axe; la branche inférieure de ce levier est alors soulevée, et dans le mouvement du battant qui frappe la duite, aussitôt après le passage de la navette, cette branche ne remonte pas la pièce à coulisse y^3 . Mais si, par une circonstance quelconque, la navette n'arrive pas à sa place habituelle, le levier horizontal Y n'est pas touché, et par suite le levier coudé y^2 lui-même ne bouge pas, sa branche inférieure reste dans la position inclinée qu'elle occupe naturellement; alors, au moment où le battant s'avance pour frapper la duite, la partie extrême de cette branche vient buter contre l'encoche formée vers la gauche de la pièce y^3 , qui est forcée de s'avancer vers la droite, et dans cet avancement elle pousse une tige à ressort qui fait changer la fourchette Y' de place et l'oblige à faire passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle, pour arrêter le métier.

PRIX ET MARCHE DES MÉTIERS.

M. de Bergue construit de ces métiers mécaniques sur plusieurs modèles, soit pour faire des tissus de petite ou de grande largeur, soit pour faire des toiles extrêmement fortes. Les prix de ces métiers varient nécessairement suivant leurs dimensions, depuis 300 fr. jusqu'à 500 fr., et même 600 fr. On fait aujourd'hui en Alsace, chez MM. A. Kœchlin et comp. et dans plusieurs autres établissements, des métiers mécaniques pour le coton, lesquels sont à la vérité plus faibles que celui-ci, pour des prix de 180 à 200 fr., ce qui est extrêmement bon marché, si l'on considère le nombre de pièces dont ils se composent.

Leur vitesse varie aussi, évidemment, suivant les largeurs et suivant les espèces de toile que l'on veut fabriquer. Ainsi, pour les grandes largeurs de 1^m 20, par exemple, on ne compte pas plus de 75 révolutions de l'arbre principal par minute, tandis que pour des largeurs de 0^m 80 à 0^m 90 on peut compter 90 à 95 révolutions par 1'. On sait que dans les métiers mécaniques à tisser le coton, on peut donner 110 à 115 coups par 1' pour des largeurs de 0^m 90 ou 3/4 d'aune.

NOTICE HISTORIQUE SUR LES MÉTIERS MÉCANIQUES À TISSER.

En nous proposant de donner une notice sur les métiers à tisser, pour terminer la description que l'on vient de lire, nous n'avons pas la prétention de suivre tous les progrès qui ont été faits depuis vingt à vingt-cinq ans dans ce genre d'industrie : nous n'osserions entreprendre ce travail, qui non-seulement prendrait trop de place pour être mis dans ce Recueil, mais encore exigerait beaucoup de recherches et de temps. Cependant nous allons essayer de jeter un coup d'œil rapide sur les principales améliorations qui ont été proposées depuis quelques années, et qui ont été mises en usage dans plusieurs établissements.

Nous parlerons d'abord du métier mécanique de MM. Meyer frères, à Paris, qui se sont adonnés à ce genre de construction pendant quelques années et qui, dès leur début, ont présenté plusieurs modifications plus ou moins importantes. Celle qui nous a paru la plus remarquable est le système d'encliquetage, appliqué à la poulie motrice pour débrayer le métier, aussitôt que la navette ne se rend pas à sa place habituelle, quand elle est lancée. Dans le métier précédent, comme dans le métier Roberts, et la plupart de tous les métiers mécaniques, nous avons vu que la disposition appliquée à la machine fait passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle ; par conséquent, il faut avoir deux poulies, et comme à la poulie fixe est adapté le volant qui doit régulariser le mouvement du métier, on comprend que celui-ci ne peut jamais être arrêté immédiatement, d'abord parce qu'il faut un certain temps pour que la courroie puisse passer d'une poulie à l'autre, et puis parce que le volant lancé est capable, par son énergie acquise, de faire continuer l'action pendant quelques instants.

Par le système d'encliquetage, appliqué directement à la poulie unique qui est en usage dans le métier de MM. Meyer, on n'a pas cet inconvénient : le débrayage est instantané, ce qui, dans la confection de certains tissus, peut être d'un grand avantage. Cette disposition ne s'applique pas seulement aux métiers pour le coton, mais bien aussi aux métiers à lin et à laine. Nous en avons remarqué un grand nombre en construction chez MM. De-coster et comp., qui en ont fait également l'application.

Dans un métier mécanique, nouvellement importé d'Angleterre par M. Gihoy, on remarque aussi quelques dispositions heureuses, qui, pour le tissage de la soie particulièrement, peuvent être excellentes. Ainsi, on

comprend que, comme les fils de soie sont très-susceptibles de se vriller, il importe, à chaque passe de la navette, de tendre immédiatement la trame dans le sens de sa longueur, pour éviter que les espèces de filets de vis que le fil tend à prendre, ne puissent se former. L'auteur, pour parvenir à ce but, dispose des crochets qui tirent les deux extrémités du fil de trame aussitôt que la navette est lancée.

L'enroulement de la chaîne, dans ce métier, ne se fait pas non plus comme dans les autres métiers mécaniques. L'auteur, voulant éviter l'inconvénient qui résulte de la différence de diamètre, à mesure que l'étoffe se confectionne, au lieu de déterminer le tirage sur le déchargeoir même, l'effectue, au contraire, à l'aide de deux cylindres étireurs, placés près de la poitrinière, et entre lesquels l'étoffe est forcée de passer sans s'y enrouler, avant de se rendre au déchargeoir. La marche de ces cylindres peut être réglée par un système de roue à rochet et de cliquets, sans exiger pendant le travail aucun changement de poids; dès que le degré de serrage des fils du tissu est reconnu bon et régulier au commencement de l'opération, on peut être certain qu'il continuera à l'être pendant la confection de toute la pièce. Le déchargeoir reçoit l'étoffe, qui lui est amenée par les cylindres, mais n'a pas d'action sur leur marche, quel que soit d'ailleurs son diamètre.

Nous croyons que cette disposition d'enroulement pourrait être appliquée avec avantage, surtout dans les métiers où l'on a l'habitude d'envelopper sur les ensouples une grande longueur de chaîne, et par conséquent d'en augmenter considérablement leur diamètre; car on sait qu'il est urgent de diminuer le poids au fur et à mesure que la toile s'enroule sur son déchargeoir, sans quoi elle deviendrait de plus en plus lâche.

Nous avons parlé, dans la description précédente, des templiers mécaniques que M. de Bergue vient d'appliquer tout récemment à ses métiers. C'est encore une innovation fort importante qui permettra d'éviter bien des pertes de temps dont on doit nécessairement être fort avare dans cette fabrication. Nous avons dit aussi que M. Decoster s'en occupait très-sérieusement; M. Jourdain, mécanicien spécial pour la confection de toutes sortes de métiers à Altkirch, paraît avoir résolu le problème d'une manière tout à fait satisfaisante et a pris, le 12 septembre 1842, un brevet d'invention de 10 ans pour son appareil, qu'il appelle templet mécanique à cylindre denté, et fonctionnant sous le tissu, de manière à maintenir ses lisières à une tension voulue.

Plusieurs mécaniciens ont proposé d'adapter un système de parage des fils de chaîne sur le métier à tisser même. Nous ne sachons pas que l'application en ait été faite sérieusement aux métiers mécaniques. Nous avons dit qu'un bon parage est d'une très-grande importance dans la fabrication

pour obtenir un bon tissage. Cependant cette application a été faite aux métiers à tisser ordinaires : ainsi nous devons mentionner M. Quemin, de Rouen, qui a pris un brevet d'invention et de perfectionnement de dix ans en 1840, pour un métier à tisser à pareur mécanique et régulateur perfectionné ; nous pouvons citer aussi M. Eudo, de Rouen, qui a également demandé, en 1839, un brevet d'invention de 10 ans, et en 1840 un brevet de perfectionnement pour un procédé au moyen duquel la chaîne se trouve parée en tissant.

Par les perfectionnements successifs que l'on a fait subir aux métiers à tisser, on est arrivé à confectionner aujourd'hui des étoffes de toute espèce, soit unies, soit façonnées, soit avec des formes particulières. Ainsi MM. Fergusson et Bornèque, habiles manufacturiers de Bavilliers (Haut-Rhin), ont fait, il y a quelques années, une application fort heureuse et bien simple d'un mécanisme propre à remplacer les métiers à la Jacquart, et qui, faisant partie du métier mécanique à tisser, permet d'obtenir sur celui-ci des étoffes façonnées avec la plus grande perfection. Ces fabricants ont pris pour cet objet un brevet de perfectionnement de 15 ans, le 5 février 1840 ; nous en avons vu les dessins bien complets, qui nous ont paru fort bien entendus, et nous avons appris depuis que les inventeurs obtenaient de fort beaux résultats. M. Jourdain s'est également occupé de cette intéressante application et a exécuté plusieurs métiers dans ce genre.

Madame Bisso, de Paris, a aussi pris, en 1840, un brevet d'invention de 15 ans, pour un métier à tisser mécaniquement le chanvre, le lin, le coton, la laine, la soie, etc., de manière à produire, dit-elle, avec un grand avantage, et avec accélération, des chemises d'hommes, de femmes, des sacs, des blouses, lits de plume, paillasses, etc., sans coutures. Ce métier opère avec deux navettes qui se croisent en passant alternativement l'une en dessus et l'autre en dessous.

Un brevet d'importation de 10 ans a été délivré également, le 29 septembre de la même année, à M. Fervaecke, pour un métier à tisser des étoffes unies, croisées, des drilles unies et façonnées, des futaines satins, coutils, etc., en fil de lin, coton, laine, et autres.

La nomenclature des brevets qui ont été demandés, soit en France, soit à l'étranger, pour toutes les modifications ou dispositions nouvelles apportées dans les métiers à tisser, serait fort longue si l'on voulait s'y arrêter et la donner d'une manière complète. Nous avons cru devoir mentionner, du moins, ce qui nous a paru mériter le plus d'intérêt.

Une amélioration qui, selon nous, est de grande importance, serait d'arriver à faire débrayer le métier de lui-même, lorsqu'un fil de chaîne se casse. Nous savons que des tentatives ont été faites à ce sujet, mais nous n'avons pas appris qu'on soit encore parvenu à quelque résultat satisfai-

sant; le problème n'est pas, en effet, sans difficulté, il n'y aurait au reste que plus de mérite à le résoudre.

Il serait utile aussi de trouver des moyens plus expéditifs pour faire passer les fils de chaîne dans les œillets des lisses. Malgré la grande habitude que les ouvriers peuvent acquérir dans cette opération, c'est toujours du temps employé en pure perte. Ainsi, sur des métiers qui portent 2,400 à 2,500 fils de chaîne, on estime qu'il faut un jour et demi, c'est-à-dire 18 à 20 heures, à un ouvrier fort habile, pour les attacher et les faire passer dans les œillets. Il faudrait arriver à économiser au moins la moitié de ce temps pour cette opération.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 35 ET 36.

Pl. 35, fig. 1^{re}. Projection verticale vue du côté gauche du métier.

Fig. 2. Coupe verticale, parallèle à la précédente, et faite vers le milieu de la machine.

Fig. 3 et 4. Tracé géométrique de la came qui donne le mouvement à l'un des fouets ou chasse-navettes.

Fig. 5 et 6. Détails d'une navette propre au tissage des grosses toiles.

Pl. 36, fig. 7. Vue de face du métier, du côté de la chaîne.

Fig. 8 et 9. Vue de face et coupe par l'axe du frein appliqué à l'ensouple de la chaîne.

Fig. 10. Plan de l'une des boîtes à navette.

Fig. 11. Section transversale de cette boîte suivant la ligne 1-2.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/8 ou de 125 millimètres pour mètre.

TURBINES HYDRAULIQUES

OU ROUES HORIZONTALES

TOURNANT SOUS L'EAU

PAR

MM. FOURNEYRON et GENTILHOMME,
INGÉNIEURS A PARIS.

(PLANCHE 37.)

— — — — —

En 1826, la Société d'Encouragement proposa un prix de 6,000 fr. pour l'application en grand, dans les usines ou manufactures, des turbines hydrauliques, ou roues à palettes courbes de Bélidor (1). Des deux concurrents qui se présentèrent au concours, l'année suivante, M. Burdin, ingénieur en chef des ponts et chaussées, fut le seul jugé digne d'une médaille d'or, de la valeur de 2,000 fr., à titre d'encouragement pour ses beaux et utiles travaux.

M. Burdin présenta, en effet, au 1^{er} mai 1827, un mémoire fort étendu, et les dessins de trois espèces de turbines, dont une à axe horizontal, la seconde à axe vertical, et la troisième immergée. La première turbine, qu'il avait établie, dès 1822, à la manufacture royale d'armes de Saint-Étienne, fut expérimentée par une commission composée de MM. Thiollier, La-roche, Beaunier et Marcellin, et fut reconnue produire un effet plus considérable que celui qu'on obtenait de l'ancienne roue à augets, placée dans la même circonstance.

La roue à axe vertical et à évacuation alternative, également établie par le même auteur aux moulins de Pont-Gibaud, fut aussi examinée par une commission spéciale nommée, le 16 octobre 1826, par M. le préfet du département du Puy-de-Dôme. Elle remplaçait une troisième roue dite à

(1) M. Navier, dans ses notes sur l'architecture hydraulique de Bélidor, a donné la théorie des diverses roues horizontales en usage, et en même temps celle d'une roue à aubes courbes, recevant l'eau sans choc et la laissant échapper sans vitesse, après qu'elle est descendue d'une certaine hauteur sur la roue, en suivant la surface des aubes; et il traita aussi le cas où l'eau entre plus près ou plus loin de l'axe qu'elle n'en sort.

sabot, et il fut constaté qu'elle donnait des résultats bien supérieurs à celle-ci. En effet, la turbine dépensant seulement 94 litres d'eau par seconde sous une chute de 2^m80 avec une vitesse de 75 tours par minute, on obtient la mouture d'environ 83 kilog. de blé par heure, tandis qu'avec l'ancienne roue on dépensait pour le même travail 280 litres d'eau par 1'', c'est-à-dire trois fois plus. Le rapport de la commission se termina en remarquant :

- 1^o La légèreté de la turbine de Pont-Gibaud ;
- 2^o Le petit espace qu'elle exigeait ;
- 3^o Son économie de construction ;
- 4^o Sa possibilité de dépenser au besoin beaucoup d'eau.

M. Burdin ajoute, dans la description succincte qu'il donne de cette roue, tome III de la 3^e série des *Annales des mines*, en 1833, qu'il a trouvé, longtemps après les expériences de la commission, que la turbine de Pont-Gibaud rendait, en effet utile, les 0,67 de la puissance absolue du cours d'eau.

Dès 1824, il avait été fait un rapport très-favorable par MM. Prony, Girard et Dupin, à l'Académie des sciences, sur les roues de M. Burdin.

Depuis longtemps, comme on le sait, on employait dans les Pyrénées, et dans un grand nombre de contrées, des roues hydrauliques à axe vertical. Mais ces roues, dans lesquelles l'eau n'agit que par percussion, n'utilisent que 15 à 20 pour 0/0, comme le démontrent les expériences faites, en 1821, par MM. Tardy et Piobert (1). Cependant, les roues du Basacle, à Toulouse, qui sont toutes des turbines en bois perfectionnées, rendent déjà en effet utile 35 à 40 pour 0/0 de la force absolue du moteur.

La turbine de M. Burdin consiste dans un cylindre, ou tambour vertical, qui reçoit l'eau à sa base supérieure, et la rejette à la base opposée, en suivant des aubes à surface hélicoïde disposées vers la circonférence extérieure du tambour. L'angle formé par les aubes avec la base supérieure doit être, suivant la théorie, de 45 à 50 degrés, et celui qu'elles forment avec la base inférieure est de 15 à 20 degrés. Une disposition de vannage, au-dessus de la turbine, permet de diriger l'eau convenablement sur les aubes, de manière à en obtenir le meilleur effet.

Malgré les avantages remarquables annoncés par les théories sur les turbines d'Euler et de Burdin, les roues à axe vertical ne furent pas, pendant longtemps, suffisamment comprises pour être adoptées, soit à cause de pré-

(1) Expériences sur les roues hydrauliques à axe vertical, et sur l'écoulement de l'eau dans les coursiers et dans les buses de forme pyramidale, par G. Piobert et A. Tardy, officiers d'artillerie.

jugés toujours en opposition pour toute machine nouvelle, soit parce que les auteurs n'ont pu donner suite à leurs premiers essais.

M. Fourneyron, ingénieur de mérite, et le digne élève de M. Burdin, comprit, des premiers, tous les avantages qu'on pouvait tirer des roues horizontales à aubes courbes, recevant l'eau sans choc et la laissant échapper sans vitesse; il s'en est donc occupé d'une manière toute spéciale, et, on peut le dire, avec une persévérance vraiment remarquable. Dès 1827, il avait déjà construit une turbine aux usines de Pont-sur-l'Ognon, sur une chute de 1^m 40. Quelques années plus tard, il établit celle de Dampierre; et, presque à la même époque, la belle et grande turbine, de 50 chevaux, des forges de Fraisans, sur une chute de 1^m 50. Les résultats obtenus sur chacune de ces turbines furent mentionnés dans le mémoire qu'il présenta, en 1833, à la Société d'encouragement avec des dessins très-détaillés, et lui valurent le prix de 6,000 fr. qu'elle avait proposé sept années auparavant. Les améliorations qu'il a successivement apportées dans ce genre de roues, et qui en ont fait, pour ainsi dire, une nouvelle création, ont dû le porter à prendre un brevet d'invention de 15 ans, qui lui fut délivré le 24 octobre 1832, sous le titre de *Turbine hydraulique de Fourneyron, ou roue à pression universelle et continue.*

Dorénavant nous conserverons le nom générique de turbines seulement aux roues à axe vertical, comme l'expression généralement adoptée, et nous ne comprendrons dans la description qui va suivre que celles dans lesquelles l'eau doit agir sans choc et sortir sans vitesse sensible.

Ces roues commencent seulement à être connues, disions-nous en 1840, et si leur usage n'est pas plus répandu, c'est, d'une part, parce que leur étude, les phénomènes que présente leur jeu, ne sont à la portée que d'un petit nombre d'ingénieurs; et que, d'un autre côté, le prix élevé auquel elles sont revenues jusqu'à présent les rend peu accessibles pour toutes les fortunes. Avouons aussi qu'elles ne sont pas exemptes d'inconvénients, et qu'elles n'ont point encore atteint cette perfection de détails, cette simplicité de construction que les praticiens sauront sans doute leur donner. On peut voir par les dessins de turbines nouvelles, publiés dans les différents volumes de notre Recueil, que nos prévisions ont été justifiées et que ces moteurs hydrauliques sont maintenant fort goûtsés.

M. Fourneyron monte de ces roues dans bien des contrées, et sur toutes les chutes; et, à son exemple, plusieurs ingénieurs distingués s'en occupent, depuis plusieurs années, d'une manière sérieuse.

Comme notre but est de mettre tous les industriels au courant des machines, des appareils qui peuvent les intéresser, nous croyons de notre devoir de faire connaître ce qui a été fait sur ces moteurs hydrauliques qui sont destinés, dans un certain nombre de cas, à remplacer les anciennes roues existantes.

Nous commencerons par décrire la turbine de M. Fourneyron, qui est une des plus répandues; puis celle de M. Gentilhomme, qui présente plusieurs particularités dans sa disposition, et nous terminerons par une notice sur celles qui ont été projetées ou proposées par d'autres constructeurs.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA TURBINE FOURNEYRON.

Dans les turbines ou roues hydrauliques à axe vertical, de M. Fourneyron, on distingue quatre parties essentielles, savoir :

- 1^o La roue, proprement dite, qui se compose d'un plateau mobile en fonte, portant, vers sa circonference, une série d'aubes courbes disposées circulairement et à égale distance entre deux couronnes de fer ou de fonte;
- 2^o Le plateau fixe, indépendant de la roue, mais placé dans le vide laissé à l'intérieur des couronnes, et portant des cloisons directrices, ou canaux conducteurs qui dirigent l'eau vers les aubes de la roue;
- 3^o Le vannage qui soumet la turbine à l'action de l'eau motrice;
- 4^o Enfin, le pivot sur lequel tourne tout le système mobile de l'appareil, et les moyens de le lubrifier d'huile constamment, pour qu'il ne s'échauffe pas pendant le mouvement.

Ce sont ces différentes parties que nous allons successivement examiner dans la turbine Fourneyron, et que nous avons dû, pour en faciliter l'étude, représenter, en coupe verticale et en projection horizontale, sur les fig. 1 et 2 de la pl. 37. Elle est une copie de celles qui ont été établies, par l'auteur, aux moulins à l'anglaise de Saint-Maur, près Paris.

DE LA ROUE OU TURBINE FOURNEYRON.—La turbine, proprement dite, se compose d'un plateau en fonte A, méplat sur toute sa circonference, et légèrement sphérique jusqu'au moyeu, qui est exactement alésé et ajusté à l'extrémité inférieure de l'arbre vertical E. Elle y est fixée solidement par une nervure et par une bague en fer en deux parties, tournée conique extérieurement, et engagée dans la gorge cylindrique, préalablement pratiquée au bout de l'arbre. Le rebord ou disque circulaire plat de la roue est divisé en trente parties égales, et porte, à chacune des divisions, autant d'aubes cylindriques, destinées à recevoir l'action de l'eau. Ces aubes sont placées verticalement et boulonnées à des nervures ménagées à la fonte au rebord du plateau, et sont recouvertes d'un disque circulaire en tôle qui a la même largeur et le même diamètre extérieur que la couronne du premier auquel il n'est fixé que par les aubes cylindriques. La hauteur de ces dernières est de 0^m27; mais elles sont divisées sur cette hauteur en trois parties par deux diaphragmes en tôle situés dans deux plans parallèles aux

disques, et qui font corps avec elles. Ainsi la roue se compose de trois étages a , a' , a^2 , qui permettent de dé penser plus ou moins d'eau suivant l'abondance de la chute. La forme des diaphragmes est évidemment déterminée par la section horizontale de l'espace compris entre deux aubes consécutives ; seulement ils se terminent par une portion arrondie, comme l'indique le plan fig. 2, au lieu de se prolonger suivant la circonference extérieure des disques.

Lorsque la roue est petite de diamètre, on peut aisément s'arranger dans la construction, pour rapporter les aubes en tôle sur le modèle en bois, et faire fondre ainsi ; les aubes restent alors fixées à la fonte sans aucun boulonnage. Mais on conçoit qu'il ne peut en être de même, lorsque la roue dépasse un certain diamètre, à cause des difficultés d'exécution que l'on rencontre.

L'arbre de la roue est en fonte, il s'élève à la hauteur convenable pour aller donner le mouvement par des engrenages aux appareils à mouvoir. Ainsi, à Saint-Maur, chaque turbine, devant commander dix paires de meules, a son arbre muni d'une grande roue horizontale qui est située au-dessus du sol des moulins, et qui peut engrener à la fois avec dix pignons de même diamètre. A Corbeil, aux moulins des hospices, chaque turbine commande aussi dix paires de meules par une première transmission de mouvement d'engrenages d'angle, et ensuite par des courroies sur des poulies horizontales.

Le fond de la turbine est percé de quatre ouvertures circulaires o qui permettent de donner issue aux objets qui s'introduisent parfois dans les compartiments. Pour effectuer ce nettoiement, on ferme complètement la fausse vanne du réservoir ou la vanne cylindrique C , puis on soulève la roue de quelques centimètres, afin de pouvoir enlever la bague en fer i ; dès qu'elle est retirée, elle n'empêche plus au moyeu de la turbine de descendre ; on reçoit celle-ci sur des étais que l'on dispose à cet effet, et on peut alors enlever les objets, en introduisant par les trous o une espèce de ringard ou de barre de fer convenablement courbée. Toutefois, s'il était nécessaire d'enlever la roue entièrement, on ne pourrait le faire (à cause du peu de hauteur qui existe entre le fond de la turbine et la chaise qui porte le pivot de l'arbre) qu'en soulevant le plateau fixe B , et en remontant la vanne cylindrique ; on élèverait alors l'arbre F , et on pourrait retirer la roue sur le côté.

DU PLATEAU FIXE ET DES DIRECTRICES. — A l'intérieur de la turbine est un espace cylindrique entièrement libre, dans lequel est placé le disque immobile B , qui est fondu avec un moyeu très élevé, pour s'assembler, d'une manière solide et invariable, sur le canon ou long tuyau de fonte G . Une nervure et une bague en fer i , semblables à celles qui fixent la roue

sur son axe, retiennent aussi ce disque sur la partie inférieure du tuyau. Ainsi on peut, au besoin, le soulever à une certaine hauteur, à l'aide de mouffles, par exemple, ce qui est nécessaire lorsqu'on veut retirer la roue. Le tuyau G s'élève verticalement en enveloppant l'arbre de la turbine jusqu'au-dessus du niveau supérieur, où il s'adapte, soit à des traverses, soit à une pièce de fonte, de manière qu'il ne peut tourner ni descendre; il reste dans une position invariable avec son plateau B. Lorsque la hauteur est grande, comme dans le cas actuel, on maintient la verticalité du tuyau, par des vis de pression taraudées dans une espèce d'anneau ou manchon alésé *g*; ce manchon est soutenu par trois fortes tiges horizontales en fer *f*, qui y sont boulonnées d'un bout, et qui, de l'autre, sont fixées par deux écrous à des supports de fonte *h*, lesquels sont eux-mêmes boulonnés sur des charpentes en chêne H.

Sur la surface horizontale supérieure du plateau B sont placés, à égale distance, vingt-quatre diaphragmes ou couloirs verticaux et cylindriques *b* et *b'*, dont les uns *b* partent du noyau et vont jusqu'à la circonference, et les autres *b'*, plus courts, sont alternés avec les premiers. La hauteur verticale de ceux-ci, au-dessus du disque, est de 0^m 36, celle des seconds *b'* n'est que de 0^m 30. Ces couloirs sont destinés à diriger l'eau motrice vers les aubes de la roue; on les appelle les *directrices* ou cylindres conducteurs; ils sont immobiles comme le plateau qui les porte, et avec lequel ils font corps. Leur courbure est en sens inverse de celle des aubes, et déterminée par un arc de cercle dont le centre se trouve, dans la roue actuelle, à 0^m 320 de celui de la turbine, et dont le rayon est environ de 0^m 28. On voit que ces directrices se terminent en faisant un certain angle avec la circonference extérieure, afin que l'eau qui, en tombant sur le plateau fixe, est dirigée par ces couloirs, vienne presser les aubes sans les choquer sensiblement. On a reconnu que, pour que l'eau puisse sortir avec facilité, il fallait que l'angle formé par la courbe et la circonference du plateau fixe fût de 30° à 40°. Les grandes courbes *b* sont assemblées entre deux nervures venues de fonte avec le disque B, et, contre son noyau, par des équerres en fer. Les petites courbes *b'* ne sont retenues qu'à leur partie inférieure par les nervures du disque.

DU VANNAGE. — La plupart des roues-turbines construites ou proposées par les divers ingénieurs qui se sont occupés de ce système de moteur, diffèrent principalement dans la disposition du vannage, comme nous le ferons voir plus loin. Celle adoptée par M. Fourneyron consiste dans un cylindre de fonte C, dont le diamètre extérieur est exactement égal au diamètre intérieur de la roue. Il peut monter ou descendre verticalement dans un noyau cylindrique D, également en fonte, préalablement alésé, et

ayant un rebord supérieur par lequel on peut le boulonner solidement sur les charpentes H.

Pour que l'eau qui doit descendre sur le plateau fixe B, en traversant toute la hauteur de la vanne, ne puisse s'infiltrer entre cette dernière et l'enveloppe D, le constructeur rapporte sur le bord du cylindre C un cuir recourbé, qu'il y fixe par un cercle de fer et des vis, en en mettant une partie en contact avec la paroi intérieure de l'enveloppe, disposition analogue à celle que Bramah a le premier proposée dans la construction des presses hydrauliques pour la garniture des pistons presseurs.

A la partie inférieure de la vanne, sont adaptés, par des vis, des coins ou coussinets en bois c, dont la forme est déterminée par la courbure donnée aux directrices, comme l'indique la coupe horizontale, fig. 2. Ces coussinets glissent, dans le mouvement ascensionnel ou descensionnel de la vanne, entre les courbes fixes, et diminuent, par la forme arrondie de leurs parties inférieure et supérieure, les effets de la contraction, qui est d'autant plus grande que les orifices de la roue sont moins ouverts, c'est-à-dire que la vanne se rapproche plus du fond ou du plateau fixe.

Lorsque la turbine est d'une grande dimension, comme celle qui nous occupe, la vanne doit être mise en jeu par un système d'engrenage composé de telle sorte qu'il puisse, à l'aide d'une manivelle, la faire monter ou descendre en conservant exactement sa verticalité. A cet effet, M. Fourneyron adapte généralement à la partie supérieure de l'appareil, à peu de hauteur au-dessus ou au-dessous du sol de l'établissement, une roue droite, dentée, concentrique à l'arbre de la turbine, mais ne faisant pas corps avec celui-ci, et pouvant au contraire tourner librement autour; cette roue dentée engrène à la fois avec trois pignons semblables, montés sur des tiges verticales E, mais de manière à former écrous à ces tiges, qui sont filetées en cette partie supérieure, et qui descendant se boulonner à des oreilles venues de fonte avec la vanne. Il résulte de cette disposition que, si l'on donne à l'un des trois pignons précédents un mouvement de rotation, soit à l'aide d'une manivelle qui y serait directement attachée, soit par un engrenage intermédiaire, droit, conique, ou à vis sans fin, la roue droite, placée au centre, transmet immédiatement ce mouvement aux deux autres pignons, il en résulte que les tiges filetées E marchent en même temps d'une égale quantité, et que la vanne monte ou descend verticalement avec toute la justesse désirée.

Cette disposition de vannage ne laisse pas que d'être d'une certaine complication et d'exiger beaucoup de soin et de précision dans l'exécution.

DU PIVOT DE L'ARBRE, ET DES MOYENS DE LE LUBRIFIER. — Dans l'établissement d'une turbine, la construction d'un bon pivot est de la plus

grande importance ; aussi l'auteur l'a tellement senti qu'il a cherché à y apporter tous ses soins. La grande vitesse que l'on donne généralement à ces roues, la charge, souvent considérable, que leur arbre doit supporter, doivent nécessairement occasionner des frottements notables sur les pivots, et si l'on n'avait pas le soin de les tenir constamment graissés, il en résulterait bientôt des grippements et une usure rapide. La disposition adoptée par M. Fourneyron, et pour laquelle il s'est fait également breveter, consiste à adapter à l'extrémité de l'arbre un grain d'acier *k* (indiqué en coupe sur la fig. 1^e), mobile sur la pointe fixe ou pivot *l*, aussi en acier trempé. Le grain est solidaire avec l'arbre, parce qu'il est retenu par une petite nervure latérale ; par conséquent, il est entraîné dans son mouvement de rotation ; il est percé à son centre et porte au-dessus une espèce de tubulure cylindrique, creuse, qui pénètre dans l'intérieur de l'arbre, et que l'on voit ponctuée sur la fig. 1^e. Le pivot *l* repose sur une crapaudine en cuivre *m*, dans laquelle on fait arriver un filet d'huile par un tuyau *n*, qui, passant sous l'appareil, se courbe plus loin pour s'élever ensuite jusqu'au-dessus du sol de l'usine, où il se termine par un entonnoir. Des saignées latérales sont ménagées sur la paroi extérieure du pivot pour conduire l'huile de la crapaudine sur la surface convexe qui reçoit la pression du grain. Pour qu'elle ne se trouve pas entraînée par ce dernier dans le mouvement de rotation de l'arbre, on a eu le soin de retenir le pivot à la crapaudine par deux petites clés, et celle-ci ne peut elle-même tourner, parce qu'elle est tenue dans un gobelet, ou manchon extérieur, ajusté sur la chaise de fonte *J* : toutefois ce manchon n'empêche pas la crapaudine, et par suite le pivot, de monter ou de descendre, lorsqu'il est nécessaire de soulager l'arbre de la turbine.

Pour que l'huile qui arrive entre le pivot et le grain, et qui vient même dans l'intérieur de la tubulure ménagée au-dessus de ce dernier, ne puisse se répandre au dehors, le joint de ces deux pièces est fermé par un manchon métallique *j*, qui en même temps les maintient constamment dans leur centre.

On soulage l'arbre vertical et tout le système à l'aide d'un long et fort levier *K*, qui a son centre d'oscillation autour d'un axe en fer *p*, porté par des oreilles venues de fonte avec la plaque d'assise de la chaise *J*. A 25 centimètres environ du centre *p*, le levier présente un renflement de forme convexe sur lequel repose la crapaudine en cuivre *m*, et à 2^m 32 du milieu de ce renflement, ce levier s'attache par articulation à l'extrémité inférieure de la tringle *L*, qui forme moufle en cette partie, et qui, vers son sommet, est filetée, afin qu'en tournant à l'aide d'une clé les écrous et contre-écrous qu'elle traverse, elle monte ou descende et fasse par suite monter et descendre proportionnellement la crapaudine, le pivot et l'arbre.

Un support en fonte M, fixé sur le plancher I, qui recouvre la fosse de la turbine, sert d'appui à la pression des écrous. Ce support doit être, ainsi que la tringle, au dehors de la huche ou réservoir, en bois ou en maçonnerie, qui se trouve au-dessus du plancher I, et qui n'a pu être indiquée sur le dessin.

MARCHE DE L'APPAREIL. — Pour compléter la description que nous venons de donner de la turbine-Fourneyron, nous croyons utile, afin d'initier autant que possible les personnes qui ne connaissent pas ce moteur, de dire quelques mots sur la marche de l'eau dans l'appareil et son action dans la roue.

Observons d'abord que sur l'un des côtés du réservoir, du côté de l'arrivée de l'eau, est une vanne d'admission ou fausse vanne, par laquelle on laisse entrer l'eau dans ce réservoir, où le niveau s'établit à très-peu près à la même hauteur que dans le canal. La vanne cylindrique C étant soulevée, l'eau tombe sur le fond B, et se répand entre chacune des directrices, et sort par tous les points de la circonférence, ou en d'autres termes, les filets liquides affluent perpendiculairement aux orifices, mais ils ne peuvent se mouvoir en ligne droite, à cause des courbures des cylindres immobiles; ils suivent ces couloirs jusqu'à leur extrémité et de là s'introduisent dans les aubes de la roue, sous la direction demandée. Le liquide, pressant ensuite, en vertu de sa vitesse (laquelle est due à la hauteur de la chute), toutes les aubes en même temps, glisse sur ces aubes avant de s'échapper par le pourtour extérieur de la roue, et détermine ainsi, en les faisant céder à son action, le mouvement de rotation de la turbine.

DESCRIPTION DE LA TURBINE GENTILHOMME.

La construction de la turbine de M. Gentilhomme, en elle-même, ne diffère pas essentiellement de celle de M. Fourneyron. Elle se compose en effet des mêmes éléments, du plateau inférieur en fonte A', d'une couronne plane, supérieure, en tôle ou en fonte, et des aubes cylindriques en tôle a', qui sont boulonnées à des rebords ou saillies, venues à la fonte avec les joues ou couronnes, lorsque la turbine est grande de diamètre, comme dans la roue représentée fig. 3 et 4; ces aubes peuvent être rapportées dans le modèle lorsque la roue est d'un faible diamètre. Mais dans aucun cas, quel que soit le volume d'eau à dépenser, M. Gentilhomme n'est obligé d'interposer dans la hauteur des aubes une ou plusieurs couronnes horizontales ou cloisons intermédiaires.

Le plateau fixe B' (fig. 5 et 6), qui porte les courbes directrices, est fondu avec le tuyau G', qui est suspendu sur des traverses en fer I', posées

sur champ et supportées elles-mêmes par les charpentes H' qui forment la base de la huche ou réservoir de la roue. Ce plateau est aussi soutenu par son rebord extérieur méplat, et immédiatement au-dessus de la turbine, sur le fond d'une cuvette conique en fonte D' , également adaptée à des pièces de charpente qui font corps avec les précédentes H' .

Les directrices b' et b^2 , tantôt venues de fonte et tantôt rapportées au plateau fixe, présentent aussi une disposition analogue à celles des turbines-Fourneyron, seulement elles ne se prolongent pas jusqu'au tuyau porte-fond, comme celles-ci, et elles ne laissent pas toutes des orifices ouverts à l'intérieur. Ainsi, avec le plateau, M. Gentilhomme fait fondre une cloison cylindrique b^3 (fig. 6), qui est seulement interrompue dans deux parties de la circonférence, c'est-à-dire dans les 2/6 environ pour les roues de grand diamètre, comme celle qui est donnée sur la pl. 37. Cette disposition a été amenée par le nouveau mode de vannage que cet ingénieur a adopté, et qui est tout à fait distinct de celui de M. Fourneyron, comme on va aisément s'en convaincre.

DU VANNAGE. — Au lieu d'une vanne cylindrique et verticale, M. Gentilhomme a conçu deux plaques métalliques $C' C^2$, de peu d'épaisseur et horizontales, glissant sur les canaux conducteurs qu'elles découvrent en tout ou en partie, suivant les besoins de l'usine ou l'abondance de l'eau. Ces plaques forment chacune deux secteurs qui peuvent se superposer et qui sont concentriques à l'axe de la roue ; elles peuvent tourner autour du tuyau G' , sur une embase par laquelle elles sont soutenues ; et à une partie c' de leur bord extérieur, elles sont dentées en crémaillères pour engrener avec les deux pignons droits d' par lesquels on les manœuvre. Les axes E' de ces pignons sont verticaux et s'élèvent au-dessus du plancher K' de l'usine, où ils reçoivent un mouvement de rotation à l'aide de deux roues d'angle h' et de deux pignons i' , que l'on peut aisément faire tourner par une même manivelle. Les mêmes vannes portent chacune une portée cylindrique ajustée dans l'intérieur de la cloison verticale b^3 du plateau fixe (fig. 5 et 6), que l'on a pu préalablement aléser pour plus de précision.

Il résulte évidemment de cette combinaison que, lorsque l'eau est peu abondante, ou lorsque la résistance des machines à mouvoir est faible, il n'est découvert par les vannes horizontales qu'un nombre proportionnel de canaux directeurs, lesquels ne donnent de l'eau que dans un certain nombre d'aubes à la fois, mais successivement dans toutes, en les remplissant entièrement lors de leur passage sous leur ouverture.

Cette disposition, qui est, comme on le voit, d'une grande simplicité, présente l'avantage de pouvoir faire l'application d'un système de régulateur sans la moindre difficulté. Toutefois il faut dire qu'elle n'a pas toujours donné les résultats que l'on en espérait ; et l'auteur s'est occupé d'un autre

mode de construction pour varier les dimensions des orifices de sortie de la turbine, système qu'il a mis à exécution.

DU PIVOT. — L'arbre vertical de la turbine est mobile sur un pivot d'une disposition particulière à M. Gentilhomme, et qui se compose d'une boîte en bronze, en deux parties qui s'ajustent l'une dans l'autre à rainures et languettes, et s'appuient sur des cuirs gras, toujours pressés par une rondelle en fer et des ressorts à boudin, de manière à les rendre imperméables à l'eau. Dans cette boîte est un barilet, ou simple cylindre en acier poli, lubrifié d'huile par un refoulement supérieur et dont les parties épaissies sont aspirées par le moyen contraire. Le tout repose sur une forte tige verticale en fer ν filetée, au moyen de laquelle on soulève au besoin l'arbre et la turbine; une chaise en fonte J' , boulonnée sur un massif en maçonnerie, sert de support à cette tige et à tout l'appareil. Lorsque l'arbre vertical est très-long, il n'est pas seulement soutenu à sa partie supérieure par un collier garni de coussinets, mais il peut encore être maintenu à la hauteur des traverses I' , par des coussinets e' renfermés dans l'intérieur du tuyau G' et serrés par des vis de pression f' .

VANNE DE CHASSE. — M. Gentilhomme est aussi breveté pour une nouvelle application de vanne, mise en avant de l'appareil, et à laquelle il a donné le nom de *vanne de chasse*. Cette vanne, représentée en N' sur les fig. 3 et 4, nettoie d'une manière instantanée le bassin où se dégorgent la turbine. Cette addition n'est pas, selon nous, sans importance, car le tourbillonnement de l'eau amène ordinairement dans le bief inférieur des immondices, des boues, des graviers, dont le dragage est coûteux et présente le grave inconvénient d'interrompre, quelquefois pendant plusieurs jours, le jeu de la machine, ce qui cause des chômagés souvent préjudiciables à l'établissement.

Cette vanne peut être manœuvrée soit à l'aide d'une vis de rappel en fer M^2 , et d'un écrou à manivelle j^2 , comme la vanne L' qui établit la communication du bief supérieur avec le réservoir de la roue, soit à l'aide d'une crémaillère et de son pignon, comme la vanne de décharge O' . Dans ce dernier cas, le mouvement est plus rapide, mais aussi il est évidemment plus rude, à moins qu'on ne fasse l'application d'engrenages intermédiaires.

COMPARAISON ENTRE LES DIVERSES TURBINES ÉTABLIES OU PROPOSÉES.

Depuis M. Burdin, plusieurs ingénieurs ont proposé des modifications plus ou moins importantes dans la disposition ou dans la construction des roues à axe vertical. Nous allons essayer de faire voir quelles sont ces modifications, et en quoi elles diffèrent dans chaque système, afin de mettre

les industriels à même de juger les avantages ou les inconvénients que ces roues peuvent présenter suivant les circonstances.

Et d'abord distinguons plusieurs espèces de turbines : les unes, que nous pouvons appeler *turbines en-dessous*, recevant l'eau à la base supérieure d'un tambour vertical et la rejetant à la base opposée, après lui avoir fait suivre des canaux hélicoïdes : telles sont les turbines d'Euler et de Burdin ; d'autres que nous appellerons *turbines centrifuges*, composées d'un tambour à aubes cylindriques et verticales, dans lesquelles l'eau s'élance obliquement, en jets horizontaux, du contour d'un cylindre intérieur : telles sont les turbines de Fourneyron, de Gentilhomme, etc. Il y en a encore qui ont une disposition tout à fait inverse, comme la turbine proposée en 1826 par M. Poncelet, dans laquelle l'eau devait arriver par la circonference et sortir par le centre de la roue. Cette disposition a été tentée par quelques constructeurs. Nous ne parlons pas des turbines employées dans les moulins de Toulouse et ailleurs, dans lesquelles l'eau entre et sort par la circonference extérieure en y agissant par le choc seulement.

Les turbines sur lesquelles on doit plus particulièrement porter son attention sont celles des deux premiers systèmes. M. Callon, ingénieur-hydraulicien de Paris, qui s'est acquis une belle et juste réputation par les travaux hydrauliques qu'il a exécutés, a cherché à appliquer à ces systèmes de turbines, des vannes partielles qui correspondent à chacune des ouvertures ou même à chacune des aubes de la roue et qui peuvent s'ouvrir indépendamment les unes des autres ; cette disposition, pour laquelle il a demandé un brevet d'invention, le 29 août 1840, est également appliquée, par cet ingénieur, aux turbines en-dessous, comme aux turbines centrifuges, dans lesquelles, au lieu d'une vanne cylindrique comme celle adoptée par M. Fourneyron, il place autant de vannes droites qu'il y a d'ouvertures correspondantes aux aubes de la roue. Ainsi, lorsqu'il y a peu d'eau à dé- penser, il n'ouvre que deux ou quatre, ou six de ces vannes, en s'arrangeant toujours pour en tirer deux diamétralement opposées ; lorsque, au contraire, le volume d'eau est considérable, il ouvre toutes ou presque toutes les vannes partielles (1).

Comme M. Callon, M. Fontaine, de Chartres, a aussi adopté un système analogue pour les turbines en-dessous, à canaux inclinés, mais en ajoutant un mécanisme qui permet de soulever ou de baisser toutes les vannes à la fois (2). Ces constructeurs ont eu principalement pour but d'éviter les cloisons horizontales intermédiaires placées entre les aubes, auxquelles M. Fourneyron a été amené par son mode de vannage cylindrique et vertical.

(1) La description et le dessin de cette turbine se trouvent avec détails dans la 9^e livraison du tome 11^e de la *Publication industrielle*.

(2) Cette turbine est décrite complètement dans la 5^e livraison du 1^{er} volume.

On a vu en effet que, dans la turbine Fourneyron, lorsqu'il y a peu d'eau, ou lorsque les besoins de l'usine n'exigent que peu de force, la vanne ne doit être levée que d'une faible quantité ; il résulte alors que les aubes étant beaucoup plus hautes que l'ouverture de la vanne, l'eau, en y arrivant, trouve un espace libre vers le sommet de ces aubes, et s'y précipite avec beaucoup moins de profit pour l'impulsion de la roue ; de là la nécessité de diminuer la hauteur des aubes ; mais il y a une limite dans la hauteur de ce vide qui ne peut être dépassée sans une perte sensible dans l'effet utile de l'eau employée ; cette limite étant fixée par une première cloison, il s'est encore trouvé, dans bien des turbines, un espace trop grand dans lequel il a fallu poser une seconde et peut-être même une troisième cloison, ce qui a ajouté des frais à la construction de ces roues, sans remédier suffisamment à l'inconvénient ; il en est encore résulté une disposition plus grande à l'obstruction des aubes par des corps étrangers, parce que l'espace nécessaire à la sortie de l'eau s'est trouvé sensiblement rétréci.

On a pu voir, par ce qui précède, que, dans le système de M. Gentilhomme, cet ingénieur ne donne de l'eau, dans toute la circonférence de la roue, que dans les turbines de grande dimension, c'est-à-dire d'un mètre, ou environ, de diamètre intérieur ; l'une des plaques horizontales $C' C^2$ (fig. 3 et 4) porte alors deux vannes verticales et cylindriques qui découvrent chacune un sixième de la surface des orifices. Dans les roues plus petites il ne donne de l'eau que dans les $2/3$ de la circonférence, et même quelquefois dans la moitié seulement. Par ce moyen, il n'est jamais nécessaire de faire la turbine à plusieurs étages. Il en est de même par la disposition adoptée dans le système de MM. Callon et Fontaine ; ce dernier, constructeur de moulins, a établi, depuis peu d'années, un grand nombre de turbines dont plusieurs paraissent avoir donné des résultats satisfaisants ; l'une des dernières surtout, montée chez M. Candelier, près de Châlons-sur-Marne, et expérimentée par M. Taffe, a présenté un effet utile tellement beau, que bien des personnes ont refusé d'y croire. M. Fontaine vient d'apporter à ces roues une amélioration importante ; c'est de disposer leur pivot entièrement en dehors de l'eau.

M. Cadiat, ingénieur très-distingué, s'est aussi occupé des turbines hydrauliques ; en 1839, il en avait établi une de la force de quatre à cinq chevaux, qu'il a expérimentée, et qui lui a donné de bons résultats. Depuis cette époque, il en a construit sur de grandes dimensions, dont une n'a pas moins de 50 chevaux de puissance (1). Cette turbine, pour laquelle un brevet d'invention de 15 ans lui fut délivré le 5 septembre 1839, est sensi-

(1) Voir aussi la description et le dessin de cette turbine dans la 9^e livraison du tome II.

lement différente des turbines précédentes, autant par la suppression complète des courbes directrices que par le système de vannage. En effet, elle se compose d'une espèce de cloche en fonte, dont le bord, plat et circulaire, porte sur tout son contour deux joues planes et parallèles en tôle, entre lesquelles sont fixées des aubes verticales et cylindriques. La cloche forme moyeu au centre, pour se monter sur l'arbre vertical de la turbine, et s'y fixer par des nervures, afin de l'entraîner dans son mouvement de rotation.

L'eau amenée de la huche par un large tuyau en fonte, roule en grande partie sur la surface courbe de la cloche, avant d'agir sur les aubes et de sortir de la roue. Ainsi, les courbes directrices sont complètement supprimées. Et, pour régler la dépense d'eau, l'inventeur a disposé, à l'extérieur de la turbine, une vanne cylindrique en fonte qui l'enveloppe exactement. Le mouvement ascensionnel ou descensionnel de cette vanne lui est donné par un système simple qui nous a paru fort ingénieux ; il consiste à monter, sur le sommet des trois tiges verticales qui se relient à la vanne, des manivelles que l'on assemble par un même anneau en fer dont la circonference passe par les trois manivelles, de sorte qu'en tournant l'une on fait tourner les deux autres en même temps, et les trois tiges font monter ou descendre la vanne d'une égale quantité. Cette disposition est nécessairement beaucoup plus simple et plus économique de construction que celle des engrenages employés dans les turbines Fourneyron.

En 1830, M. Laborde, ingénieur mécanicien, connu depuis longtemps dans le monde industriel, établit un moteur hydraulique horizontal tournant sous l'eau. Cet appareil, publié dans *l'Industriel*, vol. IX, n° 1, n'a pas produit, suivant ce qui nous a été dit, les résultats que l'auteur en espérait. Aussi il n'a pas donné suite à l'exploitation de cette roue.

L'habile ingénieur des mines, M. Combes, s'est aussi occupé de turbines hydrauliques, dont on a pu voir un modèle à l'exposition de 1839. Son système, pour lequel il est breveté, paraît se reposer sur celui de M. Poncelet, pour admettre l'eau par la circonference, et à la déverser par le centre.

Quelques autres mécaniciens ont aussi établi des turbines avec de certaines modifications ou des dispositions différentes de celles que nous venons de voir, mais elles ne sont pas assez connues ou suffisamment étudiées pour que nous puissions en donner quelques détails ; nous nous proposons d'y revenir si elles donnent lieu à des résultats satisfaisants. Nous nous contenterons, pour cette fois, de mentionner les brevets qu'ils ont pris en France pour cet objet.

Ainsi, nous pouvons citer, en premier lieu, le brevet d'importation de 15 ans, délivré à M. Bouyon, à Paris, le 14 septembre 1833, pour une

machine hydraulique à force centrifuge. L'importateur prit un brevet d'addition et de perfectionnement à ce brevet, le 9 janvier 1835; mais il paraît qu'il n'a pas donné suite à cet appareil, car ces brevets furent annulés, par ordonnance royale, le 24 octobre 1836.

Le 24 février 1834, MM. Sudds, Adkins et Barker, constructeurs de Rouen, prirent un brevet d'importation et de perfectionnement de cinq ans pour une nouvelle roue hydraulique horizontale à réaction. Ce brevet est aujourd'hui dans le domaine public.

M. Lemarchand, de Rouen, prit aussi un brevet d'invention de 10 ans, le 25 octobre 1837, pour une machine hydraulique horizontale.

En 1838, le 22 mai, un brevet d'invention de 5 ans fut délivré à M. Passot, professeur à Paris, pour une nouvelle roue hydraulique et à vapeur. Tout le monde connaît aujourd'hui les mémoires que cet inventeur a publiés sur cette turbine.

Le 18 juin 1839, M. Olivier, ingénieur des ponts et chaussées à Pont-Audemer, demanda un brevet d'invention de 15 ans, qui lui fut délivré le 30 septembre suivant, pour une nouvelle turbine qu'il nomme aussi roue hydraulique horizontale, et qui n'est autre que la turbine d'Euler, établie en fonte, au lieu d'être en bois.

Enfin un brevet d'importation de 15 ans, demandé le 15 novembre 1839, fut délivré, le 14 août 1840, à MM. Japy frères, manufacturiers, et Dumery, à Paris, pour une turbine ou machine rotative propre à être mue par l'eau ou la vapeur, invention que les essais qui en ont été faits ont dû faire abandonner par le peu de résultats obtenus.

Et depuis, un brevet d'invention de 15 ans a été demandé, le 23 mai 1840, par MM. Convers et Boudsot, ingénieurs civils à Besançon, et leur a été délivré le 12 septembre de la même année, pour un système particulier de construction applicable aux turbines en général.

Nous ne devons pas terminer cette notice sans dire que M. Arson, ingénieur civil, a conçu une disposition d'assemblage des turbines sur leur arbre, de telle sorte à placer toujours le pivot au dehors de l'eau. Cette question, comme nous l'avons déjà fait pressentir, est d'une grande importance, parce qu'elle peut éviter des chômagés considérables. Ainsi, au lieu de faire pivoter l'arbre par sa partie inférieure, cet ingénieur a proposé de renverser le système, en le faisant pivoter par le haut et en le maintenant seulement latéralement par le bas. Cette disposition, qui n'est peut-être pas applicable dans le cas de grandes chutes, peut être très-bonne surtout dans les basses chutes, auxquels cas les turbines sont généralement d'un grand diamètre et par suite très-lourdes.

M. Fontaine, qui vient aussi de disposer la construction de ses turbines en-dessous, de manière à mettre le pivot hors de l'eau, en relevant celui-ci

au-dessus du plan de la roue, s'est rendu acquéreur du brevet de M. Arson, pour en faire l'application au besoin, avec les améliorations que la pratique lui fera apporter (1).

On a beaucoup parlé, en Angleterre, il y a quelques années, d'une nouvelle roue hydraulique horizontale de MM. Whitelaw et Stirrat, laquelle n'est autre réellement que la turbine à réaction de Manoury d'Ectot, publiée déjà en 1813, par l'Académie des sciences, et qui a été, pour ainsi dire, complètement oubliée. Cette turbine reçoit l'eau en dessous pour la déverser à la circonference par quatre bras contournés en spirale; quoiqu'elle ait été bien prônée dans les journaux anglais, elle ne paraît pas encore avoir pris confiance chez nous.

Enfin, en Allemagne, on s'est aussi occupé de turbines hydrauliques, mais sur des dispositions qui ont beaucoup d'analogie avec celles exécutées en France. MM. Pauli et Mayer, de Bavière, proposèrent, il y a quelque temps, des modifications aux turbines du système de M. Fourneyron. Ces modifications, décrites dans le *Journal des Usines* de M. Violet, ne concernent que le pivot qui porte la couronne de la roue, et les moyens propres à la centrer; les auteurs ont simplement courbé cette couronne en dedans, au lieu de la faire cintrée en dehors, afin d'élever le pivot et de le rapprocher de la surface du fluide d'aval; c'est ce qu'a fait, en France, M. Cadiat, et depuis, M. Fontaine, pour les turbines en-dessous.

CALCULS RELATIFS AUX DIMENSIONS DES TURBINES HYDRAULIQUES.

Les conditions à remplir dans les turbines centrifuges, comme dans les turbines en-dessous, sont telles que l'eau doit y entrer sans chocs et en sortir sans vitesse relative.

Pour satisfaire à la première condition, il faut d'abord obtenir la direction du premier élément de la courbe intérieure des aubes. Soit, à cet effet :

h la direction du filet fluide entrant dans la roue au point B (fig. 8);

α , l'angle de ce filet avec le rayon oa ;

r , le rayon intérieur de la roue;

R , le rayon extérieur;

v , la vitesse par seconde de la circonference intérieure;

v' , la vitesse par seconde de la circonference extérieure;

H , la charge d'eau sur le centre des orifices;

et $V = \sqrt{2gH}$ la vitesse due à cette charge.

(1) Ce brevet, exploité avec succès, est aujourd'hui dans le domaine public.

Prenons $aC = V$, et décomposons V suivant la tangente ap et suivant le rayon,

$$\text{On a : } aD = V \sin. \alpha,$$

et la vitesse relative aF (avec laquelle l'eau vient frapper le point a , déjà en mouvement) $= V \sin. \alpha - v = u$.

La résultante aG des vitesses aE et aF donne la direction du premier élément de la courbe de l'aube.

Pour que la vitesse relative de sortie de l'eau fût nulle, il faudrait que le dernier élément de l'aube fût tangente à la circonférence extérieure; mais cette condition ne peut être entièrement satisfaite, parce que la veine fluide ne peut être réduite à une lame infiniment mince; la tangente ke' , au dernier élément, doit faire avec la tangente kd' à la circonférence un angle de 12 à 15 degrés (1). La perte d'effet utile qui résulte de cette disposition équivaut à peine à 1/30 de la quantité d'action totale dépensée.

La théorie indique, en supposant les conditions d'entrée et de sortie de l'eau rigoureusement satisfaites, que ces roues peuvent rendre un effet utile égal à la quantité d'action dépensée, en satisfaisant à l'équation de condition

$$\sin. \alpha = \frac{V}{2v}$$

par laquelle on détermine α ou v , selon qu'on se donne l'une ou l'autre de ces quantités. On prend ordinairement, comme donnée, la vitesse v et l'on déduit l'angle α . Pour que cet angle soit le plus grand possible, et que l'introduction de l'eau ne soit pas gênée, il faut que la vitesse de la circonférence intérieure soit au moins les 0,58 de celle de l'eau.

En pratique, cet effet utile maximum ne peut être atteint. D'après les expériences faites, par M. A. Morin, sur les turbines de M. Fourneyron, ces roues étant bien exécutées, et établies en se rapprochant le plus possible des indications de la théorie, l'effet utile maximum varie entre 0,70 et 0,80 de la force absolue du moteur. Ces rapports ne diminuent pas sensiblement lorsque la roue est complètement immergée.

A défaut de théorie complète, que nous n'avons pas la prétention de développer ici, laissant ce travail à des hommes beaucoup plus capables que nous sur un tel sujet, nous allons essayer de donner quelques calculs relatifs aux dimensions des turbines centrifuges, en nous reposant, à cet

(1) Nous croyons devoir remarquer qu'en pratique, d'après les observations que nous avons recueillies, cet angle est souvent de 24 à 25 degrés.

effet, sur les données publiées par M. Fourneyron lui-même dans les bulletins de la Société d'encouragement, année 1834.

On suppose que l'on connaît le volume d'eau (1) et la hauteur d'une chute donnée, sur laquelle on se propose d'établir une turbine hydraulique. Cette dépense, exprimée en mètres cubes, doit être égale au produit de l'orifice de la vanne circulaire par la vitesse

$$V = \sqrt{2gH}$$

due à la hauteur de la chute et par le coefficient de contraction, que M. Fourneyron a trouvé moyennement égal à 0^m83, toutes les fois que la vanne n'est pas levée à plus des deux tiers de sa hauteur. Mais la dépense diminue lorsque le mouvement de la turbine se ralentit et que l'orifice de la vanne a pour hauteur celle de la roue : il convient donc de réduire à 0^m60 le coefficient 0^m83 pour avoir une roue capable de débiter le volume exigé.

Des expériences de M. Morin, présentées en 1838 à l'Académie des sciences, il résulte en effet qu'à vitesses égales de la roue, les coefficients de la dépense vont sans cesse en diminuant à mesure que la levée de vanne augmente ; mais ils ne paraissent pas toutefois descendre au-dessous de 0^m70, comme on peut le voir par le tableau suivant que nous tirons du mémoire publié par l'auteur :

NOMBRE de tours de la roue par minute.	VALEURS DES COEFFICIENTS DE LA DÉPENSE POUR LES LEVÉES DE LA VANNE DE				OBSERVATIONS.
	0 ^m ,09	0 ^m ,15	0 ^m ,20	0 ^m ,27	
40	0,905	0,822	»	»	Ces données sont tirées des expériences de M. Morin sur la turbine hydraulique établie en 1837, à Mullbach (Bas-Rhin), sur une chute de 3 ^m 50. Elle a deux mètres environ de diamètre, et sa force moyenne est estimée à 45 chevaux-vapeur.
50	0,945	0,862	0,728	»	
60	0,975	0,900	0,743	»	
70	0,995	0,930	0,762	0,706	
80	»	0,953	0,784	0,720	
90	»	0,968	0,812	0,746	
100	»	0,980	0,840	0,767	

(1) On a vu, dans la première livraison de ce Recueil, comment on peut déterminer le volume d'eau dépensée par seconde, soit par un orifice en déversoir, soit par un orifice chargé : les tables que nous avons données à l'appui des règles établies, pourront toujours simplifier ces calculs considérablement.

Toutefois, si on prend, suivant l'avis de M. Fourneyron, le plus petit coefficient 0^m60, on devra diviser la dépense en mètres cubes par les 60/100 de la vitesse de l'eau pour avoir la surface de la section de l'orifice par lequel peut s'effectuer cette dépense.

« Le nombre d'aubes cylindriques à donner à la roue dépend, dit-il, de leur hauteur, et celle-ci de la dépense d'eau que peut comporter le diamètre intérieur de la turbine. Il est évident, en effet, que la surface horizontale de tous les compartiments doit être beaucoup plus grande que la somme des orifices de sortie d'eau, parce que, s'il en était autrement, il y aurait là un véritable étranglement qui empêcherait l'alimentation complète de ces orifices, et ne permettrait pas que toute la pression de l'eau supérieure se communiquât aux parties qui vont agir sur la roue : il y aurait des changements brusques de direction des filets sur le fond des compartiments, des chocs, des jaillissements, en un mot, désordre complet dans le mouvement de l'eau.

« On sent aussi que plus les orifices sont petits, relativement à la surface des compartiments, plus l'eau y descendra lentement, plus la pression sera grande et le mouvement régulier.

« On construit donc la surface des orifices de sortie de l'eau beaucoup plus petite que la surface des compartiments, ou plutôt que celle du cercle intérieur de la roue, surface d'après laquelle on règle la hauteur de ces orifices, ainsi que celles des aubes courbes qui se trouvent tout proche et vis-à-vis de ces mêmes orifices. Il faut toutefois faire ces aubes un peu plus hautes que la plus grande ouverture de vanne, afin d'être sûr qu'aucun filet ne s'échappe sans exercer son action.

« D'après cela le nombre des aubes courbes à employer est celui qui laisse entre deux aubes consécutives un espace circulaire à peu près égal à la hauteur des aubes, et on place, pour deux ou trois aubes cylindriques au plus (selon leur écartement plus ou moins considérable), une courbe conductrice sur le plateau fixe.

« Pour largeur des orifices de sortie, on prend la plus courte distance entre l'extrémité d'une courbe conductrice et la convexité de la courbe suivante ; le produit de cette distance par le nombre des aubes courbes donne la largeur des orifices d'écoulement ; quand les courbes sont en tôle, cette largeur, ne différant pas beaucoup du diamètre intérieur d de la roue, multiplié par 1, 4, peut donc être comptée comme égale à 1, 4 d .

« La hauteur des orifices étant représentée par h , on a, pour la surface S des orifices de sortie,

$$S = 1, 4 d h.$$

« La surface du cercle intérieur de la roue est

$$\frac{\pi d^2}{4} = 0,7854 d^2;$$

elle doit être au moins quatre fois aussi grande que celle des orifices de sortie,

$$\text{ou } 0,7854 d^2 = 4 \times 1, 4 d h = 5, 6 d h.$$

« Maintenant appeler :

F la force à produire en kilog. à un mètre par 1'';

H la hauteur de la chute en mètres;

m le rapport de contraction de la veine fluide;

n le rapport de l'effet utile à la quantité d'action dépensée;

M la quantité d'eau en mètres cubes à introduire dans la roue ;

$$\text{on a } \frac{F}{1000 H \times n} = M.$$

La vitesse de l'eau étant $V = \sqrt{2 g H}$, en admettant, comme on le suppose généralement, que la roue soit plongée dans l'eau de toute la hauteur des aubes, il faudra que l'on ait

$$\frac{M}{m \times V} = 1, 4 d h$$

Et, puisque la surface du cercle intérieur de la roue doit être au moins quatre fois aussi grande que l'aire des orifices de sortie,

$$\text{ou } 0,7854 d^2 = 5, 6 d h,$$

$$\text{on a } h = 0,14 d,$$

c'est-à-dire que *la hauteur des orifices est égale à 0,14 du diamètre intérieur de la roue.*

« Pour déterminer le plus petit diamètre à donner à cette roue,

$$\text{on a } M = 1, 4 \times d \times h \times V \times m = 0,196 d^2 \times m \times V,$$

$$\text{d'où } d = \sqrt{\frac{M}{0,196 \times m \times V}}$$

Son diamètre extérieur **D** pour les roues au-dessous de deux mètres doit

être 100/70 d , et pour les roues plus grandes 100/80 d à 100/83 d . On pourrait d'ailleurs faire varier un peu cette valeur de d entre les limites ci-dessus, si le cas l'exigeait.

« La hauteur dont la vanne doit être levée au maximum étant 0,14 d ,

$$\text{on a } h = 0,14 \sqrt{\frac{M}{0,196 \times m \times V}}$$

DES ORIFICES DE SORTIE DE L'EAU. — La distance entre les aubes à l'orifice de sortie, se mesure par la plus courte distance entre l'extrémité d'une aube et la convexité de l'aube suivante. La vitesse de l'eau étant accrue dans les aubes par l'action de la force centrifuge, elle est plus grande à la sortie de ces aubes qu'à leur entrée, et par conséquent la section de sortie doit être moindre que celle d'entrée pour une même dépense d'eau dans le rapport inverse de ces vitesses.

Soit toujours V la vitesse d'entrée par seconde,

φ la vitesse angulaire de la roue, ou la vitesse par 1" d'un point se mouvant sur une circonférence dont le rayon serait l'unité,

$$\text{on a } v = \varphi r \text{ et } v' = \varphi R,$$

v et v' étant les vitesses d'un point de chacune des circonférences de rayons r et R .

Appelant alors V' la vitesse de sortie de l'eau, on a, pour l'expression de cette vitesse,

$$V' = \sqrt{V^2 - 2V \sin \alpha \varphi r + \varphi^2 R^2};$$

n étant le nombre de tours que la roue doit faire par minute,

$$\text{on a } \varphi = \frac{2 \pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$\text{et, en outre, } R = \frac{r}{m'}$$

(m' étant un nombre compris entre 0,70 et 0,83).

La vitesse V' devient donc :

$$V' = \sqrt{V^2 - 2V \sin \alpha \frac{\pi n r}{30} \times \frac{\pi n^2 r^2}{(30^2) m'^2}}.$$

Pour que les dépenses par les orifices intérieurs et extérieurs soient les mêmes, S exprimant la somme des orifices intérieurs, et S' la somme des orifices extérieurs, on devra avoir, puisque V représente la vitesse de l'eau à l'entrée dans la roue, et V' celle à la sortie :

$$S V = S' V',$$

$$\text{ou } \frac{S'}{S} = \frac{V'}{V}.$$

La hauteur h des orifices étant la même, leurs distances intérieures E pour l'entrée, et extérieures e pour la sortie, seront dans le même rapport que les sections, et par conséquent

$$\frac{E}{e} = \frac{V'}{V} \text{ d'où } e = \frac{E \times V}{V'}.$$

« La vitesse de la roue pouvant varier sans qu'elle cesse de produire le maximum, si on donne à l'angle α la valeur indiquée par la formule

$$\sin \alpha = \frac{V}{2v}$$

on sera maître de prendre v = vitesse du cercle intérieur de la roue, comme le mécanisme auquel elle devra s'appliquer l'exigera. Cependant on ne doit pas faire v plus petit que $1/2 V$,

$$\text{car } \frac{V}{1/2 V} = 1$$

l'angle α serait droit, et cette condition ne peut pas être remplie en introduisant l'eau par le cercle intérieur. Pour que l'angle α soit le plus grand possible, et que l'introduction de l'eau ne soit pas gênée, il faut, comme nous le disions plus haut, que la vitesse de la circonférence intérieure soit au moins les 0,58 de celle de l'eau.

APPLICATION.

Pour faciliter l'intelligence des règles précédentes, nous allons essayer d'en faire quelque application.

EXEMPLE: Soit proposé d'établir une turbine hydraulique centrifuge dans les conditions suivantes :

La dépense d'eau maximum est de 800 litres, ou $0^{\text{m. c.}} 800$ par seconde, et la hauteur de la chute de $2^{\text{m}} 50$.

SOLUTION.— La vitesse due à la hauteur $2^{\text{m}} 50$ est, comme on a pu le voir, sur la première table (page 22), de $7^{\text{m}} 002$. On peut la calculer théoriquement par la formule

$$V = \sqrt{2gH} = \sqrt{19,62 \times 2^{\text{m}} 50} = 7^{\text{m}} 003.$$

D'après ce qui a été dit précédemment, la surface de l'orifice d'écoulement est égale au quotient de la dépense en mètres cubes par le produit de la vitesse et du coefficient 0,60,

$$\text{ou } S = \frac{0^{\text{m. c.}} 800}{0,60 \times 7,003} = 0^{\text{m. q.}} 19;$$

par conséquent le diamètre intérieur de la turbine

$$\text{ou } d = \sqrt{\frac{0,19}{0,14 \times 1,4}} = 0,984.$$

Ce diamètre, multiplié par 1,25, moyenne entre $1,33 d$ et $1,20 d$, donne, pour le diamètre extérieur de la roue,

$$D = 0,984 \times 1,25 = 1,23.$$

La hauteur de l'ouverture de la vanne est :

$$h = 0,14 \times 0,984 = 0^{\text{m}} 138.$$

La vitesse minimum de la turbine, étant les 0,58 de celle de l'eau, serait

$$\text{de } 7^{\text{m}} 003 \times 0,58 = 4^{\text{m}} 062,$$

et comme la circonférence correspondante au diamètre intérieur 0,984

$$\text{est } = 3,1416 \times 0,984 = 3,091,$$

on a pour le nombre de tours par minute

$$\frac{4,062 \times 60}{3,091} = 78^{\text{t}} 84 \text{ environ.}$$

Si on voulait régler la vitesse de la roue à être de 112 révolutions par 1',

par exemple, au lieu de 78,84, on trouverait qu'elle serait environ les 0,80 de celle de l'eau, au lieu d'être les 0,58,

par conséquent la formule $\sin \alpha = \frac{V}{2v}$ deviendrait

$$\sin \alpha = \frac{7,003}{2 \times 0,80 \times 7,003} = \frac{1}{1,60} = 0,625,$$

ce qui donnerait la valeur de l'angle α , que l'on trouve d'après les tables.

TRACÉ GÉOMÉTRIQUE DE LA ROUE.

Ayant ainsi déterminé les dimensions principales de la turbine, on doit tracer géométriquement la forme des courbes directrices et des aubes.

« A cet effet, on décrit, suivant M. Fourneyron, avec les diamètres trouvés, les deux circonférences intérieure et extérieure de la roue ; puis, menant du centre o (fig. 8) un rayon quelconque oa , on a fait l'angle hoa , égal à celui déterminé.

« Du même centre o , on tire la ligne od , faisant avec ao un angle égal au premier. Par le point e , où od coupe la circonférence qui représente le tuyau porte-fond dont il a été fait mention précédemment, on mène eb , parallèle à ao ; du point d'intersection b , élévant la perpendiculaire be , et de celui d , sommet du triangle ado , abaissant une perpendiculaire sur la base ao , le point où cette ligne prolongée rencontre bc est le centre *d'un arc de cercle qui donne la courbure des directrices* dont la partie ba seulement est droite (1).

« Pour avoir la direction du premier élément de la courbe, on mène la tangente ap au centre intérieur, on porte sur la ligne ha , direction de la vitesse de l'eau, une longueur ah égale à 1 mètre ou à 10 divisions de l'échelle de 1/20 représentée au-dessous de la fig. 8, et comme dans l'exemple précédent, la vitesse v de la roue est les 0,80 de V, on porte sur ap , 0^m8 ou 8 divisions. Par les points h et p , on tire hp et pq , respectivement parallèles à ap et ah ; on forme ainsi un parallélogramme dont la diagonale qa est la direction cherchée.

« Cette direction connue et prolongée jusqu'à la circonférence extérieure

(1) La place ne nous a pas permis de faire une figure spéciale pour indiquer séparément ce tracé de construction de la turbine, qui n'est pas établie sur les mêmes données que celle que nous avons prise pour exemple. On devra donc ne pas avoir égard à la forme des directrices et des aubes qui appartiennent à la turbine représentée.

en j , on élève sur aj une perpendiculaire al prolongée indéfiniment et coupant en l la circonférence extérieure de la roue.

« Les $2/5$ de jl donnent la distance à mettre entre j et k , extrémité de l'aube courbe. Quant au nombre d'aubes, il est déterminé par celui qui se rapproche le plus du quotient de la circonférence intérieure de la roue, divisée par la hauteur h ,

c'est-à-dire $3^m 091 : 0,138 = 22$ aubes.

« Le nombre des courbures directrices ne serait pas moins de $\frac{2}{22} = 11$. »

Ayant alors divisé les circonférences intérieure et extérieure de la roue suivant le nombre d'aubes trouvé, on achèvera la courbure des aubes de la manière suivante :

Considérant les points a et a' pour l'origine de deux aubes consécutives à l'intérieur de la roue, et les points k , k' et k^2 de la circonférence extérieure, comme on vient de le trouver (fig. 8), du point k' , comme centre, on décrit un arc de cercle, avec un rayon

$$e = \frac{EV}{V'}$$

V' étant déterminé, comme ci-dessus.

La ligne $a' k'$, étant tracée comme la première ah , trouvée plus haut, du point k , on mène une tangente kd' à la circonférence extérieure et une ligne kc' , faisant avec cette tangente un angle de 15 degrés; puis, traçant une courbe tangente en a à aj , en k à kd' et tangente aussi à l'arc de cercle décrit du centre k^2 et avec le rayon e , cette courbe conviendra à la forme de l'aube, que l'on peut d'ailleurs tracer par des portions de cercle se raccordant tangentielle. On fait passer des courbes semblables par les divers points de division des circonférences intérieure et extérieure pour terminer tout le tracé de l'aubage.

OBSERVATIONS SUR LES LIMITES DE VITESSE DE LA TURBINE. — Les turbines centrifuges marchant soit à vide, c'est-à-dire sans charge, ou sans résistance autre que celles qui résultent des frottements de leurs propres parties, soit avec une très-faible charge, prennent à la circonférence extérieure une vitesse au moins égale et souvent plus grande que celle de l'eau. Ainsi, la vitesse de l'eau étant prise pour unité, la vitesse à la circonférence extérieure de la roue varie entre 1,10 et 1,22. Cette vitesse diminue assez rapidement à mesure que la charge de la roue augmente; et lorsque cette charge correspond au maximum d'effet, la vitesse extérieure de la

roue n'est plus que 0,60 à 0,72 de la vitesse de l'eau. On doit donc, en général, déterminer, d'après ces dernières limites, le nombre de tours d'une turbine, pour une chute donnée, d'après le diamètre qu'elle devra avoir, et pour son maximum d'effet. Lorsque le travail de la roue est diminué d'environ moitié de ce qu'il peut être au maximum, la vitesse extérieure de la roue s'élève jusqu'à 0,85 et 0,90 de la vitesse de l'eau.

DES CLOISONS HORIZONTALES DES AUBES. — Puisque, d'après le tableau précédent, on a vu que, pour une même chute et un même orifice d'écoulement, la dépense d'eau augmente à mesure que la vitesse de la roue augmente, il en résulte que les orifices étant réglés pour un volume d'eau donné et pour la vitesse correspondante au maximum d'effet, la dépense deviendrait insuffisante, lorsque, par suite de diminution dans les résistances dues au travail, la roue prendrait un mouvement plus rapide. Pour obvier à cet inconvénient, il suffirait de diminuer l'orifice d'écoulement en baissant la vanne; mais, dans ce cas, la capacité des aubes étant plus grande qu'il ne serait nécessaire, l'eau y tourbillonne, et, n'étant plus dirigée de tous côtés, n'agit plus avec autant d'avantage, en sorte que la dépense d'eau est relativement plus grande. Cette observation a conduit M. Fourneyron à diviser les aubes, d'une grande roue principalement, par une ou deux cloisons horizontales, comme nous l'avons vu plus haut, selon les variations de dépense d'eau ou de travail présumées, ce qui permet d'obtenir à peu près le même effet utile dans plusieurs circonstances, en ramenant la vitesse à des limites convenables. Cependant il faut dire que dans plusieurs cas cette addition qui complique la construction n'a remédié qu'imparfaitement aux inconvénients et n'a pas donné les résultats qu'on en espérait.

EFFETS OBTENUS SUR LES TURBINES DE M. FOURNEYRON.

Nous allons donner, en quelques lignes, le résumé des résultats qui ont été obtenus sur plusieurs turbines établies par M. Fourneyron, dans des circonstances différentes. Quoique ces résultats aient déjà été publiés, nous pensons qu'ils pourront être agréables à plusieurs de nos lecteurs.

Des expériences faites par M. Arthur Morin sur les turbines de Moussay (Vosges) et de Müllbach (Bas-Rhin), on déduit les résultats suivants :

1^o Pour la turbine de Moussay, qui a 0^m 85 de diamètre, et 0^m 110 de hauteur intérieure, établie sur une chute de moins de 8 mètres et d'un dépense d'eau de 730 à 740 litres par seconde, M. Morin a trouvé qu'avec

une levée de la vanne de 0^m 05 seulement, le maximum d'effet utile correspondait à une vitesse de la roue de 135 révolutions par minute, et était égal à 0^m 62 de la force absolue du moteur, la dépense d'eau étant de 275 litres par seconde, la chute totale de 7^m 087, et la roue étant noyée de 0^m 293.

Depuis la vitesse de 100 tours jusqu'à celle de 170 tours par minute, ce rapport a toujours été compris entre 0,56 et 0,61, de sorte qu'entre ces limites il n'a varié que de 1/13 de sa valeur moyenne, 0,58.

Avec une levée de vanne de 0^m 071, le maximum d'effet correspondait à la vitesse de 201 tours par minute, et était égal à 0,69 du travail absolu; la dépense d'eau étant alors de 527 litres par seconde, la chute totale étant de 7^m 562 et la roue étant noyée de 0^m 256 de hauteur au-dessus de la couronne inférieure. Et depuis la vitesse de 130 tours jusqu'à celle de 230 tours par 1', ce rapport a toujours été compris entre 0,62 et 0,68, de sorte qu'entre ces limites étendues, il n'a varié que de 1/12 environ de sa valeur moyenne, 0,65.

Pour des levées de vanne de 0,086 et de 0,107, le maximum d'effet correspondait à des vitesses de 220 tours et de 208 tours par 1' et était égal à 0,65 et 0,67 du travail absolu du moteur, la dépense d'eau étant de 618 litres et de 732 litres par seconde, la chute de 7^m 476 et 6^m 911, et la roue étant noyée de 0^m 342 et 0^m 887, au-dessus de la couronne inférieure. Depuis la vitesse de 140 tours jusqu'à celle de 230 tours par 1', ce rapport a toujours été compris entre 0,63 et 0,66.

2^o Pour la turbine de Müllbach (Bas-Rhin), qui a 2^m de diamètre extérieur et 0^m 333 de hauteur, établie sur une chute de 3^m 50 à 3^m 75, avec une dépense d'eau maximum de 2,500 litres par seconde, M. Morin a trouvé qu'avec une simple levée de vanne de 0^m 05, l'effet utile maximum était égal à 0,37 du travail absolu dépensé par le moteur, la vitesse de la roue étant de 44 tours par 1', la dépense d'eau par 1'' de 610 litres, la chute de 3^m 621, et la turbine étant noyée de 0^m 520, au-dessus de sa couronne inférieure. Et, depuis la vitesse de 33 tours jusqu'à celle de 51 tours, l'effet utile a toujours été de 0,35 à 0,37.

Avec une levée de vanne de 0^m 09, l'effet utile maximum était égal à 0,52 du travail absolu, la vitesse de la roue étant de 45 tours par 1', la dépense d'eau de 1,016 litres par 1'', la chute de 3^m 207, et la turbine noyée de 0^m 87, au-dessus de la couronne inférieure. Depuis la vitesse de 27 tours jusqu'à celle de 50 tours par 1', l'effet utile a toujours été compris entre 0,48 et 0,52.

Avec une levée de vanne de 0^m 15, l'effet maximum a été de 0,69, correspondant à une vitesse de 58 tours par 1', la dépense d'eau étant de 1,586 litres par 1'', la chute de 3^m 035, et la hauteur dont la turbine était

noyée, de 0^m 965, au-dessus de sa couronne inférieure. Depuis la vitesse de 35 tours jusqu'à celle de 60 par 1', cet effet utile a toujours été compris entre 0,62 et 0,69.

Avec des levées de vanne de 0^m 20 et 0^m 27, les effets utiles ont été de 0,71 et de 0,78, le premier correspondant à une vitesse de 48 tours par 1', la dépense d'eau étant de 1,812 litres par 1", la chute de 3^m 286, et la hauteur dont la turbine était noyée, de 0^m 884 ; le second correspondant à une vitesse de 77 tours par 1', la dépense d'eau étant de 2,442 litres par 1", la chute de 3^m 31, et la roue noyée de 0^m 75.

Des expériences faites sur la turbine d'Inval par une commission spéciale nommée par M. le préfet de la Seine, et composée de MM. Mary, ingénieur en chef des ponts et chaussées, de Saint-Léger, ingénieur des mines, Maniel, élève de 3^e année à l'école des ponts et chaussées, et Fourneyron lui-même, on a trouvé les résultats suivants :

La turbine fonctionnant immergée de 1^m 15 au-dessus de la couronne inférieure, et la chute étant aussi de 1^m 15, le rapport de l'effet utile à la force totale dépensée, a été de 0,70. Sous une chute de 0^m 60, la roue noyée de 1^m 88, ce rapport conserva une valeur moyenne de 0,64. Et la chute étant réduite à 0^m 30, la roue restant plongée de 0^m 74 dans l'eau inférieure, le rapport ne descendit pas, valeur moyenne, au-dessous de 0,58. Cette roue travaille ordinairement sous une chute de 2^m environ, et n'étant pas immergée de plus de 4 à 5 décimètres, elle est capable de dépenser un volume d'eau correspondant à plus de 4 mètres cubes par 1".

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES TURBINES HYDRAULIQUES.

Du résumé des expériences faites sur les turbines Fourneyron et que nous venons de rappeler, nous devons conclure, suivant M. Morin.

« 1^o Que ces roues conviennent aux grandes comme aux petites chutes ;
« 2^o Qu'elles peuvent transmettre dans certains cas un effet utile net, égal à 0,70 et même 0,75 du travail absolu du moteur ;

« 3^o Qu'elles peuvent fonctionner sous l'eau à des profondeurs de 1^m à 1^m 50 sans que le rapport de l'effet utile au travail absolu du moteur diminue notablement ;

« 4^o Que par suite de la propriété précédente, elles utilisent en tout temps toute la chute disponible, puisqu'on les place au-dessous du niveau des plus basses eaux ;

« 5^o Qu'elles peuvent recevoir des quantités d'eau très-variables.

« Si l'on joint, ajoute M. Morin, à ces propriétés précieuses, sous le rapport mécanique, l'avantage qu'elles offrent d'occuper peu de place, de marcher généralement à des vitesses bien supérieures à celles des autres roues, on reconnaîtra sans doute avec nous que ces roues doivent prendre rang parmi les meilleurs moteurs hydrauliques. »

Toutefois, il faut le dire, malgré ces avantages, on reproche encore aujourd'hui aux turbines leur complication trop grande, leur exécution difficile ; et si l'on ajoute à leur prix de revient les dépenses à faire pour la construction des travaux d'eau et de maçonnerie nécessaires pour les recevoir, on verra que ces causes font souvent apporter de l'hésitation dans leur adoption.

De ce côté, les turbines de M. Gentilhomme et de M. Fontaine auraient un grand avantage sur celles qui ont été faites antérieurement, par la simplicité qu'ils ont apportée dans l'établissement de ces roues ; ce qui permet de les livrer à un prix beaucoup moins élevé que celui des turbines Fourneyron, proportion gardée d'ailleurs pour leurs dimensions, c'est-à-dire, en les supposant établies dans les mêmes circonstances. Il est seulement à désirer que des expériences comparatives soient faites par des ingénieurs distingués comme on en a sur les turbines de Burdin et de Fourneyron, et que les expériences soient rendues publiques pour leur donner ce cachet de confiance sans lequel il est difficile d'avancer une industrie, surtout lorsqu'on propose des machines nouvelles, ou seulement même des modifications à des appareils connus.

Un inconvénient assez grave que l'on reproche aux turbines centrifuges, c'est de s'obstruer facilement, soit par des objets qui viennent s'engager dans la roue, soit même par un amas de gravier qui s'y accumule après un certain temps, et malheureusement, lorsqu'elles sont ainsi engorgées, on est obligé d'arrêter ce qui cause quelquefois des chômage de plusieurs jours. Avec l'addition de la vanne de chasse dont M. Gentilhomme a proposé l'application, ces engorgements doivent se produire bien plus rarement, parce que la rapidité avec laquelle une grande masse d'eau est tout à coup lancée contre la roue, doit nécessairement tendre à faire échapper tout ce qui peut l'embarrasser.

Il serait bon cependant d'avoir en amont du réservoir ou de la huche qui amène l'eau sur la roue, un système de grillage qui, sans obstruer le passage de l'eau, ne permet à aucun corps étranger de la traverser. Nous croyons qu'on pourrait aisément appliquer un grillage mobile par lequel on obtiendrait ce résultat d'une manière satisfaisante ; nous sommes, du reste, étonné que l'on n'ait pas cherché à améliorer le système de grille employé jusqu'ici, et qui est nécessairement vicieux, surtout quand il s'agit de l'établissement d'une turbine.

Quoi qu'il en soit, les turbines deviendront de plus en plus répandues; elles ne sont pas arrivées au degré de simplicité tel qu'on pourrait le désirer, et cependant le nombre en augmente tous les jours.

Nous ne terminerons pas ce sujet sans engager de nouveau les mécaniciens et les ingénieurs, qui s'occupent de cette partie si importante des moteurs, à étudier et à faire des applications des turbines en-dessous, comme M. Fontaine l'a fait, persuadé qu'ils peuvent en obtenir de très-bons résultats.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 37.

Les figures 1 et 2 de cette planche représentent l'une des turbines centrifuges de M. Fourneyron, établies dans les moulius à blé de Saint-Maur, près Paris, et dessinées à l'échelle de 1/20^e, ou de 5 centimètres par mètre.

La première est une coupe verticale par l'axe de la turbine, suivant la ligne 1-2 de la fig. 2.

La seconde est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4 de la fig. 1^{re}.

Nota. L'espace n'ayant pas permis de figurer sur le dessin tout le puits en maçonnerie qui environne la turbine, la tige verticale L est figurée placée très-proche de celle-ci, tandis qu'elle devrait être en dehors du puits.

Les fig. 3 et 4 représentent le système de turbine centrifuge établie par M. Gentilhomme, et dessinée à l'échelle de 1/40.

La fig. 3 est une coupe verticale par l'axe de la turbine, suivant la ligne 5-6 de la fig. 4.

Et la fig. 4 est une section horizontale faite vers la hauteur de la ligne 7-8 de la précédente.

Dans ces deux figures, sont représentés le réservoir en maçonnerie et en charpente qui entoure le moteur, et les vannes de chasse et d'arrêt.

La fig. 6 représente une coupe horizontale d'un quart du plateau fixe B', faite vers le milieu de la hauteur des courbes directrices.

La fig. 5 est une coupe verticale de ce plateau, suivant la ligne 9-10.

La fig. 8 est une coupe horizontale d'une portion de la turbine Gentilhomme

Et la fig. 7 en est une section verticale, faite suivant la ligne 11-12.

Ces quatre figures sont dessinées à l'échelle de 5 centimètres pour mètre.

Nota. Sur la même fig. 8, on a représenté le tracé géométrique des aubes, suivant la méthode donnée par M. Fourneyron. Ce tracé ne se rapporte pas exactement à la turbine représentée sur cette figure, mais seulement à l'explication qui en a été donnée dans la description qui précède, l'espace n'ayant pas permis de faire ce tracé sur une figure particulière.

ENCRE DE CHINE.

Les Chinois emploient, pour la fabrication de l'encre de Chine, le noir de fumée, la colle forte et certaines essences ou odeurs. Le noir de fumée en est le principal élément : de sa bonne qualité dépend celle de l'encre.

Pour obtenir un noir de fumée abondant, on brûle des feuilles et de petites tiges de sapin ; le noir de fumée va s'attacher à des planches mobiles, fixées à la voûte du toit et disposées au-dessus des fourneaux ; ces fourneaux ont ordinairement plusieurs cheminées afin de disperser davantage le noir ; quand les planches sont suffisamment chargées, ont arrêté le feu.

Quant au noir de fumée de première qualité, il s'obtient par la combustion lente et incomplète de certaines huiles ; le vase est ovoïde, une mèche allumée plonge dans l'huile, et l'air, arrivant en quantité suffisante, empêche la combustion du charbon produit par la décomposition de l'huile ; celui-ci se fixe à la voûte du pot. C'est, à ce qu'il paraît, avec ce noir, qui est très-tenu, que se fabrique l'encre de Chine dite de *Nankin*.

A Canton, où il se fabrique une grande quantité d'encre de Chine, on procède de la manière suivante :

1^o On prend une certaine quantité de noir de fumée que l'on met dans une jarre de terre à large ouverture, on fait dissoudre de la colle forte dans de l'eau et on verse sur le noir cette dissolution bouillante.

2^o On agite en tournant avec une longue stalope de bois, jusqu'à ce que le mélange soit parfait ; on laisse refroidir, et quand on juge que la pâte est assez compacte, on peut commencer le moulage.

3^o Les moules sont entaillés dans une plaque de bois dur, leur forme est généralement parallélopipélique ; on les remplit d'un peu de pâte ; on l'y comprime fortement, et l'on obtient ainsi des bâtons dont les faces reproduisent l'empreinte des caractères gravés sur les parois du moule.

Ces bâtons se solidifient promptement à l'air ; on les livre alors aux décorateurs, qui colorent les caractères en or, en bleu ou en vert, et dorent les inscriptions ou les différents sujets, qui représentent ordinairement des dragons, des lions, des chevaux, des personnages, des fleurs, etc.

MACHINE A VAPEUR

A

HAUTE PRESSION ET A DÉTENTE VARIABLE,

Par M. FARCOT,

INGÉNIEUR-MÉCANICIEN, A PARIS.

(PLANCHE 38.)

Dans cette machine, le cylindre à vapeur oscille par le bas sur un arbre à tourillons mobiles dans des coussinets ; l'entrée de la vapeur se fait par l'une des extrémités, et la sortie par l'autre. Cette disposition de machine à vapeur à cylindre oscillant est employée de diverses manières depuis fort longtemps. Ainsi M. Manby avait proposé et pris un brevet d'invention, vers l'année 1817, pour un système de deux machines accouplées dans un même bâti, appliquées à un bateau à vapeur, et dans lesquelles les cylindres oscillaient alternativement sur eux-mêmes par des tourillons placés au milieu de leur hauteur. M. Cavé, adoptant ce système d'oscillation pour des machines fixes d'abord, puis plus tard pour des machines de bateaux, y apporta de grandes améliorations, et modifia complètement le mode de distribution qu'il fait aujourd'hui par des disques circulaires ayant un mouvement de rotation continu sur un axe commandé par des engrenages. Lorsque ces machines commencèrent à être goûtées, il y eut bientôt des constructeurs qui les imitèrent sans adopter, toutefois, les mêmes moyens de distribution employés par M. Cavé. Ainsi, tout en faisant osciller le cylindre à vapeur soit sur son milieu, soit à l'une ou à l'autre de ses extrémités, on fit la distribution par des tiroirs ou par les tourillons eux-mêmes. Telles sont les machines construites par M. Dietz, par M. Bourdon, par M. Frey, par M. Leloup, etc. Ce dernier constructeur a pris, en 1838, un brevet d'invention et de perfectionnement de 15 ans pour son système de machine oscillante, opérant la distribution et la sortie de la vapeur par les tourillons mêmes.

Plusieurs autres mécaniciens ont aussi adopté le système oscillant, parce

qu'il prête beaucoup à la simplicité de construction de la machine, et qu'il permet de les livrer à des prix moins élevés que les systèmes à balancier. Il a été également mis en usage en Angleterre, en Belgique et dans d'autres pays. Cependant plusieurs constructeurs sont parvenus à établir des machines à cylindre fixe, avec une disposition fort simple que l'on peut, sous ce rapport, mettre en parallèle avec les précédentes. Ainsi les machines de MM. Alexander, Christian, Moulfarine, de Paris; de M. Trésel, de Saint-Quentin; de MM. Meyer et Cie, de Mulhouse (1), etc., ne le cèdent en rien, pour la simplicité de construction, aux machines oscillantes. On peut voir, pour ce système, la machine publiée, tome II, 1^{re} livraison.

Les machines à vapeur, à cylindre oscillant, sont aujourd'hui trop répandues pour que nous ayons besoin de les faire connaître, aussi ce n'est pas pour le mode d'oscillation que nous donnons celle de M. Farcot, mais plutôt pour faire voir son système de distribution qui est tout particulier, et surtout encore son système de détente variable qui est d'autant plus remarquable qu'il peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur fixes, en général. M. Farcot a dû prendre un brevet d'invention pour ce nouveau mode de détente variable, en l'année 1836, époque à laquelle il en a fait la première application.

DISPOSITION DE LA MACHINE A VAPEUR

DE M. FARCOT, PLANCHE 38.

SYSTÈME D'ADMISSION ET DE DISTRIBUTION DE VAPEUR. — Le cylindre à vapeur A, timbré à cinq atmosphères, est alésé à 0^m 225 de diamètre intérieurement; il a été livré pour une machine de la force de quatre chevaux; sa base inférieure est placée et boulonnée sur la surface droite et préalablement tournée, de l'arbre en fonte B, qui lui sert de fond et qui est disposé d'une manière toute particulière. Pour osciller sur lui-même, tout en conservant l'axe du cylindre dans un même plan vertical, cet arbre est reçu par ses deux tourillons b dans des coussinets en bronze c que l'on peut graisser comme des coussinets ordinaires; son axe est horizontal et exactement perpendiculaire au plan vertical dans lequel se meut celui du cylindre. Une plaque d'assise en fonte C, qui porte toute la machine et en relie toutes les parties, est fondue avec les paliers qui reçoivent les coussinets c, et est encastrée de toute son épaisseur dans un massif en maçonnerie que traversent les boulons qui l'y assujettissent solidement.

L'arbre B étant creux et ouvert aux deux extrémités, sert d'un bout pour l'introduction de la vapeur, et de l'autre pour l'échappement; à cha-

(1) Les ateliers de construction de Mulhouse sont exploités aujourd'hui par une société ayant pour titre : *l'Expansion*.

cune de ces extrémités il porte des boîtes à étoupes que l'on ferme par les bouchons en cuivre *e* et *f*. (Voy. la coupe verticale, fig. 2, pl. 38.)

La vapeur est amenée de la chaudière, par un tube en fonte ou en cuivre *G*, dans le conduit courbe *s*, ménagé dans l'arbre *B*, en partie alésé; le stuff-fingbox placé en cette partie, embrassant la surface extérieure du tuyau, empêche toute fuite malgré l'oscillation de l'arbre. Du conduit *s*, la vapeur se rend jusque dans la boîte de distribution *H*.

Cette boîte, qui présente extérieurement la forme d'un prisme rectangulaire, est en fonte et boulonnée sur la partie méplate et dressée de l'arbre, ménagée à côté de celle qui reçoit le cylindre, et à peu près de la même hauteur. Dans son intérieur est renfermé le tiroir en fonte *I*, qui n'est pas disposé comme dans les machines à haute pression connues, et qui ne reçoit pas non plus de mouvement rectiligne, comme on va le voir bientôt.

La tige horizontale *J*, qui est placée au centre de l'arbre, est soutenue d'un bout par une bague en cuivre *j*, et de l'autre par un coussinet semblable appliqué à l'extérieur du tuyau coudé *E* qui donne issue à la vapeur; de cette sorte, quelle que soit l'oscillation de l'arbre, la tige reste toujours dans une position invariable, et comme elle porte à une extrémité le levier vertical en fer *g*, celui-ci est nécessairement immobile; il reste vertical, quelle que soit l'inclinaison du cylindre (fig. 4 et 6). Or ce levier est lié au tiroir *I* par une petite pièce carrée *h*, qui se termine par des tourillons cylindriques, ajustés dans des coussinets *i*, en bronze ou mieux en acier; ces coussinets peuvent glisser entre des coulisses venues de fonte avec le tiroir et dressées intérieurement. Ainsi, quand l'arbre *B* oscille, la face plane sur laquelle s'appuie celle correspondante du tiroir, prenant des directions inclinées, fait aussi obliquer ce dernier qui lui obéit d'autant plus facilement que les coussinets *i*, qu'il porte, tournent autour des tourillons de la pièce *h*, tout en glissant dans leurs coulisses.

L'introduction de la vapeur dans la partie supérieure du cylindre a lieu par le conduit *r*, et dans la partie inférieure par le conduit *q*. La sortie de la vapeur, après qu'elle a opéré son action sur le piston, s'effectue par l'orifice *p*, qui est toujours en communication avec le tuyau coudé *E*, par l'intérieur de l'arbre. Les orifices *p*, *q*, *r*, débouchent tous trois dans la boîte de distribution *H*, et le tiroir vient successivement les ouvrir et fermer. Ce tiroir est lui-même percé de plusieurs ouvertures; ainsi il n'est pas seulement évidé dans son milieu, comme le montrent les différentes sections représentées sur le dessin, mais, de chaque côté de cet évidement, il est percé à sa base supérieure de deux orifices, dont l'un *q'* peut communiquer avec celui *q*, figure 4, et l'autre *r'* avec celui *r*, fig. 6. Sa base supérieure est aussi percée, à gauche, de trois ouvertures rectangulaires *q²*, dont la somme est égale à l'aire du conduit *q*, et à droite de trois ouver-

tures semblables r^2 et égales, en somme, à l'aire du conduit r , dont la section est exactement la même que celle du premier.

Sur cette base supérieure qui est dressée avec soin, comme celle inférieure, sont juxtaposées deux platines ou glissières l , l' , au moyen desquelles on interrompt à volonté l'arrivée de la vapeur dans le tiroir et par suite dans le cylindre. Ces platines sont tenues contre la surface plane du tiroir par des ressorts latéraux adaptés à l'intérieur des rebords m et m' , que le constructeur a fait venir à la fonte avec le tiroir; elles glissent entre ces rebords, quand un obstacle les empêche de marcher avec ce dernier, et, au contraire, elles font corps avec lui toutes les fois que la came K et les tiges n et n' ne buttent pas contre la paroi intérieure de la boîte de distribution. Ces petites tiges sont vissées dans des renflements ménagés à une extrémité de chaque plaque, et leur longueur a été calculée d'avance pour qu'elles ne viennent buter que lorsqu'il est nécessaire.

Les glissières sont percées chacune de deux orifices rectangulaires de même force et de même section que les ouvertures q^2 et r^2 , pratiquées dans la base supérieure du tiroir, et que tantôt elles recouvrent et tantôt elles mettent à découvert (fig. 4 et 5). Vers leur milieu elles portent les dents ou saillies o et o' , contre lesquelles butte la came en fonte K, dont la courbure est formée de deux espèces de développantes de cercle. Il est aisément de concevoir que, suivant la position donnée à cette came, les saillies o et o' seront mises en contact avec elle, plus tôt ou plus tard, pendant la marche de la machine; d'où résulte, par suite, la plus petite ou la plus grande course des glissières, laquelle, d'un côté, est limitée par les tiges n et n' , buttant contre la paroi intérieure de la boîte, et de l'autre par la courbure plus ou moins avancée de la came.

Ainsi supposons le piston à vapeur T au bas de sa course, par exemple, comme il est indiqué sur les fig. 1 et 2: dans cette position, comme lorsqu'il se trouve à l'extrémité supérieure de la course, la manivelle V, la tige T', et l'axe du cylindre, sont exactement dans une même ligne verticale, le tiroir placé dans une position milieu ferme les deux orifices q et r ; la vapeur qui arrive par le canal s dans l'intérieur de la boîte H peut traverser les orifices de la glissière l , qui sont exactement en regard avec ceux correspondants q^2 du tiroir (fig. 2); de sorte que dès que la boîte commence à se transporter vers la gauche, le tiroir découvre immédiatement le conduit q , et la vapeur s'y précipite. On sait que les positions extrêmes du piston sont des points morts de la machine; ce sont ces positions que le volant doit faire passer; nous aurons l'occasion de faire voir que les tiroirs ne sont pas toujours placés de même dans toutes les machines; ainsi nous verrons qu'au lieu de fermer les orifices complètement à chaque extrémité de la course du piston, ils commencent déjà à ouvrir; on donne alors de

l'avance; cette avance est principalement donnée dans les machines locomotives et dans les machines de bateaux. (Voir les livraisons 3^e et 4^e du tome II, et 3^e et 6^e du tome III.)

Quoiqu'il en soit, il est évident que dans le cas actuel, si on suppose que le volant a acquis une certaine vitesse, il est capable de faire continuer le mouvement de la machine au moment où le piston est au bas de sa course; celui-ci commencera donc à monter, et en s'élevant va faire prendre une direction inclinée vers la gauche de la verticale JV' (fig. 1^{re}); l'orifice *q'* du tiroir est presque aussitôt en communication avec le conduit *q*, la vapeur peut donc immédiatement se rendre, par ce conduit, dans l'intérieur du cylindre au-dessous du piston. L'introduction de la vapeur aura lieu tant que la glissière *l* restera dans la même position relativement à la surface supérieure du tiroir, sur laquelle il est maintenu par les ressorts *m*. Mais à mesure que l'inclinaison de l'axe du cylindre augmente, la came *K* se rapproche de la saillie *o* de la glissière, et, suivant la courbure que présente cette came, elle la touche un peu plus tôt ou un peu plus tard. Or, dès qu'elle est en contact avec la saillie, la glissière est arrêtée, le cylindre peut s'incliner davantage et le tiroir marcher encore, que la plaque *l* ne bougera pas; il en résulte que ces orifices ne restent bientôt plus en regard des ouvertures *q²* du tiroir, et que l'introduction est interrompue, quoique la communication entre les orifices *q* et *q'* ne cesse pas d'exister. L'entrée de la vapeur étant ainsi interceptée pendant la marche du piston, celui-ci n'en continue pas moins sa marche ascensionnelle par l'effet de l'expansion même de la vapeur contenue dans le cylindre. Le piston marchera d'autant plus longtemps par cette force expansive, que cette interruption aura eu lieu plus tôt. (Voir, pour plus de détails, le tracé géométrique, pl. 21 du tome III.)

Mais il est évident que la force de la machine sera aussi diminuée. On variera donc la puissance du moteur en changeant la position de la came par rapport à la saillie de la glissière *l*. Par la disposition que le constructeur a adoptée et qui lui appartient, ce changement peut s'effectuer avec la plus grande facilité, soit à la main, soit par la machine même.

En effet, la came est fixée à l'extrémité d'une tige en fer *t*, qui est ajustée à vis dans la bague en cuivre, formant écrou et placée au fond du stuffingbox dont la boîte de distribution est munie. Cette tige traverse le bouchon *k* de ce stuffingbox et porte à son sommet une manivelle *u*. Il est évident qu'en faisant tourner celle-ci, on fait tourner la tige et avec elle la came qu'elle porte. Or, dans toute machine à vapeur qui a l'application d'un modérateur à force centrifuge, ou d'un régulateur à air, on peut faire en sorte que le mouvement de cette manivelle dépende du mouvement de cet appareil; c'est bien ce que M. Farcot a cherché à obtenir pour compléter son idée de système de détente. Il s'est arrangé pour que celle-ci se

règle par la machine même, au lieu de dépendre du chauffeur ou du contre-maître chargé de la surveillance de la machine. Cette combinaison est d'autant plus avantageuse qu'elle permet de mettre toujours ainsi la puissance du moteur en rapport avec la résistance qu'il a à vaincre, et d'économiser la dépense de vapeur et de combustible.

Dans une machine à cylindre fixe, la communication entre la manivelle u et la bague mobile du modérateur peut avoir lieu d'une manière bien simple. Mais dans une machine à cylindre oscillant comme celle que nous avons représentée, on conçoit que la communication n'est pas aussi facile à établir, par cela même qu'il faut éviter que les oscillations n'influent sur le mouvement de la came. Le constructeur a résolu la question d'une manière assez heureuse,

Ainsi il a d'abord fait la manivelle u creuse, comme un canon qui a été préalablement alésé; dans son intérieur est ajustée une petite tige u' qui peut y glisser, tout en la faisant tourner sur son axe, lorsqu'elle reçoit un mouvement du levier M , au bout duquel elle est montée (fig. 2). Celui-ci est fixé à l'extrémité d'un axe horizontal N , qui est porté d'un bout par une crapaudine fondue avec la boîte H , et de l'autre par un support Q adapté en dehors de la tige immobile J . A droite de ce support, et sur le même axe N , est un levier O qui est relié, à l'aide d'une tringle plus ou moins longue P , à un levier semblable et de même longueur O' ; celui-ci a son point d'appui à la même hauteur que le précédent sur un goujon fixe, en fer, Q' . Le levier O' est coudé en équerre, et sa seconde branche horizontale O^2 (fig. 8) est assemblée par articulation, avec la longue tringle verticale R , qui se termine par une fourchette pour embrasser la gorge du manchon R' . On sait que celui-ci, lié aux branches du modérateur S , a un mouvement rectiligne, ascensionnel ou descensionnel, suivant l'écartement ou le rapprochement des boules, par conséquent suivant l'accélération ou la diminution de vitesse de la machine; l'axe de ce modérateur est commandé, comme on doit généralement le faire, par des engrenages d'angle, dont l'un x est fixé à son sommet, et l'autre x' est placé sur l'arbre de couche V' de la manivelle.

On peut aisément comprendre maintenant comment l'action du manchon R' du modérateur peut se transmettre à la came; nous avons seulement à remarquer que toute la transmission est combinée de manière que lorsque le manchon mobile R' s'élève (ce qui a lieu quand la vitesse de la machine est trop grande, et que par suite les boules s'écartent), les extrémités de la came K se rapprochent de la ligne HH (fig. 5 et 7) qui passe par le milieu du tiroir et des glissières; et, lorsqu'au contraire le manchon descend (ce qui a lieu si la vitesse se ralentit), ces points extrêmes de la came doivent s'écartier de la même ligne HH .

Il importe de bien observer que, quoique l'entrée de la vapeur dans le

cylindre soit interrompue, plus ou moins longtemps, pendant la course du piston, la sortie de la vapeur qui a opéré son effet ne continue pas moins d'avoir lieu. En effet, nous voyons, par exemple, sur la fig. 4, qui indique la position du tiroir correspondante à la position milieu ascendante du piston, que la vapeur, qui arrive dans la boîte par l'orifice *s*, ne peut plus entrer dans le conduit *q*, car les orifices *q*² du tiroir sont couverts par la glissière *l*; ces orifices ont même été interceptés quelques instants avant que le piston ne soit parvenu à cette position milieu. Et cependant la communication ne cesse pas d'exister entre l'orifice *r*, qui vient de la partie supérieure du cylindre, et le conduit *p*, qui se rend au dehors; l'air et la vapeur qui se trouveraient encore au-dessus du piston peuvent donc toujours s'échapper; et il en sera de même pendant que ce piston continuera sa course ascensionnelle. On voit encore le même effet se reproduire lorsque le piston redescend et que la distribution a changé; ainsi sur la fig. 6, qui représente le tiroir placé dans une position correspondante à celle milieu et descendante du piston, on retrouve les orifices *p* et *q* en communication, tandis que les ouvertures *r*² sont bouchées. Les fig. 5 et 7 représentent, en section horizontale, les positions respectives du tiroir et des glissières correspondantes à celles des fig. 4 et 6.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT. — Le piston à vapeur *T* est composé, comme on le fait le plus généralement, de deux rangées de segments en fonte ou en bronze, poussés intérieurement par des ressorts à boudin, contre la paroi du cylindre, et retenus entre le disque inférieur qui fait partie du corps du piston et le disque supérieur qui en forme le couvercle. Sa tige *T'*, ajustée conique à son centre, y est retenue par une clavette; elle se prolonge jusqu'au dehors du cylindre, pour s'assembler par la moufle *U* à la manivelle *V*, qui transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en circulaire continu. Cette manivelle peut être fondue avec l'arbre moteur *V'*, comme on l'a supposé sur le dessin, ou être rapportée à l'extrémité de cet arbre, comme on le fait le plus ordinairement, parce qu'il est plus commode de percer l'œil qui reçoit le maneton *y*.

L'arbre *V'* est porté, d'un bout, par le palier fondu avec un côté de l'entablement rectangulaire *Z*, sur le milieu duquel on a rapporté des coussinets en bronze. Cet entablement est composé de trois côtés disposés dans une direction perpendiculaire; aux deux angles il est supporté par deux colonnes de fonte *Z'*, avec lesquelles il se trouve lié par des boulons qui les traversent dans toute leur hauteur, et qui de plus se prolongent dans le massif en maçonnerie sur lequel toute la machine est assise. Les deux côtés parallèles de l'entablement vont se sceller dans la muraille qui sépare les ateliers de la chambre de la machine.

Quelles que soient la direction du cylindre à vapeur et la position de

son piston, sa tige soit toujours maintenue dans l'axe, elle n'est pas seulement guidée par les bagues en cuivre renfermées dans la boîte à étoupes qui surmonte le couvercle Y du cylindre, mais encore par deux tringles cylindriques parallèles X', qui, boulonnées sur deux fortes oreilles venues de fonte avec le cylindre, se prolongent en se reliant, à leurs extrémités, par des entretoises qui maintiennent leur écartement. Entre ces deux tringles roule le galet X, à gorge circulaire, et ajusté sur le bout du maneton y, où il est retenu par une rondelle et une goupille qui ne l'empêchent pas de tourner librement sur lui-même.

La moufle U est reliée à la tige T' par des clavettes, et à sa partie supérieure elle renferme des coussinets qui enveloppent la partie cylindrique du maneton y; celui-ci est ajusté conique dans l'œil de la manivelle et lui est solidaire par un fort écrou.

Le couvercle Y du cylindre est tourné à l'extérieur comme à l'intérieur, et renferme la boîte à étoupes qui embrasse la tige du piston. Cette boîte est fermée par le bouchon en fonte z, qui forme entonnoir à sa partie supérieure, afin de recevoir l'huile ou la graisse. Le couvercle est solidement fixé sur la bride supérieure a du cylindre, par six boulons à écrous tournés.

POMPE ALIMENTAIRE ET SON MOUVEMENT.—La pompe qui doit refouler l'eau d'alimentation à la chaudière ne présente par elle-même aucune particularité, mais sa mise en mouvement est assez originale pour qu'elle mérite d'être examinée. Ainsi, elle est composée d'un corps de pompe en fonte A' assis sur la plaque de fondation D, et munie de sa chapelle et de ses soupapes d'aspiration et de refoulement. Son piston est plein, composé d'une simple tige en fer B', tournée très-exactement cylindrique, et assemblée par articulation à la longue tringle C'. Le mouvement de cette tringle dépend de l'oscillation même du cylindre à vapeur, comme on peut aisément le voir par la fig. 1^e.

Une grande équerre en fonte D', ayant son point de suspension sur le goujon en fer E', est adaptée au milieu de la corniche, immédiatement au-dessous du premier palier de l'arbre de couche V'. A l'un des angles supérieurs de cette équerre est attachée la tringle C', et à l'autre angle opposé, la seconde tringle G', qui doit donner le mouvement au piston de la pompe de puits, destinée à éléver l'eau dans un réservoir supérieur. Le troisième angle de l'équerre, celui inférieur, est lié avec le cylindre à vapeur, par le tourillon F', qui fait corps avec ce dernier, dans l'épaisseur duquel il est taraudé. Lorsque, dans la marche de la machine, le cylindre oscille soit à droite, soit à gauche, le point F' décrit évidemment un arc de cercle autour du centre de l'arbre de rotation B, et entraîne avec lui l'extrémité inférieure de l'équerre, qui, ayant son point fixe en E', est nécessairement

forcée d'osciller autour de ce point, comme centre; les deux angles qui terminent son côté supérieur décrivent donc des arcs de cercle et font monter et descendre alternativement les deux tringles C' et G' , et avec elles leur piston. Il a fallu avoir le soin de ménager, dans la partie inférieure de l'équerre, une coulisse qui permette au goujon F' de décrire son arc de cercle autour du centre de l'arbre B , quand elle-même tourne autour de son centre E' , qui est diamétralement opposé; pour rendre le mouvement plus doux, on embrasse le tourillon F' par un coussinet cylindrique en cuivre qui se promène dans la coulisse.

Nous devons faire remarquer, en terminant, que la machine que nous venons de décrire a été vendue, par le constructeur, pour une puissance de 4 chevaux, son cylindre timbré à 5 atmosphères, et la chaudière à 6 atmosphères. Elle était destinée à faire marcher un moulin à l'anglaise d'une paire de meules de 1^m 65 de diamètre. Du reste, M. Farcot en a établi plusieurs semblables. Nous ajoutons que son nouveau système de détente, que l'on vient de voir, a été appliqué depuis son brevet d'invention à un grand nombre de machines de différentes forces et de différentes constructions qu'il a été chargé d'établir.

Nous le verrons également appliqué dans sa machine à colonnes à moyenne pression, avec condensation, que nous donnons dans la 6^e livraison du tome III.

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 38.

Fig. 1^e. Coupe verticale, parallèle au plan des deux colonnes, suivant la ligne 1-2 de la fig. 2.

Fig. 2. Seconde coupe verticale par l'axe du cylindre à vapeur et de l'arbre de la manivelle.

Fig. 3. Plan de l'axe oscillant qui porte le cylindre.

Fig. 4. Coupe longitudinale de la boîte de distribution, correspondante à une position milieu ascendante du piston dans le cylindre.

Fig. 5. Coupe horizontale de cette boîte et place des tiroirs de distribution et de détente, dans cette position.

Fig. 6. Coupe longitudinale de la même boîte et des tiroirs, correspondante à la position milieu descendante du piston.

Fig. 7. Coupe horizontale de la boîte et des tiroirs dans cette position.

Fig. 8. Tracé géométrique des leviers qui communiquent de la tige du modérateur à la came des tiroirs de détente.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de un décimètre pour mètre.

GRANDS FOURS A COKE,

AVEC L'APPLICATION

D'UNE CHAUDIÈRE A VAPEUR CHAUFFÉE PAR LES GAZ COMBINÉS

RÉSULTANT DE LA DISTILLATION DE LA HOUILLE,

ÉTABLIS A L'USINE DE MM. GAUTHERIN ET CLAVIÈRE, A BORDEAUX,

PAR

M. CLAVIÈRE, Ingénieur breveté.

(PLANCHE 39.)



Pour peu que l'on examine l'affluence des gaz qui s'échappent des fours à coke, on est vraiment étonné de voir que l'on ait tant tardé à tirer parti de toute cette chaleur perdue. Les applications nombreuses que l'on en pourrait faire, seraient d'autant plus importantes, que la consommation du coke est susceptible de s'accroître tous les jours de plus en plus. Plusieurs savants physiciens avaient déjà fait remarquer quelle était dans plusieurs fourneaux, appliqués, non-seulement à la carbonisation, mais encore à la fabrication de diverses matières, la quantité de chaleur qu'on n'utilisait pas et dont il serait bon de profiter. Mais soit qu'on ne sût pas établir des appareils convenables, soit qu'on ne comprît pas quelles seraient les applications qu'on pourrait en faire, l'industrie fut pendant longtemps sans en tirer parti. Ce n'est réellement que depuis quelques années que des ingénieurs, des praticiens éclairés ont fait des essais, et sont parvenus à des résultats plus ou moins heureux.

Dès 1827, M. Pelouze avait proposé un four à coke qui pût servir en même temps au grillage des minéraux de fer ; ce four a été publié dans son ouvrage intitulé : *l'Art du maître de forges*. Il paraît que ce projet a été mis à exécution en Belgique en 1838, pour des applications analogues.

M. Dufournel, ancien élève de l'École centrale, et avec lui MM. Thomas et Laurens, ingénieurs distingués, ont présenté, dans l'année 1834, différents projets d'utiliser la chaleur perdue des hauts-fourneaux, et ils ne

tardèrent pas à mettre plusieurs de ces projets à exécution. Dans une des livraisons du 11^e volume de cette publication, nous faisons connaître l'une des dernières applications qu'ils viennent d'en faire, et dont ils ont obtenu les plus heureux résultats.

M. E. Flachat, ingénieur, qui s'est beaucoup occupé d'usines à fer, a aussi, en praticien éclairé, fait des applications analogues.

Depuis plusieurs années il existe à Bercy, près Paris, quatre fours à coke qui sont en même temps appliqués à la carbonisation du bois pour en extraire l'acide pyroligneux, et le convertir soit en acide acétique, soit en pyrolignite de fer ou autre. Cet établissement a été monté par M. Clavière, ingénieur civil, à qui l'industrie doit d'importantes découvertes et des améliorations utiles dans plusieurs branches.

Les résultats obtenus dans l'usine de Bercy étaient trop frappants pour que cet ingénieur, en homme de savoir et d'observation, ne comprît pas tous les avantages qu'on pourrait tirer de l'application des fours à coke ; aussi ne tarda-t-il pas à former dans son propre pays, à Bordeaux même, une société pour remonter la belle et grande usine de Paludate.

Cette usine se compose de quatre grands fours à coke, d'une dimension bien plus considérable que tous ceux employés jusqu'ici, et d'un moulin à vapeur à l'anglaise de six tournants. Le projet de l'auteur, en montant un tel établissement, était d'arriver à produire, à peu près gratuitement, la quantité de vapeur nécessaire pour alimenter la machine. L'énorme quantité de gaz inflammable sortant de ces quatre fours, pouvait en effet donner, étant convenablement appliquée, une chaleur suffisante pour chauffer une chaudière d'une grande capacité.

M. Clavière disposa donc ces fours de manière à utiliser toute la chaleur qui peut s'en dégager, non-seulement en chauffant la chaudière et en produisant la vapeur nécessaire à la marche du moteur, mais encore en profitant de la chaleur rayonnante, soit pour le séchage des farines, soit pour la carbonisation de la tourbe, du bois, ou pour la calcination du plâtre. Cet établissement, en pleine activité depuis 1840, est sur le point de doubler par des appareils semblables que la société a le projet de faire établir.

Pour comprendre comment la production de la vapeur, le chauffage des étuves et la carbonisation de la tourbe ne coûtent rien à la société, il faut dire que le coke obtenu après la distillation est vendu à un taux tel qu'il paie la valeur primitive de la houille dont il est tiré. Ainsi, dans les fours ou vases clos disposés par M. Clavière, il obtient en coke 60 à 65 pour 0/0 de la matière première. Par un traité passé entre la société des moulins et la compagnie du chemin de fer de la Teste à Bordeaux, elle est chargée de lui fournir tout le coke que cette compagnie peut consommer.

Une telle application faite sur une aussi grande échelle, mérite certaine-

ment d'être répandue, et nous ne doutons pas qu'elle ne soit bien souvent renouvelée. On conçoit en effet que, dans tous les grands lieux de consommation, des établissements montés sur les mêmes principes peuvent être très-avantageux. Ainsi, à Paris, les moulins à vapeur n'avaient pu réussir par cela même que le combustible revenait fort coûteux ; ils ne pouvaient tenir la concurrence avec les moulins à eau, quoique ceux-ci se trouvassent à dix, vingt, et souvent même trente lieues de distance. Mais en disposant des appareils qui annulent, pour ainsi dire, le prix du combustible, on peut comprendre alors que de tels établissements puissent exister dans la capitale. En établissant des fours à coke, on peut être certain, par avance, du placement de ce combustible, aujourd'hui que les chemins de fer paraissent enfin prendre une extension que l'industrie est impatiente de voir se réaliser ; pour les fonderies, pour l'économie domestique, on sait que tous les jours la consommation en augmente considérablement. C'est donc un produit dont on a le débouché assuré.

M. Clavière a compris, du reste, toute l'importance de tels établissements, nous savons qu'il s'en occupe avec une grande activité, malgré les autres travaux qu'il a entrepris.

Les divers moyens que l'on peut employer dans une foule de circonstances, pour utiliser avec avantage la chaleur perdue des fours à coke, fours à pudler et autres, comme aussi des hauts-fourneaux, etc., sont réellement d'un trop grand intérêt pour que nous ne cherchions pas à faire connaître ceux qui sont déjà mis en usage, persuadés, comme nous le sommes, que les applications en deviendront de plus en plus nombreuses, soit qu'on emploie les mêmes procédés, soit qu'on y apporte des modifications plus ou moins utiles ou appropriées d'ailleurs à la fabrication.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'APPAREIL DE M. CLAVIÈRE.

PLANCHE 39.

DES FOURS À COKE. — Les fours sont au nombre de quatre, disposés comme le montre le plan général (fig. 2), lequel est une coupe horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2 (1); ils sont désignés en A', A², A³ et A⁴, par des lignes ponctuées ; on les voit en sections verticales sur les fig. 1 et 3. Ces fours sont entièrement construits en bonnes briques réfractaires, leur forme est environ celle d'une ellipse dont le grand axe est de près de 4 mètres, et le petit axe de 3^m 30.

(1) Ce plan n'a pu être indiqué dans toute son étendue sur la planche ; mais il est facile de voir la disposition entière par ce qui est représenté, car les deux fours d'un côté sont tout à fait symétriques à ceux du côté opposé.

La sole de ces fours, qui est aussi en briques réfractaires, est un plan horizontal, garni de deux rangs de briques sur champ, et leur voûte est circulaire. La hauteur des parois verticales, jusqu'à la naissance de la voûte, est de 0^m 60, et celle de la sole au sommet de ladite voûte de près de 1 mètre. On voit que les dimensions de tels fours sont bien supérieures à toutes celles des fours appliqués au même usage. En effet les plus grands fours employés jusqu'ici n'ont pas plus de 2^m 90 de diamètre.

La grande capacité donnée par l'auteur aux fours de l'usine de Paludate permet de les charger chacun de 40 hectolitres de houille, ce qui donne 160 hectolitres en distillation quand ils fonctionnent ensemble, résultat qui a presque toujours lieu.

Au sommet de chaque four est une ouverture circulaire de 0^m 50 de diamètre, qui, par une cornue en briques réfractaires, amène les gaz résultant de la distillation dans des carneaux disposés pour chauffer la grande chaudière à vapeur F. La communication entre les fours et les carneaux est telle que les deux cornues C', C², correspondantes aux deux premiers fours, conduisent les gaz dans les tubes D⁴, D⁴, et qui, après les avoir parcourus dans toute leur longueur, se rendent par le carneau latéral D' à la cheminée O. Les deux autres cornues C³, C⁴ conduisent les gaz des deux autres fours dans le carneau inférieur D³, qui règne sous toute la chaudière, tournent par le second carneau latéral D', et de là par le canal E pour se rendre à la cheminée O.

On charge chacun des fours et on enlève le coke, après la distillation, par la porte latérale a qui, pendant l'opération, reste exactement fermée. Lorsqu'un four est mis en activité pour une première fois, on le chauffe à une température assez élevée pour que, le four une fois chargé, le charbon s'enflamme de lui-même ; mais quand il est épuré, après le défournement qui se fait en cinquante minutes, on ferme la porte a pendant quatre à cinq minutes pour remonter la température du four, et, après une nouvelle charge de houille qui dure trente minutes, on referme la porte et la houille s'enflamme d'elle-même.

Des conduits horizontaux B', B², B³, B⁴, qui débouchent dans l'atmosphère, en dehors de l'appareil, communiquent avec les cornues et amènent à l'origine de celles-ci l'air extérieur qui, se mêlant avec le gaz sortant des fours, les enflamme immédiatement. Nous avons déjà vu, en parlant de la distillation de la houille pour la production du gaz-light, que ce combustible se décomposait particulièrement en hydrogène simple, en hydrogène mi-carboné et carboné qui, en contact avec une quantité suffisante d'oxygène, s'enflamme et brûlent avec une intensité d'autant plus grande qu'ils se trouvent à une température très élevée. Il est évident que, par la disposition adoptée dans l'appareil qui nous occupe (disposition qui permet

de régler à volonté et aussi exactement que possible la quantité d'air qui peut entrer par les conduits), on peut brûler ces gaz complètement et produire une flamme très-intense, qui, par son parcours dans les carneaux et dans les tubes, peut faire évaporer une quantité d'eau notable. Cette vaporisation est telle, qu'elle est suffisante pour l'alimentation d'une machine à vapeur à basse pression, de construction anglaise, et qui a été livrée à l'établissement pour la force de trente chevaux. Le diamètre du cylindre de cette machine est de 0^m 913, elle donne dix-huit coups de piston par minute; elle est à condensation et marche à une atmosphère 1/8, et à pleine pression pendant toute la course. Elle met en activité cinq paires de meules, d'environ 1^m 30 de diamètre, taillées à l'anglaise.

Le règlement des registres *c*, placés à l'embouchure des conduits d'air, est de la plus grande importance pour la bonne marche de l'appareil. On conçoit en effet que de l'ouverture donnée à ces conduits, dépend entièrement le volume d'air qui peut se projeter à l'entrée des cornues et se combiner avec les gaz. Or ceux-ci ne sont évidemment pas en égale proportion pendant toute la durée de l'opération; ainsi, pendant les premières heures de marche, la quantité de gaz inflammable étant moins considérable que lorsque la distillation est en complète activité, le volume d'oxygène, qui doit les enflammer, doit être aussi moins considérable; les registres doivent donc être suffisamment fermés pour ne laisser entrer que la quantité d'air nécessaire. Au fur et à mesure que la carbonisation se produit, on ouvre successivement ces registres, et toujours d'une très-petite quantité à la fois; ils restent d'ailleurs maintenus constamment dans leur position par des contre-poids dont les chaînes passent sur des poulies, et qui sont à portée du conducteur de la machine, chargé aussi de la direction de l'appareil. M. Clavière a voulu, dès le début de cette fabrication, se rendre compte des degrés d'ouverture qu'il serait nécessaire de déterminer pendant toute l'opération, dont la durée est généralement de quarante-quatre à quarante-huit heures, et il a gradué un des côtés des châssis de chaque registre, afin de servir de guide au conducteur.

Comme nous le disions plus haut, pendant les premières heures, le dégagement des gaz inflammables est moins considérable, il augmente successivement pendant les heures suivantes, jusqu'à la trentième à la trente-cinquième heure, pour décroître ensuite jusqu'à la fin de la distillation.

Pour peu que l'on soit observateur, il est, du reste, facile de bien reconnaître la bonne marche de l'appareil, soit en portant les yeux à l'ouverture des conduits d'air, d'où l'on peut aisément voir l'intensité de la flamme qui doit être très-vive et blanche, lorsque la combustion est complète, tandis qu'elle est rougeâtre et peu active, lorsque la masse d'air n'est pas en pro-

portion avec le volume de gaz, et que, par conséquent, ceux-ci ne peuvent brûler entièrement; soit encore en examinant le manomètre qui indique le degré de la vapeur dans la chaudière : s'il baisse, c'est que la température n'est pas assez élevée ; s'il monte, c'est au contraire que la température est trop forte ; dans l'un comme dans l'autre cas, on se reporte aux registres *c* pour augmenter ou diminuer les ouvertures d'entrée de l'air.

M. Clavière a pensé qu'on pourrait sans doute, comme dans les chaudières de Watt, trouver le moyen de faire régler la position des registres suivant la marche de la chaudière et des fours par l'appareil même, sans le secours du conducteur, aux soins duquel il faut s'en prendre : mais la chaudière étant chauffée par quatre fours pour chacun desquels il faut un registre particulier, et dont un ou deux peuvent quelquefois se trouver arrêtés, la disposition ne serait pas commode à adopter, et ne laisserait pas, d'ailleurs, que d'être assez compliquée de mécanisme.

Lorsque la machine ne fonctionne pas, et que, par conséquent, on ne doit pas produire de vapeur, au lieu de faire passer les gaz dans les carneaux latéraux *D'*, *D'*, ou dans le carneau inférieur *D³* et dans les tubes *D⁴*, on les envoie directement dans les carneaux de trop plein *E*, *E'*, et de là à la cheminée, en fermant alors leur communication avec les premiers à l'aide de deux registres semblables à celui *g*, représenté sur le plan figure 2 ; ces registres se tirent à l'aide d'une tringle horizontale, dont la poignée est à la disposition du conducteur. Les registres des conduits d'air peuvent également être fermés, puisqu'il est alors tout à fait inutile d'enflammer les gaz à leur sortie des fours. Il en serait de même si un ou deux fours seulement étaient arrêtés : on aurait le soin de ne fermer que les registres qui correspondent à ces fours, en ouvrant ceux qui établissent une communication directe entre leurs cornues et les carneaux de trop plein *E*, *E'*. Ainsi on voit, sur les figures du dessin, des conduits *e'*, *e²*, *e³*, *e⁴*, que le constructeur a eu le soin d'établir, au-dessus des fours, pour pouvoir donner directement issue aux gaz quand la chaudière ne fonctionne pas ; ce sont ces conduits qui débouchent dans les carneaux d'échappement *E*, *E'*, et qui, par conséquent, amènent les gaz directement à la cheminée d'appel *O*. Lorsque la chaudière fonctionne, on ferme ces conduits par les registres *d'*, *d²*, *d³*, *d⁴*, dont les contre-poids se reportent toujours au-devant du fourneau, pour être constamment à la portée du conducteur.

On peut aussi régler le tirage de la cheminée par les deux registres *f*, *f*, placés au sommet des carneaux *E*, *E'* ; c'est donc encore un moyen de régulariser la température de la chaudière. Remarquons que, comme ces deux carneaux sont indépendants (et ils doivent l'être pour qu'il n'y ait pas de communication entre eux, puisque tantôt ils reçoivent des gaz enflammés et tantôt, au contraire, ils reçoivent des gaz non brûlés), il était important

de pouvoir les régler séparément, et de ne pas les mettre immédiatement en communication à leur embouchure dans la cheminée; l'auteur a fait établir la partie inférieure de celle-ci avec une séparation en briques, qui s'élève à plusieurs mètres au-dessus du sommet des carreaux. Au-dessus du massif en briques et en maçonnerie qui compose la base de cette cheminée, celle-ci est faite en cuivre, sur une hauteur de 17 à 18 mètres.

DE LA CHAUDIÈRE A VAPEUR. — La chaudière à vapeur est en tôle, de forme cylindrique, de 8^m de longueur totale, sur 1^m 65 de diamètre intérieur. Elle est, comme toutes les autres chaudières, munie de ses appareils de sûreté et de niveau d'eau; elle ne doit marcher qu'à basse pression, c'est-à-dire à 1 1/8 d'atmosphère environ, ce qui correspond à une température de 105 à 106 degrés centigrades; on a pu facilement appliquer un manomètre à air libre I, qui fait connaître exactement la pression de la vapeur; ce manomètre est muni d'un robinet pour interrompre au besoin sa communication avec la chaudière, et se termine par une cuvette qui recevrait le mercure, s'il se trouvait chassé par un trop grand accroissement de force élastique de la vapeur. Pendant la marche régulière de la machine, le niveau de l'eau dans la chaudière doit être maintenu sur la ligne horizontale indiquée sur les fig. 1 et 3; toute la capacité pour la vapeur est encore augmentée de celle de la cloche G, placée au-dessus, et que le constructeur a fait disposer, comme dans les locomotives, pour former la prise de vapeur. Le tuyau H, qui doit amener cette vapeur au cylindre de la machine, se rend, en effet, en se recourbant, dans l'intérieur de cette cloche, de sorte qu'on n'a pas à craindre les bouillonnements qui pourraient y envoyer des molécules d'eau avec la vapeur.

Le tuyau d'alimentation J, qui doit envoyer de l'eau dans la chaudière, passe, en se recourbant (comme on le voit sur le plan fig. 2), sur l'un des fours, et peut être aussi fortement chauffé par le rayonnement seul de ce four; et comme l'eau d'alimentation provient d'une partie de l'eau de condensation, qui, en sortant de la pompe à air, peut être à une température de 38 à 40 degrés, on comprend que, par cette disposition du tuyau, sa température est sensiblement accrue au moment où cette eau entre dans la chaudière.

On peut vider la chaudière à l'aide du tuyau à deux branches K, qui est muni de deux robinets placés au-dessous du fourneau, ce qui permet de les ouvrir au besoin; ses deux branches se réunissent en une seule à la sortie de l'appareil, pour conduire les eaux de vidange dans le même lieu.

Si les fours à coke ne marchaient pas, soit pour cause de réparation, soit pour tout autre motif, il ne faudrait pas pour cela que la machine fût arrêtée. M. Clavière a prévu le cas, en disposant à l'avance le fourneau de la

chaudière pour recevoir une grille provisoire L, de 1^m 30 de longueur sur plus d'un mètre de large. De sorte qu'on peut, au besoin, chauffer la chaudière, en chargeant cette grille de houille et en y mettant le feu; on interrompt alors la communication avec les fours, et l'opération s'effectue comme dans un fourneau de chaudière ordinaire. Une grande capacité N a été ménagée sur le devant pour recevoir le chauffeur et le charbon qu'il doit jeter sur la grille; et afin que, pendant son court séjour dans cette pièce, il lui arrive toujours la quantité d'air nécessaire, une ouverture, fermée par un simple grillage métallique, est pratiquée au-dessus de la pièce. Il introduit le combustible par la porte k, qui ferme la communication entre la grille et la chambre. L'air qui doit alimenter ce foyer entre sous la grille par le cendrier M, dont on ouvre les portes à coulisses j, placées sur le devant du fourneau. On a eu soin de démolir préalablement, à cet effet, la maçonnerie qui bouche complètement ce cendrier, et qui recouvre même la grille, lorsque celle-ci ne doit pas marcher et que les fours à coke sont en pleine activité.

L'intérieur de la chaudière est à peu près disposé comme celle des locomotives; pour arriver à augmenter la surface de chauffe, sans accroissement sensible de volume, M. Clavière y a placé un certain nombre de tubes en cuivre D⁴, qui, comme nous l'avons vu, reçoivent les gaz enflammés sortant de deux des fours à coke, lorsque ceux-ci sont en action; ils peuvent aussi recevoir la flamme de la grille provisoire L, lorsque celle-ci marche. Ces tubes, au nombre de 12 seulement, sont en cuivre rouge, étirés au banc; ils portent 0^m 18 de diamètre intérieur, et ont 6^m 67 de longueur. Ainsi ils ont ensemble une surface de 45 mètres quarrés. Or, les parois extérieures de la chaudière, qui sont en contact avec les gaz, présentent une surface de 17 mètres quarrés. Ainsi la surface de chauffe totale est de 62 mètres quarrés; la capacité entière de la chaudière est de 15,5 mètres cubes, dont 2,5 pour les tubes, 8 mètres pour l'eau, et environ 1,5 mètre pour la vapeur.

DES ÉTUVES ET DES FOURLS DE CARBONISATION.

M. Clavière voulant tirer parti non-seulement de la chaleur perdue des gaz sortant des fours à coke, mais encore de la chaleur rayonnante de ces mêmes fours, a disposé au-dessus de deux d'entre eux de grandes étuves Q, qui n'ont pas moins de 14 mètres cubes de capacité. Elles reçoivent, par la simple communication, une chaleur qui est encore très-considérable; elles sont destinées à recevoir les farines qui sont ainsi séchées, sans aucune dépense de combustible, et peuvent, après cet étuvage, être très-bien con-

servées, et par conséquent se transporter à de grandes distances, sans crainte de détérioration.

Au-dessus des deux fours à coke A', A², sont aussi établis deux fours R, B, destinés, soit à la calcination du plâtre, soit à la carbonisation du bois ou de la tourbe, opération qui réussit fort bien, par la disposition générale que M. Clavière a adoptée. Les gaz et les acides qui résultent de cette carbonisation sont reçus dans les cornues en fonte *q*, qui, par des tuyaux prolongés, les conduisent dans les condenseurs que l'auteur a fait placer en dehors de l'établissement. Ces fours peuvent aussi servir pour la carbonisation du bois, ou même encore pour la calcination du plâtre et des os; et comme, dans tous les cas, chacune de ces opérations peut s'obtenir presque gratuitement, puisqu'elles n'exigent aucune dépense de combustible, elles ajoutent nécessairement aux bénéfices que peut en faire la société.

L'étuvage des farines se fait ordinairement en quelques heures, c'est-à-dire que la dessiccation est suffisamment complète après ce temps. On peut donc faire plusieurs étuvages pendant la durée d'une seule fournée de houille, qui, comme nous l'avons dit, est de 44 à 48 heures.

Pour la carbonisation de la tourbe, on compte 17 à 18 heures, et au plus 20 heures; suivant sa nature, elle exige quelquefois 30 heures et plus. Ainsi on peut encore, dans certains cas, charger les fours R deux fois pendant que les fours à coke ne le seraient qu'une seule.

NOTICE SUR LA CARBONISATION DES HOUILLES.

Nous croyons qu'une description succincte sur les différents moyens employés jusqu'ici pour la carbonisation de la houille pourrait être de quelque intérêt pour plusieurs de nos lecteurs; nous terminerons donc le sujet qui vient de nous occuper par quelques extraits de l'ouvrage de M. Pelouze sur cette importante fabrication.

« On carbonise les houilles ou dans des *fourneaux* ou en *meules*.

« La température a besoin d'être assez élevée dans cette opération. Le coke présente le même volume au moins qu'avait la houille crue; ce volume augmente même considérablement si on opère avec de la houille *très-grasse*. Quant aux houilles *sèches* et *maigres*, pour les carboniser, il faut s'aider de l'action d'un fort courant d'air; ce qui occasionne la combustion d'une partie du coke produit et un déchet plus ou moins considérable.

« Jadis on donnait aux meules de houille soumise à la carbonisation, la forme circulaire. Les dimensions variaient de 3^m 25 à 4^m 50 de diamètre mesuré à la base, de 16 à 20 centimètres d'élévation à la circonférence, et

de 0^m 55 à 0^m 70 de hauteur au centre; on les couvrait d'abord de paille ou de feuilles, et de terre par-dessus. L'allumage se faisait par le haut, et pour rester maître de la conduite du feu, on pratiquait des ouvreaux dans la couverture. Bientôt le procédé a été fort simplifié: on s'est contenté de revêtir la masse de menue houille, légèrement humectée pour la faire coller, en ayant soin de couvrir les endroits qui cessaient de donner de la flamme, dans le progrès de l'opération, avec du *fraisil*, ou poussier de coke, afin d'étouffer le feu. Ensuite, au lieu de la forme circulaire, on a adopté pour les meules, celle d'un carré fort allongé, dont la charge présentait l'aspect d'un demi-cylindre coupé par son axe. Cette disposition a permis d'opérer à la fois sur des masses plus considérables de houille; mais il est évident que par cette dernière méthode le déchet devient plus grand. Le mode de carbonisation en tas allongés est extrêmement simple. D'abord on fait choix d'un emplacement à terrain compacte et peu sableux, assez élevé pour que les eaux pluviales ne s'y arrêtent pas. Cette aire doit être dressée et battue à la dame: on peut même, pour ajouter à sa compacité, la couvrir avant le battage avec de la menuise de coke, jusqu'à 8 ou 10 centimètres de hauteur.

« Après avoir enlevé avec le râteau le fraisil de la cuite précédente, composé de coke brisé, et après avoir égalisé sa faulde, le charbonnier enfonce dans le sol, le long d'un cordeau tendu dans le sens de l'axe, des piquets de 0^m 65 environ de hauteur, espacés entre eux de 0^m 81, ou même à une plus grande distance pour la houille très-grasse. Ces piquets marquent les points d'allumage. On dispose ensuite le long du cordeau les plus gros morceaux de houille, en les inclinant l'un vers l'autre de manière à former une galerie ou un conduit d'air, qui doit régner sur toute la longueur de la meule. La largeur de ce canal doit se régler d'après le degré d'inflammabilité de la houille. Il convient que cette largeur soit d'autant plus grande que la houille est plus maigre. Contre ces premières rangées on appuie, en laissant le moins de jour possible entre elles, les rangées suivantes, dont les morceaux vont toujours en décroissant de hauteur. La largeur de cette espèce de meule est communément de 3^m 25 à 4 mètres; les plus gros morceaux de houille présentent en volume un cube d'environ 3 décimètres de côté; les petits fragments ne peuvent servir que pour le remplissage et pour le toit ou couverture. Quant à la longueur de la meule, on ne la fait dépendre que de l'emplacement dont on peut disposer, et de la quantité de coke qu'on veut obtenir d'une même cuite. Dans ce genre de carbonisation, un arrangement convenable des gros morceaux est la chose essentielle. Il faut toujours les placer de champ, de manière que leur lit de gisement reste perpendiculaire à l'axe, pour mieux exposer la houille à l'action de l'air.

« Les meules doivent avoir de 0^m 65 à 0^m 90 de hauteur au milieu, et de 1^m 60 à 2^m 30 vers les côtés du demi-cylindre. La seconde couche de houille n'est jamais régulière; on y place de champ ou sur leur plat des fragments dont la grosseur, allant toujours en diminuant vers les côtés, sert tout à la fois à remplir les vides et à arrondir la forme de la meule. Ensuite on répand sur le demi-cylindre une couche de menue houille destinée à modérer l'influence de l'air, et qui forme la couverture. Avec la houille grasse, on peut donner plus de hauteur aux meules; mais cette qualité exige une grande épaisseur de la couverture, et plus de soins pour la rendre en quelque sorte imperméable à l'air. Plus la houille est sèche et maigre, moins il faut éléver les meules, en ne leur donnant d'ailleurs qu'une couverture fort mince, qui n'intercepte pas trop complètement l'accès de l'air.

« Quand la disposition de la meule est achevée, le charbonnier enlève tous les piquets, et projette dans les vides qui résultent de cet enlèvement de la houille enflammée, qui, au bout de 5 à 6 heures, détermine un commencement de combustion dans toute la masse. Le soin du conducteur de la meule consiste, à partir de ce moment, à observer attentivement les points où la houille, cessant de fumer et de jeter de la flamme, se couvre légèrement de cendre blanche: c'est l'indice d'une carbonisation suffisante, et qu'il ne faut pas laisser dépasser, sous peine d'un plus grand déchet; on doit se hâter d'éteindre le feu sur ces points en les couvrant de fraisil de coke, que dans ce but on a d'avance la précaution d'approvisionner sur les côtés des meules.

« Assez ordinairement la carbonisation se propage de la circonférence au centre de la meule. L'opération dure de trente-six à quarante-huit heures, selon la nature de la houille; plus celle-ci est grasse et collante, et plus la carbonisation dure de temps. La houille très-maigre est quelquefois carbonisée en moins de douze heures. La durée de l'opération dépend aussi beaucoup de l'état de l'atmosphère et de la force du vent: dans les temps humides et calmes la carbonisation languit.

« La meule, recouverte partout de fraisil, doit ensuite rester fermée pendant trois à quatre jours, afin que le coke s'éteigne complètement avant de lui rendre de l'air, qui, autrement, occasionnerait du déchet en le rallumant. Cette méthode, bonne sous le point de vue de la quantité du coke que l'on obtient, présente souvent bien de la perte en combustible.

« Les Anglais ont modifié, avec beaucoup d'avantage, le procédé: ils disposent les morceaux de la houille autour d'une espèce de cheminée placée au centre d'une meule circulaire. Cette cheminée est formée en entonnoir et construite en briques très-réfractaires; on lui donne environ 8 centimètres de diamètre à la base, et 6 centimètres 1/2 à la partie supé-

rieure, sur 1 mètre de hauteur; le vide intérieur est donc un tronc de cône. On ménage le long de cette cheminée, à des hauteurs différentes, trois séries d'ouvertures horizontales: chaque série est composée de six de ces morceaux qui ont 0^m 047 sur 0^m 061. Les premiers, à partir du sol, sont les plus grands. La troisième série (la dernière vers le sommet) commence aux deux tiers de la hauteur totale. L'ouverture de la troncature supérieure du cône peut à volonté se fermer au moyen d'une tuile posée à plat ou d'une plaque en fonte. Les morceaux de houille s'appliquent contre la cheminée et on les tient de champ avec les angles tournés vers le haut, et de manière que les enveloppes ou rangées circulaires aillent toujours en diminuant de hauteur à mesure qu'elles s'éloignent de la cheminée centrale. Le diamètre de ces meules, à leur base, est de 4^m à 4^m 60.

« Sur la première couche de houille rangée sur l'aire, on en met une deuxième et ainsi de suite, mais en faisant continuellement retraite, de manière à ce que la meule étant achevée figure un cône, à pente même assez raide. Toujours on place les petits fragments de houille sur les plus gros. Toute la meule se recouvre ensuite de fraisil à l'épaisseur de 6 à 8 centimètres.

« On arrose d'eau afin d'augmenter la cohérence du fraisil, ensuite on jette dans le tube de la cheminée quelques morceaux de bois enflammés qui communiquent bientôt le feu à l'intérieur de la meule, dans laquelle il ne tarde pas à s'établir un fort tirage. Le feu dure, pour la carbonisation dans ce système, à peu près autant de temps que dans les meules précédemment décrites. Le temps nécessaire pour le refroidissement du coke est aussi le même dans les deux cas. C'est surtout en employant les houilles grasses que ce dernier mode est préférable. Le coke obtenu avec cette houille ainsi traitée, est plus dense, plus lourd et d'un effet calorifique plus grand. La menuise des houilles très-grasses, au moyen de quelques précautions dans la formation des meules à cheminée, peut être utilisée facilement pour la fabrication d'un bon coke, en mélange avec les gros morceaux.

« Mais la carbonisation de la même houille est encore plus facile et plus commode dans des fourneaux. Ces fourneaux sont généralement circulaires; ils présentent une aire couverte d'une voûte surbaissée.

« Voici quelle était la disposition et quelles étaient les dimensions des fourneaux de carbonisation établis à Charenton près Paris, pour la préparation d'un coke de très-bonne qualité et parfaitement dessoufré dont on faisait l'emploi dans les fontes aux *cubilots* ou fourneaux à la Wilkinson. Il y avait trois fourneaux à coke attenant l'un à l'autre sur le prolongement de la même construction. La capacité de ces fourneaux était circulaire, ils étaient couverts d'une voûte extrêmement surbaissée, dont la naissance

était à environ 0^m 14 du niveau de la sole; l'aire construite en briques réfractaires de même que la voûte. Le diamètre de l'aire était de 2^m 60 au centre; la hauteur de la voûte avait 0^m 78; là était percée une cheminée carrée dont le diamètre clair était de 0^m 80; la hauteur de cette cheminée, au-dessus du massif, était de 1 mètre; l'aire des fourneaux à 0^m 57 de hauteur partant du sol; sur la face antérieure, une porte en fonte ménagée dans la maçonnerie, de 0^m 70 de large et 0^m 52 de haut, avec gonds et pentures, et s'appuyant latéralement sur une feuillure, et à la base sur un tablier ou solive en fonte, projetant de plusieurs centimètres en dehors du fourneau pour faciliter le défournement du coke; les muraillements extérieurs en briques communes, à une épaisseur d'environ 0^m 54, et le tout solidement maintenu ensemble par des montants droits en fonte, reliés avec des barres de fer forgé, serrées par vis et écrous, afin de prévenir l'écartement des murs à une haute température.

« Peu d'instants après la charge du fourneau encore très-chaud de l'opération précédente, la porte restant en grande partie ouverte pour donner en commençant beaucoup d'accès à l'air, la houille s'enflammait très-vivement dans toutes ses parties; il se dégageait par la cheminée, avec un peu de flamme d'un rouge obscur, une épaisse fumée: au bout d'une demi-heure, la fumée était presque totalement dissipée, et la flamme blanchissait considérablement. Bientôt la hauteur de celle-ci tombait: au bout d'une seconde demi-heure il ne s'en manifestait plus qu'à une très-faible hauteur; à ce moment on fermait la porte et on lutait les interstices avec de l'argile mêlée de poussier de coke. Le peu de flamme qui sortait après cela de la cheminée était d'une grande blancheur; cela durait pendant huit heures plus ou moins; peu à peu la flamme cessait ensuite, la pression de l'intérieur à l'extérieur, dans le fourneau, diminuait sensiblement, puis cessait, et enfin il y avait absorption de l'air extérieur par la cheminée; alors on plaçait l'obturateur ou registre en fonte dont cette cheminée était munie à cet effet. A cette période de la carbonisation, le coke examiné à travers quelque fente de la porte offre un aspect singulier et fort agréable à la vue; il est d'un rouge blanc éclatant, il est fendillé du haut en bas, imitant la disposition qu'on connaît aux colonnes basaltiques.

« Le moment de défourner le coke est alors arrivé; l'ouvrier ferme et lute l'obturateur sur la cheminée; il ouvre la porte sur le devant du fourneau, et procède à l'enlèvement du coke en faisant la plus grande diligence afin de prévenir le déchet. On se sert, pour ce défournement, d'une large pelle en fer battu, ajustée au moyen d'une douille au bout d'un long manche de fer. Le coke n'adhérant pas du tout à la sole du fourneau, rien n'est plus facile que d'introduire la pelle par dessous.

« La température de ces fourneaux étant pendant longtemps très-elevée,

pendant huit heures consécutives la cheminée jetant en dehors une colonne enflammée de 2^m à 2^m 60 de hauteur, il est surprenant qu'on ait tant tardé à tirer parti de toute cette chaleur perdue.»

Dans la deuxième édition de son Manuel de la métallurgie du fer, Karsten donne la description suivante d'un procédé de carbonisation qui paraît être employé avec avantage dans les environs de Saint-Étienne, au Janon, où, dans l'exploitation des houilles, on extrait une surabondance de menuise, et on a senti le besoin d'en tirer parti.

« On passe d'abord la menue houille par une claié pour en séparer tous les morceaux qui peuvent servir sur les grilles; on répand la menue houille sur une aire, on l'arrose fortement et on la mêle afin qu'elle puisse prendre une forme déterminée. La carbonisation de cette houille mouillée se fait ensuite en plein air. Le tas peut être ou conique ou prismatique : les meules coniques ont 4 mètres de diamètre à la grande base, et 2^m 30 à la petite; leur hauteur est de 1^m 15. La longueur des prismes est de 16 à 20 mètres, ou plus grande encore, selon l'espace dont on peut disposer; la largeur est de 1^m 30 à la base, et de 0^m 65 à la surface supérieure; la hauteur est aussi de 1^m 15. Le moule qui doit donner la forme à la meule se compose de planches liées l'une à l'autre par des crochets en fer, et de manière qu'on peut les joindre et les enlever facilement lorsque la houille a été damée dans le moule. Les planches des meules coniques ou pyramidales ont la forme du trapèze. Pour donner accès à l'air dans l'intérieur du tas, on y ménage des canaux circulaires, à l'aide de pieux, ou rouleaux. Pour cet effet, les planches ont trois séries d'ouvertures de 8 à 10 centimètres de diamètre. La série inférieure est au niveau du sol, la deuxième est au premier tiers, et la troisième est au deuxième tiers de la hauteur du tas. Ces ouvertures sont distantes de 65 centimètres l'une de l'autre, et disposées de manière que celles qui sont à la même hauteur correspondent à la moitié de la distance qui sépare les ouvertures de la série qui suit ou qui précède, afin que l'air puisse mieux se répartir dans toute la masse du combustible.

« C'est par ces ouvertures qu'on introduit des rouleaux qui ont 8 centimètres d'épaisseur; ils sont un peu moins gros à l'une de leurs extrémités, afin qu'on puisse les retirer avec plus de facilité; ils communiquent entre eux par des pieux verticaux.

« Après que les planches ont été dressées et liées ensemble, un ouvrier entre dans l'intérieur de ce moule pour damer la houille qu'on lui jette. Les rouleaux de la série inférieure, ainsi que les pieux verticaux, sont mis tout de suite en place; ceux de la deuxième et de la troisième série ne le sont qu'après que le tas s'est élevé à la hauteur convenable.

« Lorsque le damage de la houille est achevé, on retire les cylindres au

moyen d'anneaux adaptés à l'un des bouts ; on enlève ensuite les planches, et la meule est prête à recevoir le feu.

« Pour allumer le tas, on dispose des morceaux de houille autour des ouvertures, et l'on y ajoute quelques charbons incandescents. Il est essentiel que les canaux ne se bouchent pas ; si cet accident arrivait, il faudrait y remédier en donnant jour avec les ringards. On ne doit pas allumer par le bas, la meule se déformerait trop vite par le boursouflement du coke.

« Quand il ne paraît plus de flamme, que la cuisson est achevée et que la meule est encore en pleine incandescence, on y verse de l'eau que l'on fait pénétrer au centre du tas le plus qu'il est possible. Le feu en reçoit une nouvelle activité et il se répand une odeur très-forte. On retire ensuite le coke et on l'éteint par les moyens ordinaires. On obtient au Janon, par ce procédé, du coke très-cohérent qu'on est obligé de casser quand on le tire. La carbonisation de la meule s'achève en six à huit jours. »

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 39.

Fig. 1^{re}. Coupe longitudinale par l'axe de la chaudière, suivant la ligne 1-2 de la fig. 2.

Fig. 2. Coupe horizontale faite au-dessus des fours à coke suivant la ligne 3-4 de la figure précédente.

Fig. 3. Coupe transversale, perpendiculaire aux deux plans ci-dessus, suivant la ligne 5-6 de la fig. 1^{re}.

Fig. 4. Vue de face de l'entrée des deux premiers fours à coke.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 0^m 0125 pour mètre.

GRAND ALÉSOIR VERTICAL

POUR ALÉSER

LES CYLINDRES DES MACHINES A VAPEUR,

PAR

MM. STEHELIN et HUBER,

CONSTRUCTEURS A BITSCHWILLER.

(PLANCHE 40.)

— 40 —

Les machines employées jusqu'ici pour l'alésage des cylindres à vapeur ou à air ont presque toutes été disposées horizontalement. Il n'existe en France des alésoirs verticaux que depuis quelques années seulement. Il faut dire aussi que la construction des grands appareils ne date que de sept à huit ans au plus, et c'est réellement depuis cette époque qu'on a pu apprécier l'avantage de ces alésoirs verticaux sur les anciens. Quand on doit, en effet, aléser de grands cylindres sur une machine horizontale, il est très difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir un alésage rigoureusement exact, parce que l'épaisseur de la matière étant très-petite, surtout lorsque ce sont des cylindres à air de machines soufflantes, le poids seul de la pièce couchée horizontalement suffit pour tendre à sa déformation ; ainsi, lors même qu'on prendrait les plus grandes précautions pour effectuer l'opération, il peut arriver qu'en sortant de l'appareil, le cylindre devienne elliptique : quoique la différence ne soit pas toujours sensible à l'œil, elle n'en existe pas moins.

Lorsqu'on alèse sur une machine verticale, les mêmes inconvénients ne se présentent pas, à moins pourtant qu'on ne prenne pas les précautions nécessaires pour mettre le cylindre en place et l'assujétir ; car si, pour le fixer, on le serrait trop fortement dans de certaines parties, il pourrait encore bien arriver qu'en le sortant de la machine, il ne soit pas encore parfait.

Nos grands établissements qui se sont chargés, pour le gouvernement, de la construction des appareils de bateaux à vapeur, ont nécessairement dû se monter en outils de ce genre, les alésoirs horizontaux étant tout à

fait insuffisants. Aussi il en existe maintenant chez M. Cavé, à Paris, chez M. Halette, à Arras, chez MM. Schneider frères, au Creuzot, chez MM. Stehelin et Hubert, à Thann, chez M. Nillus, au Havre, et dans quelques autres usines.

Les alésoirs verticaux sont généralement disposés comme les alésoirs horizontaux, c'est-à-dire qu'ils reposent sur le même principe de construction. Ainsi, dans les uns comme dans les autres, le cylindre à aléser est fixe, le porte-lames a à la fois les deux mouvements, l'un de rotation continu, et l'autre rectiligne. Le premier est proportionnel au diamètre et à la nature de la pièce ; le second, toujours très-lent, est proportionnel au fini du travail que l'on veut obtenir, à la solidité de la machine et des outils, comme aussi à la puissance motrice disponible.

Une machine à aléser verticale bien entendue, bien construite, ne doit pas être plus dispendieuse qu'une machine horizontale de même force, et elle aura toujours sur celle-ci une plus grande perfection de travail. Or, tous les jours les établissements qui se forment ou qui sont déjà montés, quoique étant sur une petite ou une moyenne échelle, sont appelés à avoir des cylindres à aléser, soit pour des machines à vapeur, soit pour des corps de pompe à eau, soit encore pour des machines soufflantes. Nous croyons qu'il leur sera toujours plus avantageux d'avoir un alésoir vertical qu'un alésoir horizontal.

On alèle quelquefois des cylindres sur des tours parallèles : le porte-lames n'a alors qu'un mouvement de rotation continu, et c'est la pièce qui avance ; mais on sait que, dans ce cas, on est toujours limité par la hauteur du centre des poupées, au-dessus du banc ; on ne peut jamais y placer des pièces qui auraient un rayon extérieur plus grand que cette distance.

L'alésoir vertical de MM. Stehelin et Huber est remarquable par la simplicité de sa construction, et par les ingénieux mouvements qui y sont appliqués, et nous croyons pouvoir assurer qu'il ne le cède en rien aux meilleures machines de ce genre établies en Angleterre.

DISPOSITION GÉNÉRALE DE L'ALÉSOIR.

(PLANCHE 40.)

DES PARTIES FIXES DE LA MACHINE. Cet appareil a été combiné pour être placé près d'un fort mur de l'établissement, ce qui a permis de simplifier la construction du bâti, tout en lui donnant la solidité désirable. Une large plate-forme carrée en fonte A, placée horizontalement sur un massif en pierre qui se trouve à très-peu près au niveau du sol de l'atelier, sert de base à toute la machine. Deux oreilles sont ménagées sur deux côtés de cette plate-forme pour recevoir les colonnes de fonte C qui y sont bou-

lonnées, et qui présentent en section horizontale la forme indiquée sur le plan fig. 2. Ce sont plutôt des pilastres composés de deux nervures parallèles et verticales qui sont liées par une nervure intermédiaire qui leur est perpendiculaire ; ils s'élèvent tous deux à plus de 3^m 60 au-dessus de la plate-forme, et sont réunis à leur sommet par la grande et forte chaise B (voy. la coupe verticale fig. 1), qui repose sur eux et qui, en même temps, est scellée par sa plus large base contre la muraille. Cette chaise est fondue d'une seule pièce, avec de fortes nervures qui sont ménagées en plusieurs points, pour ajouter à sa solidité ; elle doit servir de collier à la partie supérieure de l'arbre alésoir, et en même temps de support aux parties fixes de l'appareil qui fait marcher le manchon porte-lames dans la direction rectiligne.

Un chapeau en fonte formant une demi-coquille, alésée intérieurement, retient l'arbre contre la chaise, par deux boulons à écrous, comme on peut le voir par le fragment d'élévation, fig. 3.

Sur la plate-forme A sont placés quatre supports en fonte L, qui sont disposés pour centrer le cylindre à aléser et le retenir solidement par le bas. Ces supports sont évidés à l'intérieur, et peuvent se placer dans différentes positions, plus ou moins éloignées du centre de l'arbre, parce qu'on a eu le soin de ménager à l'avance, dans la plate-forme, un certain nombre de trous carrés f, destinés à recevoir les boulons qui doivent les y assujettir lorsqu'ils sont réglés. Des oreilles courbées j, venues de fonte sur les côtés de ces mêmes supports, sont taraudées pour former écrous aux vis de pression i qui buttent contre la bride du cylindre à aléser K.

Ainsi, ce cylindre est d'abord placé, par sa bride inférieure, sur les bords supérieurs dressés des quatre supports que l'on place préalablement, à peu près à égale distance du centre de la plate-forme ; puis on le pousse, à l'aide des vis de pression i, en serrant les unes et en desserrant les autres, jusqu'à ce qu'on reconnaîsse que son diamètre intérieur brut est le plus possible concentrique à l'arbre alésoir. Quand il est ainsi centré, on approche les chapeaux h qui recouvrent les supports, pour serrer la bride sur ces derniers, à l'aide des écrous et des boulons g.

Le cylindre étant ainsi réglé et solidement retenu par sa partie inférieure, est encore maintenu vers le haut, soit par des brides en fer qui l'embrassent en partie, et qui viennent se boulonner aux côtés des pilastres C, dans lesquels on a, par avance, percé un grand nombre de trous carrés, soit par des chaînes, comme celles figurées en l (fig. 2), et qui, également en contact avec une partie du cylindre, viennent de même s'attacher aux pilastres C. Au lieu de mettre les brides ou les chaînes directement en contact avec la surface extérieure du cylindre, on pourrait faire envelopper celui-ci par de larges et forts coussinets en bois, sur lesquels ces chaînes

ou ces brides opéreraient leur action , ce qui devrait être préférable, pour ne pas craindre que l'ouvrier chargé de monter la pièce sur la machine ne la serre plus dans des parties que dans d'autres , et qu'il n'y ait par suite déformation.

Le cylindre K, représenté sur le dessin, est le tracé de celui de l'une des machines à vapeur du *Sphinx*, bateau de 160 chevaux ; il doit être alésé à 1^m 22 de diamètre ; sa hauteur entière est de 1^m 60. On voit que la machine est disposée pour aléser des cylindres beaucoup plus grands, car le plus petit écartement entre les deux pilastres n'est pas moins de 2^m 35. Les machines de 225 chevaux des grands bateaux transatlantiques ont des cylindres de 1^m 930 de diamètre intérieur ; c'est à peu près les plus grandes dimensions de pièces que l'on pourrait aléser sur cet instrument.

DES PARTIES MOBILES DE LA MACHINE. — La pièce principale de l'appareil est l'arbre vertical F. Cet arbre est en fonte, de 0^m 29 de diamètre, creux dans presque toute sa longueur, et tourné partout extérieurement. Une pointe acierée c est rapportée à sa partie inférieure (fig. 1^{re}), ou elle peut venir de fonte avec l'arbre, mais alors elle serait sensiblement plus forte de diamètre , et, par conséquent, le frottement du pivot serait plus considérable. Cette pointe est reçue sur un grain d'acier trempé, placé au fond de la crapaudine en bronze a, que l'on peut soulever au besoin d'une très-faible quantité , à l'aide d'une clé de serrage b. La crapaudine est ajustée avec soin dans la poëlette en fonte D, qui est alésée à cet effet, et qui est boulonnée sur la forte plaque d'assise E, assujétie elle-même sur une pierre de taille.

Le mouvement de rotation est imprimé à l'arbre F par une disposition des plus simples, et qu'il est bon d'employer toutes les fois qu'on a besoin de marcher à de très-petites vitesses. A la partie inférieure de l'arbre, immédiatement au-dessus de son pivot, est fixée une roue en fonte G, à dentures de bois hélicoïdes, qui est commandée par une vis sans fin H, en fonte , montée vers le milieu de l'arbre de couche en fer I, qui se trouve supportée , à ses extrémités , par des chaises de fonte boulonnées sous la grande plate-forme A. Au bout de cet arbre sont deux poulies en fonte, l'une J fixée sur lui, et l'autre J' entièrement libre.

Il est aisé de voir que, par une telle combinaison de mouvement, on peut arriver à faire faire à l'alésoir un très-petit nombre de tours dans un temps donné , tandis que la poulie de commande pourra avoir une grande vitesse , ce qui est essentiel pour que la courroie qui l'enveloppe ne glisse pas sur elle, car on sait que, lorsqu'on a de grands efforts à vaincre , il faut donner aux premières commandes par courroies de grandes vitesses , ou il faudrait donner à ces dernières de grandes largeurs, et les tendre considérablement (Voir pour les dimensions des courroies tome III, 1^{re} livraison).

Le diamètre primitif de la roue dentée G est de 1^m 590, ce qui correspond à une circonférence de 4^m 993. Le pas des dents est environ de 0^m 062, elles sont au nombre de 80, et comme la vis sans fin H est à simple filet, elle ne tourne que d'une dent, ou de 1/80 de circonférence pour chaque tour de cette vis. Or, pour l'alésage de pièces intérieures, comme des cylindres à vapeur, on ne compte généralement pas, pour des machines puissantes [semblables à celle qui nous occupe, sur une vitesse d'outil de plus de 4 centimètres par seconde ; cette vitesse est d'autant moindre que la fonte est plus dure, que la quantité de matière que l'on veut enlever est elle-même plus considérable. Par conséquent, on voit que pour le cylindre représenté, dont la circonférence intérieure, après l'alésage, est de

$$1^m 22 \times 3,1416, \text{ ou } 3^m 833,$$

si on admet que la marche des outils soit de 0^m 04 par seconde, ou $0,04 \times 60 = 2^m 40$ par minute, l'alésoir ne devra faire que

$$\frac{2,40}{3,833} = 0,626$$

c'est-à-dire environ 2/3 de tour par minute seulement.

Ainsi, la vis qui commande la roue devra faire dans le même temps

$$80 \times 0,626 = 50,08$$

ou à très-peu près 50 révolutions.

Lorsque le diamètre du cylindre à aléser est plus grand ou plus petit, il faut évidemment changer cette vitesse de rotation, ce qui peut facilement se faire, si on a préalablement disposé sur un arbre de couche intermédiaire, situé en dehors de l'appareil, des poulies à plusieurs diamètres, sur lesquelles on peut successivement faire passer la courroie de commande.

DU MANCHON PORTE-LAMES. — Sur l'arbre vertical F est ajusté un manchon mobile M, qui est entraîné dans son mouvement de rotation, et qui de plus doit monter et descendre, pour imprimer aux outils les deux mouvements. Sur ce manchon, on ajuste un plateau en fonte N, de diamètre proportionnel à celui du cylindre à aléser. Pour que les burins *n*, qui sont placés à des distances égales sur la circonférence de ce plateau, ne dépassent que de 3 ou 4 centimètres seulement le bord de celui-ci, afin de ne pas brouter pendant le travail, le diamètre intérieur de ce plateau n'est pas de plus de 7 à 8 centimètres plus petit que le diamètre intérieur du cylindre. Ainsi, on est obligé d'avoir un nombre suffisant de plateaux porte-lames de rechange, pour pouvoir aléser des cylindres de différentes dimensions.

Les outils, au nombre de huit, distribués également sur la circonference du plateau, ne sont pas toujours en égal nombre sur d'autres diamètres de plateaux. Il est bien rare qu'on fasse dépasser ce nombre pour l'alésage d'un cylindre qui serait sensiblement plus grand, mais on pourrait en mettre moins pour des cylindres plus petits; ainsi, pour des cylindres de 3 à 4 décimètres, on ne met pas plus de quatre à cinq lames sur le pourtour du plateau correspondant.

Dans la machine représentée fig. 1 et 2, les burins sont assujétis dans des boîtes carrées, venues de fonte, à la circonference du plateau, des vis de pression *o* servent à les maintenir dans la place qui leur est déterminée, à l'avance, suivant le diamètre à obtenir, et suivant la quantité de matière à enlever; on peut aussi, par des ouvertures rectangulaires, ménagées vers le fond des boîtes, et débouchant au-dessus du plateau, y enfermer des cales qui empêchent les outils de reculer, et qui peuvent aussi permettre de les retirer plus facilement.

Une disposition analogue, mais qui nous semble préférable, a été adoptée par M. Farcot, dans sa machine à aléser; à la place de coins, ce mécanicien a appliqué des vis buttantes *o'*, qui viennent butter contre le bout des outils (fig. 8 et 9), et qui permettent de les retirer facilement de leurs boîtes; cette disposition est plus généralement employée.

Quel que soit le nombre d'outils placés sur le périmètre du plateau, il est toujours essentiel de les disposer de manière à leur faire partager le travail. Ainsi, les premiers qui décroûtent sont moins avancés que les derniers vers la circonference, et ils doivent être aussi un peu plus bas; ce sont ces premiers outils qui fatiguent le plus, il est vrai; mais, en laissant moins de travail à faire à ceux qui les suivent, ceux-ci achèvent mieux l'alésage, et le rendent plus parfait. Pour adoucir la surface, pour la rendre parfaitement lisse, on s'arrange pour que le dernier burin n'ait presque rien à faire; au lieu de le faire mordre par un angle, le plus avancé, comme on le fait pour les premiers, on l'arrondit, au contraire, par le bout, de manière à présenter la forme d'une plane de tourneur.

Cette disposition est d'autant plus importante à observer, que souvent il arrive qu'on ait une assez forte épaisseur de matière à enlever, surtout dans les grands cylindres, et si on veut éviter une seconde passe, les outils ayant beaucoup à couper, pour qu'ils ne laissent pas une surface trop rude, trop pleine d'aspérités, il faut que la dernière lame fasse plane. Nous avons vu des cylindres ainsi alésés, disposés par gradation, dans lesquels la surface intérieure était réellement unie comme une glace, et cependant on n'avait fait qu'une seule passe. Sur la fig. 11, on voit le détail, à une grande échelle, de l'un des premiers burins.

MOUVEMENT RECTILIGNE DU PORTE-OUTIL. — Le manchon *M* est lié à

l'arbre vertical F par deux tringles méplates en fer *m*, qui pourraient être considérées comme des clés ajustées dans les rainures faites sur la surface extérieure de l'arbre ; mais elles n'y sont pas à demeure : elles doivent, au contraire, monter ou descendre, tout en tournant avec lui, et communiquer ces deux mouvements au plateau porte-outils.

Pour opérer le mouvement descendionnel de ce dernier avec une vitesse régulière, très-faible, et dans un rapport constant avec la vitesse de rotation, les constructeurs ont adopté la disposition suivante qui est vraiment toute particulière :

Les deux tringles méplates *m* sont liées, à leur partie supérieure, par une traverse horizontale *p*, au milieu de laquelle est attachée par articulation la longue crémaillère dentée *q*, qui descend dans l'intérieur de l'arbre vertical F. Cette crémaillère engrène avec un pignon droit, en fonte *r*, dont l'axe horizontal est porté par les deux consoles S, qui sont boulonnées sur le sommet du même arbre vertical ; par conséquent, elles sont entraînées, ainsi que le pignon, la crémaillère et les tringles, dans le mouvement de rotation qui est imprimé à cet arbre par sa partie inférieure ; une roue droite O, fixée à l'extrémité de l'axe de ce pignon *r*, est commandée par un second pignon *s*, qui, à son tour, est monté sur un axe parallèle au précédent, et portant à l'autre bout la roue d'angle P. Cette roue n'est pas comme une roue conique ordinaire ; au lieu d'engrener avec un pignon ou une autre roue, elle engrène, au contraire, avec un grand écrou fixe Q, fileté comme une vis sans fin ; sa denture doit donc être hélicoïde, pour pouvoir s'engrener dans les filets de l'écrou ; elle a été taillée comme les roues de White. Or, cet écrou est supporté sur deux colonnettes R, qui le tiennent suspendu et immobile au-dessus de la chaise en fonte B, sur laquelle elles sont boulonnées. La roue P, au contraire, a deux mouvements, l'un rotatif continu, autour de l'axe de la machine, parce qu'elle est entraînée avec les supports S qui sont solidaires avec l'arbre alésoir, et l'autre rotatif sur elle-même, car, à chaque révolution de cet arbre, elle fait un tour dans l'écrou, et, pour chaque tour, elle tourne sur son axe d'une dent.

Le mouvement rotatif de la roue sur elle-même est donc très-lent, comparativement à son mouvement de rotation autour de l'axe de la machine ; il en résulte par suite que la crémaillère *q* marche toujours d'une quantité insensible et qui n'est pas apparente lorsqu'on regarde l'appareil fonctionner. Il doit, du reste, en être ainsi pour que les burins du plateau alésoir ne prennent pas une trop forte épaisseur de matière à la fois. Cette épaisseur dépend généralement, comme nous l'avons déjà dit, de la nature de la pièce, de la bonne confection des outils et de la force de la machine ; elle dépend aussi nécessairement de la puissance dont on peut disposer ; il

est évident, par exemple, que plus la matière sera tendre, et plus les outils seront mordants, plus aussi on pourra faire d'ouvrage dans le même temps, parce qu'ils pourront enlever des copeaux plus forts sans augmentation de force motrice ; mais si les burins sont mal préparés, que leur trempe ou leur affûtage soit mal fait, ou bien si la matière est dure, difficile à couper, il faut diminuer la marche rectiligne du manchon alésoir pour réduire l'épaisseur des copeaux à enlever, sans quoi il faudrait dépenser une puissance plus considérable, et on aurait encore l'inconvénient d'user rapidement les outils.

Pour les dimensions données aux engrenages existants sur le dessin, il est aisé de voir quel est le rapport de la marche descensionnelle des burins, lorsqu'ils travaillent avec la vitesse de rotation de l'alésoir.

Remarquons d'abord que :

- 1° Le pas des dents de la crémaillère et de son pignon r est de 0^m 015 ;
- 2° Le diamètre de ce pignon est de 0^m 095, il a 20 dents ;
- 3° Le diamètre primitif de la roue droite est de 0^m 376, elle porte 66 dents ;
- 4° Le diamètre de son pignon s est de 0,133, il porte 23 dents ;
- 5° Le diamètre de la roue d'angle est de 0^m 310, elle a 64 dents ;
- 6° Le pas des dents de cette roue est de 0^m 0152.

Pour une révolution de l'arbre alésoir, la roue d'angle P tourne donc sur elle-même de 0^m 0152, ou de 1,64 de sa circonférence, soit de 5°,625. Comme le rapport des roues s et O est de 23 à 66 ou 0,348, cette roue O, et par conséquent le pignon r , ne tournent que de

$$5,625 \times 0,348 = 1^{\circ},96,$$

ou de 0,0054 de leur circonférence.

Le pignon r et la crémaillère ne marchent donc que de

$$0,0054 \times 0,095 \times 3,1416 = 0^m 0016$$

c'est-à-dire que les burins descendent d'un millimètre et demi environ pour chaque révolution qu'ils font avec l'arbre alésoir.

Il est évident qu'il suffirait de changer les deux engrenages intermédiaires s et O pour augmenter ou diminuer cette marche descensionnelle, ou l'épaisseur des copeaux de métal enlevés par les outils.

Cette disposition de mouvement, pour déterminer la pression des lames ou burins, est, comme on le voit, toute particulière ; elle a été appliquée, d'une manière analogue et dans des appareils semblables, en Angleterre.

M. Hallette, qui a construit dans ses propres ateliers une belle et grande machine à aléser verticalement, et dont il a bien voulu nous communiquer les dessins très-complets, a préféré adopter un système de vis de rappel qu'il loge dans l'intérieur de l'arbre alésoir. Cette disposition simplifie les engrenages qui doivent faire mouvoir la vis. Le constructeur a appliqué un mouvement différentiel extrêmement simple.

Dans la machine de M. Cavé, qui est d'une dimension plus considérable encore que celles de MM. Hallette et Stehelin, il existe deux vis de rappel qui sont logées dans des rainures faites sur la circonference de l'arbre alésoir. Cette machine présente aussi cette particularité qu'elle est complètement enterrée ; elle ne désaffleure pas au-dessus du sol, elle est au contraire recouverte par un plateau qui est au niveau de l'atelier.

Dans chacune de ces machines, on est, du reste, dans l'obligation d'enlever l'arbre alésoir pour pouvoir placer le cylindre à aléser ; on a le soin de disposer par avance, au-dessus de la machine, des mouffles ou un système de vis ou de treuil pour pouvoir éléver cet arbre avec facilité et jusqu'à la hauteur convenable.

LEGENDE EXPLICATIVE DE LA PLANCHE 40.

Fig. 1^{re}. Coupe verticale par l'axe de la grande machine à aléser, suivant la ligne 1-2 de la fig. 2.

Fig. 2. Coupe horizontale suivant la ligne 3-4 de la fig. précédente.

Fig. 3 et 4. Projection latérale et plan vu en dessus de la partie supérieure de l'alésoir, pour montrer les engrenages qui déterminent la marche rectiligne du porte-outils.

Fig. 5. Coupe transversale de l'une des poupées mobiles qui se placent sur le plateau de la machine pour centrer le cylindre à aléser. Cette poupée est aussi désignée coupée par le milieu sur la fig. 1^{re}, suivant la ligne 5-6 de la fig. 2.

Ces cinq premières figures sont dessinées à l'échelle de 5 centimètres pour mètre.

Fig. 6 et 7. Coupe verticale par l'axe et vue de face de la tête de l'alésoir, dessinée au 1/10, ou à dix centimètres pour mètre.

Fig. 8, 9 et 10. Détails, en plan, coupe et vue latérale, d'un fragment de manchon porte-outils, appliqué à l'alésage de grands cylindres. Ces détails sont représentés à l'échelle de 1/15.

Fig. 11. Détails au 1/5 d'un outil à aléser.

Nota. Le format de la planche n'a pas permis de représenter les pilastres de l'arbre alésoir dans leur véritable hauteur, mais celle-ci est déterminée par la cote indiquée sur la fig. 1^{re}.

CLOUS ET BOULONS TORDUS.

On doit à M. Steiger de Washington, une invention qui consiste à fabriquer des clous et des boulons de tous les calibres en les soumettant à la torsion et qui sont propres à toutes les constructions, surtout à celles navales. Cette invention remarquable par sa simplicité, doit influer notablement sur la résistance et la durée des objets dans la construction desquels il entre des clous et des boulons.

Ces objets sont fabriqués en amenant simplement des bandes de cuivre ou de fer, carrées, triangulaires ou de toute autre forme polygonale, à prendre une forme spirale régulière en les tordant par des moyens appropriés de façon que leurs arêtes deviennent autant de filets de vis différents ; après quoi ces barres sont découpées de longueur en clous et en boulons de divers numéros avec ou sans collets de têtes. Lorsque les pièces de bois qu'on veut assujétrir sont en contact, ces clous ou boulons n'ont pas besoin d'avoir de têtes ; les pièces sont retenues avec force l'une sur l'autre par les filets en spirale.

Pour faire une pointe à ces clous et boulons, on abat dans des étampes le filet sur une certaine longueur, pour transformer le bout en un cylindre ou un cône ; les filets qui suivent sont aafilés à la lime ou autrement, afin de former une pièce régulière propre à pénétrer dans le bois. On les chasse comme les clous et les boulons ordinaires avec le marteau ou le maillet après avoir percé un trou et ils se frayent une voix de la manière la plus parfaite dans le chêne bien sec dans lequel ils entrent avec un mouvement de rotation. Une fois en place, ils ont tout le mordant, la tenacité et le tirant de la vis.

Nous avons publié dans le rv^e volume une machine à fabriquer les boulons et rivets qui fonctionne avec une grande régularité.

NOTICES INDUSTRIELLES

RELATIVES

AUX DIVERSES BRANCHES DES ARTS MÉCANIQUES ET CHIMIQUES.

MACHINE A FAIRE LES TUYAUX EN MÉTAL,

PAR M. RICHARD PROSSER.

Le procédé pour fabriquer les tuyaux en métal en les passant entre deux rouleaux à gorge , date déjà de longtemps ; l'emploi de tels cylindres , comme application aux travaux de plomb, a été, en Angleterre, le sujet d'une patente accordée à M. Wilkinson, vers l'année 1790. L'essai a été fait plus tard aux tuyaux de fer, pour lesquels M. Osborn se fit patenter en 1817.

Mais on a observé, en employant ce mode de travailler, que la pression n'était pas également appliquée sur toute la circonférence du tuyau ; la compression, quand les rouleaux sont placés l'un au-dessus de l'autre, est très-grande en dessus et en dessous, mais très-faible latéralement, c'est-à-dire sur les deux côtés des tuyaux.

Pour obvier à cette difficulté pratique , M. Richard Prosser, ingénieur civil à Birmingham , s'est fait patenter pour des perfectionnements qu'il a apportés dans les appareils propres à fabriquer les tuyaux, et qui consistent à employer deux paires de rouleaux à gorge (au lieu d'une seule paire), combinés de manière à produire une pression égale et uniforme sur toute la circonférence du tuyau.

Le procédé qu'il a conçu consiste en quatre rouleaux, ou poulies à gorge circulaire, exactement semblables, et placés dans un même plan vertical, et assez rapprochés pour que leurs gorges réunies présentent une ouverture circulaire de même diamètre que celui du tuyau à fabriquer.

Le mouvement est imprimé à ces quatre rouleaux par des roues d'angle ajustées sur leurs axes , de manière que la vitesse à leur circonférence est rigoureusement la même ; le tuyau qui passe entre eux marche aussi à la

même vitesse, et il est également pressé sur tous les sens, en dessus, en dessous, comme sur les côtés.

Le tuyau peut avoir non-seulement la forme cylindrique habituelle, mais encore par des modifications très-simples dans les gorges, il peut prendre des formes ovales ou d'autres à volonté.

Quand l'appareil est destiné à faire des tuyaux soudés en fer forgé, le fer doit être préparé au laminoir en plaques étroites ou petites bandes d'une longueur convenable.

On courbe ou on contourne une extrémité de chacune de ces bandes sur une longueur de 20 à 25 centimètres, pour lui donner à peu près la forme que le tuyau doit avoir; les deux bords du fer, étant rapprochés, se soudent ensemble. Les bandes, ainsi préparées, sont chauffées dans un four à réverbère, et lorsqu'elles ont acquis la température convenable, on les présente par le bout déjà contourné dans l'ouverture formée par les gorges des poulies, qui, en saisissant ce bout, le compriment jusqu'à ce qu'il soit réduit au diamètre déterminé par la saillie de ces gorges, ce qui produit la soudure du métal. Le fer continuant à passer entre ces rouleaux, la portion de la bande qui était restée plate devient, à mesure qu'elle approche de ceux-ci, courbée, contournée et soudée. On peut, si on le juge plus convenable, préparer toute la bande dans une gorge ou rainure, pour la contourner avant de l'introduire entre les rouleaux. On emploie alors un mandrin de la dimension correspondante au diamètre intérieur du tuyau, afin de soutenir la pression exercée sur celui-ci, pour le rendre aussi uni à l'intérieur qu'à l'extérieur, et s'assurer ainsi de son uniformité.

M. Prosser a proposé d'employer deux ou trois machines semblables, combinées entre elles de telle sorte que les gorges des rouleaux de la seconde soient plus petites que celles de la première, et celle de la troisième encore plus petites que celles de la seconde; le tuyau passant ainsi dans des ouvertures circulaires qui vont en diminuant, se trouve graduellement comprimé; par ce moyen les bords sont mieux soudés entre eux, et le tuyau est plus parfait.

M. Boutevillain a monté dans ses ateliers de La Chapelle tout un outillage pour la fabrication mécanique des tuyaux en métal, et les résultats qu'il a obtenus sont parfaits sous tous les rapports.

PROCÉDÉ DE DISSOLUTION DU CAOUTCHOUC,

PAR M. PH. GAGIN.

PRÉPARATION. — On coupe le caoutchouc par morceaux que l'on met dans un vase fermé hermétiquement, et dans lequel on introduit une partie d'éther acétique, deux parties d'éther nitrique et une partie d'éther sulfu-

rique. Le caoutchouc doit baigner dans ce liquide, où on le laisse macérer pendant une huitaine de jours.

DISSOLUTION. — Lorsque ce mélange est devenu compact, on le met dans une cornue en fer, en y ajoutant des éthers, de manière que le liquide vienne au-dessus ; on ferme hermétiquement l'appareil, et on fait chauffer jusqu'à ce que la dissolution soit complète.

EMPLOI. — Cette dissolution est propre à rendre les cuirs et les peaux de toute nature impénétrables à l'eau et à l'air, et inaltérables par les acides, sans rien leur faire perdre de leur flexibilité : on y ajoute de l'essence de térébenthine.

Ajoutée aux substances que l'on emploie ordinairement pour la préparation des cuirs vernis, elle forme un enduit très-brillant et de la plus grande souplesse.

Pour l'appliquer sur toute espèce de tissus, il faut y joindre de l'huile de lin, de la terre d'ombre, du minium et du sulfate de plomb. Le tissu, comme la toile, le taffetas, la laine, le cordage, etc., doit être préalablement encollé avec de la colle de peau. On peut en faire des tentes et sacs de camping, des seaux-musettes pour le service de la cavalerie, des manteaux, des blouses, etc.

M. Gagin a pris un brevet de cinq ans, en novembre 1836, pour ces procédés qui sont aujourd'hui dans le domaine public.

FABRICATION DES BOUCHONS A LA MÉCANIQUE,

PAR M. MOLINIÉ, A PARIS.

M. Molinié vient de monter à Paris une belle et intéressante usine relative à la fabrication mécanique des bouchons de liège. Cette fabrique, montée sur une très-grande échelle, est vraiment admirable sous tous les rapports ; nous nous faisons un devoir d'en féliciter l'auteur qui n'a reculé devant aucune dépense, comme devant aucune des immenses difficultés qu'il a rencontrées pour résoudre toutes les questions que présente la confection économique de ces bouchons.

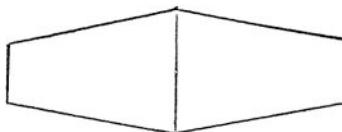
Le système des machines qu'il a conçues comprend quatre opérations distinctes :

1^o Le découpage des planches de liège brutes, en bandes d'une largeur déterminée par la longueur des bouchons ;

2^o Le dressage de l'une des faces des bandes découpées ;

3^o La section des bandes en prismes quarrés, proportionnels à la grosseur que l'on doit donner aux bouchons ;

4^o La formation des bouchons coniques ou cylindriques, ou au besoin coniques des deux bouts comme le montre la figure ci-après :



Il faudrait des dessins bien complets et une description fort étendue, pour pouvoir bien faire comprendre le jeu et le travail de ces diverses machines; nous ne pouvons qu'en donner une explication succincte qui pourra suffire, nous l'espérons, pour en avoir l'idée.

PREMIERE OPÉRATION. — Cette opération est effectuée de la manière suivante: Sur une table en fonte bien dressée se placent successivement les planches de liège, toutes brutes, et se présentant sous le tranchant d'un couteau vertical auquel on donne un mouvement rectiligne de va-et-vient. Des cylindres cannelés circulairement et placés directement au-dessous du couteau et dans un même plan horizontal faisant suite à la table, soutiennent les bandes pendant que la section a lieu, et qu'elles se trouvent serrées au-dessus par des presses qui appuient sur toute leur longueur.

Une règle verticale placée immédiatement derrière le couteau sert de buttoir pour déterminer la largeur des bandes à couper. Ce buttoir, dont on règle la position à volonté, bascule sur lui-même aussitôt que le couteau a opéré la section, pour laisser tomber la bande, qu'il a coupée, dans un canal muni d'une table sans fin qui va les déposer hors de la machine.

DEUXIÈME OPÉRATION. — Cette opération n'est pas sans difficultés, en ce que les plaques de liège, telles qu'elles se trouvent généralement dans le commerce, présentent des surfaces très-ondulées, c'est-à-dire des parties tantôt creuses, tantôt bombées, qui sont souvent très-prononcées, et il y aurait évidemment une perte considérable si, pour avoir une surface bien dressée, on voulait enlever toute la matière en saillie sur la partie creuse la plus profonde. En opérant ainsi, on aurait non-seulement l'inconvénient de perdre beaucoup de liège, mais encore celui de faire des bouchons très-faibles; car de l'épaisseur que l'on conserve à la bande, dépend nécessairement le diamètre du bouchon qu'on pourra en obtenir.

M. Molinié a donc dû chercher à opérer le dressage des bandes en suivant ce principe de leur conserver le plus de matière possible. Cette condition est parfaitement remplie par la machine qu'il a imaginée.

Elle consiste à placer la bande entre deux rangées de griffes disposées sur deux lignes parallèles et qui la pincent sur les deux faces suivant lesquelles elle a été découpée.

Ces griffes reçoivent, à l'aide de crémaillères, un mouvement de translation dans le sens de la longueur de l'appareil, entraînant avec elles les bandes de liège à dresser qu'elles serrent entre elles.

Mais ces bandes, avant d'être serrées latéralement entre les griffes, doivent être pressées en dessus et en dessous, après quoi seulement ces griffes les saisissent assez fortement, afin qu'elles ne se dérangent pas, quand on les dégage de la double pression de dessus et de dessous, pour les faire passer sous le tranchant qui doit unir l'une des surfaces. Et, comme il a été dit plus haut, les deux surfaces supérieure et inférieure étant sinuées, il faut s'arranger, pour dresser l'une, de manière à prendre le moins de matière possible : il faut, à cet effet, que la pression soit élastique, pour ainsi dire, problème que l'ingénieur auteur a résolu complètement.

Les bandes sont dressées par des couteaux circulaires, montés sur des axes verticaux, placés symétriquement sur la machine. On leur donne un mouvement de rotation par un moyen fort simple. Sur leurs axes sont montés des pignons dentés qui engrènent avec des roues droites plus grandes, lesquelles sont à leur tour ajustées sur des tourillons, qui, au-dessous, portent des pignons engranant avec l'une des crémaillères. Ainsi les bandes ont un mouvement de translation pendant l'opération, et les couteaux ont un mouvement rotatif.

TROISIÈME OPÉRATION. — Les bandes ainsi dressées sont étendues, dans le sens de leur longueur, sur une table à compartiments, et amenées contre deux couteaux, disposés à angle droit, pour trancher simultanément dans le sens vertical et dans le sens horizontal, et effectuer ainsi la section des bandes en prismes, tout en dressant en même temps la face qui était restée brute. Pour que, pendant cette opération, les bandes soient bien maintenues, elles sont serrées des deux côtés entre des griffes latérales qui s'ouvrent et se ferment à propos ; aussitôt qu'elles pincent une bande, elles se baissent un peu pour la faire appuyer sur un support mobile, pendant qu'une presse horizontale vient la serrer au-dessus ; c'est alors que la section a lieu. Le système de butoir qui règle l'épaisseur du prisme quarré et qui fait corps avec ce support mobile, bascule sur lui-même pour le jeter immédiatement dans un canal muni d'une toile sans fin qui le conduit au dehors de la machine.

Dans chacune de ces opérations les couteaux sont toujours graissés, pendant leur travail, par des tampons adaptés à l'appareil.

QUATRIÈME OPÉRATION. — Dans la quatrième et dernière opération, le prisme amené par une courroie sans fin, est pris par un enfant et placé dans un petit canal, d'où il se place sur une chaise qui le conduit entre deux griffes. Il reçoit ainsi un premier mouvement de translation pendant lequel il est tranché d'équerre des deux bouts à l'aide de deux couteaux latéraux à tranchant incliné, et que l'on peut rendre fixes ou mobiles à volonté. Dès que le prisme arrive vers les griffes, celles-ci s'approchent pour le pincer et reçoivent aussitôt un mouvement de rotation qu'elles transmettent évi-

demment au prisme. C'est alors qu'un long couteau animé d'un mouvement de va et vient se présente tangentiellement à la circonference du bouchon pour enlever les angles du prisme et former le cône.

Les bouchons ainsi confectionnés tombent successivement dans une auge, pendant que les dépouilles sont amenées, par une brosse adaptée au chariot porte-couteau, dans des conduits qui les déversent hors de l'appareil. Les rognures des bouts tombent directement, par une ouverture ménagée sur le bâti, dans un récepteur.

Observations. — La grande longueur de la lame est très-essentielle, en ce que chaque partie du couteau est moins souvent en contact et s'use moins ; car elle fait son parcours complet pendant que le bouchon fait sa révolution sur lui-même, c'est-à-dire qu'elle a une vitesse de translation dix à douze fois plus grande que la vitesse rotative du bouchon. Cette lame peut indifféremment recevoir un mouvement rectiligne alternatif dans un plan horizontal, vertical ou incliné, trancher dans tous les sens ou rester dans une position fixe ; quelle que soit d'ailleurs la disposition qu'on voudra lui donner, elle ne peut influer sur le principe en lui-même qui réside entièrement dans l'emploi d'une lame droite, quels qu'en soient d'ailleurs la longueur et le nombre de coups de va-et-vient qu'on pourrait lui imprimer pour arrondir un bouchon.

A chaque course cette lame est affûtée et graissée par des meules, à mouvement circulaire intermittent, qui en renouvellent constamment le mordant.

La machine est munie d'un chariot et d'un porte-lame de rechange, placés à l'une des extrémités du bâti et sur les chemins ordinaires, de sorte que lorsque la grande lame a besoin d'une réparation quelconque, on n'a qu'à la décrocher de ses rubans de traction et leur accrocher le chariot de rechange qui se trouve placé naturellement sur la même ligne, ce qui demande moins d'une minute de temps ; de cette manière, le grand tranchant peut être réparé au besoin par l'ouvrier spécial, sans que pour cela la machine éprouve de chômage sensible.

Les couteaux latéraux qui tranchent les bouts sont renfermés dans des châssis disposés pour varier l'inclinaison de leur tranchant suivant la grosseur des bouchons.

Le porte-système peut avoir un mouvement de rotation sur lui-même, afin de donner toute inclinaison au cône du bouchon. Dans le cas d'une lame fixe, ce porte-système recevrait un mouvement de translation.

On peut aussi, avec la disposition actuelle de l'appareil, faire, comme nous l'avons dit plus haut, un bouchon conique des deux côtés ; et au besoin on peut en faire deux à la fois, en donnant plus de longueur au prisme, et en les séparant au milieu.

En résumé la machine permet de fabriquer toutes grandeurs et toutes grosseurs de bouchons, et sur toutes formes coniques et cylindriques, et permet de plus de fabriquer plusieurs bouchons à la fois.

Il y a déjà bien sept à huit ans que M. Molinié s'occupe de la question relative à cette intéressante fabrication ; il a pris successivement plusieurs brevets d'invention et de perfectionnement pour les diverses combinaisons qu'il a imaginées et qui sont vraiment ingénieuses. Des brevets ont également été demandés à l'étranger pour la réunion de ces machines. Aujourd'hui plusieurs de ces intéressantes machines sont montées et donnent de très-bons résultats.

APPLICATIONS DE LA VAPEUR

DANS LES MACHINES DE PRÉPARATION POUR LA LAINE CARDÉE

ET LA LAINE PEIGNÉE.

La première application qui aurait été faite de la vapeur dans la filature de la laine cardée paraît être due à M. Potier fils, de Reims, qui, le 6 novembre 1838, obtint un brevet de cinq ans, pour *le cardage des laines au moyen de la vapeur*. M. Potier ne donne pas de dessin avec sa demande, mais, d'après la description qui l'accompagne, on peut aisément comprendre que son système *consiste à amener de la vapeur sous le tablier de la carte, par un tuyau qui la met librement en contact avec la laine*.

Le 14 novembre de la même année 1838, le même M. Potier obtint, conjointement avec M. Cretenier, d'Épernay, un brevet d'invention et de perfectionnement de dix ans, pour un système de *chauffage de laine cardée par la vapeur*. Leur invention *consiste à imprégner la laine de vapeur*. A cet effet, ils font arriver de la vapeur dans une boîte métallique rectangulaire dont une partie est percée de trous, et qui est recouverte d'une toile sans fin. La laine cardée, amenée sur la boîte, reçoit la vapeur qui en sort par les ouvertures. Un couvercle recouvre hermétiquement toute cette partie percée pour ne pas laisser échapper de vapeur au dehors.

Le 4 juin 1839 MM. Lucas frères, de Bazancourt, demandèrent un brevet d'invention de dix ans pour un *bobinoir chauffeur propre au filage de la laine peignée*. Ce brevet leur a été délivré le 7 février 1840. Leur procédé consiste à chauffer la laine sur les machines mêmes employées à la préparation et au travail des laines peignées. A cet effet, ils placent, entre les cylindres étireurs d'un bobinoir ou d'une machine préparatoire quelconque, une boîte métallique parallèle aux cylindres et qui est chauffée par des lampes ou quinquets. La laine, à la sortie des cylindres cannelés, passe sur la surface supérieure bombée de cette boîte, avec laquelle elle est forte-

ment en contact, et de là elle se rend sous les cylindres ou les peignes des bobinoirs. Au lieu de chauffer par des quinques, les inventeurs se réservent d'appliquer l'huile, le gaz, la vapeur, et dans ce dernier cas ils disent qu'on se servirait d'un tuyau au lieu d'une boîte.

Le 26 mars 1840, MM. Bureau, Brisez et fils, filateurs à Reims, demandèrent un brevet de perfectionnement de dix ans qui leur fut délivré le 15 juin suivant, pour un *caléfacteur ou appareil propre à éviter le tortillonnage dans la filature de la laine peignée*. Leur brevet repose sur l'application d'un tuyau mobile, dans lequel passe la vapeur, et placé parallèlement entre les cylindres étireurs et les cylindres à peignes, dans les machines de préparation de la laine peignée. Ce tuyau mobile, sur lequel on fait passer les nappes de laine, permet de placer, au-dessus, des cylindres supérieurs qui, de cette sorte, pressent ces nappes très-fortement ; elles se trouvent ainsi chauffées également dans toutes leurs parties.

Enfin un brevet d'invention de dix ans, délivré en 1841 à M. Carbon, a pour objet de chauffer par la vapeur les cylindres mêmes de la machine, tels que les cylindres cannelés et les cylindres à peignes. Il fond ces organes creux pour y faire entrer de la vapeur, et les nappes ou rubans de laine y sont amenés et passent entre eux comme à l'ordinaire ; ces nappes sont donc chauffées d'une manière régulière et sans organe additionnel.

A ce sujet quelques explications sont sans doute nécessaires :

Antérieurement aux brevets ci-dessus, il était d'usage de faire subir à la laine peignée quelques préparations : on réunissait un certain nombre de rubans pour les tordre fortement ensemble et les soumettre dans cet état de torsion à l'action de la vapeur. Cette opération du *tortillonnage et du bruissage* avait pour but de redresser les filaments de la laine qui, dans leur état naturel, se présentent ondulés ; mais elle devenait fort coûteuse et il en résultait en outre des déchets considérables.

C'est alors que des filateurs et des mécaniciens des environs de Reims eurent l'idée de chauffer la laine dans les machines mêmes pour éviter cette opération de tortillonnage.

PROCÉDÉ PROPRE A DONNER A TOUTE ESPÈCE DE BOIS

LA PLUS GRANDE SOUPLESSE,
ET A LEUR FAIRE PRENDRE TOUTES SORTES DE COURBURES,
PAR M. VAN-MERTEEN.

On a reconnu, depuis longtemps, que l'on pouvait faire acquérir, à diverses espèces de bois, une certaine souplesse, soit en les plongeant dans l'eau pendant un certain temps, soit en les soumettant à l'action de la vapeur ; mais on n'était pas parvenu à rendre ces bois tellement

souples, qu'ils pussent obéir à toutes les formes ou à toutes les courbures qu'il soit possible d'imaginer.

Avec le procédé proposé par M. Van-Merteen, et pour lequel il a pris un brevet d'invention de dix ans, en France, en 1841, on arrive à rendre les bois aussi flexibles que la gomme élastique, tout en permettant d'augmenter, lorsqu'ils sont secs, leur élasticité et en même temps leur force de résistance.

Son procédé consiste à tremper le bois que l'on veut amollir dans un bain de colle-forte chaude et bien épurée, et de l'y laisser séjourner ou de le laisser bouillir pendant un temps plus ou moins long, et qui est évidemment proportionnel à la force, à la dimension ou à la nature des pièces ou morceaux que l'on soumet à l'expérience. En sortant de ce bain, le bois peut subir toutes sortes d'épreuves, peut être contourné, plié ou courbé de toutes les manières, et prendre ainsi, à l'aide de presses, les formes plus ou moins bizarres, plus ou moins extraordinaires, qu'on voudra lui donner.

M. Van-Merteen observe que plusieurs morceaux de bois minces, unis ensemble de manière à ne former qu'un seul corps, forment un tout plus solide, plus résistant et en même temps plus élastique, qu'un même morceau d'une pièce d'une dimension égale. Il doit en être du bois ainsi combiné, comme d'une barre de fer comparée à la réunion de plusieurs fils de même métal; sous la même section, la tige formée par la réunion des fils est d'une bien plus grande résistance que la barre.

De cette propriété si simple, si naturelle, l'auteur en a tiré cette conséquence qu'on pouvait rendre le bois beaucoup plus fort, et par suite en employer moins pour un effort donné.

Il fait donc découper des madriers en planches plus ou moins minces, en feuilles de placage même au besoin; il trempe ces planches ou ces feuilles dans le bain de colle, et après qu'elles y ont séjourné pendant quelques heures, il les retire en les assemblant, ou simplement en les serrant les unes contre les autres, à l'aide de pinces ou de presses de menuisier. Il leur donne aussi, en même temps, la forme convenable et appropriée d'ailleurs à l'objet qu'on veut en faire; elles s'y prêtent avec la plus grande facilité, quelles que soient les courbures, les sinuosités qu'on désire leur faire prendre. Ainsi la forme est donnée en même temps que le collage s'opère, avantage d'autant plus précieux que la mollesse qu'elles ont acquise, par le bain, en facilite extraordinairement le travail. Maintenues entre les presses jusqu'à ce qu'elles soient sèches, ce qui demande plusieurs heures, elles conservent, après que ces presses sont enlevées, la forme, la courbure exacte qu'on a voulu leur donner; on dirait alors un seul morceau de bois qui aurait été découpé ou sculpté, avec cette différence que, comme les fils du bois ont suivi tous les contours de la courbe, ils ont donné,

à plus forte raison, à l'objet beaucoup plus de force, beaucoup plus de résistance que s'il avait été exécuté d'une seule masse, et il conserve de plus cette supériorité bien remarquable, qu'il présente une certaine élasticité, comme un ressort plus ou moins bandé.

Pour faire mieux comprendre son idée, et par suite faire ressortir tout l'avantage de son invention, M. Van-Merteen a apporté à Paris plusieurs objets très-remarquables, tels que chaises, fauteuils, roues de voitures, que l'on peut voir en dépôt chez M. Risler-Heilmann, passage Saulnier, n° 6. Tous ces objets sont ainsi composés d'une certaine quantité de feuilles réunies et contournées de manière à ne faire chacun qu'un seul corps.

NOUVEAU SYSTÈME DE ROULEAU BRISÉ,
REMPLAÇANT AVEC AVANTAGE LES ROULEAUX ORDINAIRES,
PAR M. PASQUIER.

On sait qu'il existe, dans un grand nombre de localités, des terres qui, après avoir reçu un labour convenable et avoir subi les rigueurs de l'hiver, sont susceptibles de former, par l'effet des gelées, une espèce de croûte dure à la superficie, laquelle paraît se détacher de la partie végétale. Les semences qui sont faites sur ces terres ne pourraient évidemment prendre racine, par cela même qu'il existe une espèce de vide au-dessous de leur surface. Il faut avoir le soin de les comprimer d'une certaine quantité, ce que l'on fait en y passant le rouleau, soit en long, soit en travers.

L'instrument employé jusqu'ici pour cette opération est un simple cylindre en bois d'une certaine longueur, portant deux tourillons en fer, et traîné par un ou plusieurs chevaux. Mais comme, en général, les diverses sortes de terrains sur lesquels on l'applique sont labourés en sillons, de manière à faire des parties élevées et des parties creuses qui facilitent l'écoulement des eaux, ce système présente de graves inconvénients. Ainsi, lorsqu'on promène le rouleau dans le sens de la longueur des sillons, il ne porte que sur les sommets, c'est-à-dire sur les parties les plus élevées, et ne touche pas les fonds. Lorsqu'au contraire on le promène en travers, les chevaux sont susceptibles de fatiguer beaucoup, car tantôt ils ont à faire monter le cylindre, et par conséquent à déployer pour cela toute leur énergie, et tantôt ensuite celui-ci descend et vient, pour ainsi dire, se précipiter sur eux.

M. Pasquier remédie aux inconvénients que présente cet appareil, en le construisant d'une manière tout à fait différente. Ainsi, au lieu d'un seul cylindre de 2^m à 2^m 60 de longueur, il établit trois cylindres de 0^m 80 à 0^m 90, disposés de telle sorte que les deux premiers, qui sont à l'avant, se trouvent

sur une même ligne et suffisamment espacés, tandis que le troisième est en arrière, sur une ligne parallèle à la précédente, et dans le milieu même de l'appareil.

Les axes en fer qui traversent ces rouleaux en bois sont portés et assemblés par articulation à des barres ou traverses en fer forgé, qui leur permettent d'occuper, indépendamment l'un de l'autre, des positions différentes sans rester constamment dans un même plan vertical.

Ainsi, le côté de l'avant du grand châssis, qui entoure le système, est formé d'une barre quarrée, courbée en arc de cercle. Aux extrémités de cette barre s'adaptent, par articulation, deux côtés latéraux qui sont en fer méplat, et qui reçoivent l'un des tourillons des deux premiers cylindres. Ils se réunissent à l'arrière par une autre barre quarrée, plus courte que la première.

Deux tiges méplates, assemblées à charnière à de petites fourches à deux branches qui sont boulonnées sur la barre de devant, portent aussi les tourillons intérieurs des deux premiers cylindres, et deux autres tiges coudées, liées aux précédentes, se prolongent, en s'écartant, pour recevoir les tourillons extérieurs du troisième cylindre. Pour maintenir celui-ci, de manière qu'il reste dans le milieu de l'appareil, sans cependant l'empêcher de monter ou de descendre, lorsque les premiers descendant ou s'élèvent au contraire, on le relie à la traverse de derrière, par les tiges, qui sont accrochées simplement à des espèces de pitons, et qui sont retenues sur les côtés latéraux par des équerres en fer. On ménage des coulisses dans plusieurs de ces pièces pour donner au rouleau le jeu nécessaire, soit lorsqu'on promène l'appareil dans le sens de la longueur des sillons du terrain, soit au contraire lorsqu'on le promène en travers.

Il est aisé de comprendre que, par une telle disposition, lorsque les deux rouleaux, par exemple, seront sur le sommet d'une partie élevée du terrain, le troisième rouleau, qui est à l'arrière, se trouvera naturellement au bas, ou au fond même des parties creuses : ainsi, pendant que les deux premiers descendront, l'autre montera, et réciproquement. Il en résulte que les chevaux fatiguent nécessairement beaucoup moins qu'avec l'ancien système, puisque la résistance se partage.

Si, au lieu de faire promener l'appareil en travers, on le fait marcher en long, on a encore l'avantage de faire un travail plus régulier : par cela même que les rouleaux peuvent prendre des inclinaisons différentes, toute la superficie du terrain peut être, à très-peu près, touchée par eux, ce qui est loin d'avoir lieu par le rouleau simple.

A l'égard de ce rouleau brisé, voici ce que M. le président de la Société d'agriculture de Meaux écrivit à son auteur, le 29 mai 1842 :

« Je m'empresse de vous annoncer que, dans la séance d'hier, la Société

« d'agriculture, qui a fait fonctionner votre rouleau brisé, a décidé qu'une médaille d'honneur vous serait accordée en séance publique; c'est pour la troisième fois que vous recevez solennellement, en présence de l'élite des cultivateurs et devant un nombreux public, une récompense honoraire, aussi justement méritée. Je suis heureux de vous annoncer ce nouveau triomphe. »

PERFECTIONNEMENTS

DANS LES PRÉPARATIONS DE LA LAINE PEIGNÉE,

PAR MM. VILLEMINOT-HUARD ET BUREAU.

Jusqu'à présent, on a été dans l'usage de recevoir les rubans, à la sortie de la première machine, dans des pots, ou dans tout autre récipient, dans lesquels ils tombent librement à mesure de leur formation.

Les rubans, ainsi obtenus, sont ensuite tordus fortement, et forment des *tortillons* pour être soumis à l'action de la vapeur d'eau, opération que l'on nomme *bruissage*.

Après cette opération, on reprend ces tortillons, que l'on fait passer successivement dans différentes machines en les recevant chaque fois dans des pots, jusqu'à ce que la laine arrive enfin aux derniers passages de préparation ou bobinoirs, où elle n'est plus reçue dans des pots, mais enroulée sur des cannettes ou bobines; ces cannettes n'excèdent jamais une certaine dimension, et ne reçoivent pas plus de 300 à 400 grammes de laine; il n'est ni nécessaire ni même possible qu'elles en reçoivent une plus grande quantité, puisque, quand la laine est arrivée à ce degré de préparation, il faut absolument, à cause des doublages, qu'il se forme à la fois un grand nombre de ces bobines, pour suffire à l'alimentation des bobinoirs suivants et des métiers à filer; il faut donc que les cannettes occupent peu de place et soient remplies en peu de temps; ce qui renferme forcément dans des limites étroites, et la quantité de laine par bobine, et la dimension même de ces bobines.

Voilà les procédés actuellement en usage; mais cette manière d'opérer offre plusieurs inconvénients: d'abord, pour former les tortillons, il faut couper les rubans à de certaines longueurs, afin d'en obtenir autant de tortillons, ce qui exige, par suite, autant de boutures ou de rattachés dans le passage qui suit le tortillonnage; de plus, cette opération du tortillonnage détruit, en partie, la régularité qu'on aurait pu obtenir dans les passages qui la précèdent; enfin, un autre inconvénient se présente dans l'im-

mense quantité de pots que nécessite l'usage des procédés actuels, et qui encombrent trop souvent les ateliers de filature.

Ce sont ces inconvénients du tortillonnage et du passage dans des pots que MM. Villeminot et Bureau ont cherché à faire disparaître en appliquant le procédé suivant, pour lequel ils ont pris un brevet d'invention qui est aujourd'hui dans le domaine public.

A un instant quelconque de la préparation, ces constructeurs ont proposé de faire passer les rubans dans une machine accessoire qui les met de suite en cannettes; ces cannettes ne se trouvent pas dans les mêmes conditions que celles en usage par les bobinoirs proprement dits, puisque, le numéro se trouvant plus fort, il en faut moins mettre derrière la machine suivante pour l'alimenter suffisamment, elles peuvent avoir alors des dimensions beaucoup plus fortes, et contenir depuis 500 grammes jusqu'à 5 kilogrammes de laine. C'est une réunion ordinaire à laquelle les auteurs ont adapté les mouvements nécessaires pour mettre la laine en cannettes.

Le dessin qui accompagne leur brevet expiré indique deux fils formés séparément et se réunissant à la sortie du frottoir. Cette disposition a pour but de mieux opérer le frottement de la laine, qui se fait ainsi sur chaque fil isolé.

Si on ne juge pas nécessaire de frotter les fils séparément, on peut n'en former qu'un seul, comme dans les bobinoirs ordinaires; alors on supprimerait le rouleau réunisseur et on espacerait davantage les peignes et les cylindres, ou, si l'on veut faire un plus grand nombre de fils séparément, on peut le faire et les réunir également, sous un rouleau d'appel commun, après le frottoir.

La machine pouvant s'appliquer à un moment quelconque de la préparation, les bobines peuvent être, à volonté, formées dès le premier passage, et la laine soumise à ce bruissage dans cet état. Pour arriver à ce but, les cannettes sont faites en métal ou en bois percé de trous sur les esquives et sur l'âme, pour que la vapeur puisse pénétrer par tous les points. En appliquant dans l'âme de la cannette un axe pesant, on obtient une cannette sur laquelle la laine se trouve suffisamment tendue pour remplacer complètement le tortillonnage.

Ce procédé peut également remplacer, au besoin, tous les passages qui précèdent les bobinoirs, ce qui supprimerait complètement l'usage des pots.

PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AUX MÉTIERS

A LA JACQUART,

PAR MM. NALLET ET COLLARON, A LYON.

Ces fabricants prirent, en 1836, un brevet d'invention de 5 ans pour un procédé servant à supprimer la moitié des cartons dans les dessins qui demandent à être contre-emplis. Pour obtenir ce résultat, il faut que la partie de carton qui a fait le commencement fasse la fin, et que celle qui a fait la fin fasse le commencement. Autrement dit, il faut, en supposant une mécanique en 600, que le trou de carton qui, dans le premier tour de dessin, correspondait au crochet n° 1, vienne dans le second tour correspondre au n° 600, le n° 2 au n° 599, le n° 3 au n° 598, et ainsi de suite.

Les auteurs proposèrent à cet effet de monter le métier de la manière suivante :

Ils divisent la mécanique en deux parties égales; ils laissent les 300 crochets sur le derrière pour la partie droite du dessin, et les 300 de devant sur la partie gauche. Ainsi, en supposant une planche ou un chemin de 600 cordes, ils engagent les n° 7, 8, 9, 10, 11, 12, à l'extrême gauche, et ils finissent au milieu. Ils font diviser le lisage de 6 en 6 cordes, et lire la partie n° 1 sur la moitié du lisage ainsi divisé, et plaçant devant un miroir la partie n° 2, ils la font lire sur le reste. Les additions qu'ils ont proposées pour le métier à 600, consistent en une planchette à aiguilles de la hauteur de 18 trous; on augmente proportionnellement le nombre des petites tringles qui supportent le talon des aiguilles.

Le métier étant garni comme à l'ordinaire, ils placent dans chaque rang, à chacun des 6 crochets formant le derrière de la mécanique, un même numéro d'aiguilles que celui qui s'y trouve déjà, et ces aiguilles achèvent de garnir, soit les espaces entre les tringles placées derrière, soit les 6 trous qui se trouvent en plus à la planchette à aiguilles. Celles-ci n'ont pas besoin d'élastiques, étant agrafées aux mêmes crochets que celles d'en bas; elles suivent le même mouvement, c'est-à-dire que l'élastique, repoussant celles d'en bas, fait nécessairement obéir celles d'en haut; mais comme le cylindre est obligé de faire un mouvement vertical, de manière à presser tantôt en haut, tantôt en bas, il peut arriver que, soit le cylindre, soit les rebords du carton, fassent mouvoir inopportunément des rangs d'en haut ou d'en bas. Pour remédier à cet inconvénient, les inventeurs coupent en long la planchette en trois parties égales; la partie qui contient les 6 aiguilles du milieu est fixe; les parties supérieure et inférieure sont liées ensemble, de manière à laisser entre elles, tantôt en haut, tantôt en bas, un espace suffisant pour que le cylindre ne touche pas des aiguilles qui ne

sont pas destinées à travailler. Le cylindre est obligé de faire un mouvement vertical qu'ils obtiennent de la manière suivante :

Le battant, plaqué en fer dans le bas, est disposé de telle sorte que les boulons du cylindre ressortent de 12 à 13 millimètres de chaque côté; en dehors du battant est placée une lame de fer arrêtée par des tenons, qui la laissent libre de glisser seulement dans le sens vertical. Au bas de cette lame est une encoche ou un trou propre à recevoir les boulons du cylindre; dans le haut de cette lame est une espèce de tenon qui, lorsque le cylindre est dans sa position ordinaire, doit se trouver parfaitement en face de la vis à patte qui supporte le battant; ce tenon est à deux fins: il sert d'abord à placer la corde qui fait mouvoir le cylindre; cette corde passant dans une perche, vient faire un tour sur un rouleau placé au-dessous de la mécanique et attaché au brancard, de manière à pouvoir tourner. Au rouleau est également enroulée, en sens inverse, la corde qui correspond au crochet réservé pour faire faire le mouvement au cylindre: ce boulon sert également à recevoir une corde à boyau ou une chainette, passant sur une poulie et venant s'attacher aux planchettes d'en haut et d'en bas, qui sont liées ensemble, de sorte que le cylindre montant fait tomber la planchette inférieure qui, par ce moyen, lui laisse le passage libre pour fonctionner sur les douze rangs supérieurs. Le cylindre descendant fait monter la planchette supérieure, qui lui laisse le passage libre pour fonctionner sur les douze rangs d'en bas. Au milieu des lames du battant est un loquet muni d'un ressort, qui le tient appuyé contre la lame de fer; vers le centre de celle-ci est un arrêt qui, lorsque le crochet tire et fait monter le cylindre, vient se placer sur le loquet qui le tient là, pour que le cylindre puisse fonctionner dans cette position. Ce loquet est réglé par une vis, au moyen de laquelle on le fait monter ou descendre, de manière à mettre le cylindre parfaitement à sa place, lorsqu'il a fini le tour du dessin. Alors, au moyen d'un crochet destiné à cet effet, on retire les loquets, et le cylindre est forcé, par le poids des valets, à reprendre sa position ordinaire. En résumé, les rangs de derrière étant munis d'une double aiguille, toute la partie gauche sur le devant, au premier tour de dessin, se fait sur les douze rangs d'en bas, et jette le dessin à gauche; on le fait monter de six aiguilles, et, par ce moyen, prendre la place les unes des autres, et on jette à droite la partie du dessin qui était à gauche, et réciproquement à gauche celle qui était à droite.

PERFECTIONNEMENTS**DANS LES MACHINES A IMPRIMER AU ROULEAU,****PAR M. CH. DOLFUS, DE MULHOUSE.**

Les machines à imprimer au rouleau ont exigé, jusqu'à présent, un tablier sans fin en fort drap de laine qui coûte 6 à 800 francs, et qu'il faut remplacer deux à trois fois par an; ce tablier accompagne la toile à imprimer, et souvent n'a pas moins de 25 à 30 mètres de longueur, pour que la couleur, qui se dépose sur les lisières, puisse sécher avant de se retrouver en contact avec la toile à imprimer. A cet effet, on le fait passer sur un certain nombre de rouleaux disposés dans une espèce d'étuve qui développe 25 à 30 degrés de chaleur; par ce moyen, on dépense beaucoup de force motrice pour faire tourner tous ces rouleaux, parce que le tablier a besoin d'être très-tendu pour éviter les plis, et malgré cela, il s'en fait encore qui alors gâtent l'impression; de plus, ce tablier décharge toujours de la poussière et des ordures sur le rouleau, ce qui cause des traînées sous la râcle, et détériore encore l'impression si on n'a pas le soin de laver souvent le rouleau.

Pour éviter ces inconvénients, M. Dolfus a proposé le procédé suivant pour lequel il a pris un brevet d'invention qui est aujourd'hui expiré : ce procédé consiste à garnir le rouleau presseur de la machine à imprimer d'un ou de plusieurs manchons en drap, ou bien de quelques plis d'un tissu de coton ou autre que l'on enroule autour du rouleau, afin de donner le degré voulu d'élasticité; après cela, on enduit la surface d'une matière grasse ou huileuse ou d'un vernis, selon la nature de la couleur que l'on veut imprimer.

Pour enduire ainsi la surface, on met en place un rouleau gravé, usé, et tourné uni, on abat dessus le rouleau presseur et on fait tourner en même temps; on garnit une des boîtes à couleurs usuelles (et préférablement celle chauffée au bain-marie) de vernis à la gomme élastique ou de tout autre vernis, et l'on met en place sous le rouleau le baquet ainsi garni; dès lors le rouleau enlève le vernis ou la matière grasse en tournant, et la porte vers la surface élastique du rouleau presseur qui s'en imprègne; on laisse ainsi tourner jusqu'à ce que ladite surface soit suffisamment enduite, alors on baisse le baquet et on l'enlève après avoir appliqué la râcle sur le rouleau pour le nettoyer; on laisse tourner encore un peu, puis on enlève la pression et on continue de tourner de la main le rouleau presseur jusqu'à ce qu'il soit sec.

On peut accélérer la dessiccation de la garniture enduite de ce rouleau

presseur, en chauffant sa surface par un moyen quelconque; cependant la chaleur de l'atelier suffit, si on a le temps d'attendre.

Dès que la garniture enduite se trouve assez sèche pour ne plus adhérer par la pression, on peut imprimer au rouleau comme d'habitude, sauf à ajouter sur le rouleau presseur un ou plusieurs rouleaux essuyeurs.

M. Dolfus dit qu'au lieu d'enduire la garniture élastique du rouleau presseur, on peut se servir de tissus graissés, huilés, cirés ou vernissés d'avance, et en entourer le rouleau presseur de la machine à imprimer.

Il résulte de ce procédé, d'après l'auteur, les avantages suivants :

1^o Économie dans l'entretien de la machine, puisqu'il n'y a plus besoin de drap ou de tablier sans fin;

2^o Économie de main-d'œuvre, parce qu'on n'a plus besoin d'ouvriers pour tirer en large le tablier;

3^o Économie de force employée, parce qu'on n'a plus à vaincre la résistance considérable de la course du drap ou tablier sans fin;

4^o Il n'y a plus de pièces manquées à l'impression par les plis que cause le tablier, et par la poussière que donnent des traînées sous la râcle;

5^o La machine peut tourner beaucoup plus vite, et par conséquent, imprimer beaucoup plus de pièces à la suite les unes des autres, sans laver le rouleau gravé;

6^o Les pièces imprimées au rouleau par le nouveau procédé, n'ont plus de contraction irrégulière, unique résultat de l'emploi du tablier, et peuvent se rentrer bien plus facilement pour compléter le dessin par d'autres couleurs.

MOYEN DE REMÉDIER A L'ÉCHAUFFEMENT

DES TOURILLONS DES ARBRES,

PAR M. R. SULZER.

Il arrive quelquefois que les tourillons d'arbres moteurs, de transmission ou de machines quelconques, viennent à s'échauffer, soit par défaut de graissage, soit aussi par d'autres causes. M. R. Sulzer a imaginé un moyen fort simple et très-facile à appliquer pour remédier à cet inconvénient, lorsqu'il se rencontre. Comme, depuis que nous l'avons indiqué dans la première édition de ce Recueil, nous avons appris par des personnes qui en ont fait usage, et particulièrement par M. Motteau, d'Angoulême, que ce moyen est tout à fait efficace, nous croyons utile de le faire connaître autant qu'il dépend de nous, comprenant toute l'inquiétude que l'on

éprouve, lorsqu'on a de la peine à empêcher l'échauffement ou le grippement d'un tourillon.

On fait dissoudre une partie de prussiate de potasse, soit 50 grammes par exemple, dans 10 parties d'eau, ou 500 grammes; on mouille le tourillon qui grippe et s'échauffe ainsi que ses coussinets, avec une éponge imprégnée de cette dissolution, en faisant tourner l'arbre sur lui-même; on continue cette opération pendant quelques minutes, et l'échauffement cesse immédiatement.

On sait que le fer est transformé en acier ou en fonte, lorsqu'on le chauffe au rouge cerise avec du prussiate de potasse; mais il paraît que la décomposition de ce sel a même lieu à une température très-peu élevée.

NOUVEAU PROCÉDÉ DE DORER ET D'ARGENTER AU TREMPÉ,

PAR M. A. LEVOL.

DORURE SUR ARGENT. — L'argent se dore très-facilement au moyen du chlorure d'or neutre, additionné d'une solution aqueuse de sulfo-cyanure de potassium jusqu'à disparition du précipité qui s'était d'abord formé; il faut que la liqueur, éclaircie de cette manière, conserve une réaction légèrement acide, et si elle l'avait perdue par une addition inmodérée de sulfo-cyanure, on la lui rendrait en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

Pour dorer, on plonge l'argent dans cette liqueur presque bouillante, et médiocrement concentrée, état dans lequel on la maintient, en y versant, de temps en temps, de l'eau chaude, pour remplacer celle qui s'est vaporisée; on évite, de cette manière, les inconvénients qui résulteraient d'une trop grande concentration de l'acide chlorhydrique, dont la présence est néanmoins utile pour s'opposer à la formation d'un précipité aurifère qui a lieu par l'élévation de température, lorsque c'est l'alcali qui domine.

DORURE ET ARGENTURE SUR CUIVRE, LAITON ET BRONZE. — On a indiqué la solution du cyanure d'or ou d'argent dans le cyanure de potassium, pour dorer et argenter sous l'influence de forces électriques; les mêmes solutions portées à une température voisine de leur point d'ébullition, peuvent aussi dorer et argenter au trempé.

A l'égard de leur préparation, s'il était nécessaire de les obtenir chimiquement pures, elle ne laisserait pas que d'être assez dispendieuse, et on n'obtiendrait véritablement aucun avantage en compensation. On peut donc

simplifier l'opération et la rendre beaucoup moins coûteuse, en traitant directement soit le chlorure d'or, soit le nitrate d'argent, neutres, par du cyanure de potassium en excès, de manière à obtenir les cyanures doubles solubles.

On ne peut dorer l'argent par ce procédé, mais on a vu plus haut que le sulfo-cyanure d'or et de potassium dore très-bien ce métal.

La solution du cyanure de cuivre dans le cyanure de potassium, ne *cuitvre* pas l'argent, même en contact avec le zinc; cependant elle cuivre parfaitement ce dernier métal et d'une manière très-solide.

Ces procédés si commodes parce qu'ils réussissent toujours et n'exigent que quelques minutes pour toute préparation, ne permettent malheureusement que l'application d'une couche très-mince du métal précipité; c'est un inconvénient commun à tous les procédés au trempé.

(*Technologiste.*)

TEINTURE DE LA LAINE EN BLEU SANS INDIGO,

PAR M. A. MELLERET, DE CHATEAUROUX.

La teinture au bleu de Prusse, quoique très-répandue en France, est cependant imparfaitement connue, et le secret en est demeuré dans quelques ateliers; c'est donc rendre un véritable service au public que de le mettre au courant de cette industrie, qui promet et donne déjà de si beaux résultats.

C'est à M. Melleret, de Châteauroux, que l'on doit la description suivante de divers procédés en usage. Il commence par celui qui est le plus ancien, car pour certains tons il n'a pas été remplacé. Puis il fait connaître celui qu'on emploie dans beaucoup de manufactures, et les nouveaux moyens employés pour fixer ce bleu par impression, industrie qui n'est guère connue qu'à Mulhouse.

TEINTURE PAR LES SELS DE FER. — On emploie, pour mordancer les étoffes, différents sels au maximum d'oxidation, tels que les sulfates, chlorures, nitrates, etc., ainsi que les mêmes au minimum; mais les premiers sont beaucoup plus importants et donnent de plus beaux résultats. Tous les sels peroxidés, suffisamment étendus d'eau, laissent déposer un sous-sel par l'ébullition, et il reste un sel-acide dans les eaux-mères surnageantes. Règle générale: quand l'acide est fort et a beaucoup d'affinité pour la base, plus on augmente la quantité du dissolvant, mieux la base ou le sous-sel se fixe sur l'étoffe. Cependant cette règle ne va que jusqu'à un certain point. Dans le contact du sulfate de peroxide de fer avec la laine, ce sel se combine intégralement, en le décomposant en sous-sel;

c'est pour cette raison et pour la modicité de son prix, qu'on l'a adopté de préférence dans les fabriques.

Voici donc comment on procède à la composition du bain :

On prend 35 parties d'acide sulfurique, que l'on mélange à 300 parties d'eau; on y dissout 60 parties de couperose verte (sulfate de protoxide de fer), et l'on ajoute 50 parties d'acide nitrique ordinaire; on évapore le tout à sec, et on le redissout à une douce chaleur dans 1000 parties d'eau. On a ainsi une dissolution normale qui sert de point de départ. Après avoir lavé les étoffes au savon et les avoir bien rincées, on les plonge dans un bain composé comme il est indiqué à la table ci-dessous, et l'on soutient l'ébullition pendant deux ou trois heures; le bain de fer est alors terminé.

Ainsi pour 1 de laine prenez :

Nos	Volume de la dissolution ferreuse		Eau.
	Tons.	ci-dessus indiquée.	
1.	0,005.		250
2.	0,008.		<i>id.</i>
3.	0,012.		<i>id.</i>
4 bleu naissant.	0,015.		<i>id.</i>
5.	0,021.		<i>id.</i>
6.	0,035.		<i>id.</i>
7 bleu ciel.	0,040.		<i>id.</i>
8.	0,055.		<i>id.</i>
9 bleu fuchs.	0,065.		<i>id.</i>
10 bleu pers.	0,085.		<i>id.</i>
11.	0,090.		<i>id.</i>
12 bleu d'azur.	0,100.		<i>id.</i>
13.	0,140.		<i>id.</i>
14.	0,260.		<i>id.</i>
15.	0,263.		<i>id.</i>
16.	0,266.		<i>id.</i>
17.	0,300.		<i>id.</i>
18.	0,350.		<i>id.</i>
19.	0,435.		<i>id.</i>
20.	0,510.		<i>id.</i>
21.	0,560.		<i>id.</i>
22.	0,850.		<i>id.</i>
23.	0,900.		<i>id.</i>
24.	1,200.		<i>id.</i>
25.	1,300.		<i>id.</i>
26.	1,500.		<i>id.</i>

Quand la laine est bien rincée, il ne reste plus qu'à la virer au bleu;

pour cela, on prépare une autre dissolution contenant 5 pour 100 de prussiate de potasse, et l'on ajoute autant en poids de dissolution qu'on a de laine. Ainsi, par exemple, pour 10 kilogr. de laine, on fera un bain de 2,500 kilogr. d'eau et 10 kilog. de dissolution contenant 500 grammes de prussiate. On laisse la laine macérer un jour ou deux; sur la fin on y ajoute une faible quantité d'acide hydrochlorique; on brasse bien le tout, on retire la laine, on la lave, et l'opération est alors terminée.

La quantité d'eau influe beaucoup sur les couleurs. Dissolvez 5 parties de persulfate de fer dans 70 d'eau, vous aurez une plus forte coloration pour la même quantité d'étoffe que si vous ne dissolviez la même dose que dans 5 à 6 grammes d'eau. Il ne faut pas non plus que les dissolutions soient trop étendues; il n'y aurait plus qu'un simple dépôt à la surface de l'étoffe. C'est avec 5 de persulfate de fer et 70 d'eau qu'on a obtenu les teintes les plus fixes.

Pour rehausser la couleur du coton après le bain de prussiate, on le laisse simplement dans l'eau acidulée, pendant trois heures. Pour la soie, après le pied de fer, on passe au savon, et après on acidule le bain de prussiate. Après qu'elle est rincée, on la trempe dans l'ammoniaque faible pour l'aviver. Un inconvénient de cette teinture, c'est que quand le bain de fer est exécuté négligemment, l'étoffe conserve une certaine raideur; mais entre des mains habiles, elle donne d'admirables résultats.

Le moyen suivant est d'une exécution plus facile, et par conséquent à la portée de tout le monde. On mordance l'étoffe que l'on veut teindre avec l'oxymuriate d'étain à la température de 60 degrés environ; on rince, et l'on porte dans un bain composé de

Prussiate de potasse.	1,000
Acide tartrique.	1,400
Eau.	10,000

Pour que l'étoffe ne se tache pas, il est important que les deux sels soient dissous avant que de passer au bain; on porte à l'ébullition pendant une heure, plus ou moins, suivant la teinte que l'on veut obtenir. Le bain peut servir plusieurs fois en produisant des nuances de plus en plus claires.

La laine est rincée d'abord à l'eau, puis ensuite abandonnée une heure ou deux dans un mélange de deux parties d'acide muriatique, 1 d'acide nitrique, et 7 d'eau.

Après un nouveau lavage à l'eau pure, elle est propre à être versée dans le commerce. Les mêmes proportions de prussiate et d'acide tartrique, convenablement épaissies avec de la gomme ou de la dextrine, peuvent s'appliquer de même par impression; on fixe à la vapeur, le reste est comme

à l'ordinaire. Un mélange susceptible de donner de beaux bleus est partie égale de prussiate rouge et de perchlorure de fer, tous deux bien purs et ne précipitant pas ensemble, qu'on applique sur des étoffes mordancées au sel d'étain.

(*Musée de l'Industrie.*)

ÉCLAIRAGE PAR LES HUILES ESSENTIELLES

DE HOUILLE, DE SCHISTE, ETC.

PAR MM. BUSSON-DUMAURIER ET ROUEN.

Un jet de vapeur d'essence de houille, de schiste, etc., projeté libre dans l'atmosphère, sous une pression de 1 à 6 centimètres de mercure, s'y enflamme et brûle sans fumée, et cette combustion parfaite, comme le remarquent les auteurs, est due à l'excès même de carbone que contient cette sorte de vapeur ; en sorte qu'ils ont trouvé le remède dans la cause même du mal. En effet, par cela même que la vapeur d'essence est très-carbonnée et sa combustion très-fuligineuse, elle est moins inflammable que la vapeur d'alcool, par exemple, et il s'ensuit qu'en donnant au jet de cette vapeur une certaine vitesse, elle ne s'enflammera plus sur l'orifice d'émission, mais seulement à distance de quelques centimètres de cet orifice, au point où, d'une part, sa vitesse sera notablement ralentie, et où, d'autre part, elle se sera assimilé une quantité d'air assez considérable (quatre à cinq fois son volume) pour sa combustion parfaite.

Ce principe une fois bien reconnu, il était facile d'en déduire, comme ils l'ont fait, un appareil très-simple, que l'on peut se représenter par un siphon renversé ayant une grande branche terminée par un renflement qui sert de réservoir, et une petite branche terminée par un étranglement qui donne lieu au jet de vapeur.

L'appareil ainsi disposé, il ne s'agit plus que d'adapter sur l'extrémité de la petite branche portant le jet une courte cheminée métallique, dans laquelle l'inflammation se produit et s'entretient, de telle sorte que la naissance de la flamme bleue et peu éclairante reste engagée dans cette cheminée pour l'échauffer et entretenir l'évaporation, tandis que le prolongement de la flamme en dehors de la cheminée jette la plus vive lumière.

En bouchant l'extrémité supérieure de cette cheminée, et en y pratiquant plusieurs trous circulaires du diamètre de 2 à 4 millimètres, la flamme alors s'en échappe en une couronne d'une forme très-régulière. Ainsi divisée, la combustion est plus calme et moins bruyante.

La qualité de la flamme est très-remarquable; son intensité égale au moins celle du gaz oléfiant.

Indépendamment de l'intérêt scientifique qu'offre l'invention de MM. *Busson* et *Rouen*, elle présente encore un point de vue économique de la plus haute importance. Si, comme il y a lieu de le penser, la matière première de cet éclairage peut être fournie au consommateur au prix de 20 fr. les 100 kilogrammes, il en résultera les rapports des prix suivants avec les éclairages existants.

L'éclairage nouveau serait à l'éclairage au gaz comme 1 est à 6.

L'éclairage nouveau serait à l'éclairage à l'huile comme 1 est à 8, c'est-à-dire que le même prix pourrait fournir, avec bénéfice, quatre fois autant de lumière que le gaz, et six fois autant que l'huile. M. *Lahore* a fait une étude particulière de ces matières et des appareils pouvant servir à leur combustion, et s'est fait privilégié en France et à l'étranger pour leur invention.

(*Académie des Sciences.*)

ENCOLLAGE DES CHAINES POUR LES TISSUS,

PAR M. ANDREW JUNIOR, MANUFACTURIER A MANCHESTER.

(Patente anglaise.)

Le breveté emploie, au lieu de la farine de blé, la féculle tirée des pommes de terre ou des autres végétaux analogues; il dit que cette substance a été, il est vrai, appliquée à cet usage, mais sans aucun avantage, ce qu'il attribue aux vices des procédés que l'on a suivis, et il ajoute que, jusqu'à présent, la féculle a toujours perdu, avant l'emploi, les propriétés que l'on y recherchait.

L'auteur opère donc de la manière suivante :

Au lieu de préparer à la fois de grandes quantités de féculle, dont la consommation se prolonge, ce qui en altère la qualité, il en fait prendre par chaque ouvrier seulement autant qu'il en faut pour le moment présent, et la fait employer immédiatement, avant qu'elle ait pu se refroidir. Le vase où l'on met la féculle dans cette machine doit être doublé de laiton. Tout le procédé consiste donc à mêler ainsi de petites quantités de féculle et d'eau chaude, et à s'en servir sur-le-champ. Les effets en sont évidents à la première vue, dit le breveté, et l'on est frappé de la propreté, de la régularité et du fini des chaînes, ainsi que de la facilité avec laquelle on peut ensuite exécuter le tissage, surtout lorsque l'on compare les résultats à ceux que l'on obtient par l'usage de la farine de froment.

L'auteur ajoute que, outre les avantages dont il vient d'être question, il obtient un bénéfice de 70 pour 100 sur la matière première, et une diminution notable sur la main-d'œuvre.

(*Journal des Usines.*)

PERFECTIONNEMENTS DANS LES BARREAUX DE GRILLES,

APPLIQUÉS

AUX FOYERS DE CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Il y a peu de temps, M. Swan Schlumberger a fait connaître à la Société industrielle de Mulhouse le système de barreaux très-minces qu'il a appliqués dans son établissement.

Cet habile manufacturier a fait remplacer, il y a peu de temps, sur des grilles de 1^m08 de largeur et 1^m28 de longueur, les barreaux de fonte très-épais, au nombre de 18 seulement, par des barreaux beaucoup plus minces, ne portant que 15 millim. d'épaisseur, et au nombre de 53. Ces barreaux minces sont fondus avec soin et en fonte douce. Après la fusion, ils ont été dressés au marteau, pour laisser entre chacun d'eux un vide régulier ; le peu d'épaisseur des barreaux permet de faire facilement cette opération, qui n'était pas possible avec les anciens plus épais. Ils sont garnis, sur leur longueur, de trois renflements ou soutiens de 5 millim. d'épaisseur, qui servent à maintenir les barreaux à égale distance et les empêchent de se voiler par la chaleur.

M. Schlumberger observe que l'on passe sur la meule la face supérieure de ces barreaux, et les soutiens de côté, afin que la grille mise en place forme une surface bien plane, sans aspérités, et que tous les barreaux soient également espacés. Quoique si minces, ils portent parfaitement une forte charge de houille, parce que ne rougissant jamais, à cause de la grande quantité d'air qu'ils laissent passer, ils ne risquent pas de se ployer.

Ayant eu l'occasion de voir, il y a quelques années, chez M. Tresel, ingénieur-mécanicien à Saint-Quentin, une grille également faite avec des barreaux minces, nous l'avons prié de vouloir bien nous donner quelques renseignements à ce sujet. Voici la lettre qu'il nous a écrite en réponse ; nous croyons devoir la transcrire littéralement :

« Vous me demandez, Monsieur, des renseignements sur les barreaux minces pour fourneaux ; c'est sur la fin de 1839 que j'ai employé ce genre de barreaux, et j'ai fait une notable économie sur le combustible ; seulement il faut bien indiquer au chauffeur la manière de diriger son feu, car

il y en a beaucoup qui ne peuvent en venir à bout, si tout n'est pas dans des conditions voulues. J'en ai fourni considérablement depuis cette époque, parce qu'on les réussissait très-bien dans ma fonderie. Ils ont 0,012 d'épaisseur; quelle que soit la longueur, il ne doit exister qu'un intervalle de 0,006 entre chaque barreau, et la largeur varie au milieu en raison de leur longueur; au milieu, à la partie inférieure, ils ne portent que 3 millimètres 1/2 (0,0035).

« Voici les dimensions des barreaux pour des chaudières de 10 et de 15 chevaux :

	10 chevaux.	15 chevaux.
Longueur totale du barreau. . .	0 ^m 950	1 ^m 060
Hauteur aux extrémités.	0 040	0 040
Hauteur au milieu.	0 095	0 110

« Des petits mamelons très-étroits sont ménagés, l'un à droite et l'autre à gauche, et servent à maintenir l'écartement; il faut que ces barreaux soient bien faits de fonte et très-droits, et on ne tisonne plus dans ces fourneaux avec des ringards comme dans l'ancien système, mais bien avec une petite palette disposée exprès; aussi on ne trouve dans le cendrier que des cendres grises. On conçoit dès lors l'économie qui doit en résulter, puisqu'on ne trouve plus ni charbon non brûlé, ni escarbilles, qu'il était nécessaire de trier à la claire et à la main, ce qui prenait beaucoup de temps au chauffeur et qui lui faisait négliger souvent sa machine. On ne retire que des cendres que l'on met d'un côté et les mâchefers de l'autre.

« On conçoit aussi l'activité qui doit résulter dans un foyer garni de ces barreaux, quand dans une grille qui contenait 17 barreaux anciens il en est entré 42; on a donc presque triplé les vides qui doivent admettre l'air à travers le combustible pour sa combustion, etc. Il y a du reste beaucoup à dire sur la manière dont bien des chauffeurs conduisent les foyers en général; j'ai vu, dans le même fourneau, brûler plus d'un tiers de combustible par différents chauffeurs. On se plaint généralement de consommer beaucoup de combustible, mais on ne tient aucun compte de la manière de conduire un foyer; lorsque tout est disposé comme je l'ai fait établir dans plusieurs localités, cela tient presque toujours du chauffeur, lorsque le foyer est bien établi par les soins que l'on doit apporter : direction du foyer, qualité du combustible, entretien du générateur pour les dépôts calcaires, épaisseur du combustible sur la grille (car peu de chauffeurs, je dirai même beaucoup de propriétaires de machines, ne savent pas que c'est l'oxygène de l'air qui fait la combustion, et qu'il faut que l'air traverse facilement la masse du combustible, qui se trouve,

dans la plupart des foyers, d'une grande épaisseur et souvent tassé à la pelle); nettoyage du foyer par moitié de sa largeur, pour l'enlèvement des scories ou mâchefers, la manipulation raisonnée du registre qui joue un si grand rôle dans la consommation du combustible et la concentration du calorique, nettoyage des conduits, etc., etc.

« Si ces renseignements peuvent vous être utiles, je vous les transmets avec plaisir, et vous prie de recevoir mes salutations amicales. » TRÉSEL.

Nous pouvons conclure, avec M. Schlumberger, de l'emploi de ces barreaux minces, qu'ils présentent les avantages suivants :

1^o Par les écartements réguliers, et en raison de leurs nombreux intervalles, l'air est introduit dans le foyer en grande quantité et uniformément sur toute la surface;

2^o Le tirage est très-grand et la combustion très-régulière et presque parfaite, car la cendre qui tombe dans le cendrier est blanche comparativement à celle des autres foyers;

3^o Ces barreaux durent plus longtemps, puisque la quantité d'air qui s'introduit sous la grille la rafraîchit continuellement et les empêche de se brûler;

4^o La houille, même de qualité fondante ou glutineuse, ne s'attache jamais à la grille;

5^o Enfin, le prix de revient est moins élevé que celui des anciens barreaux, parce qu'en somme ils sont plus légers que ceux-ci.

Nous avons vu chez MM. Pihet un grand nombre de ces barreaux minces, fondus et exécutés avec beaucoup de soin.

Dans la première livraison, IV^e vol., nous avons donné sur les barreaux et les chaudières des données et calculs qui feront voir que le sujet est l'objet d'études sérieuses.

EXPÉRIENCES SUR LES DIVERS APPAREILS

EMPLOYÉS DANS L'AÉRAGE DES MINES,

PAR M. GLÉPIN.

Nous avons publié, dans le deuxième volume de ce Recueil, les tracés et la description de plusieurs appareils appliqués à l'aérage des mines, d'après les dessins qui nous ont été communiqués par M. Raimbeaux. Nous croyons devoir donner un résumé des résultats d'expériences faites par M. Glépin, sur ces appareils établis dans les différentes mines de houille de la Belgique, d'après le mémoire fort intéressant publié par cet ingénieur dans le *Bulletin du Musée de l'Industrie* (1843).

Il résulte de ces expériences :

1^o Que pour une même dépense de combustible, les foyers, au bas de puits profonds et parfaitement secs, produisent un tirage à peu près deux fois et demie plus considérable que celui que l'on peut obtenir au moyen du ventilateur de M. Combes, mis en mouvement par une machine à vapeur à haute pression, sans détente ni condensation;

2^o Que tous les autres appareils peuvent être classés dans l'ordre suivant, relativement à leur effet utile pratique :

NOMS DES APPAREILS.	FORCE motrice transmise.	FORCE motrice utilisée.
Machines aspirantes à mouvement alternatif.....	100	25 à 40
Ventilateur de M. Combes.....	<i>Id.</i>	25 à 39
Vis de M. Motte.....	<i>Id.</i>	47 à 26
Ventilateur à ailes planes de M. Letoret.....	<i>Id.</i>	46 à 20
Ventilateur de M. Pasquet.....	<i>Id.</i>	10 à 24
Injection de la vapeur d'eau dans les cheminées d'aérage.....	<i>Id.</i>	6,8
Ventilateur à ailes planes, en fer de lance	<i>Id.</i>	5
Foyer établi près de la surface et surmonté d'une cheminée de 40 à 50 mètres de hauteur	<i>Id.</i>	4 à 5,5
Appareil de M. Méhu.....	<i>Id.</i>	4,8 à 5,5
Injection de la vapeur d'eau dans les puits d'aérage	<i>Id.</i>	3,5
Cheminée d'aérage dans laquelle se rendent les produits de la combustion du foyer et la vapeur d'une machine à haute pression, lorsqu'elle a produit son effet mécanique.....	<i>Id.</i>	0,8
Cheminée d'aérage dans laquelle se rendent les produits de la combustion du foyer d'une machine à vapeur.....	<i>Id.</i>	0,5

3^o Que tous les appareils susceptibles d'être appliqués à la ventilation des mines peuvent être classés dans l'ordre suivant, relativement à leurs frais de premier établissement (1) :

(1) Les frais du premier établissement ont été déterminés, par M. Glépin, dans l'hypothèse où tous ces appareils seraient destinés à remplacer la machine à piston de *l'Espérance*, en produisant le maximum d'effet utile indiqué dans son mémoire.

NOMS DES APPAREILS.	FRAIS de premier établissement par force de cheval-vapeur, de travail utile disponible.
Foyer intérieur utilisant 0,8 de la chaleur totale développée et construits comme celui du puits n° 10 du Grand-Hornu.....	fr. c. 468 56
Foyer d'Anzin utilisant 0,8 de la chaleur totale développée.....	441 00
Foyers semblables à celui du puits n° 10 du Grand-Hornu et établis dans les mêmes conditions que celui du puits n° 5.....	672 00
Foyers d'Anzin établis dans les mêmes conditions que celui du puits n° 5 du Grand-Hornu.....	1794 00
Ventilateur de M. Combes.....	4023 40
Ventilateur de M. Pasquet, semblable à celui de la fosse Saint-André-du-Poirier.....	5060 76
Vis de M. Motte semblable à celle de Trienkaisin.....	5060 76
Ventilateur de M. Letoret.....	6447 44
Machine à pistons semblable à celle du Grand-Buisson.....	6688 42
Machine à cloches plongeantes.....	7141 54
Appareils de M. Méhu.....	7852 92
Ventilateur à ailes planes, en fer de lance.....	15429 67
Foyers établis près de la surface et construits comme celui du puits n° 11 du Grand-Hornu.....	20583 35

4° Qu'enfin ces mêmes appareils peuvent être classés dans l'ordre suivant, relativement à leurs frais de service annuel :

NOMS DES APPAREILS.	FRAIS DE SERVICE par force de cheval-vapeur de travail utile produit.
Foyers intérieurs utilisant 0,8 de la chaleur totale développée.....	fr. c. 4224 63
Ventilateur de M. Combes, et machines aspirantes à mouvement alternatif, construites comme celles du Grand-Buisson et de Marihaies.....	4300 à 4400
Vis de M. Motte.....	4755 93
Ventilateur de M. Pasquet.....	4755 93
Ventilateur de M. Letoret.....	2319 44
Foyers intérieurs utilisant 0,25 de la chaleur totale développée.....	4033 74
Appareil de M. Méhu.....	7479 39
Ventilateur à ailes planes, en fer de lance.....	8235 59
Foyers établis près de la surface.....	45414 27

APPAREIL POUR TOURNER LES PIÈCES LONGUES,

PAR MM. COLLINS ET WISTER, DE STACY COSTILL, COMTÉ DE PHILADELPHIE.

(Patente américaine.)

La pièce est fixée dans un mandrin et passe dans une lunette pratiquée au milieu d'un plateau attaché sur un support à chariot. Autour de cette lunette sont fixés trois segments concaves qui glissent dans des rainures dirigées dans le sens du rayon, et qui servent à faire varier la dimension réelle de la lunette, pour la proportionner à celle montée sur le tour. Ces trois segments sont munis par un second plateau dans lequel sont creusées trois rainures excentriques, où pénètrent des saillies pratiquées sur les segments. Il suffit donc de tourner ce second plateau, pour éloigner ou rapprocher à volonté les segments du centre de la pièce. Sur l'un de ces segments (sans aucun doute du côté vers lequel se transporte le support à chariot), est attaché solidement l'outil destiné à couper la matière.

(Journal des Usines.)

NOUVELLE MACHINE A VAPEUR, DITE A DISQUE,

PAR M. D'HUNNEZEL.

Dans cette machine, l'espace dans lequel agit la vapeur est le volume engendré par une portion de secteur tournant autour d'un axe horizontal; il est limité par deux surfaces coniques, par une surface annulaire, et par une sphère qui est mobile et porte un disque auquel la vapeur imprime un mouvement tel que la tige perpendiculaire à ce disque décrit une surface conique et communique, par l'intermédiaire d'une manivelle, un mouvement de rotation à l'axe principal. La distance entre les deux cônes est déterminée par l'épaisseur du disque, de manière que celui-ci soit toujours tangent aux deux cônes. Dans le mouvement qui se produit, chaque rayon d'une face du disque vient, à chaque révolution, s'appliquer sur la même arête du cône du même côté. Une cloison fixe, placée entre les deux cônes et la surface annulaire, traverse le disque, lequel présente, à cet effet, une fente, laissant assez de jeu, de part et d'autre de la cloison, pour qu'il y ait communication entre les espaces situés de chaque côté du disque. Des orifices, ménagés dans l'enveloppe annulaire, servent respectivement à l'introduction et à l'émission de la vapeur.

Afin d'empêcher le passage de la vapeur au delà des arêtes de contact, la surface du disque est armée, dans le sens des rayons, de cannelures sail-

lantes, qui engrènent avec des saillies de même forme, placées à la surface des deux cônes. De cette manière, le contact a toujours lieu, suivant deux ou trois dents à la fois. Sur la circonference du disque, une garniture métallique à ressorts établit le contact avec la surface annulaire, par une disposition analogue à celle des garnitures de piston ordinaire. Des boîtes à étoupes qu'on lubrifie constamment, et dans lesquelles agissent des vis de pression, empêchent les fuites de vapeur à la surface des joints sphériques.

En comparant la machine à disque aux machines ordinaires, l'on reconnaît que, dans les circonstances données, la première pourra mériter la préférence par les qualités suivantes qui lui sont propres :

1^o Elle est d'un poids faible, ce qui permet de la déplacer et de la transporter facilement et à peu de frais, et rend son usage commode pour les travaux temporaires d'extraction et d'épuisement ;

2^o Elle occupe peu de place ;

3^o La grande vitesse qu'elle peut imprimer directement à l'arbre de couche sera, dans beaucoup de cas, très-favorable pour le travail auquel on l'appliquera, et évitera alors l'emploi des roues d'engrenage ;

4^o Le prix des machines à disque est très-inférieur à celui des machines ordinaires ; il est de 250 fr. par force de cheval pour les machines sans condenseur de plus de 10 chevaux de force, et de 500 fr. avec condenseur.

Quant aux frottements que la machine éprouve, ils sont de trois espèces :

1^o Celui qui a lieu dans le joint sphérique ;

2^o Celui qu'exerce la garniture du disque sur la surface annulaire ;

3^o Les frottements qui s'exercent au contact des dents. Si les pertes de forces qui résultent de cette dernière cause et de l'obliquité de l'action de la vapeur par rapport à la direction du mouvement, tendent à faire considérer la machine à disque comme inférieure pour l'économie de la force aux machines à piston, celles-ci ont de leur côté le désavantage d'occasionner d'autres pertes par les changements de direction du mouvement de la tige, par l'espace nuisible que le piston laisse à la fin de chaque course, et par une grande complication nécessaire pour la transmission de la force motrice. (*Annales des Mines.*)

Cette machine est construite par MM. Davies et C^{ie}, à Birmingham.

Nota. On s'occupe aussi beaucoup, en France, des machines rotatives ; on voit, depuis quelques années, un grand nombre de brevets demandés pour cet objet ; mais jusqu'à présent, il ne paraît pas qu'on ait réussi d'une manière satisfaisante. M. Pecqueur, habile mécanicien, qui s'est occupé de cette question depuis fort longtemps, en a quelques-unes qui fonctionnent

et ont donné des résultats. Son système a été publié dans les bulletins de la Société d'encouragement.

Nous avons parlé, dans le deuxième volume de ce Recueil, des machines à cylindre rotatif de Romancé, construites aujourd'hui par MM. David et Barreau.

MOYEN DE FABRIQUER ET D'AFFINER IMMÉDIATEMENT LE FER,

PAR M. CLAY.

Ce procédé qui est employé à l'usine de Shirva, près de Kirkhillintoch, en Écosse, a pour objet de fabriquer immédiatement le fer, en mélant au minerai une proportion de carbone qui excède 28 pour 100, et en puddlant le mélange dans un four à réverbère, sans avoir fait passer préalablement le fer à l'état de fonte dans un haut fourneau.

L'auteur prend du minerai de fer en roche, grillé ou non, contenant 45 pour 100 de fer; il le broie entre deux meules et le passe à travers un tamis dont les fils sont au nombre de 14 au centimètre : il mèle alors le minerai avec 30 ou 40 pour 100 de houille, de coke, de charbon de bois, d'anthracite, ou de toute autre matière charbonneuse réduite au même degré de finesse, et verse ce mélange dans une trémie disposée au-dessus d'un four à puddler. Le mélange est brassé toutes les cinq minutes jusqu'à ce qu'on le voie prendre l'aspect métallique et que les parties les plus chaudes commencent à devenir adhérentes. On donne alors un violent coup de feu, on forme la balle et on la porte au martinet.

L'auteur recommande d'employer, pour le mélange de la matière charbonneuse, 30 parties de cette matière pour 100 parties de minerai contenant 50 pour 100 de fer. Lorsque le minerai est encore plus riche, il ajoute une demi-partie de matière charbonneuse pour chaque centième de fer en sus de 50 pour 100.

Il conseille de faire passer la cheminée du four à puddler dans une chambre où l'on chauffe la charge qui doit être puddlée après le traitement de celle qui est sur la sole.

Il propose aussi de fabriquer le fer en combinant le procédé qui précède avec l'emploi d'une certaine quantité de fonte qu'il mèle à doses égales avec le minerai.

Si l'on emploie un four à puddler simple, on doit ajouter la fonte au moment où le mélange se trouve parfaitement échauffé; si le four est à deux soles, on doit faire cette addition au moment où l'on attire le minerai sur la sole de travail.

M. Clay assure que ce traitement est plus facile que le puddlage pratique.

qué sur du fin métal ordinaire, et il ne faut pas plus d'une heure et demie pour obtenir du fer prêt à être cinglé ou passé dans les lamoins. On le réchauffe, on le cingle et on le lamine une seconde fois, et l'on obtient, après cette nouvelle opération, des barres de qualité supérieure. La fonte que fournissent les scories est aussi de meilleure qualité, en ce qu'elle est exempte de la portion de phosphore qui est souvent apportée par la castine qu'on emploie.

On dit aussi que le fer ainsi obtenu est susceptible de fournir de l'acier d'une qualité supérieure, en le traitant par la méthode de Heath, c'est-à-dire en le combinant avec du manganèse, pour obtenir un acier fondu facilement soudable avec le fer; ce qui permettrait, par conséquent, de fabriquer en acier fondu toute la coutellerie qu'on établit aujourd'hui en acier de cémentation.

(*Civil engineers Journal.*)

MACHINE CONTINUE

POUR LE TRANSPORT ASCENSIONNEL DES TERRES,

PAR MM. SAMUEL ET DECOUDIN.

Cette machine, pour laquelle les inventeurs viennent de prendre un brevet d'invention, est d'une disposition fort simple et d'une application très-utile dans les travaux des fortifications, des terrassements pour les chemins de fer, canaux, etc. Elle consiste en deux doubles chaînes sans fin, verticales ou inclinées, passant sur des rouleaux parallèles, et portant des traverses sur lesquelles viennent s'accrocher d'elles-mêmes des brouettes chargées de terre, qui sont amenées par un ouvrier sur un plateau situé au-dessous de l'appareil, et d'où elles sont prises successivement par les chaînes, et relevées jusqu'à la partie supérieure, sans craindre le moindre dérangement. Parvenues au sommet, elles se détachent aussi d'elles-mêmes des chaînes sans fin, pour être prises par un autre ouvrier, qui les déverse à l'endroit voulu.

L'appareil est mû par une petite machine à vapeur, appliquée à sa partie inférieure. Cette machine, de la force de deux chevaux au plus, suivant le travail, marche avec une vitesse de 60 tours par minute, et fait faire dans le même temps deux tours complets à la chaîne sur une hauteur verticale de 10 mètres, c'est-à-dire qu'elles parcourent une distance de plus de 80 mètres par 1', montée et descente. Les auteurs estiment qu'avec la force d'un cheval-vapeur, ils peuvent éléver 150 mètres cubes de terre à 10 mètres de hauteur, par journée de 12 heures. Leurs brouettes contiennent ordinairement 1/16 de mètre cube.

Cet appareil, en activité aux fortifications de Paris, paraît avoir reçu l'approbation du génie militaire, comme étant d'une construction très-simple, facile à manœuvrer et à transporter, et n'exigeant pas des ouvriers, pour se charger et se décharger, d'autres instruments que ceux en usage, puisqu'ils n'emploient que les mêmes brouettes.

M. Dewilde, mécanicien d'Arras, connu pour la construction de ses machines à vapeur et presses hydrauliques, vient aussi d'établir un appareil à vapeur pour servir au transport des terres ; il a également pour but d'élèver des terres et des matériaux à de grandes hauteurs. Malgré les avantages réels que paraît présenter cet appareil, dans tous les grands travaux d'art, il n'a pu obtenir de le faire opérer sur les fortifications de Paris. De ce côté, comme sous plusieurs autres rapports, nos constructeurs français ne sont guère encouragés.

NOUVEL APPAREIL

DESTINÉ

A OBTENIR DES BOUDINS OU LOQUETTES CONTINUES DES CARDES PLOQUEUSES,

PAR MM. A MÉNAGE ET ARMINGAUD, A ELBEUF.

Plusieurs années d'expérience ont suffisamment démontré la supériorité des fils cardés obtenus par le boudin continu des cardes dites américaines.

Cette supériorité est due principalement à ce qu'au moyen de ce boudin on a évité de faire les loquettes qui présentaient des rattachés et des irrégularités aux endroits de jonction par la superposition (5 centimètres environ) des extrémités des loquettes qui, étant à ces extrémités aussi fournies que dans toute leur longueur, donnent ainsi le double de filaments de laine à ces jonctions, et présentent par conséquent un étirage irrégulier au métier en gros dit Bely, irrégularité qui se produit dans le fil.

Ces inconvénients sont d'autant plus grands qu'en confiant à des enfants le soin de rattacher ces loquettes au métier en gros, elles se trouvent allongées dans leurs mains par le transport et leur propre poids, et les soudures sont inégalement faites.

Cependant, malgré la supériorité du fil obtenu par le boudin continu des cardes dites fileuses, beaucoup d'industriels ont cru remarquer que par cela même que ce fil s'obtenait en pressant la laine en long, au sortir de la carte, et que les filaments étaient superposés parallèlement et non en travers, il offrait moins de facilité au garnissage des étoffes, et que l'apprêt en devait être moins doux et moins brillant ; aussi quelques-uns ont-ils renoncé à employer ces cartes pour leurs fils.

C'est donc pour remédier à ces inconvénients que MM. Ménage et Armingaud ont cherché, par leur appareil, à obtenir tous les avantages de la régularité du boudin continu ancien, sans en offrir l'inconvénient ; le boudin qu'ils obtiennent n'est plus pris en long, mais en travers, comme celui des anciennes loquettes.

Déjà, depuis quelque temps, on a cherché à obvier aux inconvénients signalés plus haut dans les cardes à loquettes, en obtenant des loquettes soudées mécaniquement, qui tombent dans des pots ou augets, en loquettes continues pour être portées ensuite au métier en gros.

Dans les divers moyens employés jusqu'à ce jour, on n'a eu en vue que la suppression du travail des enfants pour la soudure des loquettes, mais ces soudures, quoique faites mécaniquement, présentent encore, comme par le passé, le double de filaments de laine, puisque les extrémités étant aussi garnies que le reste de la loquette, leur réunion donne deux fois plus de laine, et qu'ainsi l'inconvénient signalé au rattaché des loquettes faites à la main subsiste également à ces loquettes continues. Puis, enfin, ces loquettes continues, qu'elles soient dans un pot ou dans des augets, exigent encore les soins d'un enfant derrière le métier en gros, pour en surveiller la livraison, laquelle ne peut se faire sans étirage, selon que ces loquettes sont plus ou moins tassées ou mélées dans l'auget.

Par le nouvel appareil, que l'on fasse du boudin continu ou des loquettes, les soins d'un enfant derrière le métier sont inutiles.

Les soudures non-seulement sont toujours régulières, étant faites mécaniquement, mais encore elles ne présentent pas plus de filaments de laine à leur jonction que dans toutes les autres parties, et permettent ainsi d'obtenir un fil toujours égal et régulier. Cette répartition égale de la matière s'obtient par le double biseau angulaire des extrémités des plaques du peigneur cylindrique, qui, ainsi, ne donne à chaque extrémité que la quantité de laine nécessaire pour, par leur double superposition, ne produire dans sa jonction qu'une épaisseur égale de laine au reste du corps du boudin ou de la loquette.

Au moyen du rouleau, ajouté par les inventeurs, et sur lequel s'enroule le boudin ou la loquette, on évite l'étirage existant dans les autres appareils, puisque, soit qu'elle soit placée dans un pot ou dans un auget, elle s'étire et s'éfile par son propre poids, pour se livrer au métier en gros à chaque aiguillée, tandis que la livraison du rouleau, se faisant mécaniquement à l'aide de pignons, comme dans les métiers à boudin américain, elle sera toujours uniforme et sans aucun étirage, n'ayant aucun effort à éprouver.

Ainsi ce nouvel appareil présente tous les avantages du boudin continu pris en long, sans en avoir les inconvénients ; il a le mérite de pouvoir

s'appliquer à toutes les anciennes cardes, et au moyen d'un peigneur de rechange, faire alternativement, soit du boudin continu, soit des loquettes continues, selon que l'on voudra filer plus ou moins fin.

En résumé, cet appareil, ainsi disposé, présente les particularités suivantes :

1^o Largeur variable des plaques du peigneur, selon que l'on veut obtenir du boudin ou des loquettes ; plaques de cardes du peigneur à extrémités découpées en biseau pour, dans le croisement et la superposition des bouts, ne former qu'une égale épaisseur au reste du corps desdits ;

2^o Papillon à mouvement circulaire continu pour détacher les boudins ou loquettes du bas, terminé par un biseau très-prononcé ;

3^o Volant à coulisse variable excentrique, pour régler la course du peigne détacheur, suivant la hauteur et la largeur des plaques ;

4^o Système récepteur des boudins ou loquettes ne prenant pas plus d'emplacement par son addition à la carte que celui nécessité par la carte elle-même, et mouvements distinctifs de va-et-vient des frotteurs ;

5^o Disposition particulière de la chaîne à augets oscillants ou à bascule, et des bascules à contre-poids, en opposition des tocs ; le déclanchement des bascules est déterminé par le nombre des boudins ou loquettes que l'on veut obtenir.

Mais le caractère distinctif de cet appareil consiste à obtenir la laine à sa sortie du peigneur, soit en boudins, soit en loquettes, qui s'enroulent sur un cylindre pour supprimer tout travail manuel, et rivaliser avec succès contre les boudins à fil uni des cardes américaines.

M. A. Ménage a pris un brevet d'invention et de perfectionnement de dix ans pour les diverses améliorations que nous avons essayé d'énumérer.

EXPÉRIENCES SUR UNE TURBINE HYDRAULIQUE

RÉCEMMENT ÉTABLIE

AUX MOULINS DE MONTIGNY-SUR-AVRE, PRÈS TILLIÈRES (EURE),

PAR MM. CALLON ET FILS, INCÉNIEURS CIVILS HYDRAULICIENS,

A PARIS.

Cette turbine est du genre de celles qu'Euler a proposées pour la première fois dans les mémoires de l'Académie de Berlin (année 1754), et dont Navier a posé la théorie, incomplète à certains égards, dans ses notes sur l'Architecture hydraulique de Bélidor ; elle consiste, par conséquent, en une roue annulaire à aubes courbes et à axe vertical, qui reçoit l'eau d'un

réservoir placé au-dessus d'elle, au moyen d'un grand nombre d'*orifices injecteurs, inclinés et évasés convenablement*, et distribués sur toute la circonférence de la roue.

Le volume de la rivière d'Avre sur laquelle est établie la turbine dont il s'agit ici, varie, suivant les saisons, de 1,200 à 2,500 litres par seconde. Il est rare qu'il baisse au-dessous du plus petit de ces deux chiffres, et il ne s'élève au-dessus du plus grand que dans les *crues* proprement dites, les-quelles durent très-peu de temps et ne doivent pas être prises en considération dans l'établissement d'un récepteur destiné à fonctionner régulièrement et d'une manière continue pendant toute l'année. La chute *disponible* varie entre 1^m 25 et 0^m 90 environ, suivant les saisons, la plus faible répondant, bien entendu, au plus grand des deux volumes précités.

Le moulin à blé, à l'anglaise, que cette turbine est destinée à mettre en mouvement, n'étant pas encore complètement monté à l'époque où les expériences ci-après ont été faites (1^{er} et 2 août 1843), on n'a pas pu contrôler, par la quantité de mouture produite, les résultats accusés par le frein dynamométrique ; mais la chose est peu regrettable, car on sait combien de causes diverses peuvent contribuer à jeter de l'incertitude sur les aperçus qu'on peut déduire de l'observation des produits fabriqués.

Le frein était appliqué sur l'arbre même de la turbine : il se composait de deux pièces de bois enveloppant, sur les trois quarts environ de son pourtour, un manchon à joue, en fonte, tourné avec soin, et ayant 0^m 48 de diamètre sur 0^m 25 de largeur. On avait équilibré le frein à l'avance, en le faisant reposer, garni de ses boulons, sur un couteau placé d'équerre au point correspondant au centre de rotation.

La corde, choisie bien souple, était attachée à l'extrémité d'un secteur dont le frein était muni, s'enroulait sur ce secteur, puis sur une poulie de 0^m 33 de diamètre, très-mobile, pour redescendre enfin verticalement et s'accrocher à un plateau de balance ordinaire dans lequel on mettait les poids. Le rayon du frein, mesuré depuis le centre de rotation jusqu'au milieu de la corde enroulée sur le secteur, était de 3^m 017. Les oscillations du frein pendant les expériences, étaient très-faibles et très-régulières, surtout au bout d'une heure environ, lorsque le manchon en fonte se fut achevé de polir entièrement, par l'effet même du serrage des mâchoires sur son pourtour. Le frein était refroidi d'une manière continue, par deux courants d'eau dirigés dans plusieurs rainures ou rigoles pratiquées, 'en différents sens, dans les mâchoires en bois.

Le tableau suivant présente le résumé des diverses expériences faites avec le frein dont nous venons de parler, et auxquelles ont bien voulu coopérer, avec beaucoup d'obligeance, MM. Brianchon et Jacqmin, ingénieurs des ponts et chaussées.

N ^o des expériences.	O ^u VERTURES des orifices injecteurs.	V ^O L ^M de l'eau déversée par seconde.	CHUTE.	POIDS suspendu au frein, y compris le poids du plateau lui-même.	N ^O M ^B de tours de la turbine par minute.	F ^O R ^C E D ^E P ^S E ^N E		F ^O R ^C E U ^T I ^L IS ^E en k \times m par seconde.		R ^E INDE ^M ENT.
						en k \times m par seconde.	en chevaux vapeur.	en k \times m par seconde.	en chevaux vapeur.	
1 0m,042	4241	4m,40	k.	192 5	49	4363	48 20	4156	45 41	84,7
2 Id.	Id.	Id.	Id.	197	47,6	Id.	Id.	4096	44 61	80,2
3 Id.	Id.	Id.	Id.	207	46,8	Id.	Id.	4099	44 63	80,5
4 0m,032	945	4m,02	137	14	964	12 85	694	9 26	72,0	
5 Id.	957	4m,05	137	45,6	4005	13 40	675	9 00	67,2	
6 0m,070	2441	0m,925	317	44,6	4953	26 04	4462	19 50	74,8	
7 0m,082	2358	0m,845	317	46	4993	26 57	4602	21 37	80,4	
			rayon du frein = 3m,017							

Dans les trois premières expériences, la chute a été constamment de 1^m 10 au lieu de 1^m 25, qui est sa hauteur réelle dans les circonstances où nous opérions. Le jaugeage a été fait de la manière suivante : on a fait couler l'eau (la turbine étant arrêtée, et l'usine supérieure ayant, depuis plusieurs heures, toutes ses vannes levées, afin de lâcher le produit naturel de la rivière), par une vanne de décharge ouverte de 0^m 500 et large de 0^m 993, mesure prise entre les poteaux. On avait ajusté sur le seuil de la vanne un madrier de 15 à 20 centimètres de hauteur, de manière à ce que l'orifice débouchât complètement dans l'air. La contraction avait eu lieu sur les quatre côtés de l'orifice, quoiqu'un peu faiblement sur l'un des côtés verticaux ; en conséquence, nous l'avons considérée comme ayant lieu sur trois côtés seulement, et nous avons pris pour coefficient de réduction de la dépense théorique le nombre

$$0,60 \times 1,035 = 0,62,$$

qui assurément est plutôt un peu trop fort que trop faible (1). Enfin l'eau pouvait être considérée comme stagnante dans le canal d'amont dont la section est très-grande. Dans ces circonstances, le niveau de l'eau en amont de l'orifice s'est fixé d'une manière bien nette à 0^m 825 au-dessus du

(1) Voir pour les tables et les calculs relatifs aux dépenses d'eau, le commencement de ce volume de la *Publication Industrielle*.

centre de cet orifice, en sorte que le volume débité par la vanne de décharge a été de

$$1000 \times 0,62 \times 0^m 993 \times 0^m 500 \times \sqrt{2g \times 0^m 825} = 1238 \text{ litres}$$

par seconde.

On a ensuite procédé aux trois expériences n°s 1, 2 et 3 pendant tout le cours desquelles (une heure au moins) l'ouverture des orifices injecteurs est restée la même (0^m 042), et le niveau d'amont s'est fixé, à quelques millimètres près, à la hauteur à laquelle il s'était tenu pendant le *jaugeage* : de cette manière on a satisfait à la double condition :

1^o De dépenser par la turbine le produit naturel de la rivière ;

2^o D'annuler l'influence des fuites qui avaient lieu par les vannes de décharge, fuites dont l'importance n'aurait évidemment pas été la même si, pendant les essais au frein, le niveau d'amont eût été plus ou moins haut que pendant le jaugeage.

Enfin, les trois expériences finies, on a procédé à un nouveau jaugeage avec les mêmes précautions et par la même vanne de décharge que ci-dessus, levée de la même quantité ; l'eau s'est alors fixée à 0^m 833 au-dessus du centre de l'orifice, c'est-à-dire que le volume écoulé par seconde a été de

$$1238 \times \sqrt{\frac{0,833}{0,825}} = 1244 \text{ litres.}$$

On peut donc admettre que, pendant les expériences précitées, le volume absorbé par la turbine a été compris entre 1238 et 1244 litres par seconde : soit 1241 litres.

La moyenne des expériences n°s 1 à 3 donnant pour rendement correspondant au volume des *basses eaux* plus de 81 pour 100, il est évident que la turbine nouvelle présente à cet égard un avantage notable sur la plupart des turbines connues. Sous ce rapport, notre but était donc atteint : cependant nous avons voulu nous rendre compte de ce qui arriverait si, par suite d'une sécheresse extraordinaire, le volume de la rivière baissait sensiblement au-dessous de 1200 litres par seconde. C'est dans cette vue qu'ont été entreprises les expériences n°s 4 et 5, dans lesquelles on n'employait qu'une partie de l'eau fournie par la rivière.

On a établi, à 5 ou 6 mètres en aval de la turbine, un barrage provisoire composé de madriers superposés, dont les joints étaient rendus bien étanches. La hauteur de ce barrage, au-dessus du radier du canal de fuite, était de 0^m 94, les madriers étant placés dans des coulisses ménagées dans les deux murs latéraux et retenus dans ces coulisses, au moyen de coins, le

barrage, dont la largeur était de 4^m37, ne présentait aucune saillie qui pût donner lieu à une contraction latérale. Enfin, l'usine inférieure ayant mis l'eau basse pendant toute la durée des expériences n°s 3 à 7, le niveau de l'eau, en aval du barrage en question, se tenait assez en contre-bas du bord supérieur du barrage pour que le déversoir pût être considéré comme *complet*; ou du moins, si l'écoulement pouvait se trouver légèrement entravé par la présence d'eau d'aval, l'omission de cette circonstance dans le calcul ne pouvait être que désavantageuse à la turbine, et dès lors elle ne pouvait nous être reprochée.

Ayant alors ouvert de 0^m032 les orifices injecteurs de la turbine, dans l'expérience n° 4, l'épaisseur de la lame, mesurée avant sa dépression et avec les précautions convenables, s'est fixée à 0^m230: elle était donc moindre que le tiers de la hauteur du barrage; par conséquent, nous nous trouvions dans les conditions pour lesquelles M. d'Aubuisson de Voisins (*Traité d'hydraulique*, 2^e édit., p. 88) conseille d'employer la formule:

$$D \text{ ou } Q = 1,96 \text{ LH } \sqrt{H} \text{ (1).}$$

Le volume était donc de

$$1000 \times 1,96 \times 4^m 37 \times 0^m 23 \sqrt{0^m 23} = 945 \text{ litres par } 1''.$$

Il est à remarquer que le jaugeage par la vanne de fond et celui par le déversoir établi en aval de la turbine concordent parfaitement entre eux, c'est-à-dire que les nombres 1241 et 945 litres, déduits de ces deux jaugeages, sont exactement proportionnels aux ouvertures correspondantes 0^m042 et 0^m032 des *orifices injecteurs*.

Dans la cinquième expérience, l'ouverture desdits orifices était la même, ou égale à 0^m032; mais le bief supérieur ayant un peu monté, les mêmes orifices débitaient un peu plus d'eau, et l'épaisseur de la lame, mesurée comme il a été dit ci-dessus, était de 0^m232, ce qui répond à 957 litres par 1''.

La moyenne des rendements des deux expériences n°s 4 et 5 est de près de 70 pour 100, chiffre très-considérable eu égard aux circonstances exceptionnelles dans lesquelles la roue était placée.

Dans les expériences n°s 6 et 7, on s'est proposé, au contraire, de faire travailler la turbine avec beaucoup d'eau et peu de chute. Au moyen du

(1) Elle revient à celle-ci :

$$Q = 0,665 \times \frac{2}{3} \times LH \sqrt{2gH} = 0,443 LH \sqrt{2gH}.$$

barrage établi en aval, on pouvait diminuer la chute à volonté; quant au jaugeage, on a continué à le faire comme dans les deux expériences n° 4 et 5. Nous devons entrer à ce sujet dans quelques détails.

Dans l'expérience n° 6, où les orifices injecteurs étaient ouverts de 0^m 070, l'épaisseur de lame sur le barrage provisoire (toujours prise avant la dépression) a été constamment de 0^m 390. En appliquant à cette donnée la formule précitée de M. d'Aubuisson, on trouve :

$$Q = 1000 \times 1,96 \times 4^m 37 \times 0^m 39 \times \sqrt{0^m 39} = 2096 \text{ litres}$$

par seconde, ce qui est à peu près en rapport avec l'ouverture des orifices; car, de la proportion

$$0^m 032 : 0^m 070 :: 945 : x, \text{ on tire : } x = 2067 \text{ litres,}$$

nombre qui ne diffère que de 1 1/2 pour 100 du précédent.

Cependant, comme la charge était un peu supérieure au tiers de la hauteur du barrage, nous avons rejeté l'emploi de la formule ci-dessus et nous avons préféré la suivante (*Traité de d'Aubuisson*, p. 93) :

$$Q' = 1,92 \text{ LH } \sqrt{H + 0.115 w^2}.$$

Dans cette formule, w représente la vitesse à la surface du canal de fuite, à l'amont du barrage provisoire; w est, par conséquent, égal à

$$\frac{1,25 Q}{l(H + a)},$$

en appelant H la charge sur le bord supérieur du barrage, a sa hauteur, et l la largeur du canal de fuite. Ici, on avait

$$H = 0^m 39, a = 0^m 94, l = 4^m 13,$$

largeur du canal de fuite mesurée à l'endroit le plus resserré :

$$\begin{aligned} \text{d'où} \quad w &= 0^m 477, \\ \text{et} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q' &= 1000 \times 1,92 \times 4^m 37 \times 0^m 39 \times \sqrt{0^m 39 + 0.115 \times 0.477^2} = 2111 \\ &\text{litres par } 1'', \end{aligned}$$

nombre qui diffère de moins de 1 pour 100 (0,7) du nombre 2097 obtenu en négligeant l'influence de la vitesse dans le canal de fuite.

Dans l'expérience n° 7, nous avons eu égard à la même correction. L'épaisseur de lame ayant été trouvée de 0^m 419 (0^m 418 au commencement de l'expérience qui a duré une bonne demi-heure, et 0^m 420 à la fin) (1), la valeur de Q , abstraction faite de la vitesse dans le canal de fuite, était de 2323 lit. par 1''. On s'est servi de cette valeur de Q pour calculer la valeur de w , qui a été trouvée de 0^m 517, puis celle de Q' , qui a été trouvée de 2358 lit. ; c'est ce dernier chiffre qui a été prescrit au tableau ci-dessus. (En cherchant une 4^e proportionnelle aux trois nombres 0^m 032, 0^m 082 et 9⁴5, on trouve 2422 litres, nombre qui ne diffère que de 2,7 pour 100 de 2358.

En prenant la moyenne des sept expériences précitées, on arrive à un rendement moyen de 77 pour 100. Ce chiffre de 77 pour 100 n'a rien de surprenant en ce sens qu'il a déjà été obtenu avec d'autres turbines ; mais il faut remarquer que pour l'obtenir on a dû se maintenir dans des conditions peu variées ; ici, au contraire, la presque constance du rendement, dans les circonstances très-diverses où l'on a opéré, nous paraît un résultat digne d'attention, surtout pour les rivières dont le volume diminue beaucoup en été. En effet, c'est évidemment dans cette saison qu'il importera que le rendement se maintînt intégralement, et c'est précisément le contraire qui arrive en général.

Remarquons d'ailleurs que, soit sous le rapport du volume et de la chute, soit sous le rapport de la vitesse (2), les circonstances dans lesquelles ont été faites les expériences ci-dessus ont été sensiblement plus variables qu'elles ne le seront dans la réalité, en sorte qu'on peut espérer avec une grande probabilité de succès, d'une part, *que le rendement moyen ANNUEL sera bien près de 80 pour 100, si toutefois il ne l'atteint pas* ; et, d'autre part, *que, DANS AUCUNE SAISON, sauf les cas d'une sécheresse ou d'une crue tout à fait exceptionnelles, il ne descendra guère au-dessous de 70 pour 100.*

(Journal des usines, août 1843.)

(1) Cette petite différence ne doit point être attribuée à une erreur dans l'observation de l'épaisseur de la lame ; elle est due à ce que pendant le cours de l'expérience le niveau du bief supérieur s'est élevé un peu, la chute mesurée au commencement de l'expérience s'étant trouvée de 0^m 83 et à la fin de 0^m 86. C'est la moyenne, 0^m 845, de ces deux chiffres qui a été inscrite au tableau ci-dessus. De même, pendant le cours de l'expérience n° 6, la chute a varié de 0^m 93 à 0^m 92 ; la moyenne, 0^m 925, a été inscrite au tableau dans la colonne des chutes. Dans les cinq autres observations, la chute est demeurée constante.

(2) La vitesse normale de la turbine (celle correspondante à 120 tours des meules par minute) sera de 17,71 tours, et l'on sait que, par la nature même du travail des meules, elle ne devra pas varier d'une manière notable, soit en dessus, soit en dessous de cette limite. Or, en prenant la moyenne des rendements relatifs aux expériences n°s 1, 2, 3 et 7, dans lesquelles la vitesse s'est le moins écartée de 17 tours 71, on obtient plus de 81 pour 100.

MOYEN DE MESURER LE TRAVAIL DES MACHINES A VAPEUR

SERVANT DE MOTEURS AUX NAVIRES

ET D'ÉVALUER LA RÉSISTANCE QUE CES NAVIRES ÉPROUVENT DANS LEUR MARCHE,

PAR M. COLLADON.

Le moyen imaginé par l'auteur consiste à évaluer la force que produit l'action des palettes d'une roue motrice, par la tension d'un câble qui la retient amarrée à un point fixe. En adaptant un dynamomètre à ce câble, pendant que le mouvement des roues tend à pousser le navire en avant, on mesure, avec précision, la tension de cette corde, c'est-à-dire la somme des composantes horizontales des résistances dues au choc des palettes; cette tension différant très-peu de la somme des forces qui agissent normalement aux palettes, on n'a plus qu'à la multiplier par la vitesse que prennent ces palettes pendant la marche du bâtiment pour avoir le travail de la machine.

Pour opérer sur un bateau amarré, la machine éprouvant alors la même résistance et prenant la même vitesse que pendant la marche, l'auteur relève les palettes et diminue la hauteur de la partie plongée dans le fluide pour compenser, par cette diminution de superficie, l'accroissement de résistance qui résulte de ce que le bateau n'a plus de vitesse.

Après avoir amarré le bâtiment à un câble attaché à un dynamomètre et mis la machine en mouvement, on diminue la hauteur de la partie des palettes qui plonge dans l'eau jusqu'à ce que la machine à vapeur donne, par minute, le nombre de coups de piston qu'elle doit rendre pendant la marche du navire. La hauteur plongée, pendant l'expérience, doit être, à celle qui l'est quand on navigue, dans un rapport qui dépend de la section du bâtiment multipliée par le coefficient de résistance. M. Colladon a trouvé ce rapport de deux cinquièmes pour les bateaux sur lesquels il a opéré. Le déplacement des palettes nécessaire au mode de mesure de l'auteur s'opérera très-facilement, en faisant glisser ces palettes le long des bras des roues, après avoir desserré les écrous qui en fixent la position. La tension du câble est accusée avec une grande précision par le dynamomètre dont l'aiguille n'oscille presque pas; elle est si peu variable, qu'une fois la machine en train, on pourrait la mesurer, sinon en totalité, du moins en partie, avec un contre-poids.

L'auteur indique une autre application fort utile de son procédé; c'est la mesure de la résistance comparative des différentes formes de navires à

vapeur prise sur les bâtiments mêmes. Voici comment l'auteur procède à cette détermination : après avoir fait marcher le bâtiment avec la vitesse pour laquelle on veut mesurer la résistance, et avoir constaté celle de la machine qui lui correspond, il le ramène au port où on doit l'amarrer. En diminuant la hauteur de la partie plongée des palettes, il parvient à faire marcher le piston de la machine avec la même vitesse, en ayant soin de maintenir l'état des soupapes, de soutenir le feu et par suite la tension de la vapeur à la même intensité, afin d'être sûr que, dans les deux circonstances, la machine produit et transmet le même travail.

Le dynamomètre attaché au câble qui retient le bâtiment amarré au port ne donne que la composante horizontale des efforts normaux aux palettes ; cette composante constitue la résistance à mesurer ; seulement elle diffère un peu de ce qu'elle est au repos, parce que ces deux forces proviennent de résistances normales qui ne sont pas tout à fait égales ; le rapport de ces dernières est à très-peu près celui des composantes horizontales ; et de la force que donne la dynamomètre, on conclut ainsi celle qui a lieu pendant la marche et qui est la résistance à mesurer.

(*Académie des Sciences.*)

GRAND ARBRE EN TOLE,

EXÉCUTÉ PAR MM. PIHET ET C[°], CONSTRUCTEURS A PARIS.

On vient d'exécuter chez MM. Pihet, un arbre de grande dimension, suivant un système que nous n'avons pas encore vu employé jusqu'ici pour cet objet. Cet arbre est en tôle, composé comme un bouilleur de chaudière, de feuilles fortes de 15 millimètres d'épaisseur, contournées, assemblées et rivées entre elles ; ses tourillons sont en fonte douce, creux d'un bout pour s'ajuster et pouvoir se boulonner aux extrémités de l'arbre ; l'un de ces tourillons a été prolongé pour porter soit un engrenage, soit un manchon propre à transmettre le mouvement.

Le diamètre de cet arbre n'est pas moins de 60 centimètres, et sa longueur est de 6 à 7 mètres, sans les tourillons. Les feuilles de tôle ont été coudées à la machine à cintrer des mêmes constructeurs, machine publiée dans le III^e volume de ce Recueil.

Nous sommes convaincus que des arbres de grande dimension exécutés sur ce procédé doivent être très-avantageux ; moins lourds que les arbres en fer et en fonte, ils sont aussi plus faciles et moins dispendieux à établir ; plus durables que les arbres en bois, ils ne sont pas plus pesants que ceux-ci, sont moins flexibles et peuvent être d'une très-grande longueur.

Nous ne doutons pas que lorsque ce nouveau mode de construction sera connu, on n'en fasse un grand nombre d'applications dans l'industrie, soit pour porter des roues hydrauliques, soit pour transmettre le mouvement de pièces très-fortes et très-lourdes.

Déjà nous avions vu chez M. Durenne, à Paris, une forte grue dont le montant ou l'arbre et les bras sont en tôle de chaudières, et remarqué avec plaisir que sans autre point d'appui que le sol, placée au milieu de la cour de son établissement, cette grue était capable de soulever les plus fortes chaudières, soit pour les peser, soit pour les charger sur voitures. Les chaînes passent du treuil dans l'intérieur des bras, pour s'enrouler sur la poulie agrafée à leur extrémité et y suspendre la charge. La solidité de cette grue est aujourd'hui bien reconnue, puisqu'elle fonctionne depuis plusieurs années, et qu'elle a subi les plus fortes épreuves. Plus récemment, M. Lemaitre a établi une grue très-puissante construite entièrement en tôle et fonctionnant depuis quelque années sans aucune détérioration.

PRÉPARATION D'UNE COLLE VÉGÉTALE, DITE COLLE MARINE,

PAR M. JEFFREY.

Cette colle, qui est très-adhésive, élastique et insoluble dans l'eau, et sert principalement à réunir les pièces de bois employées dans les constructions navales, se prépare de la manière suivante :

1^o On fait dissoudre dans 18 litres de naphte de houille ou naphte brut, 453 grammes de caoutchouc de bonne qualité divisé en petits fragments. On agite de temps en temps jusqu'à complète dissolution du caoutchouc, et lorsque le mélange a acquis la consistance de crème épaisse, ce qui a lieu au bout de dix à douze jours, on y ajoute de la gomme laque, ou mieux encore de la laque en écailles, dans la proportion de deux parties en poids de laque pour une partie de la dissolution : on verse ensuite le mélange dans une chaudière de fer munie à sa partie inférieure d'un tuyau de décharge, et qu'on place sur le feu. Pendant que la matière chauffe, on la remue constamment pour rendre la combinaison bien intime. Le composé qui en résulte est la colle marine au caoutchouc, qu'on retire chaude du vase de fer, par le tuyau de décharge, et qu'on étend ensuite sur des dalles pour refroidir, après quoi on la brise et on la conserve pour l'usage.

2^o L'auteur prépare une seconde espèce de colle sans caoutchouc, en mêlant ensemble une partie en poids de naphte brut, et deux parties aussi en poids de gomme laque ou plutôt de laque en écailles, et en opérant comme ci-dessus.

Quand on veut se servir de cette colle on la fait chauffer dans un vase de fer à la température de 121° centigr. environ, et on l'applique chaude à l'aide d'une brosse sur les surfaces qu'on se propose de réunir, en ayant soin de l'étendre en couches bien uniformes. On rapproche ensuite les pièces de bois et on les serre fortement ; comme la température de la colle s'abaisse aussitôt qu'elle est étendue et qu'elle durcit, il faut la ramollir en la ramenant à 60° centigr. ce qui se fait en passant dessus des fers chauds ; on doit alors saisir le moment pour rapprocher les surfaces et les serrer à l'aide de presses chassées par des coins.

Lorsque les surfaces de contact sont bien dressées, l'auteur applique une couche mince de colle sur chacune ; mais, si elles présentent des inégalités, la couche de colle doit être assez épaisse pour remplir ces inégalités.

M. Jeffrey emploie sa colle marine non-seulement pour la réunion des pièces de maturé et autres, mais aussi pour la réparation des pièces fondues en remplissant les crevasses de colle portée à 121° centig. Il fait observer qu'on peut varier la proportion des ingrédients suivant les circonstances. Ainsi, en employant une plus grande quantité de laque, la colle prendra plus de consistance, sera plus dure et résistera mieux aux intempéries de l'air ; tandis qu'en augmentant les doses de naphte et de caoutchouc, la colle acquerra plus de douceur et d'élasticité.

Des expériences en grand ont été faites à Cherbourg, par des ingénieurs de la marine, avec cette nouvelle colle, et ont donné de très-bons résultats.

(*Repert. of patent inventions.*.)

MACHINES, CHAUDIÈRES ET APPAREILS À VAPEUR.

La construction des machines à vapeur prend tous les jours une plus grande extension. Appliquées d'abord aux industries les plus importantes, elles se répandent maintenant jusque dans les plus petites fabrications.

Les ordonnances de police au sujet de ces moteurs, en vigueur jusqu'ici, ont été trop sévères pour permettre de les appliquer, sur une petite échelle, dans les grands centres de population. On était, en effet, bien autorisé à établir des machines à basse pression, mais il n'était pas permis, dans un grand nombre de localités, de monter des appareils à haute pression, quand même ils n'eussent eu que la force d'un cheval.

Aujourd'hui que cette question a été beaucoup mieux étudiée, et qu'on est certain qu'il n'arrive pas plus d'accidents avec un système qu'avec

l'autre, on est beaucoup moins rigoureux, car d'après la nouvelle ordonnance qui sans doute ne tardera pas à être mise en vigueur, et qui est déjà autorisée par MM. les ingénieurs des mines, chargés de la surveillance relative aux appareils à vapeur, les machines à haute pression peuvent être montées dans l'intérieur de Paris, pourvu que l'on se renferme dans les conditions suivantes :

On peut établir une chaudière à vapeur partout dans une localité quelconque, habitée et surmontée de plusieurs étages, lorsque le produit du volume de la chaudière exprimé en mètres cubes par la pression en atmosphères ne dépasse pas 3.

Ainsi, une chaudière d'un demi-mètre cube, marchant à 6 atmosphères, serait autorisée, pour être établie sans difficulté, dans une localité quelconque, parce que le produit $0^{\text{m}} 500 \times 6 = 3$.

De même une chaudière d'un mètre cube, à 3 atmosphères, serait également autorisée.

On peut établir une chaudière, et par conséquent une machine à vapeur, dans une localité où il y aurait un atelier au-dessus, pourvu que le produit du volume de cette chaudière en mètres cubes, par la pression en atmosphères, ne dépasse pas 7.

Ainsi, une chaudière de 2 mètres cubes de capacité, fonctionnant à $3 \frac{1}{2}$ atmosphères, serait dans cette condition.

Dans d'autres cas, on autorise encore des chaudières dont la capacité en mètres cubes multipliée par la pression en atmosphères ne dépasse pas 15.

Ce système, qui est tout à fait favorable à une foule de petites industries, comme celles qui existent dans l'intérieur des grandes villes, rendra évidemment les plus grands services. Il est on ne peut plus rationnel, parce qu'il est évident que les chances de danger d'une chaudière ne sont pas seulement en raison de la pression de la vapeur, mais bien aussi en raison de sa capacité, et qu'ainsi une machine de 10 chevaux, à basse pression, peut causer bien plus de dommage, si elle vient à éclater, que celle d'un cheval, qui marcherait à haute pression.

On exige aussi, d'après la nouvelle ordonnance, d'appliquer sur la chaudière un manomètre à air libre, qui indique toujours exactement la pression de la vapeur, et non un manomètre à air comprimé, qui est bien rarement exact. A cet effet, on établit aujourd'hui des tubes en fer et des tubes en verre qui sont d'un très-petit diamètre intérieur, ce qui permet d'employer peu de mercure; ainsi on peut trouver des tubes qui n'ont pas plus de 5 à 6 millimètres de diamètre.

Les rondelles fusibles sont totalement supprimées, comme n'étant pas un moyen exact d'éviter les accidents; mais on exige, par mesure de

précaution, des soupapes à disques qui n'aient guère qu'un millimètre de contact sur toute la circonférence de leur siège, et un flotteur à sifflet pour indiquer la hauteur du niveau d'eau dans la chaudière. A ce sujet, nous devons dire que ce dernier appareil laisse encore à désirer.

FABRICATION DES TUYAUX ET DES FEUILLES DE PLOMB.

Au lieu de couler sur une table couverte de sable fin les plaques de plomb, qui sont destinées à être laminées pour être réduites en feuilles, nous avons vu à Montivilliers, près le Havre, qu'on employait aujourd'hui avec avantage, un bassin quarré, en fonte, de 1^m 80 à 1^m 90 de côté, sur 0^m 09 à 0^m 10 de profondeur, et 0^m 075 d'épaisseur, placé près du fourneau qui porte la chaudière. On y coule ainsi des plaques de 8 à 9 centimètres d'épaisseur; mais pour qu'elles soient bien fondues, exemptes de soufflures, il faut avoir le soin que le bassin soit chaud; à cet effet, on a ménagé au-dessous, dans le massif sur lequel il repose, des carneaux dans lesquels on a fait circuler la flamme et l'air chaud qui se dégagent d'un petit foyer additionnel formé plus bas; on échauffe ainsi ce bassin pour la 1^{re} et la 2^e plaque, qui, sans cette précaution, pourraient être entièrement pleines de piqûres.

Ces fortes plaques, qui ne pèsent pas moins de 3,400 à 3,500^k, sont soumises à l'action d'un fort lamoir composé de deux grands cylindres de 2^m 50 de table, sur 42 à 43 centim. de diamètre, et mis par une machine à vapeur de la force de 8 chevaux. La vitesse imprimée à ces cylindres ne doit pas être de plus de 4 à 5 tours par minute; il est impossible de bien fonctionner lorsqu'on les fait marcher, comme on l'a dit dans quelques ouvrages, à des vitesses de 8 à 10 tours par 1'. Avec ce seul lamoir, on lamine 2,500 à 3,000^k de plomb par jour, en feuilles, qui ont 8 à 10 mètres de longueur sur 10 à 12 millimètres d'épaisseur d'abord, puis coupées et réduites à des épaisseurs de 2 à 4 millimètres.

On sait que les tuyaux de plomb ne sont plus étirés au banc, comme on l'a fait jusqu'ici dans plusieurs fabriques. Ils se font à l'aide de la presse hydraulique, qui se compose d'un cylindre et d'un piston recevant l'action de l'eau qui arrive de la pompe d'injection, et surmonté d'un second cylindre plus petit que le premier, et renfermant un disque traversé à son centre par une tige verticale, dont la grosseur est déterminée par le diamètre intérieur du tuyau que l'on veut obtenir.

Sur le sommet de ce second cylindre est placée une rondelle ou matrice qui doit livrer passage au tuyau, à mesure qu'il se forme, quand le piston

fonctionne. On remplit donc ce cylindre de plomb en fusion, et on le maintient à un certain degré de chaleur, pendant que l'on fait agir la presse ; le plomb, chassé au dehors par le piston du petit cylindre, lequel est relié au piston du corps de presse, est forcé de passer à travers la matrice, et forme ainsi, en sortant, un tuyau continu d'une très-grande longueur.

M. Falquiére, mécanicien de Marseille, paraît être un des premiers constructeurs qui aient cherché à produire les tuyaux de plomb de cette manière. Son brevet, qui date déjà de plusieurs années, explique qu'il faisait usage d'une vis pour agir sur le piston qui chasse le plomb. Depuis, plusieurs autres inventeurs ont proposé divers moyens pour remplir le même objet. Actuellement ce sont des presses fonctionnant par l'action de l'eau ; la plupart de ces appareils nous viennent d'Angleterre.

Nous avons publié, dans la 9^e livraison, v^e volume, les presses à plomb de M. Siéber père et de M. Cavé. Cette dernière est d'une très-forte puissance.

MOYEN DE CONSERVER LES SUBSTANCES ANIMALES ,

PAR M. DUSOURD.

Pour conserver les diverses substances animales, M. Dusourd a proposé d'employer une combinaison de *sucré* et de *fer*, laquelle ne s'altère, ne cristallise et ne fermente pas, quelle que soit la température à laquelle on l'expose ; elle conserve les substances sans même altérer leur tissu.

Les viandes, en sortant de cette espèce de sirop ferrugineux, séchent sans diminuer beaucoup de volume, résistent sans se gâter aux agents les plus actifs de la putréfaction, reprennent en un instant, dans l'eau froide, le volume, la couleur et l'odeur de celle des boucheries, et peuvent être converties en mets agréables et sains.

(*Académie des Sciences.*.)

FIN DU TOME PREMIER.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME PREMIER.

	Pages.
ROUE HYDRAULIQUE DE CÔTÉ , à aubes planes et à coursier circulaire, établie aux moulins de la réserve, à Corbeil, par MM. CARTIER et ARMENGAUD aîné, à Paris.	1
<i>Disposition générale du coursier et du vannage.</i> — Coursier circulaire.	3
Col de cygne.	4
Vannage, vanne plongeante.	5
Mouvement de la vanne plongeante.	6
<i>Arbre de la roue hydraulique, ajustement de ses tourillons.</i>	10
<i>Détails de la roue hydraulique.</i> — Tourteaux et bras de la roue.	13
Des cordons ou couronnes. — Des coyaux ou bracons.	14
Des aubes et contre-aubes.	15
Engrenage placé sur l'arbre de la roue.	17
Vannes de décharge et déversoir.	Id.
<i>Calcul des dépenses d'eau</i> effectuées par des orifices rectangulaires à minces parois.	18
I^e TABLE des dépenses d'eau effectuées par une vanne verticale de 1 mètre de large, avec charge ou pression sur l'orifice. — Contraction complète.	20
Règles et applications.	27
Contraction non complète.	28
Largeur des orifices chargés.	Id.
Hauteur des orifices.	29
Vanne inclinée, vanne d'écluses; exemples.	30
<i>Calcul des dépenses d'eau</i> par orifices en déversoir.	31
II^e TABLE , relative aux dépenses d'eau effectuées par des orifices en déversoir.	33
Règles, applications, remarques.	35
<i>Largeur d'un orifice en déversoir</i> ; exemples.	36
Déterminer la hauteur de l'orifice, <i>id.</i>	Id.
Observations; exemples.	37
Déversoir accompagné d'un canal ou coursier.	Id.
<i>Règles et données pratiques</i> sur les roues hydrauliques de côté, à aubes planes et à coursier circulaire.	38
Largeur de la roue.	Id.
Diamètre et vitesse de la roue.	39
Nombre d'aubes, leur capacité.	40
<i>Effet utile de la roue.</i>	41
Poids de la roue hydraulique et de ses accessoires.	43
Pièces qui composent la roue des moulins de la réserve.	Id.
<i>Légende explicative des planches 1, 2 et 3.</i>	44
NOTICE INDUSTRIELLE. <i>Procédé pour extraire le gaz d'éclairage de la tourbe</i> , par M. Lowe.	45
MACHINE À PERCER, APPLIQUÉE À FAIRE LES TENONS des dents en bois des engrenages, par M. Cartier, à Paris.	46
<i>Application du porte-lames</i> à l'arbre vertical d'une machine à percer.	47
<i>Chariot mobile</i> portant les plateaux en bois destinés à la confection des dents des engrenages.	49
I...	31

	Pages.
<i>Jeu et travail de la machine.</i>	50
<i>Diverses applications de la machine.</i>	52
<i>Légende explicative de la planche 4.</i>	54
MACHINE A PEIGNER LE LIN ET LE CHANVRE , construite en Angleterre, sur le principe de celle de M. de Girard, ingénieur en chef des mines du royaume de Pologne.	55
<i>Peignage du lin.</i>	57
<i>Disposition générale de la machine.</i>	59
Construction du bâti.	<i>Id.</i>
Des pinces ou mâchoires, et de leurs conducteurs.	<i>Id.</i>
Mouvement de translation des mèches.	61
Des peignes et porte-peignes.	<i>Id.</i>
Mouvement des peignes.	63
Des cylindres conducteurs et du tambour.	65
<i>Jeu et travail de la machine à peigner.</i>	67
Préparation du lin avant de le soumettre au peignage.	<i>Id.</i>
<i>Notice historique sur les machines à peigner le lin.</i>	74
Machine propre à peigner le lin et le chanvre, dite à nappe continue, de M. Garnier.	77
Machine à peigner de M. Newton, de Londres.	78
<i>Observations de M. Girard</i>	80
<i>Légende explicative de la planche 5.</i>	83
MACHINE A MORTAISER et à raboter verticalement les pièces de fer et de fonte, par MM. Sharp et Roberts, constructeurs à Manchester.	85
<i>Disposition générale de la machine.</i> — Du porte-outils et du chariot.	88
Construction du bâti.	<i>Id.</i>
De l'outil et du porte-outil.	89
Mouvement du porte-outils.	91
Chariot portant la pièce à raboter.	92
Mouvement du chariot et de la pièce à raboter.	94
<i>Jeu et travail de la machine.</i>	95
<i>Arantages et inconvénients de la machine.</i>	97
<i>Poids et prix de la machine.</i>	98
<i>Légende explicative des planches 6, 7 et 8.</i>	99
MACHINE A RABOTER les métaux à outil mobile, construite par M. Cavé, mécanicien, à Paris.	100
<i>Description générale des machines à raboter les métaux.</i>	102
<i>Disposition générale de la machine à raboter</i> de M. Cavé, pl. 9 et 10.	105
Du chariot, du porte-outils et de son mouvement.	<i>Id.</i>
Mouvement du chariot.	<i>Id.</i>
Construction du chariot et du porte-outils.	107
<i>Observations.</i> Vitesse du chariot porte-outils, et prix de la machine.	113
<i>Légende explicative des planches 9 et 10.</i>	115
APPAREIL A NETTOYER LES BLÉS , construit par M. Cartier	116
<i>Description de l'appareil.</i>	119
Du bâti de l'enveloppe, du tambour vertical, et de son mouvement.	<i>Id.</i>
Bâti de la machine.	<i>Id.</i>
Tambour et son mouvement.	<i>Id.</i>
Coquille fixe du cylindre.	122
Travail de la machine.	123
Cylindre cribleur.	124

TABLE DES MATIÈRES.

483

Pages.

<i>Résultats du travail et prix de l'appareil. Observations.</i>	126
<i>Légende explicative de la planche 11.</i>	128
MACHINE A RABOTER LES ÉCROUS, AVEC DEUX BURINS MOBILES, construite par M. Mariotte, à Paris.	129
<i>Disposition de la machine.</i> — Du chariot porte-outil et de son mouvement.	130
Construction du bâti.	<i>Id.</i>
Chariot porte-outil.	131
Mouvement du chariot porte-outil.	132
Mode d'assujétir les écrous à raboter.	133
Jeu et travail de la machine.	134
Prix de la machine.	135
<i>Légende explicative de la planche 12.</i>	<i>Id.</i>
MACHINE A VAPEUR, à basse pression et à double effet, établie au bassin de Saint-Ouen, près Paris, par MM. Rothwell, Hick, et Rothwell de Bolton.	136
<i>Disposition générale de la machine, représentée planches 13 à 18.</i>	137
<i>Du cylindre et du piston à vapeur; des boîtes et tiroirs de distribution.</i>	138
Cylindre à vapeur.	<i>Id.</i>
Boîtes et tiroirs de distribution.	140
Mouvement des tiroirs de distribution.	142
Piston à vapeur.	145
<i>Du parallélogramme, du balancier, de la bielle et de la manivelle.</i>	146
Parallélogramme.	<i>Id.</i>
Balancier et son arbre.	149
Entablement et colonnes.	150
Bielle et manivelle.	151
<i>De la communication du mouvement, et du modérateur.</i>	152
Arbre et volant.	<i>Id.</i>
Mouvement du pendule conique.	153
Des pompes à air, à eau froide, et alimentaires.	155
Pompe à eau froide.	<i>Id.</i>
Condenseur et pompe à air.	156
Pompe alimentaire.	157
Observation.	159
<i>Dimensions des parties principales de la machine de Saint-Ouen.</i>	<i>Id.</i>
<i>Dimensions d'une des chaudières à vapeur de la force de 20 chevaux.</i>	<i>Id.</i>
Soupapes de sûreté.	<i>Id.</i>
Grille et foyer.	160
Cheminée et carneaux.	<i>Id.</i>
Tuyau d'admission de vapeur au cylindre de la machine.	<i>Id.</i>
<i>Machine à vapeur.</i> — Cylindre et piston à vapeur.	<i>Id</i>
Balancier et parallélogramme.	161
Pompe à air et condenseur.	162
Orifices de communication de la pompe à air au condenseur et à la cuvette de décharge.	162
Pompe alimentaire ou à eau chaude.	163
Pompe à eau froide.	<i>Id.</i>
Récipient de la pompe à eau froide.	<i>Id.</i>
Bielle et manivelle.	164
Arbre de la manivelle et du volant.	<i>Id.</i>
Volant de la machine.	165
Engrenages de commande.	<i>Id.</i>

	Pages.
<i>Calculs</i> relatifs aux diverses parties des machines à vapeur à basse pression et à double effet, avec condensation, mais sans détente..	166
I ^e TABLE. <i>Des diamètres et vitesses de pistons</i> dans les machines à vapeur à basse pression et à double effet.	169
Règle pour déterminer le diamètre des pistons.	170
II ^e TABLE. Des quantités de vapeur et de charbon dépensées dans les machines à vapeur à basse pression et à double effet.	172
<i>Dimensions du tuyau et des orifices à vapeur.</i>	173
<i>Dimensions des chaudières.</i>	174
<i>Soupapes de sûreté.</i>	176
<i>Dimensions de la grille, des carreaux et de la cheminée.</i>	Id.
<i>Capacité</i> de la pompe à air et du condenseur.	177
<i>Pompe à eau froide et pompe alimentaire.</i>	179
<i>Dimensions du balancier.</i>	180
<i>Tourillons de l'arbre du balancier et des axes ajustés à ses extrémités.</i>	181
<i>Dimensions des tiges de piston.</i>	Id.
III ^e TABLE. Des diamètres des tourillons de l'arbre du balancier, des axes du parallélogramme, et de l'arbre du volant et des tiges de piston dans les machines à vapeur à basse pression et à double effet.	184
<i>Dimension de la bielle et de ses tourillons.</i>	185
<i>Tourillons de l'arbre de la manivelle.</i>	Id.
IV ^e TABLE, servant à déterminer les diamètres des tourillons en fonte et en fer, premiers moteurs de machines à vapeur.	188
V ^e TABLE. Des diamètres de tourillons d'arbres premiers moteurs, mesurés sur diverses machines existantes.	190
<i>Des volants.</i>	191
Pendule conique ou modérateur à force centrifuge.	193
VI ^e TABLE, relative aux dimensions des bras et aux vitesses des boules du pendule conique ou modérateur à force centrifuge.	198
<i>Légende explicative des planches 13, 14, 15, 16, 17 et 18.</i>	200
TOUR A ENGRÈNAGES et à pointes, appliqué au tournage et à l'alésage des pièces cylindriques et coniques en fonte, en fer et en cuivre.	202
<i>Disposition générale du tour</i> (pl. 19 et 20)	204
Du banc et de ses supports.	Id.
De la poupée fixe du tour.	Id.
Mouvement de l'arbre du tour.	207
Contre-poupée ou poupée mobile.	211
Alésoir.	Id.
Marche de l'alésoir.	212
Alésage de trous coniques.	213
Observations.	215
<i>Poids et prix du tour.</i>	Id.
<i>Légende explicative des planches 19 et 20.</i>	216
MACHINE A RABOTER LES MÉTAUX, la pièce étant mobile et le même outil travaillant pendant l'aller et le retour, par M. <i>Whitworth</i> , constructeur à Manchester.	217
<i>Disposition générale de la machine</i> , planches 21, 22 et 23.	218
Bâti principal de la machine.	Id.
Chariot qui porte la pièce à raboter.	Id.
Mouvement du chariot qui porte la pièce.	219
Chariot du porte-outil et ses supports.	222

TABLE DES MATIÈRES.

485

	Pages.
Porte-outil et son mouvement	224
Mouvement rotatif du porte-outil.	226
Pression ou avancement de l'outil.	229
Mouvement descensionnel du porte-outil.	231
<i>Légende explicative des planches 21, 22 et 23</i>	232
GRUE EN FONTE ET EN BOIS , construite par M. Cavé, pour les ateliers du chemin de fer de Paris à Orléans.	234
<i>Disposition générale de l'appareil</i> (pl. 24).	237
Arbre et bras mobile de la grue.	<i>Id.</i>
Treuil et son mouvement.	240
<i>Calculs de la grue et résultats d'expériences</i>	242
<i>Résultats des expériences</i> faites en Angleterre pour connaître la force instantanée de l'homme.	245
<i>Poids et prix de la grue</i>	246
<i>Légende explicative de la planche 24</i>	<i>Id.</i>
MOULINS A BLÉ PERFECTIONNÉS , marchant par engrenages, établis à Corbeil par MM. Cartier et Armengaud ainé, à Paris.	248
<i>Disposition générale du mécanisme du moulin</i>	251
Des deux beffrois.	<i>Id.</i>
Des meules.	255
Des fers de meules, nilles et manchons.	257
Pivots des fers de meules.	258
Moyen de soulager les meules.	259
Mode de transmission de mouvement.	260
Rapport des vitesses des engrenages.	265
Engreneurs ou distributeurs de blé.	267
Récipient à boulange.	269
Vis sans fin et élévateur à boulange.	271
Indicateurs de vitesse.	273
<i>Légende explicative des planches 25, 26, 27</i>	<i>Id.</i>
MACHINE A PERCER et à découper la tôle forte , inventée et construite par M. Cavé, mécanicien à Paris.	275
<i>Disposition générale</i> de la machine à percer et de son moteur.	276
Cylindre à vapeur et distribution.	<i>Id.</i>
Piston à vapeur.	277
Balancier de la machine.	<i>Id.</i>
Poupée fixe ou pièce principale de la machine.	278
Porte-outil et son poinçon.	<i>Id.</i>
Travail de la machine.	279
Cisaille pour découper la tôle.	280
<i>Légende explicative de la planche 28</i>	281
CHAUDIÈRE A VAPEUR avec appareil pour la production du gaz propre à l'éclairage des établissements industriels, par M. Mariotte, mécanicien.	282
<i>Description générale</i> de l'appareil adapté à un fourneau de chaudière à vapeur (pl. 29).	283
Production du gaz de houille.	<i>Id.</i>
De la cornue.	285
Du bariillet et du condenseur.	287
Du gazomètre.	288
Des becs ou brûleurs de gaz.	290
Comparaison du prix de revient de l'éclairage au gaz de houille, par rapport	

	Pages.
à celui de lampes à l'huile, bougies, chandelles, etc.	293
Rendement en gaz et en coke des diverses espèces de houille.	294
Rendement et prix de l'appareil établi chez M. Mariotte.	<i>Id.</i>
Prix de revient de l'éclairage au gaz, dans Paris.	295
<i>Légende explicative de la planche 29.</i>	297
MACHINE A PERCER et à aléser verticalement les pièces de fer et de fonte, construite par M. Raymond, à Paris.	298
<i>Disposition générale de la machine</i> (pl. 30 et 31).	299
Des parties fixes de l'appareil.	<i>Id.</i>
Des parties mobiles de la machine.	301
Des forets et des lames.	304
De la pression ou de la marche rectiligne de l'outil.	305
<i>Travail de la machine.</i>	308
Résultats d'expériences.	<i>Id.</i>
Chariot appliqué à la machine pour raboter circulairement.	310
<i>Avantages de la machine.</i>	311
<i>Légende explicative des planches 30 et 31.</i>	<i>Id.</i>
MACHINE A VAPEUR A ROTULE, à haute pression et à simple effet, avec application de la détente, par M. C. F., et construite dans la maison Derosne et Cail, à Paris.	313
<i>Disposition générale de la machine à rotule</i> (pl. 32).	315
Du cylindre à vapeur et de sa rotule.	<i>Id.</i>
Soupape de distribution et de détente.	318
Piston à vapeur et communication de mouvement.	320
Modérateur à force centrifuge.	321
Pompe alimentaire et son mouvement.	322
<i>Avantages et inconvénients de la machine.</i>	<i>Id.</i>
<i>Légende explicative de la planche 32.</i>	325
Observations.	<i>Id.</i>
RÉGULATEUR A AIR, appliqué aux roues hydrauliques et aux machines à vapeur, par M. Molinié de Saint-Pons.	326
<i>Disposition générale et applications de l'appareil</i> (pl. 33).	330
Principe et construction du régulateur.	<i>Id.</i>
<i>Avantages du régulateur à air.</i>	339
<i>Prix et conditions de vente de l'appareil.</i>	340
<i>Légende explicative de la planche 33.</i>	341
MACHINE A RIVER LES TOLES ET LES CUIVRES, appliquée principalement aux chaudières à vapeur et à eau, par M. Fairbairn, de Manchester.	343
<i>Disposition générale de la machine à river</i> (pl. 34).	344
Des parties fixes de l'appareil.	<i>Id.</i>
Des parties mobiles de l'appareil.	345
<i>Avantages et inconvénients de la machine à river.</i>	348
<i>Légende explicative de la planche 34.</i>	350
MÉTIER MÉCANIQUE A DEUX COUPS, pour tisser les étoffes de lin, de chanvre, de laine, etc., par M. de Bergue, ingénieur à Paris.	351
<i>Description générale du métier mécanique.</i>	353
De l'ensouple et du déchargeoir pour recevoir la chaîne et l'étoffe.	<i>Id.</i>
Des lisses et de leur mouvement.	358
Du battant et de son mouvement.	359
De la navette et de son mouvement.	361
Système de débrayage pour arrêter le métier.	362

TABLE DES MATIÈRES.		487
	Pages.	
<i>Prix et marche des métiers.</i>	363	
<i>Notice historique sur les métiers mécaniques à tisser.</i>	364	
<i>Légende explicative des planches 35 et 36.</i>	367	
TURBINES HYDRAULIQUES , ou roues horizontales tournant sous l'eau, par		
MM. Fourneyron et Gentilhomme, ingénieurs à Paris.	368	
<i>Description générale</i> de la turbine Fourneyron (pl. 37).	371	
De la roue ou turbine Fourneyron.	Id.	
Du plateau fixe et des directrices.	372	
Du vannage.	373	
Du pivot de l'arbre et des moyens de le lubrifier.	374	
Marche de l'appareil.	376	
<i>Description</i> de la turbine Gentilhomme.	Id.	
Du vannage.	377	
Du pivot et vanne de chasse.	378	
<i>Comparaison</i> entre les turbines établies ou proposées.	Id.	
<i>Calculs relatifs</i> aux dimensions des turbines hydrauliques.	383	
Des orifices de sortie de l'eau	388	
Application et exemple.	389	
<i>Tracé géométrique</i> de la roue.	391	
Observations sur les limites de vitesse de la turbine.	392	
Des cloisons horizontales des aubes.	393	
<i>Effets obtenus</i> sur les turbines de M. Fourneyron.	Id.	
<i>Avantages et inconvénients</i> des turbines hydrauliques.	395	
<i>Légende explicative de la planche 37.</i>	397	
NOTICE INDUSTRIELLE. Encre de Chine	398	
MACHINE A VAPEUR , à haute pression et à détente variable, par M. FARCIOT, ingénieur mécanicien à Paris.	399	
<i>Disposition générale</i> de la machine à vapeur (pl. 38).	400	
Système d'admission et de distribution de vapeur.	Id.	
Transmission de mouvement.	405	
Pompe alimentaire et son mouvement.	406	
<i>Légende explicative de la planche 38.</i>	407	
GRANDS FOURS A COKE , avec l'application d'une chaudière à vapeur, chauffée par les gaz combinés résultant de la distillation de la houille, par M. CLAVIÈRE, ingénieur breveté, à Paris	408	
<i>Description générale</i> de l'appareil (pl. 39).	410	
Des fours à coke.	Id.	
De la chaudière à vapeur.	414	
Des étuves et des fours de carbonisation.	415	
<i>Notice</i> sur la carbonisation de la houille.	416	
<i>Légende explicative de la planche 39.</i>	422	
GRAND ALÉSOIR VERTICAL , pour aléser les cylindres de machines à vapeur, par MM. STEHELIN et HUBER, constructeurs à Bitschwiller.	423	
<i>Disposition générale</i> de l'alésoir (pl. 40).	424	
Des parties fixes de la machine.	Id.	
Des parties mobiles de la machine.	426	
Du manchon porte-lames.	427	
Mouvement rectiligne du porte-outil.	428	
<i>Légende explicative de la planche 40.</i>	432	
NOTICE INDUSTRIELLE. Clous et boulons tordus	433	
NOTICES INDUSTRIELLES relatives aux diverses branches des arts mécaniques		

	Pages.
et chimiques.	433
Machine à faire les tuyaux en métal, par M. Richard Posser.	<i>Id.</i>
Procédé de dissolution du caoutchouc, par M. Ph. Gagin.	434
Fabrication des bouchons à la mécanique, par M. Molinié, à Paris.	435
Applications de la vapeur dans les machines de préparation pour la laine cardée et la laine peignée.	439
Procédé propre à donner à toute espèce de bois la plus grande souplesse, et leur faire prendre toutes sortes de courbures, par M. Van-Merteen.	440
Nouveau système de rouleau brisé remplaçant avec avantage les rouleaux ordinaires, par M. Pasquier.	442
Perfectionnements dans les préparations de la laine peignée, par MM. Villemot-Huard et Bureau.	444
Perfectionnements apportés aux métiers à la Jacquart, par MM. Nallet et Collaron, à Lyon.	446
Perfectionnements dans les machines à imprimer au rouleau, par M. Ch. Dolfus, de Mulhouse.	448
Moyen de remédier à l'échauffement des tourillons des arbres, par M. B. Sulzer. .	449
Nouveau procédé pour dorer et argenter au trempé, par M. A. Levol.	450
Teinture de la laine en bleu sans indigo, par M. A. Melleret, de Châteauroux. .	451
Éclairage par les huiles essentielles de houille, de schiste, etc., par MM. Busson-Dumaurier et Rouen.	454
Encollage des chaînes pour les tissus, par M. Andrew junior, manufacturier à Manchester. (Patente anglaise).	455
Perfectionnements dans les barreaux de grilles, appliqués aux foyers de chaudières à vapeur.	456
Expériences sur les divers appareils employés dans l'aérage des mines, par M. Glépin.	458
Appareil pour tourner les pièces longues, par MM. Collins et Wister, de Stacy Costil, comté de Philadelphie. (Patente américaine).	461
Nouvelle machine à vapeur dite à disque, par M. d'Hunnezel.	<i>Id.</i>
Moyen de fabriquer et d'affiner immédiatement le fer, par M. Clay.	463
Machine continue pour le transport ascensionnel des terres, par MM. Samuel et Decoudin.	464
Nouvel appareil destiné à obtenir des boudins ou loquettes continues des cardes ploqueuses, par MM. A. Ménage et Armingaud, à Elbeuf.	465
Expériences sur une turbine hydraulique récemment établie aux moulins de Montigny-sur-Avre, près Tillière (Eure), par MM. Callon et fils, ingénieurs civils hydrauliciens, à Paris.	467
Moyen de mesurer le travail des machines à vapeur servant de moteur aux navires, et d'évaluer la résistance que ces navires éprouvent dans leur marche, par M. Colladon.	474
Grand arbre en tôle exécuté par MM. Pihet et C ^e , constructeurs à Paris. .	475
Préparation d'une colle végétale dite colle marine, par M. Jeffrey.	476
Machines, chaudières et appareils à vapeur.	477
Fabrication des tuyaux et des feuilles de plomb.	479
Moyen de conserver les substances animales, par M. Dusourd	480

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.







